

✓
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГИДРОТЕХНИКИ И МЕЛИОРАЦИИ имени А. Н. КОСТЯКОВА

11989

На правах рукописи

Инженер Х. А. АМАНОВ

ИССЛЕДОВАНИЯ СУММАРНОГО РАСХОДА ВОДЫ ПОЛЕМ В ЗОНЕ КАРАКУМСКОГО КАНАЛА

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель —
академик ВАСХНИЛ Н. А. ШАРОВ

МОСКВА — 1962

Оформление

Работа выполнена в Институте водных проблем и гидротехники АН ТССР.

Защита состоится 1962 года на заседании Ученого совета Всесоюзного научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации им. А. Н. Костякова.

Ваши отзывы и замечания просим направлять по адресу: г. Москва, А-8, Прятинникова, 19. Ученый совет ВНИИГ им. А. Н. Костякова.

В Программе Коммунистической партии Советского Союза, принятой на XXII съезде КПСС, поставлена задача в области сельского хозяйства — увеличить объем продукции в 3,5 раза и повысить производительность труда в 5—6 раз.

В осуществлении этой задачи большую роль играет увеличение площадей орошения и улучшение использования орошаемых земель.

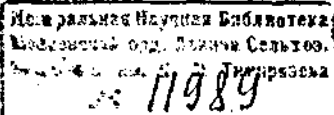
В Туркмении построены Каракумский канал от Аму-Дарьи до Ашхабада длиной 800 км и много других гидротехнических сооружений. После завершения строительства Каракумский канал будет орошать в оазисах Мургаба и Теджена, в предгорьях Копет-Дага и в районах Западного Туркменистана 420 тыс. га. Эта площадь почти равна орошаемой в республике в настоящее время.

Строительство новых систем и улучшение эксплуатации существующих требует разработки методов определения потребности воды на орошение, рационального использования воды для обеспечения высоких и устойчивых урожаев.

В зоне Каракумского канала осваиваются большие площади и значительно увеличивается подача воды, уровень грунтовых вод в зоне орошения заметно повышается. Уровень грунтовых вод влияет на величину суммарного расхода воды полем и на режим орошения культур. Он определяет мелноративное состояние орошаемых земель.

В связи с этим определение расхода воды полем, установление доступного запаса влаги в почве для растений, создаваемого подпитыванием за счет грунтовых вод, динамика солей в почве имеют большое научное и практическое значение при рациональном использовании водно-земельных ресурсов, установлении наиболее целесообразных поливных режимов и расчета дренажа.

В настоящей работе рассмотрены вопросы суммарного расхода воды полем и динамики водного режима почвы при



различных уровнях грунтовых вод в зоне Каракумского канала.

В основу работы положены результаты наших исследований в Тедженском и Мургабском оазисах, данные Илотанской опытной станции и других организаций, опубликованные в печати.

Диссертация изложена на 185 страницах машинописи, с 39 рисунками и состоит из V глав.

Глава I. Краткая характеристика природных условий Мургабского и Тедженского оазисов.

Глава II. Методы определения суммарного расхода воды полем при глубоком залегании грунтовых вод.

Глава III. Исследования расхода воды полем при близком залегании уровня грунтовых вод.

Глава IV. Влияние глубины залегания грунтовых вод на водный режим почвогрунтов.

Глава V. Фактические эксплуатационные данные о расходах воды при орошении на оросительных системах в зоне Каракумского канала.

Определение суммарного расхода воды полем при глубоком залегании уровня грунтовых вод

Суммарный расход воды полем при глубоком залегании уровня грунтовых вод определяется по уравнению водного баланса.

Вопросы водного баланса применительно к районам орошения разрабатывались А. Н. Костяковым, И. А. Шаровым, С. Ф. Аверьяновым, В. А. Шаумяном, Н. А. Максимовым, С. Н. Рыжовым, Н. Д. Кременецким, В. Е. Еременко, Н. К. Балябо, В. А. Ковда, В. М. Легостаевым, А. В. Николаевым, Б. А. Шумаковым, В. В. Колпаковым и другими.

Поливной режим хлопчатника в Мургабском оазисе до 1933 года изучали М. Ф. Перескоков, М. Ф. Кожакин, Н. М. Стундов и др. За период с 1933 по 1938 гг. в Мургабе работали бригады ВНИИГиМ (И. А. Шаров, Г. И. Саенко, В. М. Романов, С. Л. Миркин, Е. П. Фивег, В. В. Спенглер и др.), которые изучали вопросы эксплуатации оросительных систем, разрабатывали и внедряли оптимальные поливные режимы хлопчатника и рациональные методы управления поливной водой.

Многолетнее изучение режима орошения хлопчатника в условиях Мургаба проводилось Д. Н. Самаркиным (1939—

1955 гг.) на Иолотанской опытной станции, на основании чего разработаны нормы и сроки полива, которыми пользуются и в настоящее время.

