

## 7. ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ

### 7.1. Водоподача в контуры хозяйств

В годовом разрезе в странах Центральной Азии выделяются два периода по шесть месяцев каждый: вегетационный с 01.04 по 30.09 и межвегетационный с 01.10 по 31.03. Каждый из них характеризуется пиками водоподачи, которые практически неизменны во времени год от года и приходятся для большинства хозяйств региона на период массовых вегетационных поливов (июль-август) и массовых влагозарядных поливов, нередко совмещаемых с промывкой почв от засоления (февраль-март). Вместе с тем, характер водоподачи в так называемый межвегетационный период (01.10.96-31.03.97) имеет свои особенности по отдельным республикам. Так, например, по Республике Казахстан:

- в рисоводческих хозяйствах (01; 02) в указанный период каналы закрыты;
- в хлопководческих хозяйствах (03; 04) каналы закрываются на один месяц в марте для проведения ремонтно-эксплуатационных работ, в октябре-ноябре проводятся поливы озимых зерновых, а в январе-феврале - промывные поливы.

По Кыргызской Республике:

- в хозяйствах Чуйской долины (07; 08) практически весь межвегетационный период каналы закрыты;
- в хлопководческих хозяйствах Ошской области (09; 10) в октябре-ноябре проводятся поливы озимых зерновых, остальные месяцы каналы закрыты.

Ход водоподачи в контуры хозяйств WUFMAS характеризуется данными приложения 7.1., в котором приводятся удельные объемы водоподачи пересчитанные на комплексный гектар орошаемой площади на основе отчетных данных хозяйств.

Для сопоставимости оценок рассматриваются 22 хозяйства, по которым имеются данные о ежемесячных объемах водоподачи в течение двух сельскохозяйственных годов 1997 и 1998. В оценках по Казахстану рассмотрены только рисоводческие хозяйства 01 и 02 Кызылординской области. Бывшие крупные государственные хозяйства 03 и 04 Южно-Казахстанской области в 1998 году распались на множество приватизированных мелких фермерских хозяйств и из сопоставительного анализа исключены (информация по ним рассматривается далее на уровне водоподачи на

Таблица 7.1. Водоподача в контуры хозяйств WUFMAS в 1997 и 1998 сельскохозяйственные годы

Показатели	Единицы измерения	Казахстан		Киргизия		Таджикистан		Туркмения		Узбекистан		Регион	
		(2 хозяйства)		(4 хозяйства)		(2 хозяйства)		(2 хозяйства)		(12 хозяйств)		(22 хозяйства)	
		1997	1998	1997	1998	1997	1998	1997	1998	1997	1998	1997	1998
Водоподача в контур хозяйств	тыс.м <sup>3</sup> /га	25,2	35,6	9,5	7,9	21,2	14,3	7,2	7,1	11,8	10,6	13,0	12,5
в том числе:													
вегетационный период	тыс.м <sup>3</sup> /га	25,2	35,6	8,7	6,9	20,2	12,2	5,1	5,2	8,7	8,1	10,9	10,5
межвегетационный период	тыс.м <sup>3</sup> /га	0,0	0,0	0,8	1,0	1,0	2,1	2,1	1,9	3,1	2,5	2,1	2,0
Количество поливов	полив	5,5	7,2	3,3	3,5	9,3	7,7	3,7	3,5	6,8	5,9	6,0	5,5
в том числе:													
вегетационный период	полив	5,5	7,2	3,0	3,0	8,8	7,1	2,6	2,4	4,8	4,7	4,7	4,6
межвегетационный период	полив	0,0	0,0	0,3	0,5	0,5	0,6	1,1	1,1	2,0	1,2	1,3	0,9
Водоподача на один полив		4,6	4,9	3,2	2,6	2,4	2,0	2,8	3,0	2,5	2,3	2,8	2,7
в том числе:													
вегетационный период	тыс.м <sup>3</sup> /га/полив	4,6	4,9	2,9	2,3	2,3	1,7	2,0	2,2	1,8	1,7	2,3	2,3
межвегетационный период	тыс.м <sup>3</sup> /га/полив	0,0	0,0	2,7	2,0	2,0	3,5	1,9	1,7	1,6	2,1	1,6	2,2

отдельные поля-фермерские участки).

