

7. ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ

7.1 Водоподача в хозяйства

Сельскохозяйственный год можно легко подразделить на два периода по 6 месяцев, на период вегетации (с апреля по сентябрь) и межвегетационный период. Оба эти сезона имеют пики водопотребления, сроки которых практически не изменяются год от года. Для большинства хозяйств в регионе пик водопотребления в течение периода вегетации приходится на июль - август, а в феврале - марте имеет место пик водопотребления на влагозарядные поливы, которые очень часто совмещаются с промывными поливами. Пик водоподачи в межсезонье в различных республиках происходит в разные сроки. Например:

- в рисосеющих хозяйствах Казахстана каналы в межсезонье закрыты, а в хлопкосеющих хозяйствах на юге Казахстана каналы закрыты всего в течение одного месяца в марте на ремонт и очистку от наносов, поскольку поливы озимой пшеницы проводятся в октябре - ноябре, а промывка почв делается в январе - феврале;
- каналы в хозяйствах Киргизстана, расположенных на более высоких отметках, практически закрыты зимой, а в хлопкосеющих хозяйствах в октябре - ноябре проводятся поливы озимых зерновых, которая является второй культурой, а в остальные месяцы периода межсезонья каналы закрыты.

По программе WUFMAS водоподача замерялась только на опытных полях и поэтому уровень водопользования в масштабе всего хозяйства напрямую оценить невозможно. Для такой оценки требуется дополнительная информация, такая как общая водоподача в хозяйство, структура посевов, а также КПД внутрихозяйственной оросительной сети, которая собирается по официальным данным хозяйств. Водоподача для основных культур в хозяйство подсчитывается исходя из предположения, что средние её величины, определённые на основании прямых измерений на опытных полях можно экстраполировать на всю орошаемую площадь хозяйства.

Данные по плановому водопотреблению и фактическая водоподача в хозяйства обобщены в Таблице 7.1, а более детально они даются в Приложении 4, Таблица А4.1. В начале года хозяйства подают в Райводхозы заявки на водоподачу, рассчитанные на основе планируемой структуры и площадей посевов, а также на основе норм водопотребления каждой культуры. Министерства Сельского и Водного Хозяйства и оба БВО ежегодно увязывают общую потребность в воде на орошение с гидрографом стока, прогнозируемым по зимним снегопадам, и на этой основе перед началом оросительного сезона распределяется вода. Общая средняя планируемая норма водоподачи в одно хозяйство составляла 12 тысяч кубометров на гектар, что является близкой величиной к средней по региону, но при этом наблюдается значительная разница по хозяйствам и, следовательно, между республиками. В хозяйствах с рисом в севообороте и в тех хозяйствах, земли которых расположены на склонах, а почвы каменистые, это в основном соответственно в Казахстане и Таджикистане, требуются значительно большие нормы водоподачи. Потребности хозяйств Узбекистана были в основном ниже средних норм, но причины значительной разницы между хозяйствами в водопотреблении не ясны.

В течение отчётного года водоподача за вегетационный период превышала запрашиваемые объёмы в опытных хозяйствах Кызыл-Ординской области, а также во всех опытных хозяйствах Узбекистана, кроме одного, в среднем на 36%. В других республиках имел место недостаток воды. Так например в опытных хозяйствах Таджикистана, расположенных в конце Большого Ферганского Канала воды было

подано на 37% меньше, поэтому общая средняя водоподача в опытные хозяйства превышала потребности только на 15%.

Площади, орошаемые в течение каждого месяца, изменялись в зависимости от климатических условий и графика орошения. Площади, фактически политые за месяц и подсчитанные в виде процента от планируемых орошаемых площадей, несколько изменялись от хозяйства к хозяйству, достигая максимальной величины в самые разные месяцы. В некоторых случаях максимум приходился на пик оросительного сезона, а в других случаях он приходился на те зимние и весенние месяцы, когда проводилась подготовка земли к севу, промывные поливы и поливы озимой пшеницы. За исключением опытных хозяйств Таджикистана, максимальные величины чётко отражали полученные сезонные объёмы воды в виде процента от заявленного объёма воды. Объёмы воды, полученные в расчёте на один гектар фактически политых площадей и подсчитанные по месяцам, значительно отличались по хозяйствам, а высокие величины водоподачи отражали большие холостые сбросы из внутриводоподачных каналов. Отмечена большая водоподача в оба хозяйства на Юге Казахстана, в одно из двух хозяйств в Канибадаме, в оба хозяйства в Каракалпакии и в оба хозяйства в Сырдарьинской области. Наибольшая водоподача на границе хозяйства была зарегистрирована в хозяйстве им. Тимур Малика в Сырдарьинской области, которое получило в сентябре 1374 кубометров воды, большая часть которой прошла транзитом через хозяйство, причём в этом месяце было полито всего 24 гектара земель. Такое количество воды эквивалентно поливной норме в 57 тысяч кубометров на гектар.