Расход воды полем хлопчатника и другими культурами зависит от термической энергии, притекающей к поверхности поля и от водно-физических условий, сложившихся на поле и в почве в разные фазы развития растений.

Установлением связей между поливным режимом хлопчатника и внешними термическими условиями среды занимались И. А. Шаров, А. Н. Костяков, Т. Н. Преображенский, А. В. Николаев и другие.

Суммарный расход воды полем по температуре воздуха определяли И. А. Шаров, А. Н. Костяков, А. В. Николаев, Г. К. Льгов, Н. Ф. Блейнн, В. Д. Криддл, Р. Л. Лоури, А. Ф. Джонсон, К. В. Торнтвейт, Х. А. Пенман, Х. Д. Харгривс, Л. Тюрк и другие.

Величину суммарного расхода воды полем устанавливали в зависимости от дефицита влажности воздуха: Р. Э. Давид, П. С. Кузин, А. В. Процеров, А. М. Алпатыев, И. А. Шаров, М. И. Будыко, В. П. Попов, Д. И. Шашко и другие.

На основе обработки метеорологических данных Иолотанской опытной станции и сопоставления их с фактическими поливными режимами хлопчатника, нами установлена корреляционная связь между расходом воды полем, температурой и дефицитом влажности воздуха (табл. 1).

Уравнения выведены для случаев глубокого залегания грунтовых вод (больше 4 м). С помощью таких уравнений появляется возможность вносить поправки в оперативный план водопользования в зависимости от погодных условий.

Общий расход воды полем следует рассматривать как сумму расходов по фазам развития растений.

$$M_{\text{общ.}} = M_{\phi_1} + M_{\phi_2} + \dots + M_{\phi_n} \quad (1)$$

Для определения расхода воды хлопчатником по фазам развития в зависимости от термических условий нами представлены следующие зависимости:

$$M_{\phi} = \beta_{\phi} \alpha \Sigma t^n \quad \text{или} \quad M_{\phi} = \beta_{\phi} \alpha \Sigma d^n, \quad (2)$$

где M_{ϕ} — расход воды хлопковым полем в отдельный период развития;

β_{ϕ} — фазовый коэффициент, устанавливаемый по периодам развития хлопчатника;

- a — параметр, определяемый в результате обработки многолетних наблюдений;
 Σt — сумма среднесуточных температур за период;
 Σd — сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха в миллибарах за период;
 n — показатель степени.

Таблица 1

Предполагаемая влажность (в % от полевой влагоемкости)	Зависимости для определения суммарного расхода воды полем хлопчатника за период вегетации (май—сентябрь)			
	с учетом запаса влаги в почве за счет допосевного увлажнения		без учета запаса влаги в почве за счет допосевного увлажнения (вегетационные поливы)	
	уравнение регрессии	коэффициент корреляции	уравнение регрессии	коэффициент корреляции

По зависимости от температуры воздуха — $M=f(t)$

55	$M_1 = 2,25t^{0,99}$	$r = 0,82 \pm 0,044$	$M_2 = 1,57t^{1,02}$	$r = 0,70 \pm 0,067$
65	$M_1 = 2,10t^{1,02}$	$r = 0,90 \pm 0,022$	$M_2 = 1,70t^{1,03}$	$r = 0,83 \pm 0,040$
70	$M_1 = 1,85t^{1,04}$	$r = 0,82 \pm 0,064$	$M_2 = 1,69t^{1,05}$	$r = 0,80 \pm 0,070$

По зависимости от дефицита влажности воздуха — $M=f(d)$

55	$M_1 = 3,80d^{0,93}$	$r = 0,82 \pm 0,042$	$M_2 = 2,65d^{0,96}$	$r = 0,71 \pm 0,065$
65	$M_1 = 3,85d^{0,95}$	$r = 0,91 \pm 0,022$	$M_2 = 2,16d^{1,01}$	$r = 0,85 \pm 0,039$
70	$M_1 = 3,50d^{0,86}$	$r = 0,83 \pm 0,062$	$M_2 = 2,02d^{1,03}$	$r = 0,81 \pm 0,068$

Примечание. M_1 и M_2 — суммарные расходы воды хлопковым полем в м³/га;

t — сумма среднесуточных температур воздуха за период, май—сентябрь;

d — сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха в миллибарах за этот же период.

Коэффициент (β_f) можно выразить равенством:

$$\beta_f = \frac{M_{\text{фак.}}}{M_{\text{расч.}}}, \quad (3)$$

где $M_{\text{фак.}}$ — среднеемноголетний фактический расход воды полем хлопчатника в отдельный период в м³/га;

$M_{\text{расч.}}$ — расчетный расход воды в отдельный период в м³/га.

Значения коэффициента (β_f) по фазам развития хлопчатника приведены в табл. 2.

