

ПРИРОДНЫЕ И ТЕХНОПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ

УДК 504.4.064.02

ДИНАМИКА, МАСШТАБЫ И ПРИЧИНЫ ПОДТОПЛЕНИЯ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ ЮГА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2016 г. А. М. Никаноров*, **, О. Б. Барцев**, Д. Н. Гарькуша***, Е. А. Зубков*, **, Л. И. Минина**

**Гидрохимический отдел Института водных проблем РАН,
пр. Стачки, 198, г. Ростов-на-Дону, 344090 Россия. E-mail: ghi@aanet.ru;
student-geo@mail.ru*

***ФГБУ Гидрохимический институт, пр. Стачки, 198, г. Ростов-на-Дону, 344090 Россия.*

****Институт наук о Земле Южного федерального университета,
ул. Зорге, 40, г. Ростов-на-Дону, 344090 Россия*

Поступила в редакцию 22.12.2014 г.

После исправления 15.03.2015 г.

Подтопление разной степени интенсивности установлено на территориях 133 населенных пунктов юга Ростовской области, из них в 4 населенных пунктах часть территории постоянно подтоплена и в 77 подтапливается в периоды половодья и паводков. По минимальным оценкам, площадь ежегодно подтапливаемых территорий и территорий, подтапливаемых только в многоводные годы, составляет 282 км² или 19% от общей площади застроенных территорий юга Ростовской области. Установлено, что при формировании процессов подтопления на территориях большинства населенных пунктов преобладают техногенные причины. Между тем в целом для застроенных территорий юга Ростовской области характерен естественный или слабо нарушенный режим грунтовых вод, характеризующийся годовой периодичностью колебания их уровня с максимумом в весенний и минимумом в осенний периоды.

Ключевые слова: *техногенное подтопление, застроенные территории, режим грунтовых вод, масштабы и причины подтопления.*

Техногенное подтопление застроенных территорий – одна из острейших и актуальных проблем современной экологии, с которой сталкиваются во всем мире [4, 12]. В результате подъема уровня подземных вод и увлажнения грунтов зоны аэрации в населенных пунктах активизируются такие негативные явления и процессы, как заболачивание, вторичное засоление и оглеение почвогрунтов, приводящие к деградации растительного покрова и гибели зеленых насаждений; просадке, набуханию, пучению, суффозии грунтов; к развитию карстовых и оползневых процессов склонов, проседанию поверхности; снижению несущей способности грунтовых оснований, что влечет за собой недопустимые деформации фундаментов и разрушение зданий [3, 8 и др.]. Подтопление способствует увеличению токсичности подземных вод и почв [4], вследствие сопровождающего его загрязнения вод тяжелыми металлами, нефтепродуктами и другими поллютантами [5, 8]. Связанное с высоким уровнем грунтовых вод (УГВ)

понижение температуры поверхности земли и повышение влажности воздуха вызывают ухудшение санитарно-эпидемиологической обстановки [9].

В Ростовской обл. процессы техногенного подтопления населенных пунктов существенно активизировались в середине 50-х годов прошлого века после строительства крупных водохранилищ и региональных оросительных систем, прокладки новых железнодорожных и автомобильных магистралей. В 2004–2005 гг. на территории юга Ростовской обл. наблюдался максимальный за последние 50–60 лет подъем УГВ, повлекший серьезное обострение проблемы техногенного подтопления во многих населенных пунктах, что вызвало необходимость изучения масштабов, последствий и причин ее вызывающих¹ [7]. Авто-

¹ Работа проводилась в рамках выполнения Государственного контракта № 27 от 07.04.2008 г., заключенного с Комитетом по охране окружающей среды и природных ресурсов Администрации Ростовской области.

рами в период с 2008 по 2013 гг. в границах подтопленных территорий в соответствии со СНИП 2.06.15-85 [10] проведены работы, включающие рекогносцировочные обследования и гидрогеологическую съемку (масштаб 1:50000) территорий 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.

ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА РАБОТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследуемая территория (левобережье р. Дон) расположена между $45^{\circ}57' - 47^{\circ}45'$ с.ш. и $38^{\circ}20' - 44^{\circ}23'$ в.д. (рис. 1). Общая ее площадь около 53 тыс. км². Она включает 19 административных районов Ростовской обл. и граничит с Краснодарским и Ставропольским краями на юге, Калмыкией на востоке, Волгоградской областью на севере и Украиной (по Азовскому морю) на западе. Среднегодовая сумма осадков за последние 20 лет в пределах рассматриваемой территории (рис. 2) изменялась от 617 мм в юго-западной части (г. Ростов-на-Дону) до 426 мм в восточных районах (с. Ремонтное). По характеру рельефа

данная территория представляет собой равнинное пространство с небольшими уклонами поверхности, в основном не превышающими $1-3^{\circ}$ (редко $4-6^{\circ}$) [2]. Большая часть территории слабо дренирована, что обуславливает незначительные объемы движущихся грунтовых вод в сторону естественных и искусственных зон разгрузки (реки, ручьи, каналы и т.д.). Слабая расчлененность рельефа определяет относительно малый поверхностный сток атмосферных осадков, а следовательно, повышенную их инфильтрацию и небольшие глубины залегания (редко более 10 м) грунтовых вод. Последнее определяет значительную роль подземного испарения в расходной части баланса грунтовых вод и относительно повышенную их минерализацию [2].

На начальном этапе работ авторами выполнен сбор фондовых и опубликованных материалов по объекту ФГУ “Территориальные фонды геологической информации”, в фондах ГАУ РО “Институт градостроительства” и других организациях г. Ростова-на-Дону и Ростовской области. Анализ и систематизации подлежали все первичные данные по изучаемой территории, взятые из паспортов буровых скважин, дневников наблюдений, журналов отбора проб и т.п.

