

Барцев О. Б.
Гарькуша Д. Н.
Никаноров А. М.
Минина Л. И.
Зубков Е. А.

Режим грунтовых вод, масштабы и причины техногенного подтопления населенных пунктов юга Ростовской области

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Гидрохимический институт», г. Ростов-на-Дону
e-mail: ghi@aanet.ru

Аннотация. Подтопление разной степени интенсивности установлено на территориях 129 населенных пунктов юга Ростовской области, при этом в 74 населенных пунктах наблюдается сильное и относительно частое подтопление. Площадь подтапливаемых территорий и территорий, потенциально подтапливаемых в многоводные годы, составляет 220 км². Для большинства населенных пунктов характерен естественный или слабо нарушенный режим грунтовых вод, характеризующийся годовой периодичностью колебания их уровня с максимумом в весенний и минимумом в осенний периоды. Качество грунтовых вод большинства городских и сельских поселений по основным показателям не отвечает требованиям к воде хозяйственно-питьевого назначения.

Ключевые слова: техногенное подтопление, грунтовые воды, химический состав, загрязненность, уровень грунтовых вод.

Введение

В настоящее время техногенное подтопление территорий является одним из острейших и актуальных проблем современной экологии, с которой сталкиваются во всем мире [1]. Только в России в той или иной мере подтоплены практически все города и тысячи мелких населенных пунктов [2]. В результате подъема уровня подземных вод и увлажнения грунтов зоны аэрации активизируются многие процессы: заболачивание, вторичное засоление и оглеение почвогрунтов, приводящее к изменению растительного покрова, гибели зеленых насаждений; осадка, просадка, набухание, пучение, суффозия, карст, оползание склонов, проседание поверхности; попадание воды в здания, снижается устойчивость грунтовых оснований, что ведет к недопустимым деформациям зданий и разрушению несущих конструкций [3-5 и др.]. Процесс способствует увеличению токсичности подземных вод и почв [6], вследствие сопровождающего подтопление загрязнения вод тяжелыми металлами, нефтепродуктами и другими поллютантами [7, 8], ухудшению санитарно-эпидемиологической обстановки [9]. Связанное с высоким уровнем грунтовых вод понижение температуры поверхности земли и повышение влажности воздуха вызывает повышенную заболеваемость населения [10], может повлечь за собой ущерб материальным и культурным ценностям. Сельскохозяйственные земли, испытывающие периодическое подтопление, и переувлажнение, теряют плодородие, деградируют, что в конечном итоге отражается в недоборе урожая (в среднем теряется до 30% урожая (по [11]) или земли списываются как не пригодные для возделывания сельскохозяйственных культур. То есть, наряду с экологическими возникают и социально-экономические проблемы [8].

В течение последних 20-30 лет на юге Ростовской области произошло крупномасштабное техногенное изменение экологических условий, связанное с устойчивым и почти повсеместным подъемом уровня грунтовых вод [12]. Этот опасный процесс приобретает все более широкое развитие, как на сельскохозяйственных угодьях, так и на застроенных территориях [7, 13]. Под техногенным подтоплением нами понимается процесс подъема уровня подземных вод выше определенного критического положения при воздействии инженерно-строительной и хозяйственной деятельности человека на естественную геологическую среду. С учетом глубины строительного освоения, как правило, достигающей в населенных пунктах юга Ростовской области 2,0-2,8 м, полагаем, что уровень менее 2,0 метров, наиболее приемлем для выделения подтопленных территорий, что согласуется с нормативными документами [14].

С целью региональной оценки масштабов техногенного подтопления, изучения его причин и динамики авторами в период с 2008 по 2013 гг. на территории юга Ростовской области проведены работы, включающие сбор опубликованных данных и фондовых материалов по гидрогеологическим и инженерно-геологическим изысканиям прошлых лет, проведение рекогносцировочных обследований и гидрогеологической съемки на территориях населенных пунктов и прилегающих к ним участков, бурение скважин для проведения опытно-фильтрационных опробований и определения физико-механических свойств грунтов, а также стационарные режимные наблюдения за изменениями уровней грунтовых вод, их химического состава и загрязненности [15].

Материалы и методы

Исследуемая территория входит в пределы южной (левобережье Дона) части Ростовской области и расположена на юго-востоке Европейской части России между 45°57' – 47°45' с.ш. и 38°20' – 44°23' в.д. Общая ее площадь 53,5 тыс. км². Описываемая территория включает 19 административных районов области и граничит с Краснодарским и Ставропольским краями на юге, Калмыкией на востоке, Волгоградской областью на севере и Украиной (по Азовскому морю) на западе. Плотность населения территории довольно велика, но распределена неравномерно. Наиболее густо заселены районы, прилежащие к крупным индустриальным центрам и долинам рек (до 60 человек на 1 км²).