Таблица 2

Пред- поливная влажность почвы (в % от полевой влажнос- ти)	С учетом запаса влаги за счет допосевого увлажнения			Без учета запаса влаги за счет допосевого увлажнения (вегетацион- ные поливы)		
	до цве- тения	в цвете- ние	в период созре- вания	до цве- тения	в цвете- ние	в период созре- вания
55	0,75	1,25	1,00	0,55	1,45	1,00
65	0,80	1,20	1,00	0,70	1,30	1,00
70	0,60	1,40	1,00	0,60	1,40	1,00

Для условий Марыйской области, где режим подачи воды на орошение сельскохозяйственных культур тесно связан с режимом рек Мургаб и Теджен, целесообразно применить изложенный метод расчета. Максимальные расходы этих рек наблюдаются в апреле—мае, в то время как наибольший расход воды на орошение приходится на июль—август.

Изменения оросительных норм в различные годы, вычисленные нами статистическим методом по температуре и по дефициту влажности воздуха за 1940—1960 гг., показали, что оросительные нормы, установленные по дефициту влажности воздуха, больше изменяются, чем рассчитанные по температуре воздуха. Коэффициент изменчивости оросительной нормы составляет по температуре воздуха $C_{v(t)} = 0,027$, по дефициту влажности $C_{v(d)} = 0,066$. Коэффициент асимметрии соответственно равен $C_{st(t)} = 0,375$ и $C_{st(d)} = 0,295$.

Величину суммарного расхода воды хлопковым полем в отдельную фазу развития можно определять из уравнения:

$$M_{\phi} = e_{\phi} \Sigma t, \quad (4)$$

где M_{ϕ} — суммарный расход воды полем за рассматриваемую фазу развития хлопчатника;

e_{ϕ} — модуль испарения для данной фазы развития растений.

Размеры модуля испарения воды по фазам развития хлопчатника, установленные по данным Иолотанской станции, представлены в табл. 3.

Модуль испарения хлопкового поля меняется в зависимости от фазы развития и предполивной влажности почвы. Вре-

Таблица 3

Предполагаемая влажность в % от ПВ	Число лет наблюдений	С учетом запаса влаги за счет допосевого увлажнения			Без учета запаса влаги за счет допосевого увлажнения (вегетационные поливы)		
		до цветения	в цветение	в период созревания	до цветения	в цветение	в период созревания
55	9	1,51	2,71	2,17	1,00	2,72	1,86
65	8	1,93	2,95	2,42	1,44	2,87	2,02
70	4	1,58	3,56	2,33	1,55	3,58	2,33

мя расходования поливной нормы по периодам развития хлопчатника можно установить по зависимости:

$$T = \frac{m}{e_{\text{ф}} t}, \quad (5)$$

где T — время, в течение которого может быть израсходована поливная норма (m) в днях;

t — среднесуточная температура воздуха.

Ряд авторов А. Н. Костяков, С. Н. Рыжов, В. Е. Еременко, В. М. Легостаев и В. А. Шаумян считают возможным определить суммарный расход воды полем (M) в зависимости от урожайности культур (y).

Используя многолетние данные Аккавакской (Рыжов, 1948) и Иолотанской (Самаркин, 1939—1953) опытных станций нами составлены уравнения регрессии.

Полученные уравнения регрессии имеют вид:

при определении суммарного расхода воды с учетом допосевого увлажнения

$$M_1 = 74,7y + 6258, \quad (6)$$

при определении оросительной нормы без учета допосевого увлажнения

$$M_2 = 85,7y + 4000. \quad (7)$$

Расчетные значения расхода воды хлопковым полем, вычисленные по формулам, отклоняются от измеренных на Аккавакской опытной станции в среднем на $\pm 4-5\%$ и от измеренных на Иолотанской опытной станции на $\pm 6-11\%$.

При расчетах расхода воды полем по урожайности мы получаем только величины расхода за весь период вегетации. Этим методом нельзя определить потребных расходов воды на орошение в отдельные фазы развития культур при изменяющихся метеорологических условиях.

Исследования расхода воды полем при близком залегании уровня грунтовых вод

Слабо минерализованные грунтовые воды, залегающие на глубине 1—2 м, используются растениями, при этом сокращаются число и нормы вегетационных поливов.

Для изучения расхода воды полем и изменения водно-солевого режима почвы при близком залегании уровня грунтовых вод в Тедженском районе Марийской области были проведены лизиметрические исследования для трех уровней грунтовых вод в 1, 2 и 3 метра от поверхности земли.

Размеры лизиметров: длина 1,0 м; ширина 0,6 м; глубина 1,6 м (6 шт.); 2,6 м (6 шт.) и 3,6 м (6 шт.). Всего было установлено 18 лизиметров.

Верхний метровый слой почвогрунтов участка сложен тяжелыми и средними глинами, второй метр — легкими суглинками и третий — песками.