В ходе рекогносцировочных обследований и при проведении гидрогеологической съемки ус-

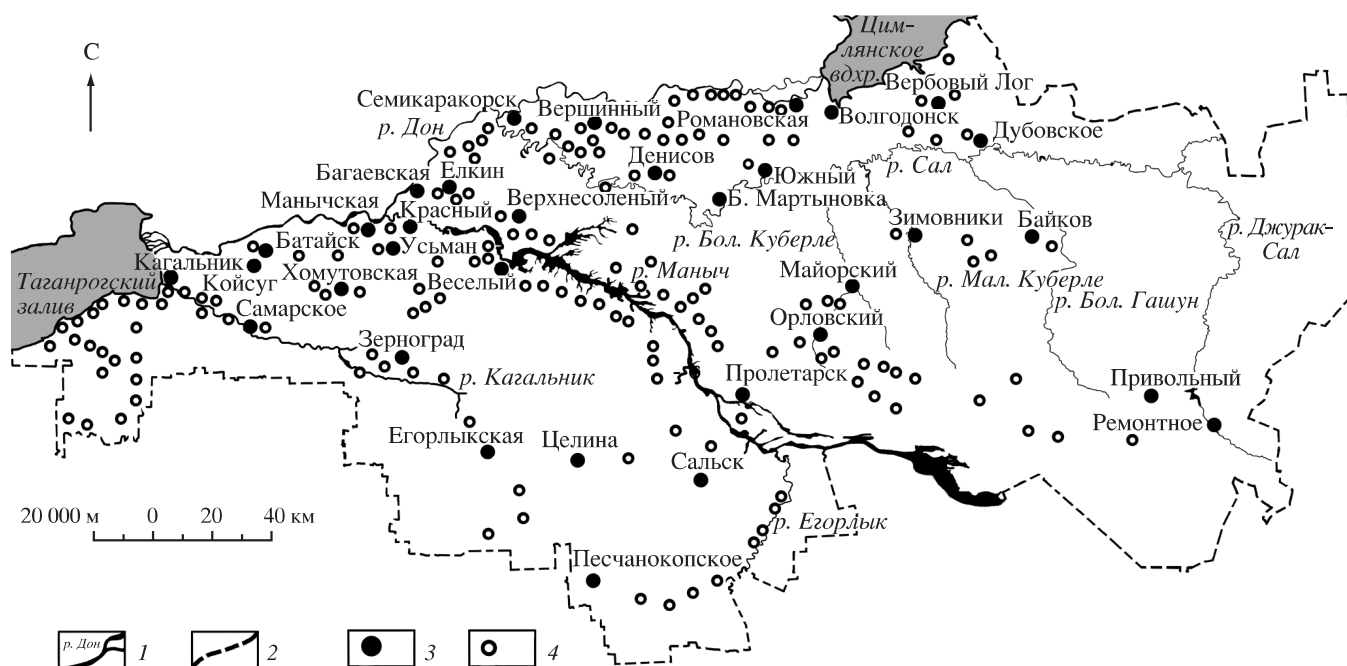


Рис. 1. Карта-схема расположения исследованных населенных пунктов на территории юга Ростовской области: 1 – водные объекты; 2 – административные границы; 3 – населенные пункты (ключевые участки), где проведены режимные наблюдения за уровнем грунтовых вод; 4 – населенные пункты, где проведены однократные замеры уровня грунтовых вод.

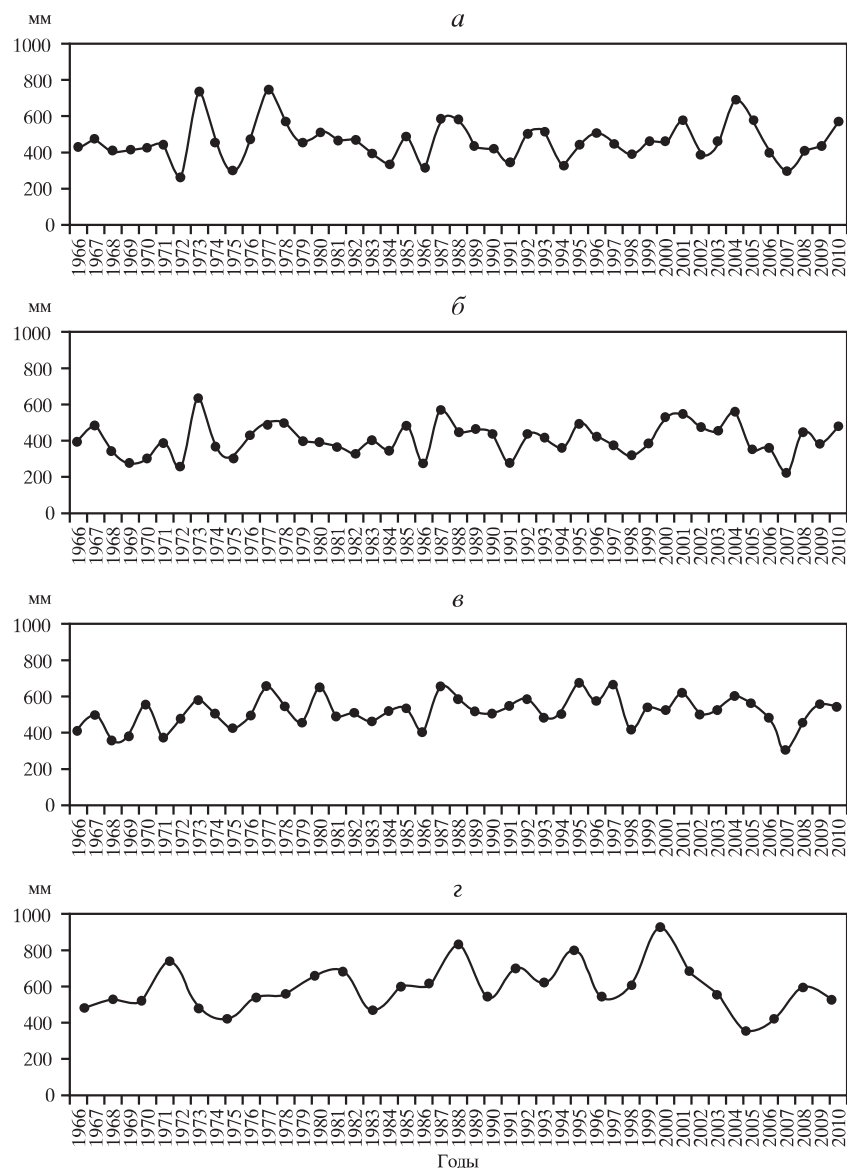


Рис. 2. Изменение сумм годовых атмосферных осадков за период 1966–2010 гг., метеостанции г. Цимлянск (а), с. Ремонтное (б), с. Гигант (в) и г. Ростов-на-Дону (г) (построено авторами по данным [11]).

