

Рис. 1. Гидрогеологическая карта бассейна среднего течения р.Усмань (Воронежская обл.): 1 – современный аллювиальный водоносный горизонт; 2 – верхнечетвертичный аллювиальный водоносный горизонт; 3 – среднечетвертичный аллювиально-флювиогляциальный водоносный горизонт; 4 – слабоводоносный донской надморенный водно-ледниковый водоносный горизонт; 5 – водоупорный донской ледниковый горизонт; 6 – плиоценовый водоносный горизонт; 7 – граница распространения гидрогеологических подразделений, залегающих первыми от поверхности; 8 – гидроизогипсы.

плиоценового возрастов. Их отличает безнапорный характер и поровый тип циркуляции.

Подземные воды нижнего этажа приурочены к терригенно-карбонатным отложениям девона и кристаллическим породам докембрия. Их отличают напорный характер, гидравлическая взаимосвязь между горизонтами в местах отсутствия разделяющего водоупора; порово-пластовый, трещинно-пластовый, карстово-трещинный тип циркуляции (рис.1).

Современный аллювиальный водоносный горизонт (a IV). Горизонт приурочен к пойменным и русловым отложениям. Водовмещающими породами служат пески тонкозернистые с прослоями суглинков и глин в верхней части горизонта, и грубозернистые с галькой в основании разреза. Мощность водовмещающих пород составляет 8-13 м. Уровень воды находится близко от поверхности, в пределах

первых метров. Водообильность низкая, удельный дебит при откачках из колодцев 0,04-0,06 л/с. Иногда глубина залегания уровня воды совпадает с поверхностью поймы, образуя заболоченность. Воды современного аллювиального горизонта имеют хорошую гидравлическую связь с поверхностными водами и с нижележащим водоносным терригенным горизонтом. Коэффициент фильтрации водовмещающих песков изменяется в широких пределах – от 10 до 50 м/сутки. Подземные воды современного аллювия дренируются рекой. Питание горизонта осуществляется за счет атмосферных осадков и речных вод, особенно во время паводка и подтока снизу.

По химическому составу преобладают гидрокарбонатные кальциевые или кальциево-магниевые воды с минерализацией до 1 г/дм³. Подземные воды

современного аллювиального горизонта используются для хозяйственно-питьевых целей.

Верхнечетвертичный аллювиальный водоносный горизонт (а III). Горизонт приурочен к аллювиальным отложениям первой, второй надпойменных террас и расположен в долинах р.р. Воронеж, Усмань, Ивница. Водовмещающими породами служат мелкозернистые глинистые пески, сменяющиеся с глубиной средне- и разнотернистыми. В основании разреза залегают гравийные пески. Абсолютные отметки подошвы отложений в долине реки Усмань составляют 78-93 м. Мощность аллювия изменяется от 10-15 м для первой надпойменной террасы до 40-42 м для второй. Объединенная мощность аллювия от 5-8 до 20-24 м. Глубина залегания уровня – от 0,9-10,7 м на первой надпойменной террасе, увеличивается до 15-17 м – на второй. Абсолютные отметки поверхности грунтовых вод на первой и второй надпойменных террасах в долине реки Усмань составляет 97-100 м. Поток грунтовых вод в долине реки Усмань направлен, в основном, с востока на запад, к более крупной дрене реки Воронеж. Водобильность верхнечетвертичных отложений зависит от литологического состава водовмещающих пород. Удельные дебиты скважин изменяются от 0,19 до 1,08 л/с и составляют преимущественно 0,2-0,8 л/с. Наиболее водобильны отложения второй надпойменной террасы. Питание осуществляется инфильтрующимися атмосферными осадками и водами нижележащих водоносных горизонтов. Разгрузка происходит в долинах рек, балок и оврагов в виде родников на склонах, а также перетеканием в нижележащие горизонты, преимущественно в неогеновые. Коэффициент фильтрации песков изменяется от 0,6 до 53 м/сутки.

Химический состав воды довольно выдержанный – преимущественно гидрокарбонатный кальциевый или кальциево-магниевый с минерализацией от 0,1 до 0,8 г/дм³, с общей жесткостью от 1,73 до 7 моль/дм³.

Воды горизонта используются для сельскохозяйственного водоснабжения копаными колодцами, а совместно с водами кривоборских отложений – для централизованного водоснабжения.

Среднечетвертичный аллювиально-флювиогляциальный водоносный горизонт (а II). Горизонт приурочен к аллювиальным отложениям третьей и четвертой надпойменных террас. Водовмещающие породы представлены мелкозернистыми песками с прослоями суглинков и супесей, в основании с галькой и валунами различных пород. В связи с тем, что водовмещающие пески глинистые, то коэффициент фильтрации их небольшой и изменяется в пределах 0,2-8,6 м/сутки. В среднем мощность отложений составляет 20-30 м. Мощность обводненной их части от 5-8 до 10-12 м. Уровень грунтовых вод залегает на абсолютной отметке 98,8 м у бровки террас, увеличиваясь до 114,5 м на водоразделах. Поток подземных вод направлен с востока на запад, в сторону р.р. Усмань и Воронеж. Водобильность аллю-

виально-флювиогляциальных отложений незначительна и характеризуется удельным дебитом колодцев от 0,04 до 0,4 л/с. Питание вод отложений незначительное в связи с небольшой мощностью водовмещающих пород и преобладанием в их разрезе мелкозернистых глинистых песков, и осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, и подтока снизу.

По химическому составу воды сульфатные кальциево-магниевые, реже гидрокарбонатные кальциево-магниевые. Воды слабуминерализованные – 0,2-0,5 г/дм³, с общей жесткостью 5-6 моль/дм³.

Воды этого горизонта эксплуатируются населением колодцами для питьевых и хозяйственных целей.

Слабоводоносный донской надморенный водно-ледниковый водоносный горизонт (f I ds³). Распространен он отдельными изолированными участками на водоразделах и их склонах. В основании горизонта – суглинки и глины донской морены, при отсутствии водоупора горизонт дренирован. Приурочен он к отложениям бурой и серой морены, водно-ледниковым отложениям времени наступления ледника. Горизонт представлен в различной степени запесоченными суглинками, глинами, реже супесями и песками. Мощность горизонта до 32 м; воды безнапорные, слабо водобильные.

По химическому составу воды гидрокарбонатно-сульфатные кальциево-магниевые, или кальциево-натриевые с минерализацией от 0,2 до 0,9 г/дм³. Питание надморенного водоносного горизонта происходит в основном за счет инфильтрации атмосферных осадков. Разгрузка осуществляется в балках и оврагах, прорезающих описываемые отложения.

Воды надморенных флювиогляциальных отложений эксплуатируются при помощи колодцев и каптированных родников.

Водоупорный донской ледниковый горизонт (g I dns). Горизонт широко распространен на водоразделах и их склонах в восточной части района. Представлен он глинами и суглинками с редкими линзами песка "серой" морены. Мощность горизонта от первых метров до 23 м; она уменьшается с севера на юг. Воды горизонта относятся к типу верховодки.

По химическому составу воды преимущественно гидрокарбонатные кальциевые или кальциево-магниевые. Минерализация воды колеблется от 0,3 до 0,7 г/дм³. Воды данного горизонта питаются в основном атмосферными осадками. Используются воды горизонта редко из-за невысокой водобильности водосодержащих пород. Летом в колодцах и источниках вода частично пересыхает.

Плиоценовый водоносный горизонт (N₂). Слабонапорные воды приурочены к водоносному белогорскому терригенному горизонту. Водовмещающими породами водоносного горизонта кривоборских отложений служат разнотернистые пески:

крупнозернистые и гравелистые в нижней части пласта и мелкозернистые глинистые – в верхней. Мощность горизонта 25-30 м. В кровле залегают плотные глины мощностью от 1 до 4 м, поэтому воды обладают слабым напором – до 10 м. В местах размыва глин, залегающих в кровле, горизонт гидравлически связан с вышележащими водоносными горизонтами четвертичных отложений, и их уровни устанавливаются на одинаковых отметках. Глубина залегания кровли в зависимости от рельефа колеблется в пределах 10-45 м от поверхности. Пьезометрический уровень находится выше, на абсолютных отметках 100-110 м. Обводненные пески кривоборских отложений на большей части площади подстилаются глинами водоупорной терригенной свиты. В южной части района семилукские глины отсутствуют, и данный водоносный горизонт гидравлически связан с саргаевским водоносным горизонтом. Абсолютные отметки подошвы 68-72 м. Уровень грунтовых вод устанавливается на глубинах от 8-10 до 25-30 м от поверхности земли. Водообильность горизонта значительна, дебиты скважин достигают 10-15 м³/сутки. Средние значения коэффициента фильтрации водовмещающих пород – 9-10 м/сутки.

Питание горизонта происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков и перетока из вышележащего и нижележащего горизонтов в связи с разностью напором. Разгрузка горизонта происходит в пойме реки Усмань. Направление потока с северо-востока на юго-запад. Уклон равен 0,002.