Таблица 7.1 Водоподача и использование воды по хозяйствам в 1997 году

Наименование	Ед. изм.	Казахстан (4 хоз-ва)	Киргизия (4 хоз-ва)	Таджикистан (2 хоз-ва)	Туркмения (2 хоз-ва)	Узбекистан (10 хоз-ств)	Средняя (22 хоз-ва)
Заявленный объём	т. м3	60,000	28,025	45,879	35,650	30,206	34,861
Планируемая орошаемая площадь	га	3,115	2,680	2,140	3,170	3,470	3,114
Планируемая водоподача	тм3/га	19	10	22	11	9	12
Вода, полученная за вегетацию	т.м3	49,751	24,725	35,981	15,956	30,267	32,021
Дренажная вода, использованная на орошение: тах месячный объём	т. м3	0	0	86	0	0	8
Полученная вода: тах месячный объём	т.м3	18,566	6,947	7,806	4,794	8,075	9,455
Вода, полученная на га планируем орош площ: тах месяч кол-во	м3/га	5,611	2,525	3,588	1,507	2,386	3,027
Площ, политая за мес.: тах площадь за месяц	га	4,096	2,509	5,005	2,064	3,530	3,448
Вода, полученная на га факт орошаем земель: тах кол-во за месяц	м3/га	10,765	3,081	14,278	2,786	11,061	9,096
Факт политая площ в % от планируемой площ: тах месячная величина	%	120	89	224	65	113	116
Получен кол-во воды в % от заявлен объёма	%	137	90	87	63	136	115

7.2 Типы каналов, подводящих воду к полям

В Приложении 4 Таблица 4А.2 даётся детальная информация о типах каналов, подающих воду к опытным полям, а в Таблице 7.2 приведены обобщённые данные по типам этих каналов.

**Таблица 7.2 Типы каналов, подводящих воду к опытным полям
(в % от общего количества опытных полей)**

Типы каналов	Казах- стан	Киргиз- стан	Таджики- стан	Туркмени стан	Узбеки- стан	Общая средняя
Не облиц земл каналы	8	73	90	0	70	55
Бетонная монолитная облицовка	50	0	0	0	10	14
Ж/б лотки	0	28	5	0	0	6
Времен полевые канал	18	0	0	0	20	12
Времен полев ок арыки	25	0	0	100	0	14
Закрытые трубопровод с гидрантами	0	0	5	0	0	0

Подавляющее большинство подводящих каналов (81%) являются необлицованными каналами. Более половины всех этих каналов являются капитальными, а 26 процентов их общего количества являются временными. Облицованных каналов пропорционально больше в Казахстане, но только небольшое их количество построено из сборных железобетонных лотков. В хозяйстве в Канибадаме, земли которого расположены на крутых склонах с почвами грубого мехсостава, подача воды осуществляется самотечными закрытыми трубопроводами с гидрантами в точках водовыдела. Гибкие шланги, снижающие потери воды при поливах на поле, теперь уже не применяются.

Временные полевые каналы (ок арыки), подающие воду к группе борозд или полос на поле, увеличивают транспортировочные потери воды непосредственно при поливе поля, но вместе с тем их преимущество состоит в том, что они уменьшают количество водовыпусков в поле из подводящего канала. Удельная протяжённость сети таких временных распределительных каналов зависит от площади орошаемых блоков и в среднем изменяется от 35 метров на гектар (для блоков по 20 га) до 80 метров на гектар (для блоков по 4 га).

7.3 Способы полива полей

Особенностью ирригации в регионе Центральной Азии является преобладание самотечных оросительных систем с незначительным командованием уровней воды в каналах над орошаемыми площадями, обычно примерно 0.3 -1.0м. И как следствие, основным способом распределения воды по площади поливных участков является поверхностный способ орошения. Методы полива опытных полей обобщаются в Таблице 7.3.

Таблица 7.3 Методы полива полей

Методы поливов	Казахстан	Киргизстан	Таджикистан	Туркменистан	Узбекистан	Общий средний
% орошаемых полей:						
По обычным бороздам	37	79	100	45	59	61
По бороз с защ пласт салф	0	0	0	0	3	1
По чекам	50	0	0	0	11	14
Полив по полосам	13	0	0	55	5	10
Напуск по погранич бороздам	0	0	0	0	9	4
Неконтролируемый напуск	0	21	0	0	13	9
Не поливали (в % от общ кол)	5	18	0	0	8	8

Способ поверхностного полива в большой степени зависит от культуры и от уклона поверхности поля. Самым распространённым способом полива является полив по бороздам с междурядьями 0.6 и 0.9м, нарезаемыми вдоль уклона поля. Полив по бороздам широко используется для полива хлопчатника, озимой пшеницы, кукурузы на зерно, абрикосов, сахарной свеклы, бахчевых, лука, подсолнечника и табака. 62 процентов орошаемых полей поливалось по бороздам и только на одном проценте из них головные участки борозд были защищены от размыва, обычно небольшим куском полиэтиленовой плёнки. На плоских землях, в частности в дельтовых зонах, распространён полив затоплением по чекам риса, люцерны, озимой и яровой пшеницы. Такой способ применяется в общем на 14 процентах всех орошаемых опытных полей. Полив по полосам особенно широко распространён на опытных полях в Туркменистане и вместе с поливом напуском по пограничным бороздам применялся на 14 процентах орошаемых полей. Полив неконтролируемым напуском является самым неэффективным способом полива и распространён в Киргизстане, где вода имеется с избытком и уклоны поверхности земли более крутые, а также такой способ местами применяется на староорошаемых ровных землях в Бухарской области. Этот способ полива применялся на 9 процентах опытных полей.