В ходе рекогносцировочных обследований и гидрогеологической съемки (масштаба 1:50000) в населенных пунктах и на прилегающих к ним территориях, устанавливалось наличие колодцев, скважин, родников и техногенно-подтопленных участков, фиксировались глубины залегания уровней грунтовых вод; проводилось выявление подтопленных инженерных сооружений, их деформаций, возможных причин подтопления и источники техногенного инфильтрационного питания и загрязнения подземных вод; устанавливались факты материального, социального и экологического ущерба.

Проходка горных выработок осуществлялась отрядами подрядных организаций для создания стационарной сети режимных скважин и производства режимных наблюдений за положением и химическим составом грунтовых вод, отбора образцов грунтов для определения их физических свойств, изучения гидрогеологического и геологического разрезов; выполнения опытно-фильтрационных работ, в процессе которых по данным опытных кустовых и одиночных откачек определялись коэффициенты фильтрации, водопроницаемости и перетекания.

Стационарные режимные наблюдения за уровнем грунтовых вод на территории населенных пунктов проводились ежеквартально на более 150-ти точках созданной нами режимной сети (в пьезометрах, скважинах и колодцах). Наблюдения за химическим составом подземных вод проведены на меньшем количестве точек (около 100) и характеризуются различной длиной ряда наблюдений – от одноразового до 12 отборов за весь период наблюдений в одной точке. Наиболее длительный ряд наблюдений за уровнем грунтовых вод и их химическим составом характерен для городских поселений и районных центров, а также более мелких населенных пунктов, подверженных техногенному подтоплению.

Лабораторное изучение химического состава и загрязненности подземных вод, проведенное в ФГБУ «Гидрохимический институт», включало определение концентраций железа, свинца, меди, кадмия, цинка, кальция, магния, натрия, калия, гидрокарбонатов, сульфатов, хлоридов, кремния, нитритного, нитратного и аммонийного азота, фосфора фосфатов, нефти и нефтепродуктов, общей жесткости, СПАВ, метана и величин рН. Определение перечисленных компонентов (полный химический анализ) проводилось в пробах подземных вод, отобранных главным образом на территориях населенных пунктов, выделенных в качестве ключевых участков. Кроме этого сразу же после бурения технических и разведочных скважин для отбора монолитов на определение физико-химических свойств, а также при установке пьезометров, проводился отбор проб воды на сокращенный химический анализ, включающий определение основных компонентов анионно-катионного состава, величин рН, сухого остатка и агрессивности вод. Всего за период 2008-2013 гг. было проанализировано более 400 проб подземных вод, из них 50 проб на сокращенный химический анализ.

Перед отбором проб воды на анализ проводилась прокачка скважины до чистой воды. Отбор проб, их подготовка и определение вышеперечисленных компонентов химического состава вод выполнены по общепринятым в системе Росгидромета стандартным методикам, используемым в ФГБУ «Гидрохимический институт» [16].

Результаты и обсуждение

Масштабы и причины техногенного подтопления. На юге Ростовской области подтопление разной степени интенсивности установлено на территориях 129 населенных пунктов из 247 исследованных. При этом сильное и относительно часто наблюдаемое подтопление зафиксировано в 74 населенных пунктах (табл. 1). Наиболее серьезная ситуация отмечается в г. Батайск, пос. Веселый, пос. Целина и х. Усьман, значительная или большая часть территорий которых постоянно находится в подтопленном состоянии. Не менее драматичная ситуация еще недавно наблюдалась также на территории городов Волгодонск и Зерноград, где в 70-80-х годах в результате поднятия уровня грунтовых вод начался процесс намокания лессовых макропористых грунтов и их просадка, что привело к массовым деформациям оснований зданий и инженерных сетей. Благодаря принимаемым мерам руководителей Администрации данных городов в последние годы уровень грунтовых вод на большей части их территории удалось стабилизировать.

Общая площадь подтапливаемых земель на наиболее детально исследованных территориях ключевых участков составляет 149 км² (или 32% от общей площади ключевых участков) (табл. 2). Большая часть (107 км²) подтапливаемых земель приходится на такие крупные населенные пункты,

как г. Батайск (37,5 км²), с. Зимовники (23,8 км²), г. Волгодонск (12 км²), пос. Веселый (10 км²), пос. Целина (9,1 км²), с. Самарское (7,4 км²) и г. Пролетарск (7,2 км²). Следует отметить, что в многоводные годы вероятно подтопление тех территорий, на которых уровень грунтовых вод в настоящее время находится в пределах 2-3-х метров. Согласно расчетам такие территории на данный момент составляют 71 км² (или 15% от общей площади ключевых участков). Таким образом, общая площадь подтапливаемых территорий и территорий, потенциально подтапливаемых в многоводные годы, составляет 220 км² или 47% от всей площади ключевых участков.

Таблица 1.

