

УДК 551.494 : 628.36

С. С. ТОВМАСЯН

ИЗУЧЕНИЕ ВОДНО-СОЛЕВОГО БАЛАНСА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ ОКТЕМБЕРЯНСКОГО РАЙОНА АРМЯНСКОЙ ССР

Мелиорация территорий содового засоления весьма трудна и требует значительных затрат. В связи с этим проблема мелиорации почв содового засоления выдвинута на одно из первых мест в мире.

В почве сода может накапливаться лишь в определенных гидрогеологических и климатических условиях. Межгорные впадины, где годовая сумма осадков намного меньше и где очень слабо выражен процесс естественной дренированности, являются типичными участками засоления почв, в частности содового. Характерным примером содового засоления почв может служить Араратская долина [1].

Араратская долина расположена в бассейне среднего течения р. Аракс в пределах абсолютных отметок 800—1000 м и окаймлена горными цепями, высота которых достигает 3000—3500 м. Протяженность ее составляет 150 км, наибольшая ширина—50 км. Общий уклон равнины не превышает 0,004 и направлен с северо-запада на юго-восток.

Климат равнины резко континентальный. Годовая сумма осадков составляет 230—320 мм. Величина испарения с орошаемых полей 450—550 мм в год. Почвенный покров, в основном, представлен бурыми, полупустынными и засоленными почвами.

В Араратской долине повсеместное распространение имеют три водоносных горизонта.

Водовмещающими породами грунтового водоносного горизонта являются пески, галечно-гравелистые и реже валунно-галечные отложения. Глубина залегания грунтовых вод колеблется от 0,5 до 5 м. Коэффициент фильтрации варьирует в пределах 2,5—7,5 м/сутки, амплитуда колебания уровня около 1 м/год. Удельные дебиты скважин составляют 0,5 л/сек.

Водовмещающими породами слабонапорного водоносного горизонта являются галечно-гравелистые отложения с многочисленными линзами песка, глины и суглинка. Мощность водоносного горизонта 150 м, при водопроводимости от 700 до 3800 м²/сутки. Удельные дебиты скважин доходят до 20 л/сек и более. Минерализация вод составляет 0,5—5 г/л. Воды эти гидрокарбонатные натриевые и редко сульфатные натриевые. Слабонапорный водоносный горизонт изолирован от нижележащего напорного водоносного горизонта озерными глинами мощностью 20—30 м, которые на отдельных участках переходят в суглинки и супеси, местами размытые или выклинивающиеся, образуя «гидрогеологические окна».

Водовмещающими породами напорного водоносного горизонта являются андезит-базальтовые лавы и частично валунно-галечники плио-

цевого и четвертичного возраста. Напор горизонта над поверхностью земли достигает 8—10 см, дебиты скважин 10—20 л. сек. При средней мощности водоносного горизонта 160—180 м, водопроницаемость пород колеблется от 10000 до 40000 м³/сутки. Вода гидрокарбонатная натриевая, редко кальциевая с минерализацией до 0,3 г/л.

Питание грунтовых вод происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков и оросительных вод, притока со стороны обрамления, потеря речных вод и за счет перетока из нижележащих водоносных напорных горизонтов. Разгрузка вод осуществляется путем испарения, дренажа их коллекторной сетью и р. Аракс.

Расчет баланса грунтовых вод в условиях орошения осуществлен для Октемберянского района, где наиболее крупной ирригационной системой является Октемберянский канал. Орошаемая площадь равна 17000 га, а к.п.д. системы в целом—0,75. Водозабор осуществляется из р. Аракс.

Изучение баланса грунтовых вод проведено двумя методами: конечно-разностным и водно-балансовым.

При расчете баланса грунтовых вод конечно-разностным методом [3] использовано следующее основное уравнение баланса:

$$\mu z = Q + W,$$

где μ —недостаток насыщения породы в долях единицы,

z —величина изменения уровня грунтовых вод по сравнению с его начальным положением за время t , м,

Q —боковой приток подземных вод (при положительном знаке) или их боковой отток (при отрицательном знаке) на единицу площади за то же время t , м,

W —фактическое питание грунтовых вод (положительная результирующая между инфильтрационным питанием грунтовых вод и испарением с их поверхности и их прибылью и убылью за счет водообмена с нижележащими водоносными горизонтами) за время t или расходование их запасов (при отрицательной результирующей) за то же время t , м.