Около 8 процентов опытных полей WUFMAS, которые первоначально были выбраны как орошаемые, в 1997 году не орошались вообще. В основном это объяснялось такими причинами, как нехватка оросительной воды, а в некоторых случаях в поливах не было необходимости из-за того, что уровень грунтовых вод располагался близко к поверхности.

7.4 Грунтовые воды

Значительное количество воды в пылеватых почвах поднимается к поверхности почвы по капиллярам из грунтовых вод, глубина уровня которых менее 2-х метров и испарение этой воды может вызвать серьёзное вторичное засоление, если только не бороться с ним с помощью промывок или если оно предотвращается обильными осадками. Даже при более глубоком залегании грунтовых вод суточное их поступление в корнеобитаемую зону может быть значительным, снижая тем самым потребности культур в орошении. Изменения уровня грунтовых вод зависят от таких факторов, как местоположение конкретного участка в катене,^{1/} его высотное положение по отношению к каналам, степень дренированности, время года, графики поливов, а также наличие и эффективность работы искусственного дренажа. Техническими наблюдателями фиксировали средний уровень залегания грунтовых вод на опытных полях программы WUFMAS по два раза в месяц. Эти данные приведены в Приложении 4 Таблицы А4.3 и в обобщённом виде даны в Таблице 7.4.

В общем 41 процент опытных полей имел среднюю глубину залегания уровня грунтовых вод 2 метра или меньше, и связанную с этим опасность вторичного засоления. Это значительно более серьёзная ситуация, по сравнению с зафиксированной в 1996 году. Самая плохая ситуация складывается в Казахстане и в Узбекистане, и меньше всего проблем в этой связи имеет Киргизстан. В общем 74 процента опытных полей имели среднюю глубину залегания уровней грунтовых вод менее 3 метров и поэтому поступление из грунтовых вод для покрытия потребностей нетто культур в орошение было значительным. Влияние этого поступления выражается в заметном удлинении критического периода между поливами, а следовательно, в идеальном графике орошения снижается количество поливов в течение оросительного сезона.

^{1/} Серия почвенных разностей, сформировавшихся на одних и тех же материнских породах, но имеющих разные характеристики из-за изменения высотного положения и условий дренированности

Таблица 7.4 Средняя глубина уровня грунтовых вод от поверхности земли (в процентах по полям и республикам)

Глубина (м)	Казахстан	Киргизстан	Таджикистан	Туркменистан	Узбекистан	Общая средняя
0-0.50	23	3	10	0	1	6
0.51-1.00	13	0	10	0	16	11
1.01-1.50	10	5	5	5	13	10
1.51-2.00	10	0	0	40	20	15
2.01-2.50	38	5	0	25	33	25
2.51-3.00	8	0	0	30		7
3.01-5.00	0	0	5	0	10	5
>5.00 (1)	0	88	70	0	0	22

(1) Примечание: УГВ глубже 5м не измерялся, а условно записывался как глубина 10м

Наблюдаются сезонные колебания глубины уровня грунтовых вод из-за глубокого просачивания оросительной воды и утечек воды из каналов. Эти колебания имеют важное значение там, где уровень грунтовых вод расположен близко к поверхности земли. Среднемесячные колебания уровней грунтовых вод по республикам в 1997 году показаны в Таблице 7.5, а подробная информация приводится в Приложении 4 Таблица А4.4.

Таблица 7.5 Сезонные изменения глубины уровня грунтовых вод (в среднем в метрах по опытным полям и по республикам)

Месяцы в 1997г	Казахстан	Киргизстан	Таджикистан	Туркменистан	Узбекистан
Апрель	2.0	(1)	5.8 (2)	2.3	2.0
Май	1.6		2.1	1.9	1.9
Июнь	1.3		5.7	2.0	2.0
Июль	1.6		1.9	2.1	2.0
Август	1.7		6.1	2.2	2.1
Сентябрь	2.4		6.0	2.4	2.3
Октябрь	2.7		3.9	2.6	2.7
Ноябрь	3.2		1.0	2.6	2.6
Декабрь	3.3			3.0	2.8

Примечания: (1) УГВ глубже 5м не измерялся, а условно записывался как глубина 10м

(2) Изменения УГВ в Таджикистане вызваны замерами временной глубины после поливов

Хозяйства Киргизстана являются репрезентативными для зоны формирования стока рек, где глубина залегания уровня грунтовых вод в основном более 10 метров и более и где из грунтовых вод нет поступления на эвапотранспирацию культур. Хозяйства в Марыйской области Туркменистана и в Сырдарьинской области Узбекистана являются репрезентативными для земель среднего течения рек. Глубина уровня залегания грунтовых вод здесь составляет 1.3 - 2.5 метра и зависит от эффективности работы дренажной системы и норм подачи оросительной воды. На таких землях имеется поступление грунтовой воды на эвапотранспирацию культур. Уровни грунтовых вод в этих регионах снижаются к концу лета и затем повышаются к весне из-за очень больших норм подачи воды на промывки почвы и влагозарядные поливы (250 - 400мм в феврале - марте).