Населенные пункты юга Ростовской области, территория которых периодически (сезонно) или постоянно подтоплена

Административный район	Ситуация с подтоплением в населенных пунктах	
	сезонно подтапливается часть территории	постоянно подтоплена значительная или большая часть территории
Азовский район	г. Азов, с. Александровка, п. Васильево-Петровский, х. Еремеевка, п. Каяльский, с. Новотроицкое, х. Песчаный, с. Кагальник, с. Кулешовка, п. Приморский, х. Новоалександровка, с. Самарское, х. Кочеванчик, с. Новониколаевка, с. Порт-Катон	-
Аксайский район	х. Слава Труда, х. Островского, п. Дорожный, х. Истомино, х. Маяковского, ст. Ольгинская	-
Багаевский район	п. Отрадный, ст. Маньчская	х. Усьман
Весёловский район	х. Верхнесолёный, х. Маныч-Балабинка, х. Каракашев, х. Казачий, х. Позднеевка, х. Красный Кут	п. Весёлый
Волгодонской район	п. Победа, п. Донской, х. Потапов, п. Прогресс, п. Виноградный, ст. Романовская, х. Погожев, х. Рябичев	-
Дубовский район	х. Щеглов, х. Вербовый Лог	-
Егорлыкский район	ст. Егорлыкская, х. Шаумяновский	-
Зерноградский район	г. Зерноград, п. Экспериментальный, п. Осокино, ст. Мечетинская	-
Зимовниковский район	п. Байков, п. Зимовники	-
Кагальницкий район	ст. Кагальницкая, х. Раково-Таврический, х. Красноармейский	-
Мартыновский район	х. Комаров	-
Орловский район	х. Курганный, п. Орловский	-
Песчанокопский район	с. Рассыпное	-
Пролетарский район	г. Пролетарск, ст. Будёновская, х. Валуйский, х. Солёный	-
Ремонтненский район	с. Киевка, с. Подгорное, п. Веселый	-
Сальский район	г. Сальск, п. Гигант, п. Степной Курган, с. Новый Егорлык, с. Сандата, с. Березовка	-
Семикаракорский район	г. Семикаракорск, х. Кирсановка	-
Целинский район	-	п. Целина
Городские округа	г. Волгодонск	г. Батайск

Для каждого из 74 населенных пунктов, подверженных периодическому или постоянному влиянию данного негативного процесса, выделены основные причины и факторы подтопления. В целом процессы подтопления городских и сельских поселений юга Ростовской области возникают и развиваются вследствие нарушения природного гидродинамического равновесия в водном балансе собственных и прилегающих территорий. В большинстве случаев процессы техногенного подтопления являются следствием неправильной, антихозяйственной деятельности человека: просчетами в проектировании, дефектами в строительстве и недостатками в эксплуатации объектов жизнепользования (зданий, сооружений, дорог, прудов, мелиоративных систем и др.). Особенно актуальными являются проблемы подтопления в тех населенных пунктах, где природные условия благоприятствуют развитию техногенного подтопления – участки, сложенные слабопроницаемыми и набухающими грунтами, плохо развитой эрозионной сетью, неглубоким залеганием водоупоров, затрудненным поверхностным оттоком и ограниченным подземным стоком.

Режим уровня грунтовых вод. Результаты многолетних наблюдений за режимом уровня грунтовых вод на территориях населенных пунктов юга Ростовской области показывают, что общей закономерностью для этих территорий является годовая периодичность в колебании уровня

грунтовых вод, которая указывает на сезонный характер их питания. Особенно хорошо эта периодичность, выражена при неглубоком залегании грунтовых вод (до 10 м). В преобладающем большинстве случаев кривые колебания уровней по форме напоминают синусоиду с максимумом в весенний и минимумом в осенний периоды. Это свидетельствует о том, что для большинства населенных пунктов юга Ростовской области характерен естественный или слабо нарушенный режим подземных вод, т.е. при формировании режима грунтовых вод естественные факторы преобладают над искусственными.

Таблица 2.

Площадь земель (км²) с различной глубиной залегания грунтовых вод на территории ключевых участков в весенний период