По химическому составу воды преимущественно гидрокарбонатные кальциевые. Минерализация их составляет 0,6-0,7 г/дм³. Общая жесткость – 3-5 моль/дм³.

Плиоценовый водоносный горизонт широко используется в районе для хозяйственно-питьевого водоснабжения и является основным для данной территории. Однако следует иметь в виду, что подземные воды этого горизонта могут загрязняться с поверхности в местах отсутствия водоупора в кровле и глинистых пород в перекрывающей толще четвертичных отложений.

Водоупорная верхнесемилукская терригенная свита (D₃ sm₂). Непосредственно под белогорским водоносным горизонтом залегает водоупорная верхнесемилукская терригенная свита. Породы представлены плотными глинами мощностью 10-12 м.

Водоносный саргаевско-нижнесемилукский карбонатный комплекс (D₃ sr-sm₁). Обводненные породы данного комплекса представлены трещиноватыми известняками с маломощными прослоями глин. Верхняя часть комплекса сложена глинами нижнесемилукской подсвиты. Мощность водовмещающих пород 15-19 м. Общая мощность комплекса составляет 22-27 м. Воды напорные, высота напора 45-60 м. Пьезометрический уровень устанавливается на абсолютных отметках 105-110 м. Водообильность зависит от степени трещиноватости известняков. Коэффициент фильтрации составляет

0,05-0,1 м/сутки. Удельный дебит скважин около 0,1 м³/час.

По химическому составу преобладают гидрокарбонатные натриевые воды, с минерализацией 0,2-0,3 г/дм³. Общая жесткость не превышает 4,5 моль/дм³. Район находится в области разгрузки вод этого горизонта. Совместно с белогорским водоносным горизонтом саргаевско-нижнесемилукский водоносный карбонатный комплекс может использоваться для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

В подошве комплекса залегает слой аргиллитоподобных глин мощностью 1-1,5 м, который отделяет его от нижележащего водоупорного локально-водоносного мулинско-тиманского терригенного комплекса.

Водоупорный локально-водоносный мулинско-тиманский терригенный комплекс (D₂₋₃ ml-tm). Комплекс представлен переслаивающимися алевролитами и песчаниками, которые обводнены, и глинами плотными частично аргиллитоподобными. В водоносный комплекс входят мулинская свита среднего девона, а также ястребовские и чаплыгинские слои токаревской толщи верхнего девона.

Общая мощность комплекса увеличивается с юга на север от 50 до 70 м. Мощность обводненных алевролитов и песчаников составляет 30-35 м. Воды напорные, высота напора достигает 50-60 м. Пьезометрический уровень устанавливается на абсолютных отметках 95-100 м, иногда выше поверхности земли, то есть происходит самоизлив. Коэффициент фильтрации водовмещающих пород изменяется в пределах 0,2-0,9 м/сутки. Водообильность комплекса небольшая, удельные дебиты скважин не превышают 0,5-1,0 м³/час.

По химическому составу подземные воды мулинско-тиманского комплекса гидрокарбонатные, гидрокарбонатно-хлоридные натриевые. Минерализация их не превышает 0,8-0,9 г/дм³. Общая жесткость невысока – 2,3 моль/дм³.

В связи с малой водообильностью и большой глубиной залегания водоносный комплекс не эксплуатируется на территории района.

Водоупорная локально-водоносная воробьевско-ардатовская свита (D₂ vb-ar). Водовмещающими породами служат отложения воробьевской свиты: алевролиты и песчаники с прослоями тонкозернистых песков общей мощностью до 20 м. В кровле свиты залегает мощная пачка плотных аргиллитоподобных глин ардатовского возраста, изолирующая водоносные породы свиты от вышележащего водоносного мулинско-тиманского комплекса. Нижний региональный водоупор отсутствует, и во многих местах имеется тесная гидравлическая связь с нижележащим водоносным мосоловским горизонтом. Воды напорные, высота напора достигает 140-150 м и увеличивается в северо-восточном направлении. Абсолютные отметки пьезометрического уровня равны 103-107 м. В пойме может происходить самоизлив скважин. Коэффициент фильтрации водовме-

шающих пород 0,6 м/сутки. Удельный дебит скважин 0,3-0,7 м³/час.

По химическому составу вода хлоридная и хлоридно-сульфатная натриевая. Минерализация составляет 1,6 г/дм³.

Подземные воды этого гидрогеологического подразделения для хозяйственно-питьевых нужд не пригодны.

Водоносный мосоловский карбонатный горизонт (D_{2ms}). Наиболее глубоко залегающим в районе является водоносный (слабоводоносный) мосоловский карбонатный горизонт. Водовмещающие породы представлены органогенными известняками, часто кавернозными и трещиноватыми с маломощными прослоями глин. Мощность составляет 10 м. Верхний и нижний региональные водоупоры отсутствуют, и горизонт имеет гидравлическую связь с воробьевско-ардаатовской терригенной свитой и с водами кристаллического фундамента. Воды высоконапорные, величина напора равна 170-180 м. Пьезометрический уровень устанавливается на абсолютных отметках 110-115 м. В пойме скважины воды фонтанируют на 9 м над поверхностью земли. Коэффициент фильтрации трещиноватых известняков 1,4 м/сутки. Удельные дебиты скважин 0,3-0,4 м³/час.

Подземные воды горизонта имеют пестрый химический состав, но преимущественно это сульфатно-хлоридные натриевые воды. Минерализация их наибольшая и составляет 1,7 г/дм³. Общая жесткость увеличивается до 5,9 моль/дм³.

Водоносный горизонт не эксплуатируется в связи с малой водообильностью, большой глубиной залегания и неудовлетворительным качеством воды.

Архейско-протерозойский водоносный горизонт (AR-PR). Горизонт приурочен к верхней трещиноватой зоне песчаниково-сланцевых пород докембрия [3]. Воды кристаллического фундамента являются высоконапорными. Пьезометрический уровень устанавливается на глубине 0,1 м от поверхности земли. Удельный дебит составляет 0,01 л/с.

По химическому составу воды хлоридно-сульфатные натриевые. Минерализация составляет 0,97-1,84 г/дм³. Общая жесткость колеблется от 2 до 7,02 моль/дм³.

Эколого-гидрогеохимические особенности подземных вод. Химический состав подземных вод района крайне разнообразен. Сложность состава воды определяется не только наличием большого числа химических элементов, но и различным количественным содержанием, а также разнообразием растворенных форм каждого из них. Не составляют исключения и пресные подземные воды, состав которых также достаточно разнообразен, хотя и ограничен суммой солей до 1 г/дм³. Основу состава пресных вод составляют ионы HCO₃⁻, SO₄²⁻, Cl⁻, Ca²⁺, Na⁺, K⁺, Mg²⁺. При этом в среднем пресные подземные воды содержат солей почти в 2 раза больше, чем речные [4]. Такое положение является наиболее

закономерным и вполне логичным, так как речные воды представляют собой смесь подземных вод и более пресных поверхностных. Подземные воды относительно речных содержат в более высоких концентрациях подавляющую часть всех химических элементов. Исключение составляют только К, С_{орг}, N_{орг}, Fe, Al, Cu, Pb, As, Ag. При этом в подземных водах концентрируются те элементы, которые не склонны к образованию устойчивой кристаллической решетки в термодинамических условиях верхней части земной коры. К последним относятся элементы, имеющие или большой ионный радиус (хлор, бром, йод, бор и др.), либо наоборот, малый (сера, углерод, азот и др.), но способные к образованию сложных соединений с большим радиусом типа CO₃²⁻, SO₄²⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻ и др. В целом распределение химических элементов в подземных водах носит характер, отличный от их распределения в литосфере и других оболочках Земли.

Состав пресных подземных вод меняется в зависимости от ландшафтных особенностей территории в соответствии с принципом зональности. Одним из важных факторов, определяющих качество питьевых вод, является водообмен: чем выше его интенсивность, тем ниже минерализация воды. Такая закономерность обуславливается временем взаимодействия воды с горными породами, так как при одном и том же количестве осадков время взаимодействия определяется скоростью и длиной пути фильтрации воды в горных породах. Одновременно с изменением общей минерализации воды изменяется и ее состав. Это выражается в постепенной смене прежде всего катионного состава от пестрого, определяемого типом водовмещающих пород, через кальциево-натриевый и кальциево-магниевый к натриевому. Естественно, что одновременно наблюдается рост содержания в той или иной мере подавляющей части химических элементов, а также pH.

Важнейшей характеристикой пресных вод является содержанием в них так называемых нормируемых элементов, то есть элементов, повышение содержания которых оказывает неблагоприятное воздействие на организм человека. Эти элементы подлежат строгому контролю в питьевых водах. Это означает, что в естественных условиях формирующиеся фоновые воды содержат большую часть химических элементов в таких концентрациях, которые не вредны для здоровья [5]. В то же время имеются элементы, среднее содержание которых даже в естественных условиях весьма близко к предельно допустимым концентрациям (ПДК). В первую очередь это железо, бериллий, ртуть, селен, фтор и в меньшей степени кремний, алюминий, бром, марганец, кадмий, таллий, и свинец [6]. Содержание перечисленных элементов в природных водах даже в естественных условиях часто превосходят допустимые, о чем свидетельствуют максимальные их содержания, и поэтому их анализ проводится особенно тщательно при изучении эколого-гидрогеохимических особенностей питьевых вод.