танавливалось наличие колодцев, скважин, родников, фиксировались глубины залегания УГВ; устанавливались подтопленные инженерные сооружения, возможные причины подтопления, источники техногенного инфильтрационного питания и загрязнения подземных вод. Всего обследовано 243 населенных пункта. Суммарная площадь занимаемой ими территории составляет около 70% от общей площади населенных пунктов юга Ростовской обл. (~1.5 тыс. км²).

Бурение скважин отрядами подрядных организаций выполнялось для создания стационарной режимной сети; отбора грунтов для определения их физических свойств; проведения опытно-фильтрационных работ, в процессе которых по

данным опытных кустовых и одиночных откачек определялись коэффициенты фильтрации и водопроводимости водовмещающих пород.

Стационарные режимные наблюдения за УГВ в 2008–2010 гг. на территориях большинства исследованных населенных пунктов проводились 1–2 раза в год (весна–лето, осень), в 2011 г. – 3 раза в год (весной, летом и осенью), в 2012–2013 гг. наблюдения в весенне-осенний период велись ежемесячно. Режимные наблюдения проведены на более 150 точках режимной сети (в пьезометрах, скважинах и колодцах). На большинстве из них выполнены также определения химического состава грунтовых вод (результаты изучения химического состава и загрязненности грунтовых

вод готовятся к опубликованию и в рамках настоящей статьи не приводятся). Наиболее длительный ряд режимных наблюдений получен для городских поселений, районных центров и других населенных пунктов, подверженных техногенному подтоплению.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Динамика уровня грунтовых вод. В 2004–2005 гг. на юге Ростовской обл. наблюдался максимальный за последние десятилетия подъем УГВ, что вызвало значительное подтопление населенных пунктов и сельскохозяйственных угодий [7]. Именно на эти годы приходится максимальное количество атмосферных осадков (см. рис. 2). По данным опросов местных жителей, достаточно сильное подтопление наблюдалось ранее в 1995–1997 и 2001 гг., также характеризующихся повышенным выпадением атмосферных осадков. Следует отметить, что в перечисленные годы сумма осадков за осенне-зимне-весенний период составляла более 400 мм. В целом отчетливая закономерность чередования многоводных и маловодных лет по количеству атмосферных осадков для юга Ростовской обл. не проявляется.

Для территорий населенных пунктов области характерна внутригодовая периодичность в колебании УГВ, которая указывает на сезонный характер их питания. Особенно хорошо эта периодичность выражена при неглубоком (до 10 м) залегании грунтовых вод (рис. 3). Как правило, кривые колебания уровней по форме напоминают синусоиду с минимумом в осенний (сентябрь – октябрь) и максимумом в весенний (апрель – май) периоды.

Весной, когда происходит таяние снега, температура и дефицит влажности воздуха еще незначительны, а испарение влаги сравнительно мало,

в условиях половодья реки, наполняясь водой, подпирают грунтовые воды, приостанавливая их сток (а при значительных паводках происходит и проникновение речных вод в прибрежные участки водоносных горизонтов) [6]. В весенний период создаются и наиболее благоприятные условия для инфильтрации атмосферных осадков, что наряду с перечисленными выше факторами способствует повышению УГВ до максимального положения. Сроки наступления весеннего максимума стояния УГВ зависят от глубин их залегания и литологического состава пород зоны аэрации. Проведенные в 2012–2013 гг. наблюдения за динамикой УГВ показали, что чем больше мощность зоны аэрации, тем на больший период сдвигается время наступления максимума, что согласуется с работами [2, 6]. Помимо отмеченных факторов время наступления максимальных весенних УГВ 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 [6].

С началом летне-осеннего периода температура и дефицит влажности воздуха, достигая максимума, вызывают наиболее интенсивное испарение с поверхности грунтовых вод [2]. В результате к началу осени УГВ снижается до минимальной отметки. При малых глубинах залегания грунтовых вод существенную роль в их балансе в летний период играют летние осадки и испарение грунтовых вод, определяемое температурами и дефицитом влажности воздуха.

Описанная периодичность, согласно [6], указывает на естественный или слабонарушенный внутригодовой режим грунтовых вод застроенных территорий юга Ростовской обл., о чем может свидетельствовать также идентичность характеров внутригодового изменения уровня грунтовых вод в современный период и в прошлом (в слабонарушенных человеком условиях) [2]. Нарушение се-

Рис. 3. Динамика измеренного уровня грунтовых вод в точках режимных наблюдений на территориях ключевых участков юга Ростовской области: 1 – п. Веселый (пьезометр № 1); 2 – п. Веселый (пьезометр № 2); 3 – х. Усьман (колодец № 1); 4 – х. Верхнесоленый (колодец № 1); 5 – г. Волгодонск (пьезометр № 5392); 6 – ст. Хомутовская (колодец № 1); 7 – г. Зерноград (пьезометр № 1); 8 – г. Пролетарск (пьезометр № 5375); 9 – с. Зимовники (пьезометр № 5380); 10 – г. Сальск (пьезометр № 5374); 11 – с. Ремонтное (колодец № 1); 12 – п. Целина (пьезометр № 5381); 13 – г. Семикаракорск (колодец № 1); 14 – ст. Манычская (пьезометр № 1); 15 – ст. Манычская (пьезометр № 2); 16 – с. Кагальник (пьезометр № 5391); 17 – г. Батайск (колодец № 1); 18 – г. Батайск (пьезометр № 2); 19 – п. Орловский (колодец № 1); 20 – ст. Романовская (колодец № 1); 21 – ст. Романовская (колодец № 2); 22 – ст. Хомутовская (пьезометр № 1); 23 – г. Зерноград (пьезометр № 2); 24 – ст. Егорлыкская (пьезометр № 2); 25 – ст. Егорлыкская (пьезометр № 3); 26 – г. Пролетарск (пьезометр № 5376); 27 – с. Зимовники (пьезометр № 5378); 28 – г. Сальск (пьезометр № 5373); 29 – п. Целина (пьезометр № 5383); 30 – х. Красный (колодец № 1); 31 – с. Самарское (колодец № 1); 32 – х. Елкин (колодец № 1); 33 – п. Орловский (скважина № 1); 34 – г. Волгодонск (пьезометр № 5395); 35 – с. Ремонтное (колодец № 2); 36 – сл. Б. Мартыновка (колодец № 1); 37 – х. Елкин (колодец № 2); 38 – с. Кагальник (колодец № 1); 39 – ст. Багаевская (пьезометр № 2); 40 – ст. Багаевская (пьезометр № 3); 41 – г. Семикаракорск (колодец № 2); 42 – х. Вершинный (колодец № 1); 43 – х. Вершинный (колодец № 2); 44 – с. Песчанокопское (скважина № 1).