Ключевой участок	Площадь, км ²	Площадь земель с различной глубиной залегания грунтовых вод					
		< 1,0 м	1,0-2,0	2,0-3,0	3,0-5,0	5,0-10,0	> 10,0 м
г. Батайск (включая Койсуг)	52	32,8	4,7	4,7	5,7	4,2	-
ст. Багаевская	20	0,4	0,2	2,4	13,6	3,4	-
х. Елкин	6	0,2	2,1	3,2	0,5	-	-
ст. Романовская	10	0,3	5,7	4,0	-	-	-
г. Семикаракорск	20	3,0	2,0	0,6	2,0	11,0	1,4
с. Дубовское	10	-	-	-	1,2	5,6	3,2
сл. Б. Мартыновка	10	-	1,5	0,3	-	7,7	0,5
п. Веселый	10	9,7	0,3	-	-	-	-
х. Красный	5	0,2	0,5	2,4	2,0	-	-
ст. Манычская	5	0,4	0,7	0,9	3,1	-	-
х. Верхнесоленый	10	-	5,5	4,5	-	-	-
г. Пролетарск	18	3,1	4,1	2,9	2,9	4,5	0,5
г. Волгодонск	52	-	12,0	9,4	9,9	18,7	2,1
х. Вершинный	3	-	-	-	1,4	1,6	-
п. Маныч	1	-	-	-	-	0,9	0,1
г. Сальск	52	1,0	3,6	8,8	8,3	9,4	20,8
п. Южный	4	-	0,2	0,3	0,6	3,0	-
х. Денисов	2	-	0,6	0,9	0,5	-	-
х. Усьман	3	1,4	1,1	0,5	0,1	-	-
х. Вербовый Лог	3	-	0,2	0,8	2,0	-	-
с. Зимовники	25	4,3	19,5	1,3	-	-	-
п. Орловский	18	-	1,6	0,5	9,9	5,9	-
х. Майорский	3	-	-	0,1	0,2	2,8	-
п. Байков	3	0,1	0,3	1,4	1,2	-	-
п. Привольный	3	-	-	0,1	0,2	2,7	-
с. Ремонтное	14	-	0,8	-	3,4	9,8	-
с. Самарское	18	5,4	2,0	1,4	2,9	3,2	3,1
ст. Хомутовская	3	-	-	-	1,7	1,3	-
г. Зерноград	16	1,9	0,8	9,0	4,3	-	-
п. Целина	16	2,2	6,9	5,4	1,4	-	-
ст. Егорлыкская	15	1,5	2,3	3,0	6,0	2,3	-
с. Песчанокопское	30	-	-	0,6	6,9	19,5	3,0
с. Кагальник	9	1,1	0,6	1,3	0,7	5,3	-
Итого, км ²	469	69	80	71	93	123	35

Весной, когда происходит таяние снега, накопившегося за зиму, температура и дефицит влажности воздуха незначительны, а поэтому испарение влаги сравнительно мало. Кроме того, при оттаивании почвогрунты разрыхляются и становятся более водопроницаемыми. Реки же, наполняясь водой во время половодья, подпирают грунтовые воды, приостанавливая их сток в прибрежной зоне. Все эти факторы создают в весенний период наиболее благоприятные условия для инфильтрации атмосферных осадков до уровня грунтовых вод и повышения последнего до максимального положения.

Сроки наступления весеннего максимума грунтовых вод зависят от глубин их залегания и литологического состава пород зоны аэрации. Чем больше мощность зоны аэрации, тем на больший период сдвигается время наступления максимума. Помимо отмеченных факторов время наступления максимальных весенних уровней грунтовых вод зависит от температур воздуха в период снеготаяния, определяющих степень «дружности» весны и интенсивности инфильтрации, а также от наличия дождей в конце периода снеготаяния, способных продлить период питания грунтовых вод.

С началом летне-осеннего периода температура и дефицит влажности воздуха, достигая максимума, вызывают наиболее интенсивное испарение с поверхности грунтовых вод. В результате к

осени уровень грунтовых вод снижается до минимального значения. Однако интенсивные осадки могут обусловить существенный подъем уровней грунтовых вод в летний период.

Положение летне-осеннего минимума определяется положением предшествовавшего ему максимального весеннего уровня. Однако при малых глубинах залегания грунтовых вод существенную роль в их балансе в данный период начинают играть и летние осадки, и испарение грунтовых вод, определяемое температурами воздуха и его дефицитом влажности.

Таким образом, к осени уровень грунтовых вод снижается до минимального значения, а затем, как правило, в конце октября – ноябре, после выпадения осенних осадков и уменьшения температуры воздуха и почвогрунтов отмечается сезонный подъем уровня грунтовых вод, достигающий пика в весенний период (хотя до весны возможны и некоторые флуктуации уровня). Этому осенне-зимнему подъему уровней грунтовых вод способствует также резкое сокращение эвапотранспирации.

По данным режимных наблюдений 2008-2013 годов многолетняя амплитуда колебания уровней грунтовых вод варьирует в пределах от 0,1 до 3,0 метров. При этом величина амплитуды колебания уровней за годовой период на 20-50% меньше по сравнению с многолетним. На территории большинства ключевых участков (с. Самарское, х. Красный, х. Верхнесоленый, ст. Романовская, ст. Хомутовская, ст. Егорлыкская, г. Сальск, г. Пролетарск, с. Ремонтное, с. Песчанокопское, х. Усьман, г. Волгодонск, х. Майорский, сл. Б. Мартыновка, с. Кагальник, г. Семикаракорск, п. Орловский, х. Денисов, с. Подгорное, х. Вербовый Лог, п. Южный, п. Привольное) годовая амплитуда колебания уровней грунтовых вод изменяется в пределах 0,4-1,0 метра. В населенных пунктах ст. Багаевская, п. Веселый, с. Зимовники, ст. Дубовское, ст. Манычская, п. Байков преобладает амплитуда от 1,0 до 1,5 м. В населенных пунктах г. Зерноград, г. Батайск, х. Вершинный, п. Целина и х. Елкин амплитуда нередко достигает 1,5 м и более. С увеличением глубины залегания грунтовых вод величина колебания их уровней заметно уменьшается, а годовая периодичность сглаживается. Максимумы и минимумы нередко запаздывают на несколько недель или даже месяцев, а иногда становятся незаметными. Здесь главным образом сказываются условия притока и оттока грунтовых вод.