Величины суммарного расхода воды полем хлопчатника, люцерны и перелога при различной глубине уровня грунтовых вод в лизиметрах приведены в табл. 4.

Наибольший расход воды из грунтовых вод наблюдался из лизиметров, занятых перелогом с покровом солянки. Солянка за период вегетации использовала из грунтовых вод (без полива) 420—722 мм. Накопление сухой массы в этих лизиметрах в пересчете на 1 га составило 120—205 центнеров.

Доля расхода воды из грунтовых вод от суммарного расхода воды полем составляла: для хлопчатника и люцерны 23—42%, перелога с покровом солянки — 73—91% и перелога без покрова за год 37—56% и за период вегетации 57—82%.

Большой интерес представляет сравнение величин расхода воды полем, полученных нами и имеющихся в литературных источниках по другим районам.

В табл. 5 даются величины расхода воды из лизиметров (за период вегетации), занятых хлопчатником и люцерной,

Таблица 4

Суммарный расход воды полев (среднее за 1958—1960 гг.)

Поле	Глубина зале- гания грун- товых вод в м	За год в мм	В том числе из грунто- вых вод		За период вегетации (IV—X) мм	В том числе из грунто- вых вод	
			мм	%		мм	%
Хлопковое	1	1144	470	41	984	413	42
	2	1108	387	35	958	350	37
	3	1057	243	23	819	203	25
Люцерновое	1	1174	372	32	999	330	33
	2	1406	485	35	1205	443	37
	3	1361	391	29	1123	349	31
Перелог с покровом со- лянки—за 1958 г.	1	957	778	81	805	722	90
	2	944	765	81	808	725	89
	3	655	476	73	503	420	84
Перелог без покрова	1	300	169	56	177	145	82
	2	256	110	43	130	88	68
	3	240	88	37	113	64	57

расположенных в Тедженском оазисе, Мургабском оазисе (Байрам-Али), Чарджоу, совхозе «Пахта-Арал» и Бухаре.

Использование грунтовых вод хлопчатником и люцерной при однометровой глубине их залегания составляет для Чарджоу, совхоза «Пахта-Арал» и Бухары 62—79%, для Байрам-Али и Теджена — 30—51% от суммарного расхода воды полев. При глубине залегания грунтовых вод 2 м, их использование составляет для Байрам-Али 17—21%, а для остальных пунктов наблюдения — 34—60% от общего расхода воды полев хлопчатника и люцерны. При понижении уровня грунтовых вод до 3 м использование их сокращается до 4—31%.

Расход воды полев уменьшается с увеличением глубины залегания грунтовых вод. Исключение составляет расход воды в однометровых лизиметрах Теджена, занятых люцерной, что объясняется пониженной урожайностью в них.

Максимальный суммарный расход воды наблюдается в июле—августе, за этот период полев хлопчатника расходует 40—54% и люцерной — 32—40% от суммарного расхода воды за период вегетации.

Таблица 5

Место наблюдения	Глубина залегания грунтовых вод в лизиметрах, в м								
	1			2			3		
	суммарный расход в мм	в т. ч. рас- ход из грун- товых вод		суммарный расход в мм	в т. ч. рас- ход из грун- товых вод		суммарный расход в мм	в т. ч. рас- ход из грун- товых вод	
		мм	%		мм	%		мм	%

Хлопчатник

Теджен, сред- нее за 1958— 1960 гг.	984	413	42	958	350	37	819	203	25
Байрам - Али, среднее за 1955—1956 гг.	1106	334	30	927	155	17	902	99	11
Чарджоу, сред- нее за 1950— 1952 гг.	1241	849	68	747	281	38	657	143	22
Совхоз «Пахта- Арал» средн. за 1950— 1954 гг.	1245	976	78	667	268	40	489	54	11
Бухара, сред- нее за 1950— 1951 гг.	1506	938	62	876	294	34	612	24	4

Люцерна

Теджен, сред- нее за 1958— 1960 гг.	999	330	33	1205	443	37	1123	349	31
Байрам - Али, среднее за 1955—1956 гг.	2088	1072	51	1291	270	21	1288	262	20
Чарджоу, сред- нее за 1950— 1952 гг.	1404	874	62	966	335	35	935	285	30
Совхоз «Пахта- Арал» средн. за 1950— 1954 гг.	2035	1611	79	1932	1160	60	1026	224	22

На основании лизиметрических исследований в Теджене, Байрам-Али, Чарджоу и совхозе «Пахта-Арал», для расчета расхода воды полем за период вегетации в зависимости от температуры воздуха, глубины залегания грунтовых вод и урожайности, нами получены следующие зависимости:

1. Для суммарного расхода воды:

$$\text{полям хлопчатника} \quad E = 50 \sqrt[4]{\frac{\Sigma ty}{H}}, \quad (8)$$

$$\text{полям люцерны} \quad E = 0,001 \Sigma ty + \frac{700}{H}. \quad (9)$$

2. Для расхода воды из грунтовых вод:

$$\text{полям хлопчатника} \quad E' = \frac{\Sigma ty}{300H}, \quad (10)$$

$$\text{полям люцерны} \quad E' = \frac{\Sigma ty}{900H}. \quad (11)$$

где E — суммарный расход воды полей в мм;
 E' — расход воды из грунтовых вод полей в мм;
 Σt — сумма среднесуточных температур воздуха;
 y — урожай хлопка-сырца или накопление сухой массы люцерны в ц/га;
 H — глубина залегания грунтовых вод от поверхности в м.