Хозяйства Кызыл-Ординской области Казахстана и хозяйства Каракалпакии в Узбекистане являются репрезентативными для земель нижнего течения рек. Колебания уровней грунтовых вод полностью зависят от графиков полива риса и в течение вегетационного периода они располагаются близко к поверхности земли, на глубине 0.3 - 2.0 метра.

Хозяйства в долине реки Чу в Киргизстане и хозяйства в Сурхандарьинской области Узбекистана являются репрезентативными для земель межгорных впадин. Глубина залегания уровня грунтовых вод здесь зависит от местоположения участка по высоте относительно близлежащих орошаемых участков земель. Земли на верхних участках склонов и террасах имеют глубокий уровень залегания грунтовых вод (5 - 10м и более), но на землях с более низкими отметками ввиду низких КПД поливов и наличию боковой приточности воды уровень грунтовых вод повышается (типичной является глубина 0.8 - 2.3м). Этот эффект наблюдается летом в двух хозяйствах Ленинабадской области Таджикистана, где чрезмерные поливные нормы на крутых склоновых землях с почвами грубого мехсостава поддерживают высокий уровень грунтовых вод (от 0.5 до - 1.1м) на более низко расположенных землях, по соседству с Кайракумским водохранилищем.

Стоит отметить, что дренажные системы, построенные на землях среднего и нижнего течения рек, запроектированы так, чтобы поддерживать уровень грунтовых вод на глубине 2.5 - 3.0м. Однако только 10 процентов полей имеют уровень грунтовых вод в этих пределах, что указывает на неудовлетворительную работу дренажных систем.

7.5 Ирригационное водопользование

Собранные за сезон 1996-1997 года данные по использованию оросительной воды на опытных полях были проверены и данные для 97 полей хлопчатника и 48 полей озимой пшеницы рассматриваются как достаточно точные для их обобщения. Средние величины водопотребления по хозяйствам даны в Приложении 4, а в Таблицах 7.6 и 7.7 приводятся обобщённые данные по республикам.

Таблица 7.6 Сводные данные по использованию оросительной воды на хлопчатнике

Наименования	Ед. Изм.	Казахстан	Киргиз-стан	Таджики-стан	Туркмени-стан	Узбеки-стан	Общая средняя
Количество опытных полей хлопчатника	шт.	13	13	10	9	52	97
Площадь опытных полей хлопчатника	г	10.1	5.2	8.8	8.3	6.9	7.4
Средняя глубина УГВ за сезон	м	2.4	10.0	6.5	1.9	2.0	3.6
Годовая суммарная норма водоподачи брутто для поля	тыс.м ³ на га.	5.72	9.34	14.09	7.37	5.44	7.07
Водоподача на промывку и влагозарядку	тыс м ³ на га	4.58	0.00	0.00	1.76	2.16	1.93
Количество промывок и влагозарядок	раз	1.0	0.0	0.0	1.0	1.5	1.0
Промывная норма брутто за 1 промывку	тыс.м ³ на га	4.58	0.00	0.00	1.76	1.66	1.67
Оросительная норма брутто поля	тыс м ³ на га	1.14	9.34	14.09	5.61	3.29	5.14
Поливы в % от общего количества использованной воды	%	20	100	100	76	60	73
Количество поливов за вегетацию	Раз	1.2	6.2	5.6	4.0	3.2	3.6
Поливная норма брутто за 1 полив	тыс м на га	0.97	1.51	2.60	1.38	1.11	1.32

Таблица 7.7 Сводные данные по использованию оросительной воды на озимой пшенице

Наименования	Ед. Изм.	Казахстан	Киргиз-стан	Таджики-стан	Туркмени-стан	Узбеки-стан	Общая средняя
Количество опытных полей озимой пшеницы	шт.	2	8	6	8	24	48
Площадь опытных полей озимой пшеницы	г	14.3	10.3	8.7	7.7	9.7	9.5
Средняя глубина УГВ за сезон	м	1.7	8.1	8.8	1.9	1.7	3.7
Годовая оросительная норма брутто для поля	тыс.м ³ на га.	0.96	5.49	7.04	7.70	3.35	4.79
Количество поливов за вегетацию	Раз	1.0	2.6	4.1	4.6	3.9	3.7
Поливная норма брутто за 1 полив	тыс м на га	0.96	2.15	1.74	1.74	0.91	1.36

Площади опытных полей заметно больше в Казахстане по сравнению с другими республиками, а средняя глубина залегания уровня грунтовых вод намного больше в Киргизстане и в Таджикистане.

Причина подачи воды на поля под паром в зимние месяцы не всегда понятна. Вода может подаваться для промывки солей, увлажнения почвы перед вспашкой и влагозарядки перед посевом. Поэтому теоретически для хлопчатника за оросительную воду считается вода, поданная на поле между севом и сбором урожая, а вся другая вода рассматривается как использована для других целей. Общее среднее количество воды, поданное на хлопковые поля за год, составляет 7.07 тыс. кубометров на гектар, из которых 73 процента было использовано на поливы и 27 процентов было использовано в зимние месяцы. Соответствующая средняя величина для озимой пшеницы составляет 4.79 тыс. кубометров на гектар.

