

Таблица 3

**Характеристика изотопного состава серы и углерода в подземных водах четвертичного горизонта**

№№ п/п	№№ точек наблюдения	Место отбора проб	Изотопный состав серы $\delta^{34}\text{S}$	Изотопный состав углерода $\delta^{13}\text{C}$
1	4046	колодец в с. Морозовка	+ 9,4	- 5,4
2	708	- " -	+ 10,8	- 3,4
3	4035	колодец в с. Евстратовка	+ 9,2	- 4,4
4	5015	колодец в х. Пинчук	+ 12,4	- 4,8
5	5011	- " -	+ 14,9	- 4,6
6	525	колодец в х. Лиман	+ 8,9	- 4,2

Таблица 4

**Характеристика изотопного состава серы и углерода в подземных водах мелового горизонта**

№№ п/п	№№ точек наблюдения	Место отбора проб	Изотопный состав серы $\delta^{34}\text{S}$	Изотопный состав углерода $\delta^{13}\text{C}$
1	скв. 1	водозабор северо-западнее промплощадки	+ 8,2	- 5,4
2	скв. 3	водозабор северо-западнее промплощадки	+ 9,8	- 5,2
3	скв. 25	скважина на промплощадке	+ 10,9	- 5,1
4	скв. 25 <sup>а</sup>	- " -	+ 11,4	- 5,0
5	скв. 25 <sup>а</sup>	- " -	+ 12,4	- 4,2
6	скв. 21	- " -	+ 12,8	Не опр.

Примечание к табл. 3,4. Изотопно-геохимические анализы выполнены в лаборатории стабильных изотопов Института геохимии, минералогии и рудообразования Национальной Академии наук Украины (г. Киев).

онов дают информацию об интенсивности и направленности техногенных водных потоков. Наиболее информативна в этом отношении сера сульфатов для четвертичного водоносного горизонта, изотопное фракционирование которой, как подтверждено нашими исследованиями, находится в прямой зависимости от уровня техногенного преобразования грунтовых вод, как следствия влияния химического предприятия на окружающую природную среду, в том числе и на подземные водоносные горизонты.

**ЛИТЕРАТУРА**

- Хефс Й. Геохимия стабильных изотопов. – М., 1983. – 200 с.
- Hoefs J. Stable Isotope Geochemistry. – New York, 1973. – 140 pp.
- Браунлоу А.Х. Геохимия. – М., 1984. – 463 с.
- Fairbridge R.W. The Encyclopedia of Geochemistry and Environmental Sciences, Dowden, Hutchinson D Ross. -Stroudsburg, 1973. – 1321 pp.
- Справочник по изотопной геохимии / Э.В.Соботович, Е.Н.Бартницкий, О.В.Цюнь, Л.В.Кононенко. – М., 1982. – 240с.
- Никаноров А.М., Федоров Ю.А. Стабильные изотопы в гидрохимии. – Л., 1988. – 280 с.
- Посохов Е.В. Общая гидрогеохимия. – Л., 1975. – 208 с.
- Бочаров В.Л., Бунеева В.Г., Зинюков Ю.М. Изотопный состав углерода в гидрокарбонат-ионе природных и техногенных вод // Третье совещание по геохимии углерода. Тез. докл. Т.2. – М., 1991. – С. 213-214.
- Бочаров В.Л., Зинюков Ю.М. Изотопно-геохимическая характеристика подземных вод района ОАО "Минудобрения", г. Россошь // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. геологическая. -1997. -№ 4. -С.158-163.