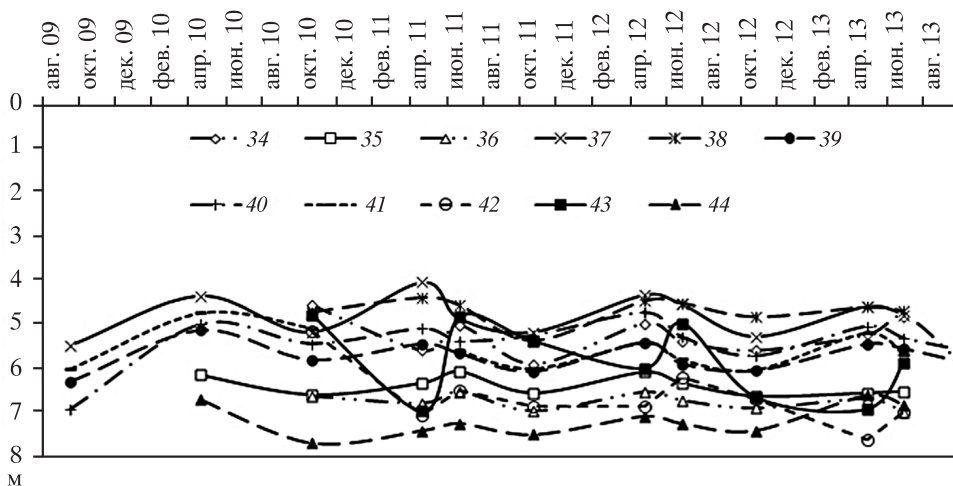


Таблица 1. Пределы изменения и многолетняя амплитуда глубины залегания уровня грунтовых вод на территории ключевых участков за период 2008–2013 гг.

№ п/п	Ключевой участок (количество точек наблюдения)	Пределы изменения измеренного уровня грунтовых вод в различных точках ключевых участков, м	Амплитуда УГВ в точках режимных наблюдений, м	
			пределы изменения	средняя
1	г. Батайск, включая Койсуг (98/25)*	0.05–8.32	0.64–2.73	1.58
2	ст. Багаевская (147/13)	2.33–6.8	1.14–2.13	1.51
3	х. Елкин (55/5)	0.9–5.5	1.5–2.47	1.87
4	ст. Романовская (17/5)	1.0–4.81	0.49–1.99	1.0
5	г. Семикаракорск (135/13)	1.72–14.22	0.48–1.72	1.04
6	с. Дубовское (5/3)	4.31–6.92	0.28–2.61	1.44
7	сл. Большая Мартыновка (6/2)	1.7–6.84	0.42–0.49	0.46
8	п. Веселый (9/6)	0.40–3.29	0.67–2.62	1.36
9	х. Красный (6/1)	1.0–5.1	0.59–1.2	0.9
10	ст. Манычская (37/9)	0.75–5.83	1.14–1.86	1.40
11	х. Верхнесоленый (15/7)	1.2–4.97	0.31–1.27	0.67
12	г. Пролетарск (41/5)	0.2–12.0	0.46–1.64	0.96
13	г. Волгодонск (39/26)	0.95–22.33	0.15–1.94	0.77
14	х. Вершинный (13/3)	4.43–7.87	2.14–2.61	2.40
15	г. Сальск (14/9)	0.36–>17.0	0.6–0.98	0.84
16	п. Южный (9/3)	4.0–8.26	0.42–0.55	0.49
17	х. Денисов (4/2)	1.75–3.36	1.1–1.6	1.01
18	х. Усьман (25/11)	0.5–4.5	0.54–1.52	0.87
19	х. Вербовый Лог (2/2)	<2.0–4.28	0.68–1.28	0.98
20	с. Кагальник (20/5)	0.81–16.7	0.9–1.26	1.02
21	с. Зимовники (24/7)	0.5–4.02	0.89–1.92	1.39
22	п. Орловский (11/3)	1.03–5.53	0.53–1.33	0.96
23	х. Майорский (11/2)	5.65–6.25	0.37–0.60	0.49
24	п. Байков (9/3)	3.1–4.94	0.88–1.6	1.28
25	х. Привольный (3/2)	> 5.0	0.64–0.72	0.68
26	с. Ремонтное (23/4)	1.0–10.0	0.42–1.02	0.75
27	с. Самарское (46/13)	0.06–14.79	0.43–1.49	1.02
28	ст. Хомутовская (9/5)	3.48–7.54	0.90–1.42	1.0
29	г. Зерноград (50/10)	0.38–5.13	1.68–2.63	2.05
30	с. Целина (66/7)	0.20–5.22	1.3–2.6	1.75
31	ст. Егорлыкская (30/6)	2.3–8.0	0.63–1.55	1.01
32	с. Песчанокопское (29/13)	3.02–12.0	0.11–2.45	0.67

Примечание. * В скобках в числителе приведено общее количество точек наблюдения, в знаменателе – количество точек режимных наблюдений.

зонного режима грунтовых вод в настоящее время отчетливо прослеживается только на локальных участках территорий некоторых населенных пунктов, находящихся вблизи железнодорожных насыпей, каналов, различных гидротехнических сооружений, водонапорных башен и пр.