Наблюдается большая разница между хозяйствами и между средними величинами по республикам. Средние годовые суммарные величины водоподачи находятся в пределах от 14.09 тыс. кубометров на гектар в Киргизстане до 5.44 тыс. кубометров на гектар в Узбекистане. Вся вода, поданная на опытные поля хлопчатника в Киргизстане и Таджикистане, была использована на орошение, а в Казахстане на орошение было использовано только 20 процентов от общего количества поданной воды. Количество воды, поданной на поливы хлопчатника, значительно отличается по республикам: 14.09 тыс. кубометров на гектар в Таджикистане и всего 1.14 тыс. кубометров на гектар в Казахстане.

В случае с озимой пшеницей, посеянной в октябре или ноябре, невозможно различить воду, поданную на орошение, от воды, поданной для подготовки земли и промывок. Поэтому, вся использованная вода рассматривается как оросительная вода. Оросительная норма для озимой пшеницы в Таджикистане и Туркменистане составляла более 7 тыс. кубометров на гектар по сравнению со всего только 0.96 тыс. кубометров на гектар в Казахстане.

Когда вода используется в течение зимних месяцев для подготовки к следующему севу хлопчатника, она в основном подаётся одной обильной дозой, как например эта величина в хозяйствах Казахстана в среднем составила 4.58 тыс. кубометров на гектар. В некоторых хозяйствах Узбекистана до сева проводилось по два полива.

Количество поливов обеих культур в течение вегетационного периода изменялось значительно. Общее среднее количество поливов обеих культур составило примерно 3.6/3.7 поливов. Количество поливов хлопчатника в среднем составило от 6.2 полива в хозяйствах Киргизстана до 1.2 полива в хозяйствах Казахстана. Пшеница поливалась чаще всего в Туркменистане, примерно 4.6 полива, а в Казахстане она поливалась только один раз.

Средняя поливная норма брутто за один полив была почти одинаковой для хлопчатника и для пшеницы, немногим более 1.3 тыс. кубометров на гектар, но опять наблюдается большая разница между средними величинами по хозяйствам и по республикам. В среднем за каждый полив в Казахстане обе эти культуры получали менее 1 тыс. кубометров на гектар, хлопчатник в Таджикистане получал до 2.6 тыс. кубометров на гектар и пшеница в Киргизстане получала 2.15 тыс. кубометров на гектар.

7.6 Качество воды

Пробы воды для анализов периодически отбирались из оросительных каналов, подающих воду на опытные поля, из дренажных коллекторов, отводящих воду с полей, а также из пяти скважин на каждом опытном поле, где УГВ был менее 5 метров. Тут же

в поле с помощью портативных приборов измерялась электропроводимость и величина рН, но сильно минерализованные пробы (за пределами шкалы приборов) и репрезентативные пробы отправлялись в лабораторию для проведения более тщательных анализов. Средние величины с диапазоном максимальных и минимальных величин представлены в Приложении Таблица А4.5, а обобщённые данные по средним величинам приводятся в таблице ниже. Наблюдается близкое совпадение между суммой величин концентрации катионов и анионов, при разнице не более 3 процента, что указывает на надёжность данных, но при этом некоторые сомнительные величины из базы данных не были приняты во внимание.

Для предоставления некоторой индикации распределения величин, они были сгруппированы в три класса, потому что диапазон величин очень широкий. При анализе для оценки качества оросительной воды были использованы критерии ФАО, которые считаются показателями минерализации, как это показано в Таблице 7.8. Классификация других анализов проведена произвольно. Предельные величины по каждому классу показаны в верхней части таблиц.

Детальное описание данных анализов воды см. Раздел 15.

Таблица 7.8 Критерии ФАО для интерпретации качества оросительной воды

Лабораторные измерения	Ед. изм.	Степень ограничения для использования		
		Нет	Небольшая/умеренная	Жёсткие
Минерализация:				
Электропроводимость EC _w или плотный остаток (TDS) EC _w относительно SAR (1) =	dS/m (r/l) dS/m	< 07 (< 0.45) > 0.7	0.7 - 3.0 (0.45 - 2.0) 0.7 - 0.2	> 3.0 (> 2.0) < 0.2
0 - 3				
3 - 6		> 1.2	1.2 - 0.3	< 0.3
6 - 12		> 1.9	1.9 - 0.5	< 0.5
12 - 20		> 2.9	2.9 - 1.3	< 1.3
20 - 40		> 5.0	5.0 - 2.9	< 2.9
Влияние характерных ионов:				
Na ⁺ – поверхностное орошение	SAR (1)	< 3	3 - 9	> 9
Дождевание	М-экв/л	< 3	> 3	
Cl ⁻ – поверхностное орошение	М-экв/л	< 4	4 - 10	> 10
Дождевание	М-экв/л	< 3	> 3	
B	М-экв/л	< 0.7	0.7 - 3.0	> 3.0
Разнообразные факторы, влияющие на некоторые культуры:				
NO ₃ ⁻ – N	М-экв/л	< 5	5 - 30	> 30
HCO ₃ ⁻	М-экв/л	< 1.5	1.5 - 8.5	> 8.5
PH (по дисбалансу питательных веществ)		Нормальный диапазон 6.5 - 8.4		

Примечание: (1) - SAR – соотношение натрия в поглощающем комплексе почвы
Источник: Booker Tropical Soil Manual, Ed Landon J R, Longman (1991)

7.6.1 Оросительная вода

Средние величины анализов проб оросительной воды показаны в Таблице 7.9, а разбивка образцов на три класса в процентном отношении дана в Таблице 7.10. Более подробная информация приводится в Приложении 4.