УДК 556.3.01.626

## О ГРУНТОВЫХ ВОДАХ БАСЕЙНА РЕКИ ДЕВИЦА КАК СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ МЕСТНОГО НАСЕЛЕНИЯ

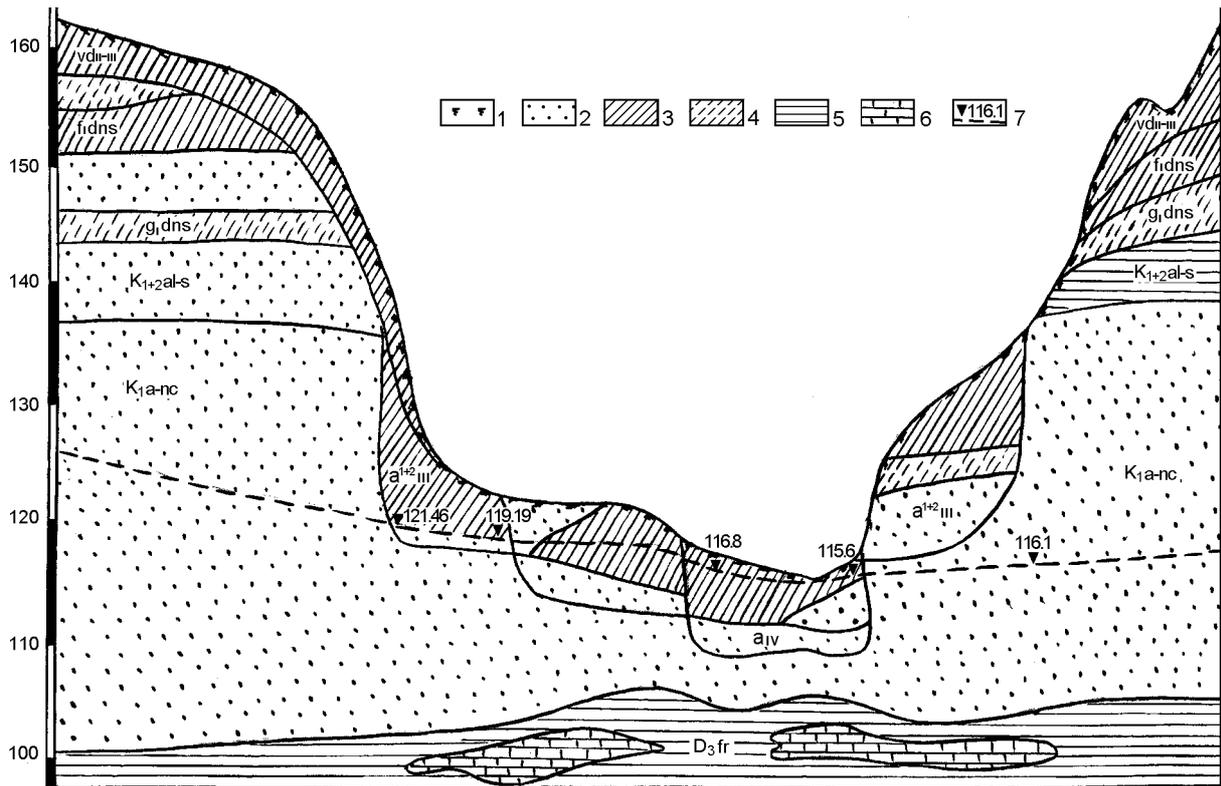
А.Я.Смирнова, О.А.Бабкина

*Воронежский государственный университет*

Рассматривается химический состав питьевых подземных вод бассейна реки Девица в ее нижнем и среднем течении. Проведена оценка качества пресных вод, влияющих на здоровье населения.

Подземные воды играют важнейшую роль в водохозяйственной деятельности населения, являясь практически единственным источником доброкачественной питьевой воды. В связи с прогрессирующим

ухудшением экологической обстановки в Воронежской области источники водоснабжения теряют качественную воду, расходующую населением для питья и приготовления пищи. Экологически



**Рис.1. Схематический гидрогеологический разрез:** 1 - почва; 2 - песок; 3 - суглинок; 4 - супесь; 5 - глина; 6 - известняк; 7 - уровень подземных вод с абсолютной отметкой.

неблагоприятная питьевая вода, которая используется населением представляет собой большую опасность, чем ее дефицит.

Одной из причин развития заболеваний у населения и их прогрессирующий рост в последние годы является во многих случаях следствием употребления загрязненных тяжелыми металлами, азотными соединениями и органикой подземных вод [1]. Загрязнение воды указанными соединениями влияет на снижение иммунитета к различного рода заболеваний – вызывает сердечно-сосудистые болезни, разрушает обмен веществ и угнетающе действует на генетический код человека.

Загрязненные воды являются одной из многих причин неустойчивости природных экологических систем.

Особое место среди наиболее важных современных водохозяйственных проблем занимают малые реки. Малые водосборы отличаются высокой плотностью сельского населения, которое использует питьевые пресные воды из неглубоких горизонтов подземных бассейнов рек. Вместе с тем, подземные бассейны малых рек имеют низкую категорию естественной защищенности от поверхностного загрязнения и загрязняются химическими элементами агрохимикатов, вносимых на сельскохозяйственные поля, и стоков животноводческих хозяйств, поступающих в почвенные горизонты и подземные воды при инфильтрации из хранилищ отходов.