Эти зависимости определены для глубин грунтовых вод 1—3 м.

Анализируя лизиметрические данные, для расчета месячного суммарного расхода воды полей с апреля по октябрь нами выведены следующие зависимости:

$$\text{для хлопкового поля} \quad E = 11,64 \beta \sqrt[4]{\frac{ty}{H}}, \quad (12)$$

$$\text{для люцернового поля} \quad E = 0,001 y t + \frac{100}{H}. \quad (13)$$

где E — месячный суммарный расход воды полей в мм;
 t — сумма среднесуточных температур воздуха за месяц;
 β — коэффициент, учитывающий расход воды полей хлопчатника. Значения β для отдельных месяцев: в апреле — 0,31, мае — 0,57, июне — 0,91, июле — 1,54, августе — 1,88, сентябре — 1,21 и октябре — 0,57.

Сопоставление измеренных и расчетных значений суммарного расхода воды полей хлопчатника и люцерны дают близкие между собой результаты.

Приведенные формулы (10 и 11) для расчета расхода воды из грунтовых вод дают приближенные значения, так как

с возрастанием оросительной нормы расход воды из грунтовых вод уменьшается, со снижением — увеличивается.

Влияние механического состава почвогрунтов на величину расхода воды полем хлопчатника и люцерны значительно больше при залегании грунтовых вод на глубине 2—3 м, чем при залегании их на глубине 1 м.

Расчетные значения расхода воды полем получаются повышенными для легких почв и пониженными — для тяжелых.

По данным лизиметрических наблюдений в Теджене нами выведены зависимости расхода воды полем перелога без покрова от температуры воздуха (t), средней влажности почвы (P) и глубины залегания грунтовых вод (H).

Для суммарного расхода:

$$\text{за год} \quad E = 51 \left(\frac{\sum t}{H} \right)^{\frac{1}{5}} \quad (14)$$

$$E = 6,23\alpha P + 103 \quad (15)$$

$$\text{за период с мая по сентябрь} \quad E = 0,06 \left(\frac{\sum t}{H} \right)^{\frac{4}{5}} \quad (16)$$

$$E = 6,27\alpha P - 58,6 \quad (17)$$

Для расхода из грунтовых вод:

$$\text{за год} \quad E' = 0,8 \left(\frac{\sum t}{H} \right)^{\frac{3}{5}} \quad (18)$$

$$E' = 8,02\alpha P - 82,2 \quad (19)$$

$$\text{за период с мая по сентябрь} \quad E' = \frac{\sum t}{34H} \quad (20)$$

$$E' = 6,52\alpha P - 76,8 \quad (21)$$

где E и E' — величины расхода воды полем за данный период времени в мм;

α — объемный вес (0—100 см слоя) почвы;

P — влажность (0—100 см слоя) в % к весу сухой почвы.

Общие размеры оросительной нормы (M) при близком залегании грунтовых вод определяются из уравнения:

$$M = E - E' - B - A = \Sigma m, \quad (22)$$

где B — атмосферные осадки;

A — запас влаги, используемой за счет допосевного увлажнения.

Поливную норму (m) при близком залегании уровня грунтовых вод с учетом подпитывания можно определять по предложенной зависимости:

$$m = (1 - K_r) W_{\text{деф.}}, \quad (23)$$

Коэффициент подпитывания K_r определяется отношением доступного запаса влаги в почве $W_{\text{дост.}}^*$, создаваемого за счет грунтовых вод, к дефициту влаги в почве $W_{\text{деф.}}$ при отсутствии подпитывания грунтовыми водами:

$$K_r = \frac{W_{\text{дост.}}}{W_{\text{деф.}}} \quad (24)$$

Для определения доступного количества влаги для растений из грунтовых вод в зависимости от уровня залегания были проведены наблюдения за динамикой влажности почвы в лизиметрах. Эти наблюдения показали, что запас влаги в верхнем метровом слое почвы уменьшается с понижением уровня грунтовых вод. Запас влаги составил в куб. м на 1 га: при уровне грунтовых вод 1 м — 3020; 2 м — 2240; 3 м — 1920; 5 м — 960.