Динамика химического состава грунтовых вод. На территории исследованных населенных пунктов юга Ростовской области по характеру минерализации грунтовые воды подразделяются на следующие основные типы (при наименовании вод по составу компоненты перечисляются по содержанию их от большего к меньшему): 1) гидрокарбонатно-сульфатный (или сульфатно-гидрокарбонатный) разного катионного состава: чаще кальциево-натриевый, реже натриево-магниевый; 2) сульфатный разного катионного состава: чаще натриево-кальциевый или натриево-магниевый, реже кальциево-магниевый; 3) сульфатно-хлоридный (реже хлоридно-сульфатный) разного катионного состава: чаще натриево-кальциевый или кальциево-магниевый.

Гидрокарбонатно-сульфатный и сульфатно-гидрокарбонатный типы грунтовых вод обычно отличаются слабой минерализацией (редко более 2 и 4 г/дм³ соответственно). Формируются они в условиях активного водообмена и прослеживаются только на отдельных изолированных участках: в долинах Дона, Сала и его верховьев, на Каменнобалковском поднятии, на южных склонах Ергеней.

Сульфатный тип здесь, имеющий минерализацию 2-4 г/дм³, а иногда и до 6 г/дм³, более широко распространен, чем все остальные типы. Он характерен для грунтовых вод населенных пунктов территории юга Ростовской области, приуроченной к северной части Азово-Кубанской низменности, большей части Манычской низины и северной части Ергенинской возвышенности.

Сульфатно-хлоридный или хлоридно-сульфатный тип грунтовых вод с минерализацией 4-8 г/дм³ формируется в условиях более замедленного водообмена. Он широко распространен в грунтовых водах населенных пунктов юго-восточной и восточной частей территории юга Ростовской области, приуроченных к Ергенинской возвышенности.

В режиме минерализации грунтовых вод на территории юга Ростовской области, как правило, проявляется закономерность, выражающаяся в приуроченности максимальной минерализации к периодам их минимальных годовых уровней (лето-осень), а минимальной минерализации, наоборот, к периодам наиболее высоких уровней грунтовых вод (весна), что связано с разбавлением грунтовых вод талыми снеговыми или дождевыми водами. Увеличение общей минерализации грунтовых вод в периоды отсутствия их питания связано, как с испарением, что имеет место в летнее время и при небольших глубинах залегания грунтовых вод, так и с выщелачиванием солей из пород. [17].

Амплитуды колебаний общей минерализации грунтовых вод в пределах исследуемой территории в среднем не превышает 1-2 г/дм³, иногда выше. При этом, чем больше величины инфильтрации (т.е. чем больше амплитуды колебаний уровней грунтовых вод), тем больше разбавляются грунтовые воды и, следовательно, больше амплитуды сезонных колебаний их минерализации. При малых размерах среднегодовой общей минерализации грунтовых вод (до 1 г/дм³) сезонные изменения их химического состава происходят за счет увеличения содержания ионов HCO_3^- и Ca^{2+} , реже SO_4^{2-} , что согласуется с данными [17]. По мере возрастания среднегодовой величины общей минерализации грунтовых вод (до 2-3 г/дм³) роль в сезонных колебаниях состава вод ионов Cl^- , Na^+ и SO_4^{2-} увеличивается. При минерализации грунтовых вод, достигающей 3-5 и более г/дм³, изменения в химическом составе определяются главным образом содержанием ионов SO_4^{2-} , HCO_3^- , Na^+ и в меньшей степени Ca^{2+} .

Загрязненность грунтовых вод. Мощность зоны аэрации в пределах исследованных населенных пунктов юга Ростовской области колеблется от 0 до 20 метров. Наиболее распространенная мощность зоны аэрации – 1-10 метров. В целом грунтовые воды являются или незащищенными, или слабо защищенными и характеризуются большой уязвимостью для техногенного загрязнения.

Содержание в грунтовых водах тяжелых металлов (ионов свинца, меди, кадмия и цинка), как правило, ниже нормативов ПДК для источников питьевого водоснабжения. Исключением являются единичные пробы, отобранные в весенний период в ст. Багаевская, г. Семикаракорске, г. Волгодонске и п. Орловский, в которых концентрация ионов кадмия варьировала в пределах 1,1-1,6ПДК.

Концентрация растворенных соединений железа (общего) в большинстве проб находилась в пределах от <0,020 до 0,10 мг/дм³, что значительно ниже ПДК. Превышение ПДК зафиксировано в отдельные периоды в пробах грунтовых вод, отобранных в пос. Б. Мартыновка (до 6ПДК), х. Красный (2ПДК) и г. Семикаракорске (до 20ПДК).