Многолетние региональные исследования речных долин малых рек свидетельствуют о загрязнении речных и подземных вод токсичными метал-

лами. Например, участки бассейна рек Потудань, Черная Калитва и др. [2]. В течение ряда лет нами осуществлялось изучение гидрогеоэкологии долины реки Девицы (левый приток Дона) в ее нижнем и среднем течении. Объектом исследования явились водоносные горизонты и комплексы, эксплуатируемые местным населением для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Основной особенностью гидрогеологических условий территории заключается в образовании в геологическом разрезе группы гидравлически взаимосвязанных водоносных горизонтов и комплексов, и вод реки (рис.1). Подземные воды приурочены к толще песчаных рыхлых и терригенно-карбонатных отложений четвертичного, мелового и девонского возраста.

Обводненные четвертичные породы формируют систему гидравлически взаимосвязанных водоносных горизонтов, распространенных в аллювии поймы, надпойменных первой и второй террас верхнечетвертичного возраста, а также в песчаных донских, окских отложениях нижнечетвертичного возраста. В связи с этим на территории можно выделить современно-четвертичный водоносный комплекс, занимающий водоразделы и борта речной долины. По условиям залегания в разрезе воды комплекса относятся к типу грунтовых. Ниже по геологическому разрезу выделяется альб-сеноманский и апт-неокомский водоносные горизонты, которые перекрывают мощный верхнедевонский водоносный комплекс.

В гидродинамическом отношении водоносные горизонты и комплексы указанных стратиграфических подразделений сосредоточены в зоне интенсивного водообмена, которая характеризуется сравнительно высокими скоростями движения подземных вод по пластам пород от области питания к области разгрузки. В указанных гидрогеологических условиях область питания водоносных горизонтов располагается на водосборной площади правого и левого бережного водоразделов. Запасы воды разгружаются через источники в речную долину или непосредственно в русло реки Девицы.

Полевые исследования заключались в литохимическом и гидрогеохимическом опробовании, в визуальных наблюдениях за гидроэкологической обстановкой в населенных пунктах, оврагах, балках и непосредственно в речной долине.

Химический анализ отобранных проб воды из источников, колодцев, скважин и реки проводился в лабораторных условиях с применением унифицированных методов анализа по Ю.И.Лурье (1971). Микроэлементный состав воды определялся колориметрическим персульфатным методом. Личные наблюдения авторов были дополнены фактическими данными архивных материалов.

Систематизация и статистическая обработка полученных данных позволила построить пространственную гидрогеохимическую модель распространения и условий формирования химического состава подземных вод и произвести качественную оценку грунтовых вод, используемых для питьевого водоснабжения населения долины реки Девица.

Как показали результаты наблюдений, по степени минерализации грунтовые воды зоны интенсивного водообмена большей частью пресные с минерализацией от 0,3 до 1,0 г/дм<sup>3</sup>. Закономерности изменения минерализации определяются возрастанием ее от склонов водоразделов к пойме реки. По правому и левому бортам долины от водоразделов к пойме реки минерализация плавно возрастает от 0,3 до 0,7 г/дм<sup>3</sup>, но на отдельных участках встречается более высокая. Эти участки расположены на пойме, где уровень грунтовых вод подходит близко к земной поверхности, где глубина его составляет 2,0-3,0 см. За счет процессов испарения воды ее минерализация обычно возрастает за счет концентрирования солей водного раствора. На таких участках минерализация увеличивается до 0,8 г/дм<sup>3</sup>. Анализ изменения минерализации по территории показал, что обычно она увеличивается в направлении движения потока вод от области инфильтрационного питания к зоне разгрузки (русло реки Девица). Следует отметить также факт возрастания минерализации в районах населенных пунктов.

Химический состав рассматриваемых вод не отличается большим разнообразием. Так типизация химического состава вод по классификации Щукарева-Славянова, учитывающая макрокомпоненты (Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Na<sup>+</sup> + K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>) свидетельствует, что в долине в грунтовых водах преимущест-

венно распространено два химических типа воды: гидрокарбонатный кальциево-натриевый и гидрокарбонатный кальциевый. Ограниченно выделяются участки вод смешанного ионного состава, в которых кроме преобладающих гидрокарбонатов появляются хлориды, а в катионном составе – кальций и магний.