При уровне грунтовых вод 1—3 метра значительное иссушение почвы происходит в верхнем 40-сантиметровом слое почвы.

Значения коэффициентов подпитывания грунтовых вод в зависимости от предполивной влажности и глубины залегания грунтовых вод по нашим данным представлены в табл. 6.

Таблица 6
(Среднее за 1958—1960 гг.)

Глубина горизонта почвы в см	Предполивная влажность (в % от ПВ) и уровень грунтовых вод (м)								
	55			65			70		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0—20	0,18	0	0	0	0	0	0	0	0
20—40	0,71	0	0	0,63	0	0	0,58	0	0
40—60	1,00	0,53	0,46	1,00	0,40	0,31	1,00	0,31	0,19
60—80	1,00	0,98	0,60	1,00	0,98	0,51	1,00	0,97	0,42
80—100	1,00	1,00	0,40	1,00	1,00	0,22	1,00	1,00	0,10
0—100	0,78	0,50	0,29	0,72	0,47	0,20	0,71	0,45	0,14

Примечание. При $W_{\text{дост.}} > W_{\text{деф.}}$ K принято = 1.

* Объем доступной влаги сверх предполивного расчетного запаса.

Для определения доступного запаса воды ($W_{\text{дост.}}$) из грунтовых вод нами дается следующая зависимость:

$$W_{\text{дост.}} = \frac{b}{H^n}, \quad (25)$$

где H — глубина залегания грунтовых вод (1—3) в м;
 b и n — коэффициенты, зависящие от предполивной влажности и расчетного слоя почвы.

Приближенные величины b и n для расчетных слоев почв 0—60, 0—80, 0—100 см приведены в табл. 7.

Таблица 7

Предполивная влажность почвы в % от ПВ	Расчетный слой почвы в см	b	n
55	0—60	50	1,60
	0—80	90	1,23
	0—100	130	1,15
65	0—60	40	2,10
	0—80	70	1,50
	0—100	110	1,50
70	0—60	35	2,77
	0—80	65	1,83
	0—100	90	1,73

Значениями b и n рекомендуется пользоваться при хорошей агротехнике на незасоленных тяжелых почвах. При засоленных почвах и минерализации грунтовых вод поливные нормы должны определяться из условий не только пополнения дефицита влаги, но и для опреснения корнеобитаемого слоя почвы.

Наблюдения за солевым режимом почвы в лизиметрах показали, что содержание плотного остатка и хлора увеличивается с уменьшением глубины залегания грунтовых вод. Содержание солей в почве по фону перелога значительно выше, чем в лизиметрах, занятых хлопчатником и люцерной.

В лизиметрах, занятых хлопчатником с конца февраля до июня в результате выпадения весенних атмосферных осадков (130 мм) и промывных поливов (280 мм) уменьшилось среднее количество плотного остатка на 32—77 т/га и хлора 9—25 т/га, при этом минерализация грунтовых вод увеличи-

валась. Во второй половине мая и июне, с повышением температуры и интенсивности суммарного расхода воды полем, происходит засоление верхних горизонтов почвы. Однако общий солевой баланс остался почти неизменным.

В лизиметрах, занятых перелогом, с увеличением расхода воды происходит аккумуляция солей в верхнем метровом слое почвы. Среднегодовое содержание солей за 1958—1960 гг. в зоне аэрации почвы лизиметров по фонам составило:

Хлопчатник

в 1-м — плотный остаток	0,77‰	и хлор	0,14‰;
во 2-м » »	0,58‰	»	0,12‰;
в 3-м » »	0,37‰	»	0,06‰.

Люцерна

в 1-м — плотный остаток	0,83‰	и хлор	0,19‰;
во 2-м » »	0,57‰	»	0,17‰;
в 3-м » »	0,50‰	»	0,10‰.

Перелог

в 1-м — плотный остаток	1,34‰	и хлор	0,31‰;
во 2-м » »	0,88‰	»	0,27‰;
в 3-м » »	0,62‰	»	0,14‰.

Минерализация грунтовых вод в лизиметрах в среднем за 3 года составила: под хлопчатником 5,5—5,7 г/л плотного остатка и 1,6—2,0 г/л хлора; под люцерной—2,8—3,6 г/л плотного остатка и 0,8—1,2 г/л хлора; под перелогом плотный остаток—1,9—3,5 г/л и хлор—0,6—1,2 г/л.

Фактические данные о расходах воды при орошении на оросительных системах в зоне Каракумского канала

Годовой расход воды при орошении на один осредненный гектар с.-х. культур в период с 1950—1960 гг. составлял в голове магистральных каналов Мургабских систем 14 400—23 700 м³, на поле 8200—15 600 м³. Урожай хлопка-сырца по годам составлял от 14,5 до 21,5 ц/га, причем высокие урожаи получены при годовой подаче воды на поля—10 400 м³/га (21,5 ц/га) и 8900 м³/га (21,1 ц/га).