Сравнение средних показателей хозяйств WUFMAS в целом по региону показывает в 1998 сельскохозяйственном году (с 01.10.97 по 30.09.98) некоторое снижение удельной водоподачи в контуры хозяйств в сравнении с 1997 годом (с 01.10.96 по 30.09.97) с 13

тыс.м<sup>3</sup>/га в 1997 году до 12.5 тыс.м<sup>3</sup>/га в 1998 году. Аналогичная тенденция отмечается и при сопоставлении средних по хозяйствам WUFMAS для стран региона. Объясняется это в основном (как показано в разделе «Климатические данные») более «влажным» 1998 годом. Исключением являются рисоводческие хозяйства 01 и 02 Кызылординской области Казахстана - в них удельная водоподача была выше в 1998 году (35.6 тыс.м<sup>3</sup>/га против 25.2 тыс.м<sup>3</sup>/га в 1997 году). В то же время по хозяйствам 03 и 04 Южно-Казахстанской области, земли которых подкомандны каналу «Достык» в 1998 году испытывался дефицит воды.

Исключая рисоводческие хозяйства Кызылординской области, самые большие объемы водоподачи как и в 1997 году отмечены на каменистых землях хозяйств 14 и 37 Ленинабадской области (14.3 тыс.м<sup>3</sup>/га), хотя в 1998 году они были в среднем почти на 7 тыс.м<sup>3</sup>/га ниже, чем в 1997 году (21.2 тыс.м<sup>3</sup>/га). Относительно низкие объемы водоподачи в хозяйствах 17 и 18 Туркмении (7.2 тыс.м<sup>3</sup>/га в 1997 году и 7.1 тыс.м<sup>3</sup>/га в 1998 году). В хозяйствах Киргизии водоподача в 1998 году была ниже на 1.6 тыс.м<sup>3</sup>/га, Узбекистана – на 1.2 тыс.м<sup>3</sup>/га.

В межвегетационный период в Киргизии и Таджикистане проводятся поливы озимой пшеницы и люцерны. В 1998 году объемы водоподачи в хозяйствах WUFMAS здесь были несколько выше, чем в 1997 году.

В Туркмении и Узбекистане в межвегетационный период проводят промывные и влагозарядные поливы, позволяющие сместить сроки проведения первых вегетационных поливов основной сельхозкультуры – хлопчатника на конец июня – начало июля.

Сопоставление расчетных объемов водоподачи на один полив с поливной нормой «нетто» сельхозкультур комплексного гектара дает ориентировочную оценку эффективности использования оросительной воды на уровне «водовыдел в контур хозяйства – орошаемые сельхозкультуры».

Среднее число поливов в 1998 году снизилось до 5.5 (против 6 поливов в 1997 году) из этого числа поливов 0.9 приходится на поливы в межвегетационный период (против 1.3 – в 1997 году).

Наибольшее число поливов в хозяйствах 14 и 37 Ленинабадской области Таджикистана - 7.7 (против 9.3 – в 1997 году).

Наименьшее в хозяйствах WUFMAS в Киргизии и Туркмении – 3.5 (против 3.3 и 3.7 соответственно в 1997 году).

Наибольшее число межвегетационных поливов в Узбекистане 1.2 (против 2 в 1997 году).

## **7.2 Типы каналов, подводящих воду к полям и способы полива полей**

Информация о типах каналов, подводящих воду к полям WUFMAS и применяемых способах орошения является статичной, т.е. не претерпевшей существенных изменений в 1998 сельскохозяйственном году в сравнении с 1997 годом.