Таблица 1

Максимально возможные содержания химических компонентов или показатели свойств для питьевых вод

Содержание компонентов и показатели свойств		ГОСТ 2874-82	Минздрав РФ
Микробиологические показатели			
1.	Число микроорганизмов в 1 см ³ воды	100	-
2.	Коли-индекс, число	3	-
Токсикологические показатели			
3.	Алюминий остаточный, мг/л	0,5	-
4.	Бериллий, мг/дм ³	0,2	0,2
5.	Молибден, мг/дм ³	0,25	0,25
6.	Мышьяк, мг/дм ³	0,05	0,05
7.	Нитраты, мг/дм ³	45	-
8.	Поликриламид остаточный, мг/дм ³	2,0	-
9.	Свинец, мг/дм ³	0,03	0,03
10.	Селен, мг/дм ³	1,0	1,0
11.	Стронций, мг/дм ³	7,0	7,0
12.	Фтор, мг/дм ³	0,7-1,5	1,5
13.	Хром, мг/дм ³	-	0,1
14.	Кадмий, мг/дм ³	-	0,01
15.	Барий, мг/дм ³	-	0,1
16.	Серебро, мг/дм ³	-	-
17.	Цианиды, мг/дм ³	-	-
18.	Ртуть общая, мг/дм ³	-	0,5
Органолептические показатели			
19.	рН	6,0 – 9,0	-
20.	Железо, мг/дм ³	0,3	0,3
21.	Жесткость общая, мг-экв/дм ³	7,0	-
22.	Жесткость временная, мг/дм ³	-	-
23.	Марганец, мг/дм ³	0,1	0,1
24.	Медь, мг/дм ³	1,0	1,0
25.	Полифосфаты остаточные, мг/дм ³	3,5	-
26.	Сульфаты, мг/дм ³	500	-
27.	Сухой остаток, мг/дм ³	1000	-
28.	Хлориды, мг/дм ³	350	1,0
29.	Цинк, мг/дм ³	5,0	-
30.	Запах при 20° С (баллы)	2	-
31.	Вкус и привкус при 20° С (баллы)	2	-
32.	Цветность, градус	20	-
33.	Мутность, мг/дм ³	1,5	-
34.	Твердые примеси, мг/дм ³	-	-
35-72. Полициклические ароматические углеводы, минеральные масла, фенолы, кальций, магний, алюминий, нефть и нефтепродукты, пестициды, СПАВ, толуол, ксилол, бор, бром, ванадий, висмут, вольфрам, кобальт, кремний, литий, натрий, никель, фтор, хром, ниобий, сурьма, таллий, уран, радий-226, стронций-90, др. компоненты, содержание которых равно нулю.			

Разнообразие пресных вод по составу требует тщательного их изучения при использовании в тех или иных целях. Причем требования к качеству вод разрабатываются не только для питьевых вод, но и используемых в промышленности, при эксплуатации месторождений и орошении земель, в бальнеологии и т.д. В разных странах требования к качеству питьевых и технических вод различны. У нас в стране требования к питьевой воде определяются ГОСТом 2874-82 "Вода питьевая", в котором выделяются отдельно микробиологические, токсикологические и органолептические показатели (табл. 1).

Эколого-гидрогеохимическая характеристика подземных вод проводилась на основании данных, полученных в ГСЭН Новоусманского района и в ГП "Воронежгеология". Химический состав подземных

вод неоген-четвертичного комплекса освещается по данным 62 анализов. На основании этих данных построена гидрогеохимическая карта (рис.2).

В бассейне среднего течения реки Усмань выделены следующие эколого-гидрогеохимические типы подземных вод, характерные для неоген-четвертичного водоносного комплекса: гидрокарбонатный кальциевый или кальциево-магниевый, гидрокарбонатный кальциево-натриевый, гидрокарбонатно-сульфатный кальциевый или кальциево-магниевый и гидрокарбонатно-сульфатный кальциево-натриевый. Эти типы вод формируются в естественных условиях и отражают особенности геологического строения, гидрогеохимических условий, литолого-геохимических особенностей водовмещающих пород неоген-четвертичного водонос-

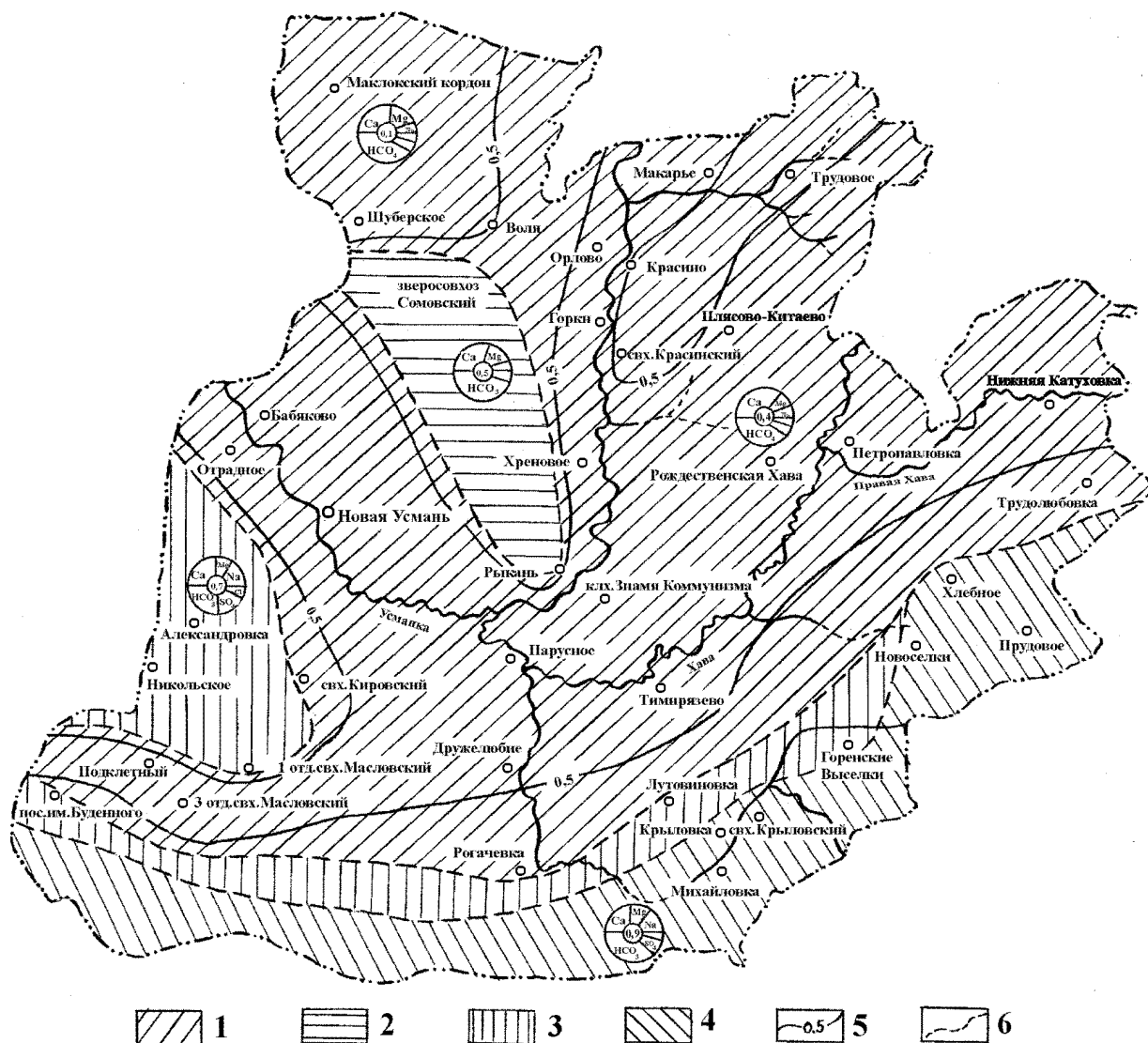


Рис. 2. Гидрогеохимическая карта неоген-четвертичного водоносного комплекса бассейна среднего течения р.Усмань (Воронежская обл.). Типы вод: 1 – гидрокарбонатный кальциевый или кальциево-магниевый; 2 – гидрокарбонатно-сульфатный кальциевый или кальциево-магниевый; 3 – гидрокарбонатно-сульфатный кальциевый и кальциево-магниевый; 4 – гидрокарбонатно-сульфатный кальциево-натриевый; 5 – изоминеры; 6 – предполагаемые границы гидрогеохимических зон.