Содержание аммонийного азота, как правило, было ниже установленных нормативов ПДК для источников питьевого водоснабжения (от <0,010 до 2,770 мг/дм³, в среднем по югу Ростовской области 0,184 мг/дм³). Исключением являются единичные пробы, отобранные в х. Красный, г. Семикаракорск, ст. Хомутовская, г. Зерноград и сл. Б. Мартыновка, в которых содержание аммонийного азота в отдельные периоды достигало 2ПДК.

В большинстве проб фиксируется превышение ПДК по содержанию нитратного азота, что может свидетельствовать об их загрязненности промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами, а также стоками с сельскохозяйственных угодий и со сбросными водами с орошаемых полей, на которых применяются азотные удобрения. Диапазон колебания концентраций нитратного азота составляет от 0,009 до 437,0 мг/дм³ (в среднем 41,4 мг/дм³), с максимальными значениями в п. Зимовники (43ПДК).

Во всех пробах грунтовых вод содержание нитритного азота было ниже установленных нормативов ПДК для источников питьевого водоснабжения (<0,010-0,648 мг/дм³), при этом в большинстве проб нитритный азот вообще не был обнаружен или присутствовал в концентрациях ниже предела обнаружения.

Концентрация фосфора фосфатов в пробах не превышала ПДК и варьировала в диапазоне от менее 0,010 до 1,180 мг/дм³ (в среднем 0,111 мг/дм³). Наиболее высокие содержания данного ингредиента характерны для проб, отобранных в г. Батайск, х. Елкин, г. Семикаракорск и ст. Маньчская.

Концентрация нефти и нефтепродуктов в грунтовых водах исследованных населенных пунктов варьирует в пределах от <0,04 до 26,5 мг/дм³, в среднем составляя 0,5 мг/дм³. Примерно в 50% всех отобранных за период 2008-2013 гг. проб наблюдается превышение ПДК по содержанию нефти и нефтепродуктов (от 1,1 до 88,3ПДК), что вероятно обусловлено утечками в местах расположения автозаправок, нефтехранилищ, нефтепроводов и т.д. Наиболее высокое и постоянно фиксируемое загрязнение вод нефтью и нефтепродуктами отмечается в городах Семикаракорск, Пролетарск, Батайск, Волгодонск, Зерноград, районных центрах х. Веселый, п. Зимовники, ст. Егорлыкская.

Концентрация ионов кальция в пробах грунтовых вод варьирует в достаточно большом диапазоне – 5,5-969,0 мг/дм³, в среднем составляя 311,1 мг/дм³. Наиболее высокие содержания отмечались в с. Зимовники и ст. Багаевская.

Содержание ионов магния в пробах грунтовых вод изменялось в диапазоне 3,42-1311,0 мг/дм³, в среднем 184,4 мг/дм³. Наиболее высокие концентрации характерны для с. Зимовники, с. Песчанокоское, г. Пролетарск и г. Волгодонск.

Величина общей жесткости грунтовых вод варьирует в пределах 1,9-90,9 мг-экв./дм³ (в среднем 35,4 мг-экв./дм³). В большинстве проб наблюдалось превышение нормативов ПДК по показателю общая жесткость (1,3-13ПДК). Наиболее высокие значения общей жесткости отмечены в пробах, отобранных в п. Зимовники, г. Волгодонск, ст. Егорлыкская, с. Целина, с. Орловский, с. Песчанокоское.

Концентрация ионов натрия изменялась в диапазоне от 15,2 до 1656,0 мг/дм³, в среднем составляя 415,2 мг/дм³. В большинстве проб грунтовых вод концентрация ионов натрия превышала ПДК от 1,1 до 8 раз. Максимальное содержание характерно для проб, отобранных в п. Кагальник, с. Зимовники, г. Волгодонск, х. Байков и п. Привольное.

Концентрация ионов калия изменялась в диапазоне от 0,054 до 204 мг/дм³, в среднем 9,54 мг/дм³. Максимальные его содержания определены в пробах грунтовых вод, отобранных в г. Батайск и с. Песчанокоское.

Концентрация гидрокарбонатных ионов изменялась в диапазоне от 122,0 до 1792,8 мг/дм³, в среднем составляя 470,0 мг/дм³.

Содержание сульфат-ионов в пробах грунтовых вод варьирует в пределах 10,7-3986,0 мг/дм³, в среднем составляя 334,8 мг/дм³. В большинстве проб отмечено превышение ПДК по содержанию сульфат-иона. Наиболее высокие концентрации сульфатных ионов наблюдались в грунтовых водах, отобранных в п. Зимовники.

Концентрация хлорид-ионов изменялась в диапазоне от 8,1 до 3368,0 мг/дм³, в среднем 334,8 мг/дм³. Во многих пробах грунтовых вод содержание хлорид-ионов превышает нормативы ПДК для источников питьевого водоснабжения. Наиболее высокие его концентрации (до 9,6 ПДК) наблюдались в п. Зимовники, п. Кагальник, ст. Багаевская и х. Вербовый Лог.