Среднегодовой расход воды на один гектар орошаемой площади за вегетационный период (с мая по сентябрь)

в голове системы по Мургабскому оазису составил 9600 м³ и по Тедженскому оазису — 9270 м³. Оросительная норма соответственно по оазисам — 5840 и 5480 м³. Общие потери воды из оросительных систем в этих оазисах составили 3490 и 3790 м³/га. Они являются одним из источников питания грунтовых вод.

На основе обработки данных замеров Марыйского облводхоза за 1950—1960 гг. нами установлена корреляционная связь между потерями воды из оросительных каналов (от головного водозабора до точек выделов воды хозяйствам) и подачей воды в точки выдела хозяйствам (табл. 8).

Фактическая оросительная норма хлопчатника в Марыйском районе за 1956—1958 гг. составила 8280 м³/га против плановой—5870, что превышает плановую на 2410 м³/га—41%.

Таблица 8

Корреляционные связи для расчета потерь воды
из оросительных каналов до точек выделов воды в хозяйства
(за период с мая по сентябрь)

Районы	Уравнение зависимости	Коэффициент корреляции
Тахта-Базарский . . .	$M_n = 0,300 M_{\text{выд.}} - 328$	$r = 0,783 \pm 0,078$
Илоотанский . . .	$M_n = 0,366 M_{\text{выд.}} - 220$	$r = 0,790 \pm 0,077$
Гуркмен-Калинский . . .	$M_n = 0,524 M_{\text{выд.}} - 666$	$r = 0,950 \pm 0,020$
Байрам-Алийский . . .	$M_n = 0,407 M_{\text{выд.}} - 450$	$r = 0,910 \pm 0,035$
Мургабский . . .	$M_n = 0,287 M_{\text{выд.}} - 520$	$r = 0,950 \pm 0,020$
Марыйский . . .	$M_n = 0,177 M_{\text{выд.}} - 260$	$r = 0,880 \pm 0,045$
Сакар-Чагинский . . .	$M_n = 0,129 M_{\text{выд.}} + 550$	$r = 0,770 \pm 0,083$
По Мургабскому оазису . . .	$M_n = 0,300 M_{\text{выд.}} - 240$	$r = 0,980 \pm 0,008$
Тедженский . . .	$M_n = 0,380 M_{\text{выд.}} - 1110$	$r = 0,930 \pm 0,030$
Кировский . . .	$M_n = 0,353 M_{\text{выд.}} - 411$	$r = 0,880 \pm 0,049$
Серахский . . .	$M_n = 0,200 M_{\text{выд.}} - 296$	$r = 0,710 \pm 0,110$
По Тедженскому оазису . . .	$M_n = 0,310 M_{\text{выд.}} - 290$	$r = 0,923 \pm 0,030$

Примечание. M_n — потери воды до точек выделов в м³/га;
 $M_{\text{выд.}}$ — водоподача в выделах воды хозяйствам в м³ на один осредненный гектар орошаемой площади.

Среднегодовой уровень грунтовых вод по данным 1959 г. составляет: в Марыйском районе—160 см, Сакар-Чагинском районе—190 см и по Мургабскому оазису—230 см от поверхности земли. Высокое стояние уровня грунтовых вод об-

ясняется затрудненным оттоком их из оазиса и завышенной водоподачей на поля.

Для отвода грунтовых вод нужно ускорить строительство коллекторно-дренажной сети.

В колхозах «Москва» и «Ленинизм» Марьинского района (1960 г.) в четырех бригадах производились исследования организации поливов на 11 участках с общей площадью 157,7 га.

При организации сосредоточенных поливов по удлиненным бороздам (200—250 м) производительность поливальных машин повысилась на 20—40%, производительность трактора на культивации на 13—15%. Поспевание почвы после полива происходило равномерно, что обеспечивало нормальную работу трактора в двух направлениях. Использование орошаемой площади увеличилось на 2,8—3,3% за счет уменьшения удельной протяженности оросительной сети. Снизились затраты труда по устройству и заравниванию временных оросителей и выводных борозд, на 1 га посевов хлопчатника за период вегетации экономия выразилась в 4—6 человеко-дней.

При организации сосредоточенных поливов урожайность хлопчатника составила 27,4—43,9 ц/га.

Средняя выработка одного трактора за вегетационный период в этих колхозах составила на культивации 913 га, на нарезке борозд — 898 га; среднесуточная производительность тракторного агрегата соответственно была 10,5 и 10,2 га. Тракторы с мая по август работали в среднем 85—89 дней, что составило около 70% от общего количества рабочих дней.

Выводы

1. Суммарный расход воды полем хлопчатника и других культур при глубоком залегании грунтовых вод главным образом зависит от термических условий и от гидрофизических условий, сложившихся на поле и в почве за периоды вегетации. Он различен по фазам роста и при различных термических условиях.