ного комплекса. Ведущая роль в типоброзовании принадлежит HCO_3^- и Ca^{2+} , Mg^{2+} . Самым распространенным является гидрокарбонатный кальциевый или кальциево-магниевый тип подземных вод. Он занимает большую часть изучаемой территории. Для данного типа характерна минерализация от 0,1 до 0,66 г/дм³. В пределах участка, занятого этим типом, pH изменяется в пределах 6,8-8,5. Жесткость воды находится в пределах норматива и изменяется от 4,95 до 6,0 моль/дм³. Содержание хлоридов в воде колеблется от 3,0 мг/дм³ до 47,0 мг/дм³, что значительно ниже ПДК по ГОСТу 2874-82. Низкое значение хлоридов указывает на хороший обмен с поверхностными водами. Содержание сульфатов в воде изменяется от 1,02 мг/дм³ до 93,0 мг/дм³. Нитриты в воде практически отсутствуют и лишь в некоторых скважинах зафиксировано их содержание не более 0,03 мг/дм³. Очаговое загрязнение нитратами, как правило, тяготеет к участкам, где находятся сельскохозяйственные и животноводческие ком-

плексы. Содержание их изменяется в широких пределах – от 0,1 мг/дм³ до 74,5 мг/дм³. Мутность воды редко превышает ПДК и составляет 1,8 мг/дм³.

Вторым по площади распространения является гидрокарбонатно-сульфатный кальциевый или кальциево-магниевый тип подземных вод. Минерализация воды колеблется от 0,38 до 0,64 г/дм³. Воды слабощелочные с pH 7,2-7,7, жесткие – 6,9-7,1 моль/дм³. Содержание хлоридов колеблется от 3,7 до 40,07 мг/дм³. Сульфаты находятся в пределах 77,2-127,2 мг/дм³. Нитраты в воде практически отсутствуют, зато содержание нитритов и аммиака превышает ПДК и изменяется от 0,019 до 0,8 мг/дм³, что свидетельствует о свежих долгоживущих источниках загрязнения.

Гидрокарбонатно-сульфатный кальциево-натриевый тип занимает небольшой участок в юго-западной части района. По сравнению с предыдущими типами эти воды имеют несколько повышенную минерализацию: 0,71-0,74 г/дм³. Воды щелоч-

Таблица 2

Микроэлементный состав подземных вод неоген-четвертичного водоносного комплекса

Адрес	M г/л	Pb	Mn	Ti	Ni	Mo	V	Cu	Ag	Zn	Zr
с.Горки, колодец	0,4	-	2,0	0,004	0,0016	-	0,002	0,004	0,0008	-	0,004
с.Горки	0,45	0,0014	0,18	0,023	0,0023	-	0,0023	0,34	0,00045	0,045	-
с.Александровка	0,76	-	0,0076	0,008	-	0,00076	-	0,0076	-	-	-
с.Александровка	0,59	-	0,089	0,18	0,0059	0,00059	-	0,021	0,00039	-	-
с.Новая Усмань	0,43	-	-	-	-	0,005	-	0,014	-	0,021	-
- " -	0,48	0,03	-	-	-	0,01	-	0,05	-	0,04	-
- " -	0,45	-	-	-	-	-	-	0,032	-	-	-
- " -	0,5	-	-	-	-	0,0025	-	0,042	-	-	-
- " -	0,42	< 0,5	-	-	-	-	-	0,048	-	< 0,5	-
с.Рогачевка	0,48	-	0,22	0,048	0,0024	0,00048	-	-	0,000096	-	-
с.Рогачевка, колодец	0,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
с.Луговиновка, колодец	0,746	-	0,037	-	0,0029	-	0,0037	0,019	-	-	-

Адрес	Zr	Cr	Ba	Sr	Si	Al	Fe	B	F	P
с.Горки, колодец	0,004	0,2	0,016	0,12	4,0	0,2	0,4	0,016	0,12	-
с.Горки	-	0,0045	0,023	0,68	4,5	0,68	2,3	0,014	0,9	-
с.Александровка	-	-	-	0,27	3,8	0,076	0,076	0,46	0,15	-
с.Александровка	-	-	0,027	0,53	5,9	5,9	0,47	0,21	0,15	-
с.Новая Усмань	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-
- " -	-	-	-	-	-	-	-	-	0,12	-
- " -	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,5	0,03
- " -	-	-	-	-	-	-	-	-	0,25	0,043
- " -	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,038
с.Рогачевка	-	-	0,096	0,22	4,8	0,14	0,17	0,14	0,12	0,058
с.Рогачевка, колодец	-	-	0,081	0,16	0,54	0,054	0,054	0,024	-	0,043
с.Луговиновка, колодец	-	-	0,011	0,37	3,7	0,075	0,37	0,0075	-	-

ные с pH 7,6; жесткость воды находится в пределах нормы и изменяется от 4,5 до 6,5 моль/дм³. Содержание сульфатов варьирует от 78,6 до 199,5 мг/дм³. В пределах распространения данного типа вод отмечается достаточно высокая техногенная нагрузка, поэтому содержание азотосодержащих компонентов превышает ПДК в 1,5 раза.

Последний тип, который выделен в бассейне среднего течения реки Усмань - это гидрокарбонатный кальциево-натриевый. Он занимает южную часть района. Минерализация воды в пределах данного типа изменяется от 0,74 до 0,96 г/дм³. Воды слабощелочные с pH 7,2-8,15. По жесткости воды варьируют от умеренно жестких, с общей жесткостью 5,4 моль/дм³, до жестких, с общей жесткостью 7,5 моль/дм³. Содержание хлоридов составляет 7-72,0 мг/дм³. Нитриты в воде содержатся в пределах от 0,5 до 1,3 мг/дм³. Содержание иона аммония изменяется от < 0,05 мг/дм³ до 1,0 мг/дм³, не превышая в большей части скважин 0,5 мг/дм³.

Несмотря на очень малые концентрации микрокомпонентов в подземных водах их роль в формировании качества вод огромна. Многие микрокомпоненты оказывают непосредственное влияние на организм человека [4,5]. Для подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения, обязательна характеристика содержания микрокомпонентов, ограниченных ГОСТом 2874-82 "Вода питьевая": Fe, F, Mn, Pb, Cu, Zn, Mo, Sr, As, Be, Sc. Все

они в том или ином количестве присутствуют в подземных водах (табл.2).

В пределах района содержание в воде железа незначительно, менее 0,3 мг/дм³, за исключением нескольких проб из скважин в с. Рыканы, с. Рогачевка, сельхозпредприятия "Кировское", с. Рождественская Хава, с. Крыловка, в которых содержание Fe отмечается от 0,58 до 2,9 мг/дм³. Окисляемость воды в пределах нормы и изменяется от 0,33 мг O₂/дм³ до 4,3 мг O₂/дм³. В пределах района содержание фтора незначительно и колеблется от 0,12 до 0,5 мг/дм³. В связи с низкой концентрацией фтора в воде неоген-четвертичного комплекса следует при эксплуатации предусматривать фторирование воды.

По бактериологическим показателям воды неоген-четвертичного водоносного комплекса соответствуют требованиям ГОСТа 2874-82 "Вода питьевая": коли-индекс < 3, общее количество микробов от 0 до 6. По физическим показателям воды также соответствуют ГОСТу 2874-72 "Вода питьевая".

Таким образом, подземные воды бассейна среднего течения реки Усмань даже в условиях их интенсивной эксплуатации в целом сохраняют состав, регламентируемый принятым в нашей стране ГОСТом. Однако самоочищающие способности подземных вод не безграничны. В этой связи крайне необходимо в ближайшие годы минимизировать техногенный прессинг территории за счет прекра-

щения отвода пойменных земель для новых садоводческих товариществ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бочаров В.Л., Смирнова А.Я., Бугреева М.Н., Строгонова Л.Н. Формирование экологической системы водных объектов и ее оценка в районе интенсивного антропогенного воздействия (на примере г. Воронежа) // Принципы изучения и использования геологической среды. - Новочеркасск, 1996. – С. 75-81.
2. Смирнова А.Я., Бочаров В.Л. Водные экосистемы промышленно-городских агломераций бассейна Верхнего Дона // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. геол. -1997. - № 3. – С. 102-115.
3. Чернышов Н.М., Бочаров В.Л., Молотков С.П., Египко О.И., Фролов С.М. Магматические формации и рудоносность раннего докембрия Воронежского кристаллического массива // Петрология и металлогения магматических и метаморфических комплексов КМА и смежных районов. – Воронеж, 1983. – С. 3-49.
4. Смирнова А.Я. Экология и охрана поверхностных и подземных вод от антропогенного воздействия в регионе ЦЧО: Автореф. дисс. ... д. географ. н. -М., 1997. – 83 с.
5. Бочаров В.Л., Смирнова А.Я., Строгонова Л.Н. Проблемы экологической безопасности питьевого водоснабжения левобережной части г. Воронежа // Международные эколог. чтения пам. К.К.Сент-Илера: Сб. науч. тр. – Воронеж, 1998. – С. 91-93.
6. Смирнова А.Я., Бочаров В.Л. Проблемы экологической устойчивости гидросферы в зоне влияния Воронежского водохранилища // Высокие технологии в экологии: Тр. III Междунар. научно-техн. конфер. – Воронеж, 2000. – С. 231-237.