Используемые для питьевого водоснабжения грунтовые воды заключены в современно-четвертичных, верхнечетвертичных песках и нижнемеловых песчаных отложениях, которые вскрываются в бортах долины реки на земную поверхность и подвергаются антропогенному воздействию.

Известно, что грунтовые воды, сосредоточенные в первом постоянно действующем водоносном горизонте от земной поверхности, наиболее подвержены воздействию загрязняющих веществ, снижающих их экологическую чистоту и в целом устойчивость экосистемы речной долины. Изменение качества грунтовых вод диагностируется применением существующих норм качества воды, обуславливающих возможности использования населением грунтовых вод для питья и приготовления пищи. Экологически чистые грунтовые воды должны соответствовать нормам качества, определяемым ГОСТом 2874-72 "Вода питьевая" [3]. Показатели химического состава воды (минерализация, хлориды, сульфаты, жесткость, нитраты, нитриты, аммоний, железо, марганец, цинк и др.) не должны превышать предельно допустимые концентрации (ПДК) указанных веществ. Участки водоносных горизонтов, на которых наблюдается превышение ПДК по указанным показателям качества вод, выделяются как загрязненные, содержащие воду непригодную для питья населения [4]. Употребление населением вод загрязненных водоносных горизонтов угнетающе действует на здоровье человека, рост растений и животных.

С этих позиций нами проводилась оценка качества вод вышеуказанных эксплуатационных водоносных горизонтов.

Воды современно-четвертичного аллювиального водоносного горизонта являются пресными с минерализацией 0,3-0,7 г/дм<sup>3</sup>. Основной химический тип воды – гидрокарбонатный кальциево-натриевый или натриево-кальциевый (табл.1). Общая жесткость вод изменяется от 4 до 9 ммоль/дм<sup>3</sup>, т.е. воды умеренно-жесткие и жесткие. Во всех водопунктах в воде присутствует в небольшом количестве (до 0,7 мг/дм<sup>3</sup>) аммонийный азот (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), отмечается возрастание его концентрации в единичных скважинах до 1,04-1,5 мг/дм<sup>3</sup>, что не превышает ПДК питьевого ГОСТа.

Содержание нитритов (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) весьма низкое – 0,2 мг/дм<sup>3</sup>, однако заметно возрастают нитраты (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). В ряде скважин, в воде концентрация составляет 32 мг/дм<sup>3</sup>. Отмечается повышенное содержание железа.

Воды верхнечетвертичного аллювиального водоносного горизонта так же, как и предыдущего,





пресные с минерализацией 0,5-0,7 г/дм<sup>3</sup>, а основной химический тип воды гидрокарбонатный кальциевый.

Общая жесткость составляет 7,4-13,2 ммоль/дм<sup>3</sup>. Воды жесткие и весьма жесткие. По водородному показателю (рН) активная реакция среды слабокислая (рН 6,6-6,9). Подвижные формы азота характеризуются концентрацией аммонийного азота (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) – 0,2-0,7 мг/дм<sup>3</sup> и повышенной концентрацией нитратов до 35,5 мг/дм<sup>3</sup>.

Воды апт-неокомского водоносного горизонта по минерализации относятся к пресным. Минерализация составляет 0,2-0,5 г/дм<sup>3</sup>. Химический тип воды аналогичен водам верхнечетвертичного водоносного горизонта, гидрокарбонатный кальциевый (табл.1). Степень жесткости вод несколько ниже, чем у вышележающих водоносных горизонтов и составляет 2,7-6,5 ммоль/дм<sup>3</sup>. Воды умеренно-жесткие. Концентрация подвижных форм азота не превышает 0,2-0,5 мг/дм<sup>3</sup>. Присутствует железо в повышенных количествах на отдельных участках о чем будет сказано ниже.

Таким образом грунтовые воды рассмотренных горизонтов по показателям качества соответствуют требованиям питьевого ГОСТа за исключением жесткости и железа.