Результаты анализов оросительной воды показали, что в среднем самое плохое её качество наблюдалось в хозяйствах Узбекистана в 1996 году, а в 1997 году - в хозяйствах Казахстана. Возможно, это было обусловлено тем, что в 1997 году было проанализировано меньшее количество проб, взятых в разные периоды. Кроме этого на результаты анализов могли повлиять те изменения качества воды, которые были вызваны обильными снегопадами и возвратными дренажными водами. Самое лучшее качество воды наблюдалось в хозяйствах Киргизстана.

Таблица 7.9 Средние величины результатов анализов проб оросительной воды

Характеристики	Ед. Изм.	Казахстан		Киргизстан		Таджи-кстан	Туркме-нистан	Узбекистан		Общая средняя	
		1996	1997	1996	1997	1996	1996	1996	1997	1996	1997
pH		8.6	7.9	8.3	8.2	8.5	8.4	8.4	7.6	8.4	7.9
Концентрация ионов:											
HCO ₃ ⁻	мэкв/л	1.5		0.4		0.7	0.8	1.2		1.0	
Cl ⁻	мэкв/л	2.9	8.2	0.7	0.6	2.7	2.6	3.3	3.5	2.7	3.2
SO ₄ ⁻	мэкв/л	7.4		2.3		7.3	5.5	7.0		6.1	
Ca ⁺⁺	мэкв/л	5.0		1.6		3.9	3.6	4.3		3.9	
Mg ⁺⁺	мэкв/л	4.6		0.9		2.3	2.1	3.5		2.9	
Na ⁺	мэкв/л	2.2		0.6		4.6	3.1	3.5		3.0	
K ⁺	мэкв/л	0.1		0.0		0.1	0.1	0.1		0.1	
Минерализация:											
TDS плотн остаток	г/л	0.78	1.62	0.29	0.35	0.79	0.67	0.96	1.08	0.77	0.88
ЕС электропровод	dS/м	1.3	2.1	0.5	0.6	0.8	0.9	1.5	1.7	1.2	1.3
SAR		1.0		0.7		3.3	1.7	2.0		1.8	
Степень опасности (0=нет, 3=сильная)	ЕС	1.0	1.3	0.3	0.0	0.8	0.9	0.9	1.1	0.8	0.6
	Cl	0.0	0.4	0.0	0.0	0.3	0.1	0.4	0.3	0.3	0.2
	SAR	0.0		0.4		0.4	0.2	0.3		0.3	

Таблица 7.10 Классификация результатов анализов проб оросительной воды

Критерии	pH	TDS g/l	ЕС dS/m	HCO ₃ ⁻	Концентрация ионов в м-экв/л					
					Cl ⁻	SO ₄ ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
Классы критериев (в указанных единицах):										
Класс I = <	8.20	0.5	0.70	1.5	4.0	10.0	10.0	10.0	3.0	2.0
Класс III = >	8.40	2.0	3.00	8.5	10.0	20.0	20.0	20.0	9.0	10.0
Казахстан 1996г: N = 34										
% в классе I	12	18	0	32	97	88	97	97	91	100
% в классе II	32	79	100	68	3	6	3	3	6	0
% в классе III	56	3	0	0	0	6	0	0	3	0
Казахстан 1997г: N = 17										
% в классе I	65	0	0		76					
% в классе II	24	71	76		12					
% в классе III	12	29	24		12					
Киргизстан 1996г: N = 68										
% в классе I	60	97	68	100	100	100	100	100	100	100
% в классе II	25	3	32	0	0	0	0	0	0	0
% в классе III	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Киргизстан 1997г: N = 32										
% в классе I	63	69	100		100					
% в классе II	34	31	0		0					
% в классе III	3	0	0		0					
Таджикистан 1996г: N = 36										
% в классе I	6	58	25	94	72	58	97	97	64	100
% в классе II	53	42	75	6	28	36	3	3	6	0
% в классе III	42	0	0	0	0	6	0	0	31	0
Туркменистан 1996г: N = 41										
% в классе I	32	24	12	100	90	93	100	100	85	100
% в классе II	15	68	88	0	10	0	0	0	7	0
% в классе III	54	7	0	0	0	7	0	0	7	0
Узбекистан 1996г: N = 250										
% в классе I	26	31	13	66	64	78	96	97	61	100
% в классе II	26	64	85	34	33	16	4	3	29	0
% в классе III	49	5	2	0	3	6	0	0	10	0
Узбекистан 1997г: N = 26										
% в классе I	88	23	0		77					
% в классе II	8	62	92		15					
% в классе III	4	15	8		8					

Разница качества воды в хозяйствах Казахстана по результатам анализов в 1996 и 1997 году отражена в таблице классификации. В 1996 году несколько образцов было отнесено к классу III, а в 1997 году уже более четверти всех образцов было сильно минерализовано и отнесено к классу III. По данным анализов содержания плотного остатка (TDS) и электропроводимости (EC_w) за оба эти года в большинстве хозяйств Казахстана, Узбекистана и Туркменистана качество воды можно отнести к классам от слабо минерализованных до умеренно минерализованных. При оценке проб воды по уровням содержания натрия и хлоридов большинство проб оросительной воды были не минерализованы, за исключением проб воды из хозяйств Таджикистана, которые содержали натрий.