УДК 550.662.221

ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ г.ВОРОНЕЖА

И.И. Косинова, Н.В. Крутских

Воронежский государственный университет

В статье приводятся результаты эколого-геологических исследований в пределах г. Воронежа. Рассмотрено воздействие приповерхностной части литосферы на состояние биоты и выявлены корреляционные зависимости между состоянием компонентов литосферы и растительного покрова. В пределах исследуемой территории выделены участки, характеризующиеся состоянием экологической нормы, экологического риска, экологического кризиса и экологического бедствия.

Изучение эколого-геологических систем крупных городских агломераций является важной и необходимой задачей экологической геологии. Как правило, крупные городские агломерации имеют сложную структуру и включают селитебный, промышленный, транспортный, воздухозагрязняющий, а также часто горнодобывающий и агропромышленный классы эколого-геологической системы. Воздействие каждого из них в значительной мере преобразует естественное состояние компонентов геологической среды [1]. В результате суммарного наложения этих воздействий создается уникальный тип эколого-геологической системы, характерный только для крупных городов, где геологическая среда подвергается весьма интенсивной техногенной трансформации. При таком суммировании внешних факторов сложно проследить степень воздействия каждого из них в отдельности. В процессе техногенеза происходит значительное, часто необратимое преобразование эколого-геохимической функции литосферы, что определяет необходимость изучения этих изменений под воздействием внешних факторов среды.

В качестве типового объекта для эколого-геологических исследований крупных городских агломераций нами выбран г. Воронеж, который по-

мимо городской застройки включает территории прилегающих населенных пунктов. Город Воронеж считается столицей Центрально-Черноземного региона и относится к числу техногенно преобразованных экогеорайонов. Основным богатством здесь являются русские черноземы, которые в результате хозяйственной деятельности человека теряют часть своих плодородных свойств. Эколого-геологическая система г. Воронежа включает весь спектр классов техногенного воздействия, практически вся территория города характеризуется трансформированной природной средой.

В период с 1998-2000 г. коллективом сотрудников геологического факультета ВГУ и ГПП «Воронежгеология» выполнялись работы по теме «Составление карты оценки состояния геологической среды г. Воронежа масштаба 1:25000». Комплекс исследований включал изучение приповерхностных отложений территории города, снеговых выпадений как источника поступления вредных веществ в геологическую среду, подземных вод неоген-четвертичного возраста, морфологических характеристик растительности и состояния здоровья детского населения города. На стадии подготовительного этапа были выявлены токсические элементы, наиболее широко представленные во всех компонентах геоло-

гической и природной среды в целом. Таковыми являются соединения азота. Обобщение полученной информации было проведено путем эколого-геологического районирования территории г. Воронежа.

Отбор приповерхностных отложений проводился в осенний период 1999 года с глубин 0,1 м, 0,3, 0,5 м. Анализ пространственных закономерностей распределения соединений азота в приповерхностных отложениях проведен по суммарному показателю концентраций. Районирование по всем анализируемым средам проводилось согласно Методическим рекомендациям по эколого-геологическим исследованиям, которые утверждены на уровне Министерства природных ресурсов РФ. На территории выделены три зоны оценки состояния приповерхностных отложений:

- удовлетворительная (благоприятная), СПК < 8;
- условно удовлетворительная (относительно благоприятная), $8 < \text{СПК} < 16$;
- неудовлетворительная (весьма неблагоприятная), $16 < \text{СПК} < 128$.

Наиболее загрязненные зоны приурочены к крупному нефтехранилищу "Красный Октябрь" (общая площадь более 4 км²). Основную долю в СПК представляет соединения нитратов (до 11). В пределах данной зоны сформировалась стойкая, хронически выраженная во времени аномалия загрязненных грунтов, которая по контурам соответствует зоне бедствия по состоянию атмосферы.

Аномалия, площадью около 5 км² зафиксирована в районе очистных сооружений и полигона бытовых отходов города. Ее отличительной способностью является большое содержание аммония (СПК > 9), а также нитритов (СПК > 4). Это свидетельствует о постоянном поступлении свежего загрязнения в больших количествах.

К территории с опасной степенью загрязнения относятся зона влияния шламонакопителей ВЗСАК в с. Малышево. Состояние грунтов в районе с. Подгорное характеризуется как неудовлетворительное. Увеличение содержания соединений азота обусловлено воздействием свалки бытовых и промышленных отходов, состояние которой можно охарактеризовать как весьма неблагоприятное. Аномальные значения СПК наблюдаются в пределах воздействия Левобережных очистных сооружений.

Около 50% территории характеризуется условно удовлетворительным состоянием по загрязнению приповерхностных отложений. Так, территория Левобережного района представлена ею повсеместно. Зоной особого внимания в экологическом плане является участок бывших полей фильтрации завода СК им. Кирова. В зоне очистных сооружений завода синтетического каучука и непосредственно у территории завода высока доля токсичных нитритов (СПК – 4,5).

В пределах Правобережья наиболее крупная зона риска фиксируется в юго-западной части г. Во-

ронежа, она сливается с аномальными зонами городской застройки. Ее общая площадь приближена к 50 км². Она включает промышленную зону Советского района, сельхозугодия, животноводческие комплексы, площадки выпаса скота. Здесь соединения азота представлены в основном аммиаком и нитратами, что свидетельствует о их поступлении в виде удобрений, а также отходов животноводческих хозяйств.

Зона условно удовлетворительного состояния по степени загрязнения приповерхностных отложений в Коминтерновском районе соответствует промышленной зоне, ТЭЦ-2, а также застройке частного сектора. В качественном отношении здесь также преобладают нитриты, их СПК достигают 7,5 с общей площадью около 10 км².

Территория аэропорта характеризуется увеличением СПК до 13,8 и характеризуется условно удовлетворительной оценкой по степени загрязнения приповерхностных отложений.

Зоны удовлетворительного (благоприятного) состояния занимают обширные площади в северной, северо-восточной части левобережья города. Значения суммарного показателя концентрации здесь максимально приближены к фоновым. В пространственном отношении эти зоны приурочены к лесным массивам, находящимся в черте города. Воздействие практической деятельности человека здесь незначительно. К территориям, где значения СПК < 8, относится также южная, юго-восточная части Левобережья. Благоприятным состоянием грунтов характеризуется зона Правобережья, включающая север г. Воронежа, юго-восток, район СХИ, Юго-западный микрорайон, часть Центрального района.

Подземные воды неоген-четвертичного возраста являются единственным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения городского и сельского населения территории г. Воронежа.

Высокая нагрузка и широкий спектр техногенных систем, использующие и образующие разнообразный состав сырья, сточных вод, отходов определяют многообразие химических веществ, которые поступают в подземные воды. В настоящее время в пределах границ г. Воронежа выявлено, в той или иной степени оценено 44 очага техногенного загрязнения подземных вод. Из них 36 очагов загрязнения расположены в правобережной части, в областях подземного стока в Воронежское водохранилище. Они территориально приурочены к площадям 19 промышленных предприятий тяжелой, легкой и пищевой промышленности и к 7 сельским населенным пунктам, 2 – к транспортным артериям (ж/д станциям), 8 – к полигонам ТБО, свалкам, очистным сооружениям, полям фильтрации, открытому хозяйственно-фекальному коллектору, юго-западному кладбищу. На левобережной части в области подземного стока в Воронежское водохранилище располагаются 8 очагов загрязнения, в т.ч. 3 – в пределах территорий промышленных предприятий, 1 – на бывших полях фильтрации завода СК им. Кирова, 1 – в районе от-

стойников и шламонакопителей ТЭЦ-1, 2 – в пределах крупных хранилищ нефтепродуктов, 1 – охватывает южный фланг водозабора № 9.

В пределах зарегистрированных очагов техногенного загрязнения, веществ, относящихся к I классу опасности, не установлено. Высоко опасные элементы и соединения (II класс опасности) отмечены в 32 случаях. Опасные и умеренно опасные (III+IV классы опасности) выделены в пределах 35 очагов загрязнения, вредные нормируемые показатели – 14 проявлений [2].