В большинстве проб концентрация кремния не превышала ПДК, варьируя в диапазоне 0,67-24,60 мг/дм³ (в среднем 7,46 мг/дм³). Незначительное превышение ПДК (максимум в 2,5 раза) периодически наблюдалось в ст. Багаевская, сл. Б. Мартыновка, г. Семикаракорск, х. Елкин, х. Красный, г. Батайск, ст. Романовская, х. Вербовый Лог и с. Привольное.

Содержание СПАВ во всех пробах было ниже ПДК и изменялось в диапазоне < 0,01 до 0,098 мг/дм³, в среднем составляя 0,012 мг/дм³.

Концентрация метана варьировала в пределах от <0,1 до 160,0 мкл/дм³ (в среднем 4,0 мкл/дм³), при этом в 63% проб метан присутствовал в концентрациях ниже предела обнаружения, а еще в 20% его содержание составляло от 0,5 до 10,0 мкл/дм³. Наиболее высокие концентрации газа характерны для неиспользуемых, замусоренных колодцев.

Значения pH в пробах грунтовых вод варьируют в диапазоне от 6,11 до 8,46, с преобладанием величин pH, равных 7,0-7,5.

Таким образом, качество подземных вод грунтового водоносного горизонта на территории большинства исследованных населенных пунктов юга Ростовской области по основным показателям не отвечает требованиям к воде хозяйственно-питьевого назначения [18]. Грунтовые воды повышенной минерализации (преобладает минерализация от 2,0 до 4,0 г/дм³, максимум – до 10 мг/дм³) в основном сульфатного, реже сульфатно-гидрокарбонатного и сульфатно-хлоридного натриево-кальциевого или натриево-магниевого состава. Грунтовые воды подвергаются загрязнению из многочисленных и разнопрофильных техногенных источников. В большинстве отобранных проб грунтовых вод наблюдается превышение нормативов ПДК по содержанию сульфат-ионов, ионов натрия, общей жесткости, нитратному азоту. Примерно половина всех отобранных проб имеет превышение ПДК по содержанию хлорид-ионов и суммарному содержанию нефтяных компонентов.

Подъем уровня грунтовых вод в весенне-летний период, как правило, сопровождается увеличением концентраций кадмия (коэффициент корреляции r для различных ключевых участков колеблется в пределах от 0,44 до 0,74), суммарного содержания нефтяных компонентов (r = от 0,34 до 0,91) и значений pH (r = от 0,41 до 0,77) и, напротив, уменьшением общей жесткости (r = от 0,33 до 0,97) и минерализации воды, а также отчетливым снижением концентраций фосфатов (r = от 0,40 до 0,97) и ионов калия (r = от 0,38 до 0,94). Увеличение концентраций ионов кадмия и суммарного содержания нефтяных компонентов в весенний период подъема уровня грунтовых вод обусловлено тем, что при инфильтрации талых вод и атмосферных осадков происходит промывание поверхностного горизонта почв, в результате чего данные загрязняющие вещества, содержащиеся в почвогрунтах и на их поверхности, поступают в грунтовые воды. При этом подъем уровня грунтовых вод, вследствие поступления большого количества талых вод и атмосферных осадков, также способствует вымыванию данных ингредиентов из вышележащего почвенного слоя. Увеличение в летне-осенний межливневый период концентраций калия и фосфора, указывает на то, что основным фактором, вызывающим это повышение, может являться их привнос в почвы в составе калийных и фосфорных удобрений и последующая их миграция вместе с поливными водами в грунтовые горизонты.

Работы проведены в рамках выполнения ГК № 27 от 07.04.2008 г., заключенного с Комитетом по охране окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области.

Литература

1. Wang B. Environmental protection of urban groundwater field / B. Wang // The 31st International Geological Congress. – Rio de Janeiro, 2000. – P. 54-70.
2. Заиканов В.Г. Геоэкологические исследования и оценка урбанизированных территорий / В.Г. Заиканов, Т.Е. Минакова, Н.С. Просунцова и др. // Геоэкология. – 2000. – №5. – С. 410 - 421.
3. Борхонова Е.В. Подтопление застроенных территорий в межгорных впадинах западного Забайкалья / Е.В. Борхонова. Автореф. дисс. ... канд. геол.-мин. наук. – Улан-Удэ, 2006.
4. Дзекцер Е.С. Проблемы гидрогеологической безопасности застроенных территорий / Е.С. Дзекцер // Промышленное и гражданское строительство. – 1992. – № 12. – С. 13-14.
5. Долодоренко С.А. Влияние гидрогеологических и инженерно-геологических условий на сейсмическую интенсивность на застраиваемых территориях / С.А. Долодоренко, Н.И. Кригер // Вопросы инженерно-геологических исследований на застраиваемых территориях. – М., 1987. – С. 84-88.
6. Игнатова Н.А. Экотоксичность вод колодцев и скважин селитебных территорий в районах техногенного подтопления / Н.А. Игнатова, Е.Н. Бакаева, О.Б. Барцев, Д.Н. Гарькуша // Матер. докл. IV Междунар. молодеж. научн. конф. «Экология – Ч 52 2011. – Архангельск, 2011. – С. 25-27.
7. Барцев О.Б. Количественная оценка и прогноз загрязнения природных аквасистем в условиях техногенного подтопления (Юг России) / О.Б. Барцев, А.М. Никаноров, Д.Н. Гарькуша, Л.И. Минина, Е.Н. Бакаева // Вода и водные ресурсы: Системообразующие функции в природе и экономике: сб. научн. тр. – Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2012. – С. 157-163.