7.6.2 Дренажная вода

Подробная информация по средним рассчитанным величинам результатов анализов проб дренажной воды приводится в Приложении 4, а обобщённые данные приведены в Таблице 7.11. Результаты анализов проб дренажной воды классифицируются в Таблице 7.12.

Таблица 7.11 Средние величины результатов анализов проб дренажной воды

Характеристики	Ед. Изм.	Казахстан		Киргиз-стан	Таджи-кистан	Туркме-нистан	Узбекистан		Общая Средняя	
		1996	1997	1996	1996	1996	1996	1997	1996	1997
PH		8.5	7.6	8.3	8.4	8.5	8.3	7.8	8.4	7.8
Концентрация ионов:										
HCO ₃ ⁻	мэкв/л	2.6		0.6	1.7	2.1	2.1		2.0	
Cl ⁻	Мэкв/л	8.5	8.2	1.6	5.6	12.8	10.0	25.7	9.8	24.2
SO ₄ ⁻	мэкв/л	25.7		5.2	22.6	28.5	20.1		21.5	
Ca ⁺⁺	мэкв/л	9.2		1.4	9.3	7.6	7.6		7.7	
Mg ⁺⁺	мэкв/л	13.1		1.0	10.7	12.1	9.9		10.2	
Na ⁺	мэкв/л	13.9		4.0	10.2	22.4	14.2		14.8	
K ⁺	мэкв/л	0.4		0.1	0.3	0.7	0.4		0.5	
Минерализация:										
TDS плотн остаток	г/л	2.4	3.3	0.6	2.0	3.5	3.4	6.4	3.1	6.1
EC	dS/м	2.5	3.8	0.5	1.8	3.3	4.8	6.9	4.2	6.7
SAR		3.6		6.6	3.5	6.9	5.7		5.5	
Степень опасности	EC	1.2	1.8	0.2	1.2	1.3	1.7	1.8	1.6	1.8
(0=ноль 3=сильная)	Cl	0.5	1.0	0.0	0.5	1.1	0.8	1.7	0.8	1.6
	SAR	0.0		0.5	0.2	0.2	0.1		0.1	

В среднем наибольшая минерализация дренажной воды наблюдалась на опытных полях в хозяйствах Узбекистана, за исключением данных за 1996 год, когда наибольшая минерализация дренажной воды наблюдалась в пробах воды из хозяйств Туркменистана. В большинстве хозяйств минерализация дренажной воды была обусловлена содержанием солей сульфата натрия, но соли сульфата магния также играют здесь не последнюю роль. Минерализация дренажных вод в хозяйствах Киргизстана была заметно меньше.

Большая часть проб дренажной воды имеет высокую степень опасности при использовании её на орошение, в частности при оценке её качества по содержанию плотного остатка (TDS) и электропроводимости (EC_w). И хотя картина минерализации имеет более разнообразный характер, в некоторых случаях это происходит за счёт содержания натрия и хлоридов.

Таблица 7.12 Классификация результатов анализов проб дренажной воды

Критерии	PH	TDS г/л	EC DS/м	HCO ₃ ⁻	Концентрация ионов в м-экв/л					
					Cl ⁻	SO ₄ ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
Классы критериев (в указанных единицах):										
Класс I = <	8.20	0.5	0.70	1.5	4.0	10.0	10.0	10.0	3.0	2.0
Класс III = >	8.40	2.0	3.00	8.5	10.0	20.0	20.0	20.0	9.0	10.0
Казахстан 1996г: N = 16										
% в классе I	25	0	0	25	69	0	75	81	6	94
% в классе II	19	75	81	75	13	63	19	6	44	6
% в классе III	56	25	19	0	19	38	6	13	50	0
Казахстан 1997г: N = 9										
% в классе I	67	0	0		11					
% в классе II	33	11	22		67					
% в классе III	0	89	78		22					
Киргизстан 1996г: N = 5										
% в классе I	40	60	80	80	100	80	100	100	60	100
% в классе II	40	40	20	20	0	20	0	0	20	0
% в классе III	20	0	0	0	0	0	0	0	20	0
Таджикистан 1996г: N = 28										
% в классе I	0	11	0	50	54	29	61	75	21	100
% в классе II	61	64	79	50	43	39	36	4	29	0
% в классе III	39	25	21	0	4	32	4	21	50	0
Туркменистан 1996г: N = 47										
% в классе I	11	17	2	17	17	36	94	70	19	91
% в классе II	26	47	68	83	53	28	2	9	23	9
% в классе III	64	36	30	0	30	36	4	21	57	0
Узбекистан 1996г: N = 253										
% в классе I	34	38	1	46	53	47	66	61	43	95
% в классе II	32	19	26	51	11	10	27	25	12	5
% в классе III	34	43	72	3	36	43	8	14	45	0
Узбекистан 1997г: N = 85										
% в классе I	78	1	0		9					
% в классе II	8	11	15		13					
% в классе III	14	88	85		78					

7.6.3 Грунтовые воды

Средние данные по содержанию плотного остатка (TDS), электропроводимости и химическому составу проб грунтовых вод обобщаются в Таблице 7.13, а более подробная информация по качеству грунтовых вод приводится в Приложении 4. Классификация результатов анализов приводится в Таблице 7.14.