Наибольшую интенсивность загрязнения по веществам II класса опасности с суммарной концентрацией от 10 до 100 ПДК подземные воды имеют в 8-ми случаях. Для веществ III и IV классов опасности суммарные концентрации более 100 ПДК отмечены на 5 участках. Эти очаги загрязнения подземных вод приурочены к следующим техногенным объектам:

1. Загрязнение подземных вод веществами II класса опасности с максимально выявленной суммарной концентрацией от 10 до 100 ПДК:

1.1. ТЭЦ-1, отстойники, шламонакопитель – Cd, Br, Pb = 73.3 ПДК;

1.2. Промплощадка АООТ “Воронежсельмаш” – Br, B, Cd, F = 48.2 ПДК;

1.3. п. Придонской водозабор ВКСМ – Br, B, Na = 41.2 ПДК;

1.4. Малышевский карьер - шламонакопитель ВЗСАК, п. Малышево – B = 40 ПДК;

1.5. Тамбовский карьер ТОО “Формматериалы” – Cd = 22 ПДК;

1.6. Правобережные очистные сооружения – Cd, B, Br = 20 ПДК;

1.7. Поля фильтрации (иловые карты) п. Тенистый – Ba = 20 ПДК;

1.8. АООТ “Авиакомпания “Воронежавиа” – B, Li = 11.3 ПДК;

2. Загрязнение подземных вод веществами III и IV классов опасности с максимально выявленной суммарной концентрацией выше 100 ПДК:

2.1. ВФ АООТ “Воронежнефтепродукт” – н.п. = 8 600 000 ПДК (линза чистого нефтепродукта);

2.2. Комбинат “Красное Знамя” – н.п. = 750 ПДК, кроме того Pb – 7.3 ПДК;

2.3. Участок бывших полей фильтрации ОАО “Воронежсинтезкаучук” (з-д им. Кирова) – некаль, Cl = 347.7 ПДК;

2.4. Бывшая свалка “Юго-западная” – NH₄, Cl, NO₃, Fe = 153.2 ПДК, кроме того Na = 3.3 ПДК;

2.5. Малышевский карьер - шламонакопитель ВЗСАК, п. Малышево – Mn, Fe = 112 ПДК (см. п. 1.4).

Основное количество зон загрязнения сконцентрировано в пределах промышленной и городской селитебной зоны правобережной (центральной) части г. Воронежа.

Основным объектом при эколого-геологических исследованиях является система «литосфера – биота», «техногенно измененная литосфера – биота» [3, 4]. Проведенные исследования показывают,

что в пределах крупных городских агломераций геохимическая функция литосферы повсеместно изменена, что в значительной мере влияет на здоровье среды. Под здоровьем среды В.М. Захаров и др. предлагают понимать «ее состояние (качество), необходимое для обеспечения здоровья человека и других видов живых существ» [5].

Проведение биоиндикационных исследований обусловлено, главным образом, необходимостью получения интегральной информации о качестве среды при всем комплексе внешних воздействий. Методика исследования разработана В.М. Захаровым и др. в рамках программы «Биотест». Наиболее чувствительным к загрязнению приповерхностной части литосферы является растительность. Растения подвержены прямому воздействию ингредиентов литофильного и атмофильного происхождения. В связи с тем, что растения ведут прикрепленный образ жизни, их биологические параметры отражают состояние конкретного локального места обитания на уровне микробиотопа. Выбор травянистой растительности при эколого-геохимических исследованиях является наиболее предпочтительным в связи с тем, что она наиболее чувствительна к изменениям компонентов природной среды и, главным образом, литосферы. Растительность быстро реагирует на различные стрессовые воздействия, которые могут быть как естественными (изменение влажности, освещенности), так и техногенными. В результате этого происходят значительные изменения в морфологической структуре растительности. Одним из признаков естественного состояния является симметрия листовых пластин. Метод изучения симметрии листа прост, не требует специальных знаний и может быть использован специалистами, не имеющими специального биологического образования. Учет симметрии правой и левой стороны листовых пластин характеризуется однозначностью интерпретации и является индикаторным методом при изучении воздействия загрязнения на живые организмы. Впервые для территории г. Воронежа была сделана попытка применить тератологические исследования в целях оценки состояния элементов геологической среды.

Большое внимание было уделено виду растительности. При этом избегались растения с естественной асимметрией листа. Так, в качестве объекта исследования нами выбраны листовые пластины подорожника большого (*Plantago major*). Выбор данного вида основан на том, что у подорожника хорошо выражены элементы строения листовой пластины, а также положительным моментом является его повсеместное распространение.

Отбор проб проводится в начале июля, после завершения стадии роста листьев. Для повышения достоверности с каждой точки методом конверта отбирается по 10 листовых пластин. Отдельная точка отбора проб характеризуется среднеарифметическим значением и наиболее полно отражает состояние растительности на определенном участке. Ли-

ства собираются с растений находящихся в одинаковых условиях обитания, т.к. некоторые факторы могут являться для растений стрессовыми и существенно снижают стабильность развития.

Симметрия листа рассчитана на основе сравнения площади левой и правой сторон листовой пластины, выражается в процентах:

$$C = \frac{a}{b} * 100\%,$$

где C – симметрия листа; a – меньшая часть листовой пластины; b – большая ее часть.

Дальнейшее изучение состояния растительного покрова основывается на расчете коэффициента симметрии. Для этого в пределах полигона «Веневитиново» были отобраны пробы, характеризующиеся фоновыми значениями. Он располагается на расстоянии более 20 км от основных промзон, не входит в территорию г. Воронежа, является частью заповедной зоны «Усманский бор». Промышленная деятельность в пределах полигона не зафиксирована, состояние компонентов природной среды максимально приближено к естественному. Симметрия листовых пластин составляет здесь 100%. Коэффициент симметрии рассчитан по формуле

$$Kc = \frac{C}{C\phi},$$

где C – симметрия листа; $C\phi$ – фоновое значение симметрии ($C\phi=100\%$).

Выделенные значения симметрии были соотнесены со значениями состояния приповерхностных отложений и снеговых выпадений. Полученные корреляционные зависимости позволяют выделить следующие критерии оценки состояния среды:

- >0,95 – Экологическая норма;
- 0,95-0,9 – Экологический риск;
- 0,9-0,85 – Экологический кризис;
- <0,85 – Экологическое бедствие.

На основе выделенных критериев построена карта оценки состояния растительного покрова в пределах территории г. Воронежа.

Согласно В.Т. Трофимову, Д.Г. Зилингу экологическая норма предполагает состояние среды, максимально приближенное к естественным значениям. В условиях экологического риска формируется обстановка дискомфорта, однако среда эластична, т.е. при снятии внешних нагрузок она практически без потерь возвращается в прежнее состояние. Экологический кризис фиксирует значимые, частично необратимые изменения в системе, реализующиеся в деградации и, порой, разрушении экосистем. Экологическое бедствие обозначает состояние среды, при котором ее изменения необратимы, существующие экологические системы полностью либо в большей части разрушены, формируются изменения на генетическом уровне, закладываются условия существования иных экосистем [6].

Точки отбора проб для биоисследований максимально приближены к точкам отбора снеговых выпадений и приповерхностных отложений. На территории г. Воронежа коэффициент симметрии листа

подорожника большого варьирует в пределах 0,8-1,0. Максимальное изменение в морфологической структуре листовой пластины прослеживается в пределах центральных частей левобережья и правобережья города. На левом берегу таким изменениям подвержена растительность, произрастающая в зоне влияния нефтебазы и ТЭЦ-1. В правобережной части города такие зоны выявлены в районах железнодорожного вокзала Воронеж-1, ТЭЦ-2, аэропорта, северного авторынка. Данные зоны характеризуются состоянием экологического бедствия, коэффициент симметрии составляет менее 0,85

Большая часть центрального района города относится к зоне экологического кризиса (Kc варьирует от 0,85 до 0,9) и включает основные автомагистрали и промышленные предприятия. Контуры данной зоны совпадают с северной и южной границами основной городской застройки, на востоке примыкают к Воронежскому водохранилищу, на западе – к административной границе города. Граница этой зоны в пределах левого берега также оконтурена городской застройкой.

Пригородные населенные пункты и прилегающие территории включены в административную часть города, характеризуются коэффициентом симметрии от 0,9 до 0,95. Эти территории занимают обширные площади и относятся к зоне экологического риска. Невысокие значения коэффициента симметрии определяются незначительными загрязнением приповерхностных отложений и относительно «чистыми» атмосферными осадками, а также низким уровнем техногенного воздействия на данной территории, представленного в основном транспортно-нагрузкой.

В пределах лесных массивов, расположенных в северной и южной частях города, растительный покров характеризуется симметричным строением листовых пластин. Эти территории относятся к зоне экологической нормы. Коэффициент симметрии здесь изменяется от 0,95 до 1,0. Это обусловлено естественными условиями произрастания и минимальным воздействием техносферы. Приповерхностные отложения и атмосферные осадки здесь не загрязнены или мало загрязнены.

Медиико-биологические исследования урбанизированных территорий отражают современное состояние здоровья населения. На прединвестиционной стадии эколого-геологических исследований может быть использован метод изучения состояния здоровья репрезентативной группы населения, который дает усредненную информацию медиико-экологической ситуации исследуемой территории.

Оптимальным при исследовании эколого-геологических систем промышленного и горнодобывающего классов является изучение качественных и количественных критериев профессиональных заболеваний. В районах развития тяжелой индустрии профессиональным заболеванием является онкопатия. На территориях, характеризующихся чрезвычайной экологической ситуацией, где прои-

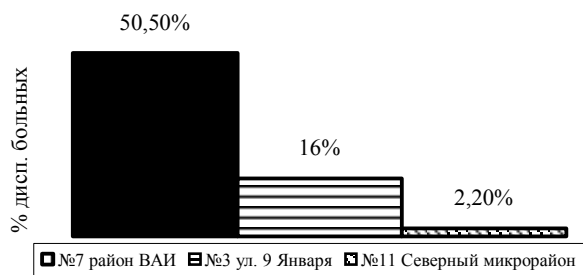


Рисунок. Уровень общей детской заболеваемости.