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

Типы каналов	Казах-стан	Киргиз-стан	Таджики-стан	Туркмен-истан	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, шох-арыки), подающие воду к группе борозд или полос на поле, увеличивают потери воды непосредственно при орошении поля, но вместе с тем их преимущество состоит в том, что они уменьшают количество водовыпусков 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).

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 Способы полива полей WUFMAS

Способы полива	Казахста н	Киргизста н	Таджикист ан	Туркменис тан	Узбекистан	Общий средний
% орошаемых полей:						
По обычным бороздам	37	79	100	45	59	61
По бороздам с защитой оголовков борозд салфетками	0	0	0	0	3	1
По чекам	50	0	0	0	11	14
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 сельхозкультуры 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 малоуклонных землях ( $i \leq 0.0005$ ), 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 полях WUFMAS 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 Чуйской долине Киргизии, также такой способ местами применяется на староорошаемых малоуклонных 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 и 1998 годы не орошались вообще. В основном это объяснялось такими причинами, как нехватка оросительной воды, в некоторых случаях в поливах не было необходимости из-за того, что уровень грунтовых вод располагался близко к поверхности.

### 7.3. Грунтовые воды

Глубина залегания и минерализация грунтовых вод являются основными показателями мелиоративного режима, определяющими развитие условий почвообразования, вторичного засоления почвогрунтов и других, воздействующих на сельхозкультуры процессов.

При этом под **мелиоративным режимом** (по Н.М.Решеткиной, А.А.Рачинскому) подразумевается *совокупность водоподдачи на орошение с управляемыми с помощью дренажа (естественного или искусственного) уровнями грунтовых вод при определенных приемах агротехники, обеспечивающих необходимые условия водно-солевого, воздушного и питательного режимов почвогрунтов корнеобитаемого слоя, зоны аэрации и орошаемого массива, формируемых в*

конкретных природных условиях с целью получения высоких урожаев сельхозкультур и повышения плодородия земель.

Выделяются три типа мелиоративного режима (по В.Р.Шредеру) – автоморфный (при залегании грунтовых вод на глубине > 3 м), полугидроморфный (при залегании грунтовых вод в диапазоне 2 – 3 м) и гидроморфный (при залегании грунтовых вод на глубине менее 2 м).

По мере увеличения относительной глубины грунтовых вод суммарное водопотребление уменьшается, одновременно уменьшается испарение из грунтовых вод и интенсивность соленакопления. Обобщив особенности мелиоративных режимов В.А.Духовный приводит основные типичные характеристики их (таблица 7.4.).

**Таблица 7.4. Основные характеристики мелиоративных режимов (по В.А.Духовному)**

Мелиоративный Режим	Характер взаимодействия с грунтовыми водами	Ge/ETcrop	LR	(H-δ)/ Hk
Автоморфный	Грунтовые воды не подпитывают корнеобитаемую зону, свободная инфильтрация	0	0	>1.2
Полуавтоморфный	Грунтовые воды незначительно участвуют в водопотреблении сельхозкультур	0 - 0.2	0 - 0.15	0.7-1.0
Полугидроморфный	Грунтовые воды активно участвуют в водопотреблении сельхозкультур	0.3 - 0.7	0.2 -0.4	0.2 - 0.7
Гидроморфный	Водопотребление сельхозкультур происходит в основном за счет грунтовых вод	0.8	>0.4	0 - 0.2

В таблице 7.4. приняты следующие обозначения:

**Ge** - расход грунтовых вод на эвапотранспирацию;

**ET<sub>crop</sub>** - водопотребление сельхозкультуры;

**LR** - промывная доля;

**H** - глубина залегания грунтовых вод;

**δ** - глубина корнеобитаемой зоны;

**Hk** - критическая глубина залегания грунтовых вод.

Специфической особенностью орошаемых земель, расположенных в бассейне Аральского моря является участие грунтовых вод в водопотреблении сельхозкультур. По данным на уровень 1994 года более чем на 30 % орошаемых земель в бассейне Аральского моря грунтовые воды залегали на глубине 2 м и менее от поверхности земли, т.е. относились к гидроморфному типу мелиоративного режима (**таблица 7.5.**).