В 1996 году в среднем минерализация проб грунтовой воды была до некоторой степени больше, чем проб дренажной воды, но в 1997 году эта разница была немного меньше. В 1996 году в пробах грунтовых вод содержалось значительно больше сульфатов натрия по сравнению с их содержанием в пробах дренажной воды.

В 1996 году наиболее минерализованные грунтовые воды по средним данным были в Казахстане, что было обусловлено содержанием сульфатов натрия и магния. А в 1997 году такая картина наблюдалась в Узбекистане. Уровни содержания хлоридов также были очень высокие в пробах грунтовых вод из хозяйств Казахстана в 1996 году, а также они были высокими в 1997 году во всех республиках, за исключением Киргизстана.

Эти наблюдения отражены в классификации образцов, которая дается в Таблице 7.14. По результатам анализов большая часть проб грунтовой воды не пригодна для орошения, особенно по содержанию плотного остатка (TDS) и по электропроводимости, а в некоторых случаях - по содержанию хлоридов и натрия.

Таблица 7.13 Средние величины результатов анализов проб грунтовой воды

Характеристики	Ед. Изм.	Казахстан		Киргизстан		Таджи-костан	Туркме-нистан	Узбекистан		Общая средняя	
		1996	1997	1996	1997	1996	1996	1996	1997	1996	1997
pH		8.0	8.0	8.4	7.5	8.3	8.5	8.2	7.6	8.2	7.7
Концентрация ионов:											
HCO ₃ ⁻	Me/l	2.9		1.6		2.0	3.0	2.0		2.2	
Cl ⁻	Me/l	34.3	23.3	0.6	1.0	11.7	26.9	14.1	22.6	16.2	22.2
SO ₄ ⁻	Me/l	66.7		10.8		24.6	56.8	33.3		36.7	
Ca ⁺⁺	Me/l	13.1		4.0		13.8	13.8	9.9		10.5	
Mg ⁺⁺	Me/l	42.4		5.9		10.9	24.0	17.1		18.8	
Na ⁺	Me/l	45.8		2.9		14.9	46.5	21.6		24.8	
K ⁺	Me/l	1.4		0.1		0.5	1.4	0.7		0.8	
Минерализация:											
TDS плот остаток	G/l	6.9	3.3	0.9	0.4	2.5	5.7	5.9	6.6	5.6	5.8
EC электропровод	DS/m	4.1	3.4	0.4	0.7	2.8	4.4	5.8	7.2	5.3	6.2
SAR		6.1		1.3		4.4	8.0	6.7		6.5	
Степень опасности (0=ноль, 3=сильная)	EC	1.4	1.4	0.0	0.5	1.4	1.4	1.8	1.8	1.7	1.7
	Cl	1.1	1.0	0.0	0.0	1.4	1.6	0.8	1.6	0.9	1.4
	SAR	0.0		1.0		0.1	0.1	0.0		0.1	

Таблица 7.14 Классификация результатов анализов проб грунтовых вод

Критерии	pH	TDS г/л	EC DS/м	Концентрация ионов в м-экв/л						
				HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
Классы критериев (в указанных единицах):										
Класс I = <	8.20	0.5	0.70	1.5	4.0	10.0	10.0	10.0	3.0	2.0
Класс III = >	8.40	2.0	3.00	8.5	10.0	20.0	20.0	20.0	9.0	10.0
Казахстан 1996г: N = 24										
% в классе I	42	4	0	13	21	4	33	29	13	92
% в классе II	42	21	58	88	50	17	50	38	29	0
% в классе III	17	75	42	0	29	79	17	33	58	8
Казахстан 1997г: N = 35										
% в классе I	57	0	0	100	23	100	100	100	100	100
% в классе II	11	40	60	0	60	0	0	0	0	0
% в классе III	31	60	40	0	17	0	0	0	0	0
Киргизстан 1996г: N = 10										
% в классе I	0	0	100	0	100	0	100	100	100	100
% в классе II	100	100	0	100	0	100	0	0	0	0
% в классе III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Киргизстан 1997г: N = 4										
% в классе I	100	75	50	100	100	100	100	100	100	100
% в классе II	0	25	50	0	0	0	0	0	0	0
% в классе III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Таджикистан 1996г: N = 14										
% в классе I	21	0	0	50	7	7	36	50	0	100
% в классе II	64	29	64	50	43	21	50	36	21	0
% в классе III	14	71	36	0	50	71	14	14	79	0
Туркменистан 1996г: N = 34										
% в классе I	6	0	0	0	6	12	44	59	9	88
% в классе II	38	29	56	100	32	26	38	6	6	9
% в классе III	56	71	44	0	62	62	18	35	85	3
Узбекистан 1996г: N = 273										
% в классе I	39	45	0	50	52	49	62	53	50	93
% в классе II	34	11	20	48	15	9	12	16	8	6
% в классе III	27	44	80	1	33	42	25	31	42	1
Узбекистан 1997г: N = 117										
% в классе I	94	0	2	100	5	100	100	100	100	100
% в классе II	3	10	16	0	28	0	0	0	0	0
% в классе III	3	90	82	0	67	0	0	0	0	0