Исследование характера размещения химических типов подземных вод в плане речной долины и связанные с этим закономерности изменения минерализации позволили наметить пути гидрогеохимической зональности. Так, в нижнем течении р. Девыцы от устья до с. Бахчеево пойма занята гидрогеохимической зоной гидрокарбонатных кальциевонатриевых вод, которая мелкими фрагментами в единичных случаях прерывается в связи с появлением в водах повышенного содержания хлоридов. Данное обстоятельство объясняется влиянием геоморфологического фактора. Глубокий врез речной долины в коренные породы вскрывает отложения не только четвертичной, меловой систем, но и девонской и таким образом определяет интенсивный вынос и смешение состава вод гидравлически взаимосвязанных разноименных водоносных горизонтов. Появление хлоридов в отдельных водопунктах может иметь связь не только с влиянием вод нижних горизонтов, но и с поверхностным загрязнением почв от животноводческих хозяйств.

Выше по течению реки от п. Петровские Выселки размещается гидрогеохимическая зона гидрокарбонатных кальциевых вод. Она занимает площади среднего течения реки и захватывает левобережный и правобережный водоразделы. Результаты химических анализов проб воды свидетельствуют, что химический состав воды более однороден, чем в первой гидрогеохимической зоне. Минерализация воды изменяется от 0,4 до 0,7 г/дм<sup>3</sup>, заметно увеличивается по подземному стоку от водоразделов к руслу реки.

На селитебных участках (с. Хохол) в грунтовых водах этой зоны в заметном количестве появ-

ляются хлориды. Обычно их концентрирование в воде совпадает с сельскими колодцами, и таким образом определяется поверхностным загрязнением.

В грунтовых водах речной долины Девыцы наблюдаются микроэлементы. Несмотря на малые концентрации в подземных водах их роль в формировании качества вод и экологическом состоянии гидросистем довольно значительна. Многие микроэлементы, например, тяжелые металлы (Mn, F, Fe, Al<sub>ост.</sub>) оказывают непосредственное влияние на организм человека.

Для подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения населения обязательна характеристика микроэлементов, ограниченных ГОСТом 2874-82 "Вода питьевая". В число гостированных микроэлементов входят Fe, F, Mn, Pb, Cu, Zn, Mo, Sr, As, Be, Se. На рассматриваемой территории из перечисленных микроэлементов в грунтовых водах обнаружены Fe, F, Zn, Pb, Mn, Cu, Sr. Широким распространением пользуются Fe, F и Mn, и менее распространены Zn, Pb, Cu и Sr. Концентрация микроэлементов современно-четвертичного, верхнечетвертичного и апт-неокомского водоносных горизонтов представлены в таблице 2.

Как свидетельствуют фактические данные концентрация общего железа в большинстве скважин и колодцев выше ПДК (0,3 мг/дм<sup>3</sup>) и изменяется от 0,42 до 0,54 мг/дм<sup>3</sup>. В некоторых водопунктах ее концентрация составляет 4-5 ПДК. В воде колодцев и скважин присутствует марганец, превышающий нормы ГОСТа в 5-6 раз. Микроэлементы: F, Pb, Zn, Cu, Sr в грунтовых водах содержатся в концентрациях допустимыми нормативными значениями ГОСТа.

Анализ распространения микроэлементов в грунтовых водах свидетельствует о процессах формирования комплексных гидрогеохимических аномалий (Fe, жесткость, марганец). Нами проводилась оценка качества питьевых вод на основе двух качественных показателей – Fe и жесткости, являющихся основными загрязнителями грунтовых вод речной долины. Во-первых, качество вод ранжировалось по двум категориям: I (первой) и II (второй). Грунтовые воды I категории содержат железо и жесткость в количествах выше фоновых их значений, но несколько меньше показателей ПДК. Эта категория вод выделена нами как условно загрязненные воды. II категория – воды содержат железо и жесткость в концентрациях выше значений ПДК. Эта категория вод оценивалась как загрязненные воды.

Во-вторых, выявлялись масштабы загрязнения грунтовых вод. В связи с этим проведя территориальный анализ размещения вод I и II категории, выделялись гидрогеохимические поля загрязненных и условно загрязненных вод.