8. Никаноров А.М. Анализ природных опасностей и социально-экономических последствий, создаваемых при техногенном подтоплении территории в условиях аридного климата и концепция их системного мониторинга (юг России) / А.М. Никаноров, О.Б. Барцев, Д.Н. Гарькуша, Е.Н. Бакаева, И.В. Иванов // Матер. Междунар. науч. конф. «Изучение и освоение морских и наземных экосистем в условиях арктического и аридного климата». – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2011. – С. 74-77.
9. Малышева Н.С. Экологический мониторинг и профилактика паразитарных болезней в Центрально-Черноземной зоне Российской Федерации / Н.С. Малышева. Автореф. дисс. ... доктора биологических наук: 03.00.19. – Курск, 2006.
10. Рагозин А.Л. Оценка и картографирование опасности и риска от природных и техноприродных процессов (история, методология, методика и примеры) / А.Л. Рагозин // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. – М., 1993. – Вып.3. – С. 16-41.
11. Дьяченко Н.П. Комплекс мероприятий для охраны от подтопления сельскохозяйственных земель Азово-Кубанского бассейна / Н.П. Дьяченко. Автореф. дисс. канд. техн. наук: 06.01.02. – Краснодар, 2005.
12. Никаноров А.М. Техногенное подтопление на территории юга России в Ростовской области / А.М. Никаноров, О.Б. Барцев, Б.О. Барцев // Известия РАН. Серия географическая. – 2009. – №1. – С.1-11.
13. Гарькуша Д.Н. Мелиоративное состояние орошаемых земель Ростовской области / Д.Н. Гарькуша, О.Б. Барцев, Е.А. Зубков // Матер. ежегодной Междунар. научн.-практ. конфер. LXV Герценовские чтения «География: проблемы науки и образования». – СПб.: Астерион, 2012. – С. 25-27.
14. СНиП 2.06.15-85. Инженерная защита территории от затопления и подтопления.
15. Никаноров А.М. Принципы актуализации состава и методов инженерно-геологических изысканий для оценки степени техногенеза на подтопляемых территориях (юг России) / А.М. Никаноров, О.Б. Барцев, Е.Н. Бакаева, Д.Н. Гарькуша // Сергеевские чтения. Вып. 12. Матер. годичной сессии научн. совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. – М.: РУДН, 2010. – С.156-161.
16. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Часть 1 / Под ред. Л.В. Боевой. – Ростов н/Д: НОК, 2009. – 1044 с.
17. Ковалевский В.С. Условия формирования и прогноза естественного режима подземных вод / В.С. Ковалевский. М.: Недра, 1973. – 152 с.
18. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.

Анотація. О.Б. Барцев, Д.Н. Гарькуша, А.М. Никаноров, Л.І. Мініна, Е.А. Зубков **Режим ґрунтових вод, масштаби і причини техногенного підтоплення населених пунктів півдня Ростовської області.** Підтоплення різного ступеня інтенсивності встановлено на територіях 129 населених пунктів півдня Ростовської області, при цьому у 74 населених пунктах спостерігається сильне і відносно часте підтоплення. Площа підтоплюваних територій і територій, потенційно підтоплюваних у багатоводні роки, становить 220 км². Для більшості населених пунктів характерний природний або слабо порушений режим ґрунтових вод, що характеризується річною періодичністю коливання їх рівня з максимумом у весняний і мінімумом в осінній періоди. Якість ґрунтових вод більшості міських і сільських поселень за основними показниками не відповідає вимогам до води господарсько-питного призначення.

Ключові слова: техногенне підтоплення, ґрунтові води, хімічний склад, забрудненість, рівень ґрунтових вод.

Abstract. O.B. Bartsev, D.N. Gar'kusha, A.M. Nikanorov, L.I. Minina, E.A. Zubkov **Groundwater regime, the scale and reasons of underflooding caused by human activity localities in the south of Rostov region.** Flooding of different degree of intensity established on the territories of 129 localities in the South of Rostov region, 74 settlements is strong and relatively frequent flooding. The area of flooded territories and territories, potentially flooded in the wet years is 220 km². For most communities has a natural or slightly disturbed ground water regime, characterized by annual frequency fluctuations of their level, with a maximum in spring and the minimum in autumn periods. The quality of underground waters of the majority of urban and rural settlements on the main indicators do not meet the requirements to water for domestic and drinking purposes.

Keywords: technology-induced flooding, groundwater, the chemical composition, pollution, groundwater level.

Поступила в редакцію 01.02.2014 г.