По данным режимных наблюдений 2008–2013 гг., многолетняя амплитуда колебания измеренных УГВ на территориях населенных пунктов варьировала в пределах от 0.1 до 3.0 м. При этом величина амплитуды колебания уровней за внутригодовой

период на 20–50% меньше, чем за многолетний (5–6 лет), что согласуется с исследованиями [2]. В различных точках большинства ключевых участков внутригодовая амплитуда колебания уровней грунтовых вод изменялась в пределах 0.4–1.0 м (табл. 1). Максимальная амплитуда колебания (1.5 м и более) характерна для отдельных станций наблюдения, расположенных в г. Зернограде, г. Батайск, х. Вершинный, п. Целина и х. Елкин. С увеличением глубины залегания грунтовых вод амплитуда колебания их уровней заметно умень-

Таблица 2. Информация о подтоплении территорий населенных пунктов юга Ростовской области

	Ситуация с подтоплением в населенных пунктах			Населенные пункты, часть территории которых подтапливается в период половодья и сильных паводков	Населенные пункты, значительная часть территорий которых постоянно подтоплена
	Населенные пункты, подтопления территорий которых никогда не было или было более 10 лет назад	Населенные пункты, часть территорий которых подтапливается в многоводные годы (последнее подтопление было от 3 до 10 лет назад)	Населенные пункты, часть территорий которых подтапливается в период половодья и сильных паводков		
Административный район					
Азовский район	х. Победа, с. Круглое, с. Стефанидинодар, с. Кутей, х. Харьковский, х. Чумбур-Коса, с. Новомаргаритово, с. Платоно-Петровка, х. Юшкин, п. Овощной, с. Отрадовка, х. Григорьевка, с. Орловка, с. Семибалки, х. Павло-Очаково, х. Полтава 2-я, п. Койсут, х. Павловка х. Алитуб, х. Нижнеподпольный, п. Дивный, <i>ст. Грушевская</i>	х. Красная Заря, с. Красная Поляна, с. Елизаветовка, п. Южный, х. Левобережный, х. Полтава 1-я, с. Маргаритово, х. Кульбакин, с. Пешково, с. Займо-Обрыв, п. Красный Сад, с. Головатовка, с. Порт-Катон, п. Приморский х. Верхнеподпольный, х. Ленина	г. Азов, х. Песчаный, х. Еремеевка, с. Александровка, х. Новоалександровка, п. Васильево-Петровский, х. Нижняя Козинка, п. Каяльский, с. Кагальник, с. Новотроицкое, с. Новониколаевка, с. Кулешовка, с. Самарское, х. Кочеванчик	–	–
Аксайский район					
Багаевский район	х. Ажинов, х. Белянин, х. Краснодонский, х. Федулов, х. Верхнеяченков, х. Кудинов, п. Первомайский, п. Ясный х. Рассвет, п. Садковский, п. Чаканиха, х. Показатель, х. Прогресс	х. Карповка, ст. Багаевская, х. Елкин, х. Красный, х. Арпачин, х. Пустошкин, п. Садовый х. Красный Октябрь, х. Спорный	х. Слава Труда, х. Островского, п. Дорожный, х. Истомино, х. Маяковского, х. Черюмкин, ст. Ольгинская п. Отрадный, ст. Манычская	х. Усьман	–
Весёловский район					
Волгодонской район	х. Пирожок	ст. Дубенцовская, х. Парамонов, х. Холодный	х. Верхнесолёный, х. Красный Маныч, х. Маныч-Балабинка, х. Карашев, х. Казачий, х. Позднеевка, х. Красный Кут п. Победа, п. Донской, х. Потапов, п. Виноградный, ст. Романовская, х. Погожев, х. Рябичев, х. Степной, п. Мичуринский, п. Краснодонский, п. Прогресс, х. Ясырев, х. Морозов, ст. Большовская х. Щеглов, х. Вербовый Лог	п. Весёлый	–
Дубовский район	х. Назаров, х. Минаев, х. Алдабульский, с. Дубовское, х. Ериковский, ст. Жуковская х. Изобильный, <i>ст. Новороговская</i>	–	ст. Егорлыкская, х. <i>Шаумяновский</i>	–	–
Егорлыкский район	п. Шоссейный, п. Междупольный, п. Новые Постройки, х. <i>Путь Правды</i> , х. <i>Гуляй-Борисовка</i>	п. Зерновой, п. Малый Лог, п. Сорговый	г. Зерноград, п. Экспериментальный, п. Осокино, ст. Мечетинская	–	–
Зерноградский район	п. Гашун, х. Плотников, х. Глубокий, х. Мацинин, х. Ильичев, х. <i>Поверенный</i> , х. <i>Камышев</i>	п. Байков	п. Зимовники	–	–

Таблица 2 (окончание)