Поскольку в пределах рассматриваемой территории имеют место в верхнем слое суглинки, супеси, характеризующиеся слабой водопроницаемостью, а ниже хорошо водопроницаемые пески и галечно-гравелистые отложения, то рассматривается схема двухслойного пласта, который подстилается водоупорным слоем глин.

Наблюдения за режимом уровня подземных вод взяты по четырем скважинам, расположенным по пути движения потока: трем скважинам, заложенным на верхний грунтовый водоносный горизонт, и одной—на нижний слабонапорный. Расстояние между скважинами № 1 и № 2 равно 2000 м, между скважинами № 2 и № 3—2750 м.

Величина бокового притока или оттока грунтовых вод при одномерном потоке рассчитывается по формуле:

$$Q = \sum_1^n \frac{\Delta q}{\Delta x} \Delta t,$$

где $\Delta q = q_I - q_{II}$ — разность расходов грунтового потока по пути его движения на единицу его ширины в сечениях I и II на конец промежутка времени Δt ,

$\Delta x = 0,5(l_I + l_{II})$ — расстояние между сечениями I и II,

Для однородного водоносного слоя грунтовых вод расход q определяется в сечении I между скважинами № 1 и № 2 и в сечении II между скважинами № 2 и № 3 по формулам:

$$q_I = K \frac{h_1 + h_2}{2} \cdot \frac{H_1 - H_2}{l_{1,2}},$$

$$q_{II} = K \frac{h_2 + h_3}{2} \cdot \frac{H_2 - H_3}{l_{2,3}},$$

где q_I, q_{II} — расходы грунтового потока на единицу его ширины в сечениях I и II между скважинами № 1 и № 2, № 2 и № 3,

H_1, H_2, H_3 — отметки уровня в скважинах № 1, № 2 и № 3,

h_1, h_2, h_3 — мощности грунтового потока в местах нахождения скважин № 1, № 2 и № 3.

K — коэффициент фильтрации покровных отложений,

$l_{1,2}, l_{2,3}$ — расстояния между скважинами № 1 и № 2, № 2 и № 3.

Фактическое питание W может быть представлено зависимостью:

$$W = W_b - W_n,$$

где W_b — величина фактического инфильтрационного питания грунтовых вод за время t ,

W_n — величина питания горизонта грунтовых вод нижележащим водоносным горизонтом при отрицательном знаке, величина перетока из горизонта грунтовых вод в нижележащие водоносные горизонты при положительном знаке.

$$W_n = \sum_1^n K_b \frac{H_b - H}{m_b} \Delta t,$$

где K_b — коэффициент фильтрации верхних слабопроницаемых отложений.

H_b — отметка зеркала грунтовых вод,

H — отметка уровня в нижнем водоносном горизонте,

m_b — мощность верхнего водоносного горизонта в месте расположения двух спаренных скважин на конец отрезка времени Δt .

Величина W_b связана с $W_{ин}$ и $W_{ис}$ зависимостью

$$W_b = W_{ин} - W_{ис},$$

где $W_{ин}$ — суммарное инфильтрационное питание грунтовых вод за время t ,

$W_{ис}$ — суммарное испарение с зеркала грунтовых вод за время t .

Таблица 1

Определение бокового притока или оттока грунтовых вод

Дата	Отрезки времени Δt , сутки	Абс. отм. уровня грунтовых вод в скважинах			Мощность водоносного слоя, м			q_1 м ² /сут.	q_{II} м ² /сут.	Δq м ² /сут.	$Q = \frac{\Delta q}{\Delta x} \Delta t$, м	ΣQ , м
		H_3	H_2	H_1	h_1	h_2	h_3					
1/1-75 г.												
20/IV	110	844,18	842,36	837,73	16,02	4,41	15,73	0,0014	0,0026	-0,0012	-0,000045	-0,000045
30/VI	71	844,95	842,89	838,04	17,33	4,94	16,04	0,0016	0,0027	-0,0011	-0,000030	-0,000075
10/VIII	41	844,76	842,70	837,85	17,14	4,75	15,85	0,0016	0,0013	0,0003	0,000006	-0,000069
20/IX	41	845,21	842,48	837,77	17,59	4,53	15,77	0,0022	0,0025	-0,0003	-0,000006	-0,000075
1/1-76 г.	102	814,69	842,75	837,65	17,07	4,80	15,65	0,0016	0,0029	-0,0013	-0,000060	-0,000015