Существующие методы определения суммарного расхода воды полем по состоянию влажности почв и по коэффициенту водопотребления отражают только расходы воды данного поля или участка и не дают осредненных показателей для больших массивов орошения. Этими методами затруднительно пользоваться на больших массивах орошения при меняющихся климатических условиях.

2. При глубоком залегании грунтовых вод расчеты суммарного расхода воды полем на основе корреляционной зависимости от термических условий по фазам развития хлопчатника позволяют с достаточной степенью точности устанавливать общие и фазовые размеры расходов воды полем для больших площадей орошения по предложенным нами следующим зависимостям:

$$M_{\phi} = a\beta_{\phi}\Sigma t^n, \quad M_{\phi} = a\beta_{\phi}\Sigma d^n, \quad M_{\phi} = e_{\phi}\Sigma I$$

$$\text{и } M_{\text{общ.}} = M_{\phi 1} + M_{\phi 2} + \dots + M_{\phi n}.$$

Эти зависимости дают возможность вносить корректировки в план водопользования при изменяющихся метеорологических условиях года.

3. При близком залегании уровня грунтовых вод (1—3 м) величина суммарного расхода воды полем хлопчатника и люцерны зависит от термических факторов, от глубины залегания грунтовых вод, от урожайности культур и механического состава почвогрунтов.

4. Для расчета месячного суммарного расхода воды полем с апреля по октябрь при уровнях залегания грунтовых вод от одного до трех метров нами предлагаются следующие зависимости:

$$\text{для хлопкового поля } E = 11,64\beta \sqrt[4]{\frac{t_y}{H}},$$

$$\text{для люцернового поля } E = 0,001t_y + \frac{100}{H}$$

Расход воды из грунтовых вод за период вегетации может быть выражен:

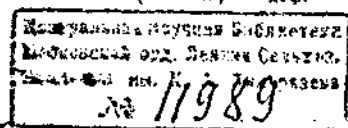
$$\text{полем хлопчатника } E' = \frac{\Sigma t_y}{300H},$$

$$\text{полем люцерны } E' = \frac{\Sigma t_y}{900H}$$

5. Подпитывание грунтовых вод при залегании на глубине 1 метра достигает 78%, при залегании 2 метров — 50% и при залегании 3 метров подпитывание корнеобитаемого слоя составляет 14%.

Поливную норму при близком залегании уровня грунтовых вод с учетом подпитывания можно определить по предложенной зависимости:

$$m = (1 - K_2) W_{\text{деф.}}$$



6. Влияние механического состава почвогрунтов на величину расхода воды полем при глубине залегания грунтовых вод 1 м, сказывается незначительно и при глубине 2—3 метров оно возрастает.

7. В зоне аэрации почвы в лизиметрах, занятых хлопчатником и люцерной, среднее содержание солей составляло: плотного остатка—0,37—0,83‰ и хлора—0,06—0,19‰. Оно уменьшается по мере увеличения глубины залегания грунтовых вод.

Промывные поливы и весенние осадки в период с февраля до июня уменьшают величину плотного остатка—32—77 т/га и хлора 9—25 т/га в верхнем метровом слое почвы хлопкового поля. Начиная с июня, в результате повышения температуры воздуха увеличивается расход воды полем и содержание солей в почве.

8. Большое влияние на производительность труда и на равномерное увлажнение полей имеют сосредоточенные поливы и организация поливов и обработки на участках не менее 10 га. Необходимо эту форму организации труда шире рекомендовать во все районы орошения в зоне Каракумского канала.

**Материалы диссертации опубликованы
в следующих работах автора:**

1. Опыт определения расхода воды полем на основе установления связей с внешними условиями среды. Известия Академии наук ТССР, серия биологических наук, № 6, 1961.

2. Организация поливов хлопчатника в Мургабском оазисе. Бюллетень технико-экономической информации, ГНТК Совета Министров ТССР, № 5, 1961.

3. Некоторые мероприятия по улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель Мургабского оазиса. Бюллетень технико-экономической информации, ГНТК Совета Министров ТССР, № 6, 1961.

4. Лизиметрические исследования в Тедженском оазисе. Труды ТуркменНИИГиМ, вып. I, 1961.

5. Изучение расхода воды полем при близком залегании уровня грунтовых вод в зоне Каракумского канала. Бюллетень технико-экономической информации. Государственный Комитет Совета Министров ТССР по координации научно-исследовательских работ, № 6, 1962.

6. Влияние грунтовых вод на водный режим в зоне Каракумского канала. Журнал «Хлопководство» № 2, 1962.

7. Определение суммарного расхода воды полем при близком залегании уровня грунтовых вод в зоне Каракумского канала. Тезисы докладов межреспубликанской сессии по освоению пустынных территорий Средней Азии и Казахстана. Ашхабад, 1962.