Особенно много орошаемых земель с такими условиями в Туркменистане и Узбекистане. Значительно меньше в Киргизии и Таджикистане, орошаемые земли которых в основном расположены в верхних частях бассейнов рек.

**Таблица 7.5. Распределение орошаемых земель в бассейне Аральского моря по уровню залегания грунтовых вод [ тыс.га/%] (1994 г.)**

Республика	Орошаемая Площадь [тыс.га]*)	Глубина залегания грунтовых вод [ м ]					
		< 1.0	1.0-1.5	1.5-2.0	2.0-3.0	3.0-5.0	> 5
Казахстан	781.4 100	73.9 9.4	77.83 9.9	142.3 18.1	189.47 24.1	209.92 21.4.7	92.8 11.8
Киргизия	429.9 100	1.7 0.4	4.3 1.0	7.7 1.8	9.4 2.2	9.1 2.1	397.7 92.5
Таджикистан	719.2 100	17.3 2.4	31.4.7 5.1	59.0 8.2	131.6 18.3	165.4 23.0	309.2 43.0
Туркменистан	1744.1 100	42.4 2.4	649.2 37.9		673.7 38.7	179.5 10.3	199.3 11.4
Узбекистан	3751.0 100	85.5 2.2	371.4 9.9	851.95 20.3	1230.3 32.8	589.0 15.7	711.4 19.1
ИТОГО	7430.0 100	217.8 2.9	2109.83 28.4		2234.47 30.1	1152.92 15.5	1714.98 23.1

Аналогичная картина представленная контрольными полями WUFMAS была описана в отчете за 1997 сельскохозяйственный год. Осредненная по 220 полям глубина залегания уровня грунтовых вод в диапазоне 0-2 м была зафиксирована на 40.4 % полей WUFMAS.

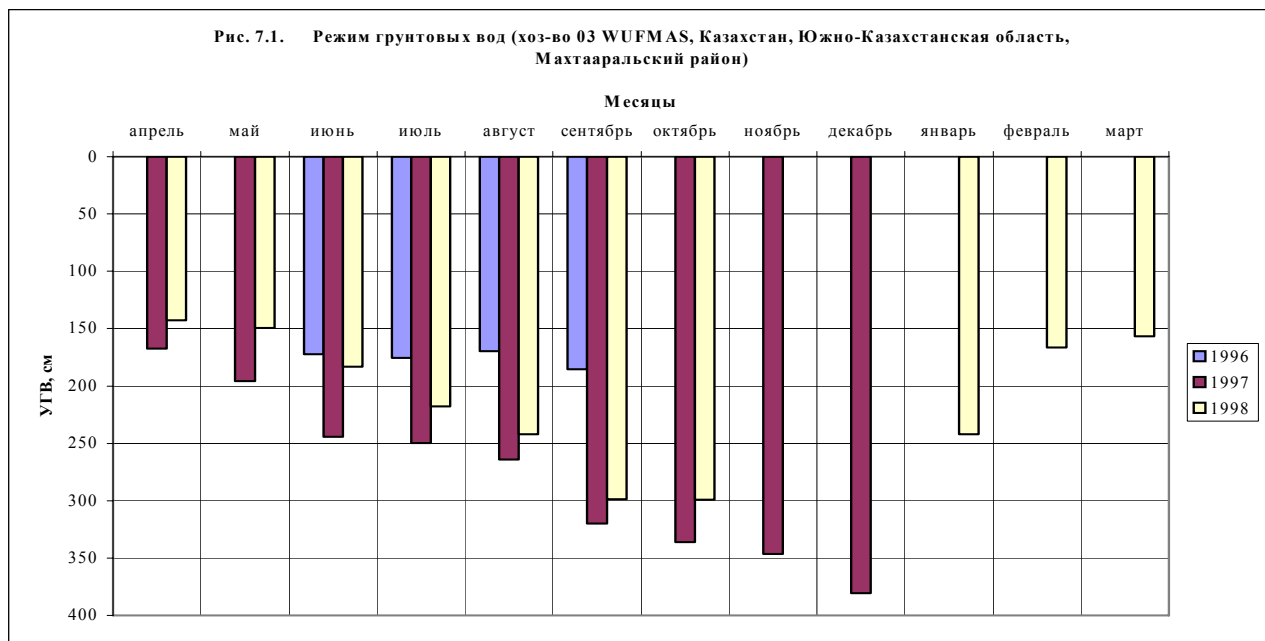
**Таблица 7.6. Распределение орошаемых земель контрольных полей WUFMAS-97 по уровню залегания грунтовых вод [%] (1997 г.)**