зошли глубокие необратимые изменения окружающей среды и отмечается значительное нарушение природного равновесия, применим метод учета летальных исходов [1].

Наиболее информативным и «чистым» является анализ изучения состояния здоровья детского контингента. Данный метод дает комплексную информацию по экологическому состоянию района исследований. В основу выбора данной группы населения легли следующие причины. Во-первых, дети «привязаны» к определенной территории, во-вторых, они лишены профессиональных воздействий, в-третьих, в значительной степени находятся под влиянием факторов внешней среды, реагируют на изменение социальной сферы и экологическую обстановку.

В г. Воронеже проведен сравнительный анализ заболеваемости детского населения. Так, в пределах города наблюдаются значительные отличия структуры заболеваемости детей по территориальным участкам. В целом по городу преобладают болезни органов дыхания, новообразования, врожденные аномалии, болезни нервной системы и органов чувств, болезни системы кровообращения. Наиболее высокая общая заболеваемость наблюдается в зонах обслуживания поликлиник Левобережного, Железнодорожного, Советского районов. Уровень заболеваемости в данных районах превышает общереспубликанский в 1,5 раза. К числу благополучных относятся территории расположенные в Ленинском районе, Северном жилом микрорайоне, районе СХИ (рисунок).

Между территориальными участками города существуют различия по основным классам болезней и нозологическим формам. Так, болезни органов дыхания в целом преобладают по городу и составляет 65% от общего объема заболеваний. Они имеют преимущественное распространение в промышленных районах. Значительное превышение показателя по данному классу наблюдаются у детей Левобережного и Железнодорожного районов, частично – Коминтерновского района (8 поликлиника). Так, в седьмой поликлинике на долю бронхо-легочных заболеваний приходится 26,5% от общего числа,

находящихся на диспансерном учете. Относительно благополучна ситуация в Ленинском районе и у детей, обслуживаемых 11-й поликлиникой Коминтерновского района. Здесь на долю заболеваний органов дыхания приходится 15,3% от общего числа детей, находящихся на диспансерном учете. Значительным распространением среди органов дыхания является грипп, острые респираторные инфекции, хронические болез-

ни миндалин, аденоидов и бронхиальной астмы [7, 8].

В поликлиниках Железнодорожного, Левобережного, Советского и Центрального районов регистрируется повышенный уровень новообразований. Повышение показателя в данных районах по отношению к общероссийскому составляет 1,3-2. Поликлиники Северного микрорайона и района СХИ имеют незначительные показатели по данному виду заболевания.

Болезни нервной системы и органов чувств имеют значительное развитие в Коминтерновском районе (1, 8, 11 поликлиники), Левобережном (6 поликлиника), Железнодорожная (5 поликлиника) и Советском (10-поликлиника) районах. У детей большинства поликлиник наблюдается рост патологий данного класса болезней.

Весьма неблагоприятной является ситуация по врожденным аномалиям. К неблагоприятным относятся зоны обслуживания 8 поликлиники Коминтерновского района, поликлиник Левобережного района, 5 поликлиники Железнодорожного района и 3 поликлиники Ленинского района. Наиболее устойчивый рост данной патологии наблюдается в промышленных районах города.

Среди болезней органов пищеварения наиболее часто встречаются гастриты. Высокие показатели данной нозологии регистрируются в Центральном и Левобережном районах города и превышают среднегородские показатели в 1,2 раза. Неблагополучная ситуация по язве желудка наблюдается в центральном районе, где показатель данной формы в 6,2 раза выше общероссийского. Во всех поликлиниках города наблюдается интенсивный рост числа заболеваний органов пищеварения [7].

Загрязнение атмосферного воздуха оказывает влияние на увеличение количества заболеваний по классам болезней и основным нозологическим формам. Так, концентрация формальдегида и пыли, а также суммарный индекс загрязнения являются главными индикаторами повышенной общей заболеваемости, в том числе инфекциями, болезнями органов дыхания [9].

Влияние состояния приповерхностной части литосферы на жизнедеятельность биоты и, в частности, растительного покрова характеризуется рассчитанными корреляционными зависимостями. Так коэффициент корреляции между состоянием приповерхностных отложений и симметрией листовых пластин составляет $-0,63$ и является значимым. Коэффициент корреляции для атмосферных осадков равен $-0,69$. Отрицательные значения коэффициента корреляции свидетельствуют о том, что с ростом значений коэффициентов концентраций, а следовательно с увеличением степени загрязнения компонентов природной среды, в морфологической структуре листовых пластин происходят максимальные изменения. Таким образом, изменение химического состава компонентов среды оказывает значительное влияние на состояние растительного покрова, ведет к нарушению его нормального развития.

На исследуемой территории четко прослеживаются локальные участки, в пределах которых состояние биоты обусловлено непосредственно состоянием приповерхностных отложений. Такое воздействие на биоту наблюдается в пределах северной и южной частей зоны воздействия нефтебазы, формируется зона экологического кризиса. Несомненно, что приповерхностные отложения в районе самой нефтебазы и южной промзоны вызывают негативные тенденции в состоянии растительного покрова, воздействие других факторов усиливает влияние компонентов литосферы, при этом формируется зона экологического бедствия.

Растительность в зоне влияния левобережных очистных сооружений, отстойников ТЭЦ-1 также реагирует на состояние приповерхностных отложений, которые здесь характеризуются неудовлетворительным состоянием. Площадь зоны экологического кризиса составляет около 5 км^2 .

Зоны экологического кризиса, подтвержденные неудовлетворительным состоянием приповерхностных отложений выявлены и на правобережье города. Наиболее крупная зона расположена в пределах влияния ТБО «Северный» и Тамбовского карьера. Территории, оконтуривающие данную зону, характеризуются неблагоприятной оценкой приповерхностных отложений и совместно с другими факторами воздействия формируют зону экологического кризиса. Аналогичная ситуация прослеживается в районе цирка и ул. Ворошилова.

Зоны экологического риска выявлены в южной части правобережья города, а также в северной и южной частях левого берега и обусловлены состоянием приповерхностных отложений. На правом берегу такие зоны приурочены к пос. Тенистый, правобережным очистным сооружениям, пос. Малышево, пос. Шилово, на левом берегу – к пос. Отрожка, пос. Алексеевка. Эти зоны сформированы в результате условно благоприятного состояния приповерхностных отложений.

Территории, расположенные в северной и южной частях города, характеризуются экологиче

Таблица
Корреляционные связи между детской заболеваемостью и загрязнением природной среды

Классы болезней	Почвенный покров
Болезни органов дыхания	0,70
Общая заболеваемость	0,62
Врожденные аномалии	0,55
Новообразования	0,44
Болезни нервной системы	0,15

ской нормой. Такая оценка обусловлена как состоянием растительного покрова, так и состоянием приповерхностных отложений.

Загрязнение приповерхностных отложений также имеет значимость как фактор риска здоровью населения. Заслуживают внимания некоторые установленные корреляции ряда нозологических форм заболеваний от загрязнения приповерхностных отложений. На участках с более высоким суммарным показателем загрязнения приповерхностных отложений чаще всего регистрируется анемия, язва желудка [7]. Повышенное содержание соединений азота в приповерхностных отложениях оказывает влияние на развитие таких классов болезней как болезни органов дыхания, общая заболеваемость, врожденные аномалии (таблица).

В пределах города также проведены исследования по выявлению зависимости между здоровьем детского населения и состоянием приповерхностных отложений. Согласно Т.Н.Симуткину, около 40% пыли, находящейся в приземном слое атмосферы, представлено пылью приповерхностных отложений [10]. Результаты такого анализа отражает эколого-геологическая карта (здоровье детей – приповерхностные отложения). Так, на уровень заболеваемости детей в пределах 5 и 6 поликлиник города, расположенных на левом берегу, оказывает влияние условно удовлетворительное состояние приповерхностных отложений. Аналогичная ситуация прослеживается в Центральном районе, южной части Коминтерновского, а также западной части Ленинского районов города.

В пределах города выявлены территории, где прослеживается влияние качества подземных вод на состояние растительного покрова. Так в районе АООТ «Воронежнефтепродукт» состояние подземных вод оценивается как неудовлетворительное и катастрофическое. Комплекс факторов воздействия формирует здесь зону экологического бедствия. Это выражено в угнетении растительного покрова, высоком уровне асимметрии листовых пластин. В пределах левобережных очистных сооружений, отстойников ТЭЦ-1 наблюдается зона экологического кризиса, подтвержденная неудовлетворительным состоянием подземных вод.