В связи с этим нами построена пространственная эколого-гидрогеохимическая модель взаимосвязи грунтовых вод I и II категории (рис.2). На карте гидрогеохимических полей площади распространения загрязненных вод (II категория), носят очаго-

Таблица 2

Содержание микрокомпонентов в грунтовых водах

№ водо-пункта	Местоположение точки наблюдения	Геол. индекс водовмещ пород	Макрокомпоненты, мг/дм <sup>3</sup>						
			Fe	F	Mn	Pb	Zn	Cu	Sr
			ПДК						
			0,3	1,5	0,1	0,03	5,0	1,0	7,0
4	п.Стрелица, АО "Воронежское рудоуправление"	a <sup>1+2</sup> IIIv	0,11	0,75	0,06	<0,01	-	-	-
5	- " -	a <sup>1+2</sup> IIIv	0,18	0,87	0,04	<0,01	-	-	-
6	п. Хохол, птице-фабрика "Хохольская"	K <sub>1</sub> a-nc	0,3	0,1	0,05	0,02	0,05	0,5	-
7	- " -	K <sub>1</sub> a-nc	0,3	0,12	0,03	0,02	0,5	0,06	-
8	п. Хохол, АО "Актив" (сахзавод)	K <sub>1</sub> a-nc	0,32	0,16	0,05	0,017	0,05	0,05	0,05
9	п. Хохол, АО "Воронежский" (молокозавод)	K <sub>1</sub> a-nc	0,05	0,3	<0,05	<0,01	<0,05	<0,05	-
10	- " -	K <sub>1</sub> a-nc	0,42	0,19	<0,05	<0,01	<0,05	<0,05	-
11	АООТ Семилукский огнеупорный завод	a IV	1,67	0,31	0,66	-	<0,01	0,04	0,02
12	- " -	a IV	1,72	0,31	0,5	-	<0,01	0,04	0,02

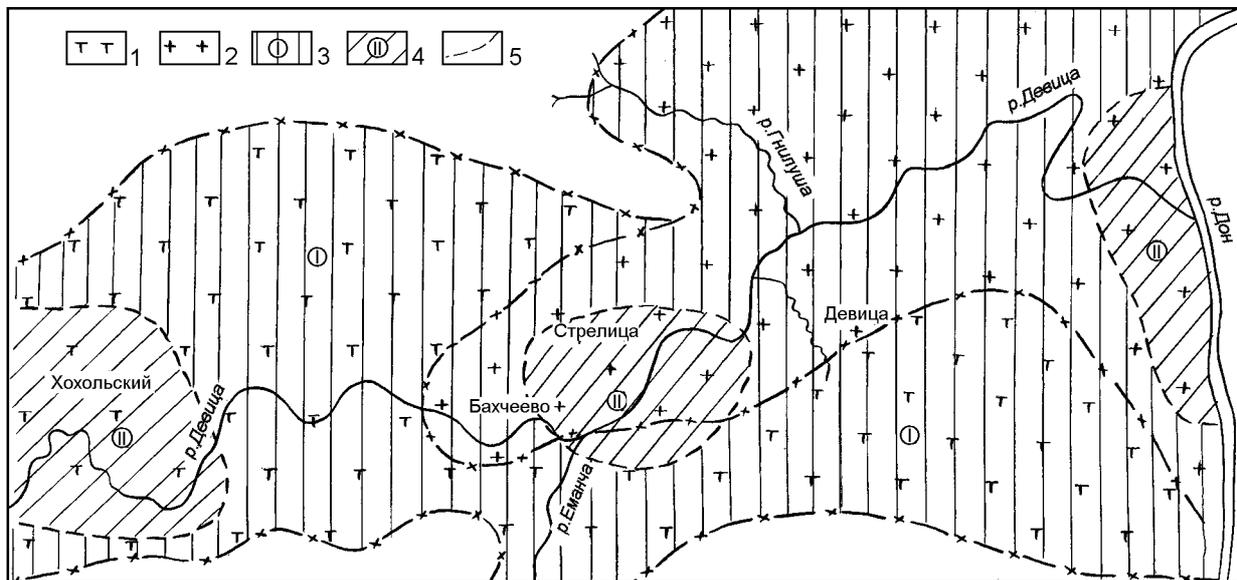


Рис.2. Схематическая карта эколого-гидрогеохимической модели качества грунтовых вод: 1 - HCO<sub>3</sub>Ca; 2 - HCO<sub>3</sub>CaNa; 3 - условно-загрязненные воды; 4 - загрязненные воды; 5 - граница поля.