Административный район	Ситуация с подтоплением в населенных пунктах			Населенные пункты, часть территорий которых подтапливается в период половодья и сильных паводков	Населенные пункты, значительная часть территорий которых постоянно подтоплена
	Населенные пункты, подтопления территорий которых никогда не было или было более 10 лет назад	Населенные пункты, часть территорий которых подтапливаются в многоводные годы (последнее подтопление было от 3 до 10 лет назад)	Населенные пункты, часть территорий которых подтапливается в период половодья и сильных паводков		
Кагальницкий район	х. Кагальничек, п. Малиновка, п. Двуречье, п. Мокрый Батай, х. Родники, х. Жуково-Татарский, ст. Хомутовская	х. Первомайский	ст. Кагальницкая, ст. Кировская, с. Новобатайск, х. Раково-Таврический, х. Красноармейский	–	–
Мартыновский район	п. Большая Орловка, п. Абрикосовый, п. Малая Горка, х. Новосадковский, п. Нагорный, х. Сальский <i>Кагальник</i>	п. Зеленолугский, х. Денисов, сл. Большая Мартыновка, п. Южный, х. Малая Мартыновка	х. Комаров	–	–
Орловский район	х. Ленинский, п. Маныч, х. Донской, х. Ребричанский, х. Каменная Балка, х. Львов, х. Журавлев, п. Красноармейский, х. Раздорский, х. Широкий, х. Быстрянский, х. Луганский, х. Болышевский, х. Островянский, х. Кундрюченский, х. Пролетарский	п. Волочаевский, х. Майорский	х. Курганный, х. Красное Знамя, п. Орловский	–	–
Песчанокоспский район	с. Жуковское, с. Красная Поляна, п. <i>Летник</i>	с. Песчанокоспское	с. Рассыпное	–	–
Пролетарский район	х. Харьковский 2-й, х. Мокрая Ельмута, х. Сухой, х. Черниговский	х. Харьковский 1-й, х. Наумовский, х. Солёный	ст. Будённовская, г. Пролетарск, х. Валуцкий, х. Уютный	–	–
Ремонтенский район	п. Привольный, п. Новопривольный, с. Киевка, п. Веселый	с. Ремонтное	с. Подгорное	–	–
Сальский район	п. Конезавод им. Будённого, п. Белозёрный, с. Ивановка, п. Тальники, п. Кермек, п. Супрун	п. Юловский, п. Северный Сельтель	п. Гигант, п. Степной Курган, с. Новый Егорлык, г. Сальск, с. Сандата, с. Березовка	–	–
Семикаракорский район	п. Нижний Саловск, х. Балабинка, х. Сусат, х. Золотаревка, х. Бакланники, х. Чебачий, х. Павлов, х. Кузнецовка, х. Костылевка, ст. Новозолотовская, х. Слободской, х. Новоромановский, х. Топилин, х. Страхов, х. Шаминки, х. <i>Титов</i>	п. Вершинный, х. Маломечетный, х. Большемечетный, х. Вислый	х. Кирсановка, г. Семикаракорск	–	–
Целинский район	п. <i>Вороново</i>	с. Средний Егорлык	–	п. Целина	–
Городские округа	–	–	г. Волгодонск	г. Батайск	–
Итого населенных пунктов	121	52	77	4	4

* Примечание. Курсивом выделены населенные пункты, информация о наличии подтопления на территории которых приведена по материалам архива Регионального института территориального градостроительного проектирования (г. Ростов-на-Дону).

Таблица 3. Площадь земель с различной глубиной залегания грунтовых вод на территории ключевых участков в весенний период

№ п/п	Ключевой участок	Площадь, км ²	Площадь земель с различной глубиной залегания грунтовых вод, км ²					
			< 1.0 м	1.0–2.0 м	2.0–3.0 м	3.0–5.0 м	5.0–10.0 м	>10.0 м
1	г. Батайск, включая Койсуг	77	48.5	6.9	6.9	8.5	6.2	–
2	ст. Багаевская	30	0.6	0.3	3.6	20.1	4.1	–
3	х. Елкин	9	0.3	3.2	4.8	0.7	–	–
4	ст. Романовская	10	0.3	5.7	4.0	–	–	–
5	г. Семикаракорск	20	3.0	2.0	0.6	2.0	11.0	1.4
6	с. Дубовское	10	–	–	–	1.2	5.6	3.2
7	сл. Б. Мартыновка	10	–	1.5	0.3	–	7.7	0.5
8	п. Веселый	18	17.5	0.5	–	–	–	–
9	х. Красный	8	0.3	0.8	3.7	3.2	–	–
10	ст. Манычская	8	0.7	1.1	1.4	4.8	–	–
11	х. Верхнесоленный	10	–	5.5	4.5	–	–	–
12	г. Пролетарск	18	3.1	4.1	2.9	2.9	4.5	0.5
13	г. Волгодонск	100	–	23.0	18.0	19.0	36.0	4.0
14	х. Вершинный	3	–	–	–	1.4	1.6	–
15	г. Сальск	35	0.7	2.4	5.9	5.6	6.3	14.1
16	п. Южный	4	–	0.2	0.3	0.6	3.0	–
17	х. Денисов	2	–	0.6	0.9	0.5	–	–
18	х. Усьман	3	1.4	1.1	0.5	0.1	–	–
19	х. Вербовый Лог	3	–	0.2	0.8	2.0	–	–
20	с. Кагальник	9	1.1	0.6	1.3	0.7	5.3	–
21	с. Зимовники	25	4.3	19.5	1.3	–	–	–
22	п. Орловский	18	–	1.6	0.5	9.9	5.9	–
23	х. Майорский	3	–	–	0.1	0.2	2.8	–
24	п. Байков	3	0.1	0.3	1.4	1.2	–	–
25	п. Привольный	3	–	–	0.1	0.2	2.7	–
26	с. Ремонтное	14	–	0.8	–	3.4	9.8	–
27	с. Самарское	23	6.9	2.6	1.8	3.7	4.1	4.9
28	ст. Хомутовская	3	–	–	–	1.7	1.3	–
29	г. Зерноград	16	1.9	0.8	9.0	4.3	–	–
30	п. Целина	24	3.3	10.3	8.2	2.2	–	–
31	ст. Егорлыкская	20	2.0	3.0	4.0	8.0	3.0	–
32	с. Песчанокопское	24	–	–	0.5	5.5	15.6	2.4
Итого		564	96	99	87	114	137	31

шалась, а годовая периодичность сглаживалась. Максимумы и минимумы нередко запаздывали на несколько недель, а иногда становились незаметными, главным образом в зависимости от условий притока и оттока грунтовых вод.

Масштабы и причины подтопления. На юге Ростовской обл. подтопление разной степени интенсивности установлено на территориях 133 населенных пунктов (табл. 2), из 81 подтапливаются практически ежегодно. Наиболее серьезная ситуация отмечается в г. Батайск, п. Веселый, п. Целина и х. Усьман, значительная часть территорий которых постоянно подтоплена. Не

менее драматичная обстановка еще недавно наблюдалась на территориях гг. Волгодонск и Зерноград, где в 1970–1980-х гг. в результате поднятия УГВ начался процесс замачивания лессовых макропористых грунтов и их просадка, что привело к массовым деформациям оснований многоэтажных зданий и инженерных сооружений [1]. В последние годы, благодаря принимаемым главами Администрации указанных городов мерам, уровень грунтовых вод на большей их части удалось стабилизировать.