Таблица 2

Определение фактической величины питания горизонта грунтовых вод за счет подтока из нижележащего горизонта

Дата	Отрезки времени Δt , сутки	Абс. отм. уровня воды в скважинах № 3 и № 3', м		Мощность водоносного слоя, м	$H_3 - H_{3'}$, м	$W_n = K_n \cdot \frac{H_3 - H_{3'}}{m_n} \Delta t$, м	ΣW_n , м
		H_3	$H_{3'}$				
1/1-75 г.							
20/IV	110	837,73	838,04	15,73	-0,31	-0,26	-0,26
30/VI	71	838,04	838,34	16,04	-0,30	-0,16	-0,42
10/VIII	41	837,85	838,22	15,85	-0,37	-0,12	-0,54
20/IX	41	837,77	838,11	15,77	-0,34	-0,11	-0,65
1/1-76 г.	102	837,65	837,05	15,65	-0,60	0,47	-0,18

Количество атмосферных осадков, по данным метеостанции Октемберян, за 1975 год составляет 271 мм, норма орошения—680 мм. Среднее значение коэффициента фильтрации покровной толщи—0,15 м/сутки, а величина недостатка насыщения прунтов равна 0,1.

Результаты расчетов элементов баланса грунтовых вод приведены в таблицах 1, 2, 3 и 4.

Таблица 3

Определение фактической величины инфильтрационного питания грунтовых вод

Дата	Абс. отм. уровня гр. вод в скв. З, м	z, м	μz, м	ΣQ, м	ΣW, м	ΣW _{ин} , м	ΣW _в , м
1/1—75 г.	837,87						
20/IV	837,73	-0,14	-0,014	-0,000045	-0,014	-0,26	-0,274
30/VI	838,04	0,17	0,017	-0,000075	0,017	-0,42	-0,403
10/VIII	837,85	-0,02	-0,002	-0,000069	-0,002	-0,54	-0,542
20/IX	837,77	-0,10	-0,010	-0,000075	-0,010	-0,65	-0,660
1/1—76 г.	837,65	-0,22	-0,022	-0,000015	-0,022	-0,18	-0,202

Таблица 4

Определение суммарного инфильтрационного питания и испарения грунтовых вод

Дата	ΣW _в	ΣW _{ин}	ΣW _{ис}	Приходные статьи инфильтрац. питание, мм	Приток нижележащих горизонтов мм	Расходные статьи испарение, мм
1/1—75 г.						
20/IV	-0,274	0	274	0	-260	274
30/VI	-0,403	0	403	0	-160	129
10/VIII	-0,542	0	542	0	-120	139
20/IX	-0,660	0	660	0	-110	118
1/1—76 г.	-0,202	458	660	458	470	0
Год				458	-180	660

Из приведенных данных видно, что инфильтрация прунтовых вод приходится на осенний период, в то время как испарение—в весенне-летний. Суммарная величина инфильтрационного питания прунтовых вод в 1975 году равнялась 458 мм, из коих 180 мм составлял подток воды снизу из нижележащего напорного водоносного горизонта. В целом, инфильтрационное питание грунтовых вод составляет 29% суммы атмосферных осадков и поливных вод и 61% приходной части водного баланса. Величина питания горизонта грунтовых вод за счет подтока с нижележащего водоносного горизонта составляет 39% приходной части водного баланса. Суммарная величина испарения с уровня прунтовых вод в 1975 году составляла 660 мм. Разность расходных и приходных статей 202 мм, этим и отмечается снижение уровня грунтовых вод в 1975 году на 0,2 м.

Баланс грунтовых вод рассчитан нами также и по водно-балансовому методу, уравнение которого имеет следующий вид:

$$\pm \Delta z = (A - И) + (P + П - Д - О) + (Q_1 - Q_2) \pm \Delta W,$$

где *A*-инфильтрация атмосферных осадков,

I-испарение,

P-инфильтрация оросительных вод,

П-приток напорных вод,

Д-дренажный сток,

O-боковой подземный отток,

*Q*₁-инфильтрация из реки,

*Q*₂-отток в русло реки,

ΔW -изменение запасов влаги.