На правом берегу зоны состояния экосистем, обусловленные влиянием подземных вод, приурочены к полигонам промышленных и бытовых отходов, очистным сооружениям, отстойникам. В пределах ПБО «Северный», «Юго-западный», ручья Песчаный Лог состояние растительного покрова характе

ризуется как экологический кризис и в значительной мере зависит от неудовлетворительного состояния неоген-четвертичного водоносного комплекса. В районе аэропорта, а также в южной части исследуемой территории, в зонах влияния крупных техногенных объектов (правобережные очистные сооружения, Малышевская свалка) экологический риск обусловлен как состоянием растительного покрова, так и состоянием подземных вод.

В связи с тем, что большая часть территории наряду с загрязнением подземных вод испытывает воздействие и других факторов (загрязнение атмосферы, приповерхностных отложений) сложно проследить влияние одного из них. Так в пределах центральной части города выделяется линза некондиционных подземных вод, состояние которой оценивается как условно удовлетворительное. Однако состояние растительного покрова в пределах данного участка относится к экологическому кризису, что подтверждает комплексное воздействие на эту территорию.

Основная часть изучаемой территории характеризуется комплексным воздействием внешних и внутренних факторов на состояние эколого-геологической системы города.

Значительное влияние на здоровье населения оказывает качество питьевой воды. Так, качество подземных вод на водозаборе №9, снабжающего водой жителей Левобережного района в последнее время вызывает опасения. Результаты анализа проб воды из некоторых скважин ВПС-9 показали наличие здесь гексана, бензола, толуола, ацетона, аммония. На фоне неблагоприятной ситуации по многим классам заболеваемости в Левобережном районе, а также, учитывая некоторые несоответствия подземных вод с нормативными показателями, можно проследить общие закономерности влияния питьевой воды на здоровье населения города. Подземные воды водоподъемных станций, расположенных в правобережной части города, не отвечает прилагаемым требованиям СанПиН 2.1.459-96 только по содержанию железа, марганца и нитратов. При этом на правом берегу сохраняется относительно спокойная ситуация по заболеваемости населения по сравнению с левобережной частью города, но при этом наблюдается рост некоторых нозологий болезней органов пищеварения практически по всем поликлиникам города.

Анализ карты эколого-геологического районирования позволил сделать следующие выводы:

1. На территории города выявлены участки, на которых состояние поверхностных экосистем обусловлено преимущественно состоянием приповерхностной части литосферы. Эти территории занимают около 40 % общей площади и тяготеют к промышленным зонам и техногенным объектам.

2. В пределах г. Воронеж выявлены территории, где состояние эколого-геологической системы оценивается как экологическое бедствие, экологический кризис, экологический риск, экологическая норма. Бедствие наблюдается в районах круп-

ных техногенных объектов: авторынок, нефтебаза, аэропорт, железнодорожный вокзал Воронеж-1, северная и южная промзоны. Основная городская застройка характеризуется кризисной оценкой, причем на левобережье выделены две зоны где кризис прослеживается и по состоянию растительного покрова и по детской заболеваемости. Экологический риск и экологическая норма характерны для южных и северных территорий города.

3. Можно констатировать, что составление карты эколого-геологического районирования является эффективным методом оценки эколого-геологической обстановки урбанизированных территорий и позволяет выявить участки, характеризующиеся не только максимальным загрязнением природной среды, но и оценить негативные последствия этого загрязнения на биоту, включая здоровье.

4. Выделены зоны где загрязнение приповерхностной части литосферы оказывает значительное влияние на биоту. К ним относятся территории расположенные в пределах полигонов бытовых и промышленных отходов, район нефтебазы, поля фильтрации завода «Синтезкаучук».

Таким образом, состояние эколого-геологических систем крупных городских агломераций обусловлено с одной стороны строением верхней части литосферы, с другой стороны разнообразной техногенной нагрузкой.

Проведение эколого-геологического районирования позволяет наиболее зримо выявить взаимовлияния литосферы и поверхностных экосистем, разработать методы управления сложившейся ситуацией, оценить качество имеющихся систем защиты.

Анализ эколого-геологической обстановки в пределах г. Воронежа позволяет дать следующие рекомендации для создания оптимальной модели эколого-геологической системы города.:

-обустройство полигонов промышленных и бытовых отходов города («Северный», «Юго-западный», Малышевский») согласно государственным стандартам: строительство изолирующих экранов, дренаж и очистка сточных вод, обнесение территории полигона ограждением и контроль за их поступлением;

-изоляция днища ручья в балке Песчаный Лог с целью предотвращения инфильтрации загрязнителей в водоносные горизонты;

-регламентация промышленной деятельности на участках, отличающихся максимальным загрязнением природных сред;

-строительство очистных сооружений для ливневой канализации и прекращения сброса неочищенных вод в водохранилище;

-разгрузка основных транспортных узлов в городе и перевод части транспортных потоков на периферийную зону города. Повышение доли электротранспорта в общем объеме перевозок;

-регламентировать деятельность предприятий в области производства и хранения отходов, особое

внимание следует уделить мероприятиям по снижению выбросов в атмосферу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Косинова И.И. Теоретические основы крупномасштабных эколого-геологических исследований. =Воронеж, 1998. -255с.
2. Косинова И.И., Григорьев А.И., Сахарова А.А. Оценка состояния продуктивного водоносного комплекса на территории Большого Воронежа // Геоэкология. -М., 2000. -С.316-321.
3. Теория и методология экологической геологии / Ред. В.Т. Трофимов. -М., 1997. -368с.
4. Экологические функции литосферы / Ред. В.Т. Трофимов. -М., 2000. -432с.
5. Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И. и др. Здоровье среды: методика оценки. -М., 2000. -68 с.
6. Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г. Теоретико-методологические основы экологической геологии. -СПб, 2000. -68с.
7. Экология и мониторинг здоровья города Воронежа / Н.П. Мамчик, С.А. Куролап, О.В. Клепиков и др. - Воронеж, 1997. -180с.
8. Куролап С.А., Федотов В.И. Геоэкологические основы мониторинга и эколого-гигиенического зонирования городской среды // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. География и геоэкология. -2000. -№4. -С. 120-123.
9. Бочаров В.Л., Спиридонов Е.Г. Динамика изменения экологического и санитарно-гигиенического состояния атмосферного воздуха г. Воронежа в условиях индустриализации // Гидрогеология, инженерная геология, экологическая геология на рубеже третьего тысячелетия. -Воронеж, 1999. -С.117-126.
10. Симуткин Т.Н. Некоторые особенности нахождения кадмия в городской среде // Эколого-геохимический анализ техногенного загрязнения. -М., 1991. -С.18-22.

УДК 502.5

НЕКОТОРЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА ПРИ ХАРАКТЕРИСТИКЕ ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РАЙОНА г. ВОРОНЕЖА

М.Н. Бугреева, А.Я. Смирнова, Л.Н. Строгонова, И.В. Моисеева*

Воронежский государственный университет

**Управление по экологии и природным ресурсам Воронежской области*

Охарактеризованы эколого-геохимические особенности водных экосистем в пределах города Воронежа. Системный подход позволил во взаимосвязи рассмотреть формирование гидрохимического режима подземных и поверхностных вод.

Гидрогеологические системы являются наиболее динамичными образованиями геологической среды и индикаторами экологической обстановки в условиях интенсивной хозяйственной деятельности. Системный подход при гидрогеоэкологических исследованиях является перспективным способом оценки состояния вод. Это эколого-геохимическое картографирование на ландшафтно-бассейновой основе с последующим обоснованием сети мониторинга, изучением степени нарушенности гидродинамического режима вод. Полученная информация является основой для прогноза всей гидрогеосистемы бассейна р. Воронеж.

Учитывая современное состояние водных ресурсов, необходимо проводить комплекс физико-географических, гидрогеологических и экологических исследований, предусматривающих следующие направления: оценка современной и ожидаемой гидроэкологической и водохозяйственной ситуации в городе; анализ экологического состояния бассейнов всех рек, ручьев; разработка научных основ создания системы экологического, геохимического и гидрологического мониторинга; изучение процессов миграции и трансформации загрязняющих веществ

в водных объектах; оценка санитарно-гигиенических условий водопользования.

Интенсивная эксплуатация водоносных горизонтов является основным фактором нарушения состояния геологической среды. Это ярко выражено в пределах г. Воронежа. Водоснабжение в городе осуществляется за счет неоген-четвертичного водоносного комплекса, в состав которого входит кривоборский горизонт плиоценового возраста и гидравлически связанные с ним современный, средне- и верхнечетвертичный аллювиальные водоносные горизонты, распространенные в левобережной части долины р. Воронеж. Правый берег представлен кривоборским водоносным горизонтом. Специалистами ГПП «Воронежгеология» установлено, что сработка уровней подземных вод на централизованных водозаборах составляет от 13 %(ВПВ-6) до 54 %(ВПВ-8) от величины допустимого понижения [1]. На участках с разведанными запасами, водоотбор на централизованных водозаборах по г. Воронежу за 2000 г. составил 477,02 тыс. м³/сут, в том числе по водозаборам с утвержденными запасами 420,42 тыс. м³/сут.