Для каждого населенного пункта, выделенного в качестве ключевого участка, построены кар-

ты распределения УГВ на весенний период, т.е. период наибольшего его подъема, отражающие потенциальную уязвимость их территории для процессов подтопления. По картам рассчитаны площади земель с различной глубиной залегания грунтовых вод (табл. 3). Общая площадь подтапливаемых земель на территориях ключевых участков составляет 195 км² (или 35% от общей площади ключевых участков). Большая часть (150 км²) подтапливаемых земель приходится на такие крупные населенные пункты, как г. Батайск (55.4 км²), с. Зимовники (23.8 км²), г. Волгодонск (23 км²), пос. Веселый (18 км²), пос. Целина (13.6 км²), с. Самарское (9.5 км²) и г. Пролетарск (7.2 км²). Следует отметить, что в многоводные годы вероятно подтопление тех территорий, на которых зеркало грунтовых вод в настоящее время находится на глубинах 2–3 м от поверхности. Согласно расчетам, такие территории на данный момент составляют 87 км² (или 15% от общей площади ключевых участков). Таким образом, общая площадь ежегодно подтапливаемых территорий и территорий, потенциально подтапливаемых в многоводные годы, составляет 282 км² или 50% от всей площади ключевых участков.

Для населенных пунктов, часть территорий которых постоянно подтоплена или подтапливается в периоды половодья и сильных паводков, проведена дифференцированная идентификация основных причин их подтопления. Среди естественных причин следует указать на подпор грунтовых вод со стороны естественных водных объектов в период половодья и паводков, а также небольшую глубину залегания водоупора на участке подтопления. В настоящее время на процесс подтопления территорий большинства (54 из 81) населенных пунктов, преобладающее влияние оказывают техногенные причины, среди которых одна из основных – ухудшение условий поверхностного и подземного стока вследствие вертикальной планировки территории, а именно: засыпки естественных дрен, возведения насыпей, прокладки дорог, дамб и устройства свайных фундаментов. Распространенной причиной выступает также инфильтрация поверхностных вод из искусственных накопителей воды и главным образом оросительных каналов, что особенно характерно для сельских поселений Аксайского, Багаевского и Волгодонского районов. Для городов и крупных районных центров, помимо подпора подземных вод зданиями, железнодорожными и автомобильными трассами, значимой причиной подтопления являются утечки из различных водонесущих коммуникаций. В населенных пунктах, где близкое расположение грунтовых вод к поверхности в

основном обусловлено естественными причинами, подтопление территории, как правило, носит локальный характер и приурочено к поймам и первым надпойменным террасам рек. Увеличение техногенного воздействия на территории данных населенных пунктов без продуманных мер реабилитации локально подтопленных участков будет способствовать расширению зон подтопления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для большинства населенных пунктов юга Ростовской обл. характерен естественный или слабо нарушенный режим грунтовых вод, характеризующийся внутригодовой периодичностью колебания их уровня с минимумом в осенний (сентябрь – октябрь) и максимумом в весенний (апрель – май) периоды. Многолетняя амплитуда колебания уровней грунтовых вод в зависимости от глубины их залегания варьирует в пределах от 0.1 до 3.0 м, уменьшаясь с глубиной.

Подтопление разной степени интенсивности установлено на территориях 133 населенных пунктов области, из них в 4 населенных пунктах часть территории постоянно подтоплена и в 77 подтапливается в периоды половодья и паводков. В ходе гидрогеологической съемки и режимных наблюдений за уровнем грунтовых вод на территориях населенных пунктов, выбранных в качестве ключевых участков, установлено, что площадь ежегодно подтапливаемых территорий и территорий, потенциально подтапливаемых в многоводные годы, составляет 282 км² или 19% от общей площади застроенных территорий юга Ростовской обл. Следует отметить, что это минимальная величина, поскольку она не включает в себя подтапливаемые территории населенных пунктов, не относящихся к ключевым участкам.

Изучение и анализ причин подтопления городских и сельских поселений юга Ростовской обл. показывает, что в настоящее время при формировании данного процесса в большинстве случаев преобладают техногенные причины, приводящие к нарушению природного гидродинамического равновесия в водном балансе территорий, на которых они расположены, и прилегающих к ним участков. Особенно уязвимы для подтопления территории тех населенных пунктов, где природные условия благоприятствуют развитию подтопления – участки, сложенные слабопроницаемыми и набухающими грунтами, плохо развитой эрозионной сетью, неглубоким залеганием водоупоров, затрудненным поверхностным оттоком и ограниченным подземным стоком. Важнейшая естественная причина

подтопления застроенных территорий юга Ростовской обл. — аномально высокое выпадение атмосферных осадков в отдельные годы. Без принятия научно обоснованных мер по устранению и/или минимизации техногенных причин подтопления, выпадение атмосферных осадков в сумме более 400 мм за осенне-зимне-весенний период будет гарантированно приводить к повторению мощного подтопления застроенных и сельскохозяйственных территорий юга Ростовской обл., которое наблюдалось в 2004–2005 и 1995–1997 годы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барцев О.Б., Гарькуша Д.Н., Зубков Е.А., Иванов И.В. Режим грунтовых вод и особенности формирования техногенного подтопления на территориях населенных пунктов юга Ростовской области // Матер. Всерос. научно-практ. конф. "Современные проблемы геологии, географии и геоэкологии". Махачкала: АЛЕФ, 2013. С. 172–176.
2. Гидрогеология СССР. Т. XXVIII, Нижний Дон и Северо-Восточное Приазовье. М.: Недра, 1970. 224 с.
3. Дзекстер Е.С. Проблемы гидрогеологической безопасности застроенных территорий // Промышленное и гражданское строительство. 1992. № 12. С. 13–14.
4. Заиканов В.Г., Минакова Т.Е., Просунцова Н.С. и др. Геоэкологические исследования и оценка урбанизированных территорий // Геоэкология. 2000. № 5. С. 410–421.
5. Игнатова Н.А., Бакаева Е.Н., Барцев О.Б., Гарькуша Д.Н. Экоотоксичность вод колодцев и скважин селитебных территорий в районах техногенного подтопления // Матер. докл. IV Междунар. молодеж. научн. конф. "Экология-2011". Архангельск: Архангельский НЦ УрО РАН, 2011. С. 25–27.
6. Ковалевский В.С. Условия формирования и прогноза естественного режима подземных вод. М.: Недра, 1973. 152 с.
7. Никаноров А.М., Барцев О.Б., Барцев Б.О. Техногенное подтопление на территории юга России в Ростовской области // Изв. РАН. Сер. географ. 2009. № 1. С. 1–11.
8. Никаноров А.М., Барцев О.Б., Гарькуша Д.Н., Бакаева Е.Н., Иванов И.В. Анализ природных опасностей и социально-экономических последствий, создаваемых при техногенном подтоплении территории в условиях аридного климата и концепция их системного мониторинга (юг России) // 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. Рагозин А.Л. Оценка и картографирование опасности и риска от природных и техноприродных процессов (история, методология, методика и примеры) // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. Вып. 3. 1993. С. 16–41.
10. СНиП 2.06.15-85. Инженерная защита территории от затопления и подтопления. М.: Госстрой СССР, 1988.
11. <http://www.meteo.ru>. Сайт Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации — Мировой центр данных (ФГБУ "ВНИИГМИ-МЦД").
12. Wang B. Environmental protection of urban groundwater field // Proc. the 31st International Geological Congress. Rio de Janeiro, 2000. P. 54–70.