вый характер. Источниками формирования загрязненных вод на исследуемой территории могут быть сточные воды предприятий Семилукского и Хохольского районов. Например, АО "Актив", молокозавод, АООТ "Зерно" в п. Хохол, Семилукский огнеупорный завод, предприятия пищевой промышленности г. Семилуки, животноводческие хозяйства, и, наконец, частный сектор населенных пунктов с

отсутствием коллекторной сети для хозяйственных и фекальных стоков. Данные объекты осуществляют сброс сточных вод в поверхностные водоемы или на поля фильтрации в долине р. Девича (табл.3). Сточные воды, попадая в поверхностные водоемы и в реку Девича, вызывают химическое загрязнение сульфатами, хлоридами, азотными соединениями и др., что неизбежно приводит к формированию гид-

Таблица 3

**Сброс в поверхностные водные объекты загрязняющих веществ в составе сточных вод**

Наименование предприятия	Количество сбрасываемых загрязнений (V млн м <sup>3</sup> )									
	БПК полн.	Нефтепродукты	Взвешенные вещества	Сухой остаток	Сульфаты	Хлориды	Фосфор общий	Азот общий	Азот аммонийный	Фенолы
	тыс. т	тыс. т	тыс. т	тыс. т	тыс. т	тыс. т	тыс. т	тыс. т	т	т
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
АООТ "Воронежское рудоуправление" п. Стрелица, Семилукский р-н	0,001	-	0,002	0,029	0,005	0,003	0,028	0,104	-	-
ЖКХ п. Стрелица, Семилукский р-н	0,003	-	0,022	0,057	-	0,016	0,154	1,960	-	-
Итого	0,004	-	0,024	0,086	0,005	0,019	0,182	2,064	-	-

рогеохимических полей II категории в грунтовых водах, которые имеют природную гидравлическую взаимосвязь с поверхностными водными системами особенно там, где отсутствует выдержанные водопоры. Следовательно, речная долина р. Девичы нуждается в первоочередных мерах по охране подземных вод от загрязнения [5]. Несвоевременное устранение утечек проточных вод, отсутствие профилактических мероприятий по санитарно-техническому состоянию источников водоснабжения территории определяет неблагоприятное влияние питьевых грунтовых вод на формирование качества жизни населения долины р. Девичы.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Чубирко М.И. Региональные экологические проблемы и обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения на территории Воронежской области // Экология, безопасность жизни. -Воронеж, 1999. -С.6-8.
2. Смирнова А.Я., Умнякова Л.В., Гольдберг В.М. Грунтовые воды и их естественная защищенность от загрязнения на территории Воронежской области. -Воронеж, 1986. -108с.
3. ГОСТ 2874-82 "Вода питьевая".
4. Гольдберг В.М. Взаимосвязь загрязнения подземных вод и природной среды. -Л.,1987. -С. 8-49.
5. Смирнова А.Я. Экология и охрана поверхностных и подземных вод от антропогенного воздействия в регионе ЦЧО: Автореф. дис. ... д. географ. н. -М., 1997. -67с.

УДК 504.06

**СОВРЕМЕННОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ  
ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ  
г.ВОРОНЕЖА**

**М.Н.Бугреева, Л.Н.Строгонова, Т.Ю.Альбекова**

*Воронежский государственный университет*

В статье рассмотрены проблемы обеспечения населения города Воронежа качественной питьевой водой. Обращено внимание на ресурсы подземных вод в настоящее время и на перспективу.

Многолетними исследованиями советских и зарубежных ученых установлено, что подземные воды урбанизированных территорий претерпевают существенные изменения в количественном и качественном отношении. Таким образом, все острее ощущается, во-первых, недостаток пресных вод для водоснабжения населения и, во-вторых, ухудшение их качества в результате негативных последствий влияния техногенного и антропогенного факторов.

В городе Воронеже сложилась крайне неблагоприятная ситуация с обеспечением населения ка-

чественной питьевой водой в достаточном количестве. На протяжении ряда лет вопросы улучшения водоснабжения города практически не решались из-за отсутствия финансирования.

Как уже отмечалось в работах [1,2,3], водоснабжение города базируется на использовании вод плиоцен-четвертичного водоносного комплекса. В 1999 г осуществлялась эксплуатация семи основных водозаборов подземных вод (ВПВ), которые расположены по берегам Воронежского водохранилища в долине бывшей реки Воронеж и имеют с ним