Результаты расчета элементов баланса на рассматриваемой территории приведены в таблице 5.

Таблица 5

№№ п/п	Источники	За 1975 год млн м ³	%
Приходная часть			
1	Инфильтрация атмосферных осадков (<i>A</i>)	51	37
2	Инфильтрация оросительных вод (<i>P</i>)	30,86	23
3	Приток напорных вод (<i>П</i>)	46,39	34
4	Инфильтрация из р. Аракс (<i>Q</i> ₁)	8,48	6
	Всего:	136,73	100
Расходная часть			
1	Испарение (<i>I</i>)	70,7	52
2	Дренажный сток (<i>Д</i>)	57,07	42
3	Боковой подземный отток (<i>Q</i> ₁)	8,16	5
4	Отток в русло р. Аракс (<i>Q</i> ₂)	0,8	1
	Всего:	136,73	100

Сопоставляя результаты приведенных выше проработок по водному балансу, находим большую сходимость данных двух методов расчета. Следовательно, было бы целесообразно для мелиоративных целей в условиях Араратской долины производить расчет элементов баланса грунтовых вод обоими методами.

Запасы солей в грунтовых водах рассчитывались по уравнению [2]

$$S = 10 Mhn, \text{ т/га}$$

где *M*-минерализация грунтовых вод в г/л,

h-мощность грунтового потока в м,

n-активная пористость пород в долях единицы, составляет 0,45%.

Расчеты запасов солей в грунтовых водах сведены в таблицу 6.

Таблица 6

Интервалы глубин, м	Пористость,	Минерализация на VI-75 г. г/л	Запасы солей, т/га	Минерализация на XII-75 г. г/л	Запасы солей, т/га
0-2	0,45	1,5	13,5	1,7	15,3
2-3	0,45	0,8	3,6	1,8	8,1
3-4	0,45	0,7	3,15	2,0	9,0
Итого			20,25		32,4

Из таблицы видно, что в интервале 0—4 м минерализация грунтовых вод уменьшается сверху вниз в июне 1975 года и увеличивается сверху вниз по состоянию на декабрь 1975 года. Это объясняется колебаниями уровня грунтовых вод, где в весенне-летний период в процессе испарения грунтовых вод соли поднимаются и накапливаются в верхних интервалах, а при осенней инфильтрации верхние интервалы горизонта грунтовых вод опресняются.

Определение запасов солей в грунтах производилось по следующей формуле:

$$S = 100 ch\sigma, \text{ т/га}$$

где c —общее содержание солей в водной вытяжке в %,

h —мощность слоя в м,

σ —объемный вес скелета грунта в г/см³, в среднем равен 1,7.

Расчет запасов солей в толще 0—4 м сведен в таблицу 7.

Таблица 7

Интервалы глубин, м	Объемный вес скелета грунта, г/см ³	Содержание солей, %	Запасы солей, т/га
0—2	1,7	0,223	75,82
2—3	1,7	0,158	26,86
3—4	1,7	0,102	17,34
Итого:			120,02

По результатам анализа водных вытяжек в толще 0—4 м суглинистых отложений в среднем на территории района имеет место снижение содержания солей с глубиной. Запасы солей в толще 0—4 м составляют 120,02 т/га. Установлена определенная связь содержания солей в грунтовой воде и почве, выявлены причины повышенного накопления солей в верхних интервалах горизонта.

Исследования водно-солевого баланса грунтовых вод необходимы для изучения мелиоративного состояния земель. Они широко применяются в целях определения объема мелиоративных мероприятий (мелиоративный режим, техника дренирования, прогноз рассоления, нормы промывок), изучения процессов формирования и характера распределения запасов солей.

Аргипроводхоз

Поступила 18. V. 1977

ЛИТЕРАТУРА

1. Ананян А. К. Дренаж при освоении содовых солончаков. «Колос», М., 1971.
2. Парфенова Н. И. Методика анализа гидрохимического режима грунтовых вод в связи с его прогнозом при орошении. ВСЕГИНГЕО, М., 1971.
3. Рекомендации по организации, оборудованию и производству наблюдений на водно-балансовых площадках мелиорируемых земель. ВСЕГИНГЕО, М., 1972.