REFERENCES

7. Nikanorov, A.M., Bartsev, O.B., Bartsev, B.O. Tekhnogennoe podtoplenie na territorii yuga Rossii v Rostovskoi oblasti [Technogenic flooding in the south of Russia in the Rostov region]. *Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya*, 2009, no. 1, pp. 1–11 (in Russian).
8. Nikanorov, A.M., Bartsev, O.B., Gar'kusha, D.N., Bakaeva, E.N., Ivanov, I.V. *Analiz prirodnnykh opasnostei i sotsial'no-ekonomicheskikh posledstviy, sozdavaemykh pri tekhnogennom podtoplenii territorii v usloviyakh aridnogo klimata i kontseptsiya ikh sistemnogo monitoringa (yug Rossii)* [The analysis of natural hazards and socio-economic consequences arisen at technogenic flooding of areas in the arid climate and the concept of their system monitoring (southern Russia)]. *Mater. Mezhdunar. nauch. konf. "Izuchenie i osvoenie morskikh i nazemnykh ekosistem v usloviyakh arkticheskogo i aridnogo klimata"* [Proc. Intern. Sci. Conf. "Research and development of marine and terrestrial ecosystems in arctic and arid climate."]. Rostov-on-Don: YuNC RAN Publ., 2011, pp. 74–77 (in Russian).
9. Ragozin, A.L. *Otsenka i kartografirovaniye opasnosti i riska ot prirodnnykh i tekhnoprirodnnykh protsessov (istoriya, metodologiya, metodika i primery)* [Assessment and mapping of hazards and risks induced by natural and technonatural processes (history, methodology, methods and cases)]. *Problemy bezopasnosti pri chrezvychainykh situatsiyakh*, 1993, issue 3, pp. 16–41. (in Russian).
10. SNiP 2.06.15-85. *Inzhenernaya zashchita territorii ot zatopleniya i podtopleniya* [Building codes and regulations 2.06.15-85. Engineering protection of areas from flooding and waterlogging]. Moscow, Gosstroj SSSR, 1988. (in Russian).
11. <http://www.meteo.ru>. *Sait Vserossiiskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta gidrometeorologicheskoi informatsii – Mirovoi tsentr dannykh (FGBU "VNIIGMI-MCD")* [Website All-Russian Research Institute of Hydrometeorological Information – World Data Center (FGBU "RIHMI WDC")]. (in Russian).
12. Wang B. *Environmental protection of urban ground-water field*. Proc. the 31st International Geological Congress. Rio de Janeiro, 2000, pp. 54–70.

DYNAMICS, SCOPE AND CAUSES OF SETTLEMENTS WATERLOGGING IN THE SOUTH OF ROSTOV REGION

A. M. Nikanorov*, **, O. B. Bartsev, D. N. Gar'kusha***, E. A. Zubkov*, **, L. I. Minina****

*Hydrochemical Division, Water Problems Institute, Russian Academy of Sciences, pr. Stachki 198, Rostov-on-Don, 344090 Russia. E-mail: ghi@aanet.ru; student-geo@mail.ru

**Hydrochemical Institute, pr. Stachki 198, Rostov-on-Don, 344090 Russia.

***Institute of Earth Sciences, Southern Federal University, ul. Zorge 40, Rostov-on-Don, 344090 Russia.

Technogenic-induced waterlogging of populated areas intensified significantly in the Rostov region in the mid 1950s, after the construction of large water reservoirs and regional irrigation systems, as well as the construction of new railways and highways. In 2004–2005, the maximal for the latest 50–60 years rise in the groundwater level was observed in the south of Rostov region; which aggravated significantly the problem of technogenic waterlogging in many towns, and raised the need to study the scope, effects and causes of this process. In the period 2008–2013 within the borders of the flooded areas, the authors carried out the work, including reconnaissance and hydrogeological surveys of settlements and adjacent areas, drilling wells for experimental testing and determination of physical and mechanical properties of soils, as well as stationary regime monitoring in the level, chemical composition and pollution of groundwater. The built-up areas of the southern Rostov region are characterized by a natural or slightly disturbed groundwater regime, characterized by periodic fluctuations in water level with the maximum in spring and the minimum in autumn. Violation of seasonal groundwater regime is now manifested only locally within some settlements. The long-term fluctuations in the groundwater level range from 0.1 to 3.0 meters in the residential areas. Hydrogeological routes surveyed 243 populated areas, the total area of which is about 70% of the overall built-up territory of the southern Rostov region. Waterlogging of varying intensity is registered in 133 settlements of the Rostov region. The total waterlogged area covers 282 km² or 19% of the total built-up territory in the southern Rostov region. Technogenic causes of waterlogging were found to be predominant in the bulk of settlements. The areas, where natural conditions favor the waterlogging development (i.e., areas composed of swelling and low permeable soils, poorly developed erosional network, shallow occurring aquitards, poor surface runoff and limited subsurface drainage) are particularly vulnerable to this geohazard. Abnormally high atmospheric precipitation in some years appears to be the most important natural reason of waterlogging in built-up areas in the south of Rostov region.

Keywords: *technogenic waterlogging, built-up areas, groundwater regime, scope and causes of waterlogging.*