Республика	Диапазон залегания грунтовых вод (см)							
	0-50	51-100	101-150	151-200	201-250	251-300	301-500	501-1000
КАЗАХСТАН	22.5	12.5	10	10	37.5	7.5	0	0
КЫРГЫЗСКАЯ РЕСПУБЛИКА	2.5	0	5	0	0	0	5	70
ТАДЖИКИСТАН	10	10	5	0	0	0	5	70
ТУРКМЕНИСТАН	0	0	5	40	25	30	0	0
УЗБЕКИСТАН	1	16	13	20	33	7	10	0
Среднее по 22 хоз-ам	5.9	10.5	9.5	14.5	25	7.3	5	22.3

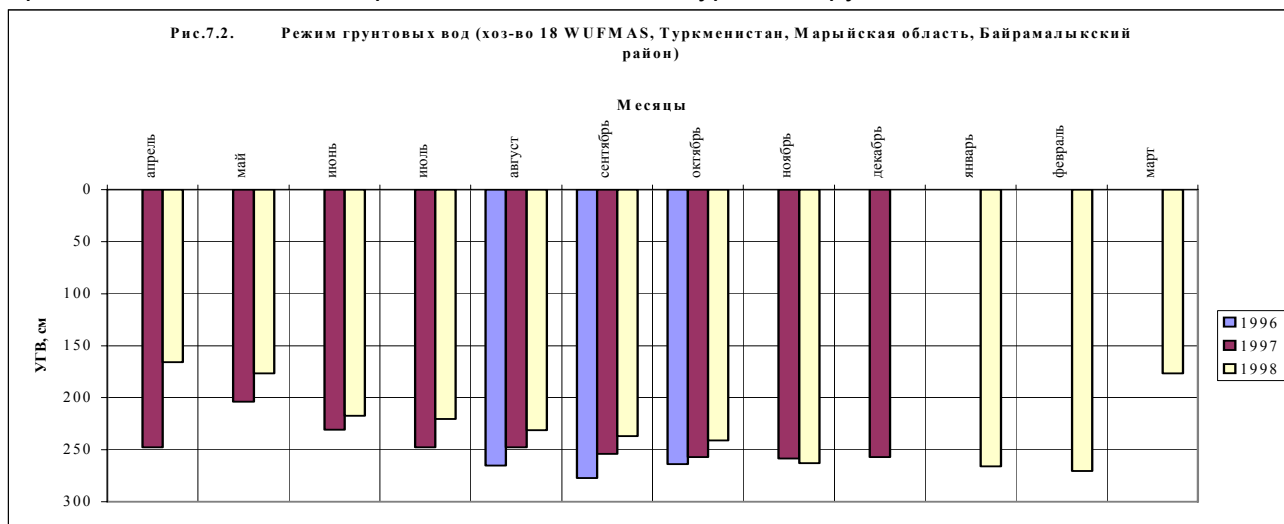
Характер режима грунтовых вод в основном определяется режимом водоподачи и интенсивностью процессов испарения с поверхности грунтовых вод. Типичные случаи на наблюдаемых WUFMAS полях иллюстрируются диаграммами на [рис.7.1.-7.4](#). Более подробная информация приводится в [приложении](#).

На полях представляющих Южный-Казахстан (хоз-ва 03,04) наиболее близкое залегание грунтовых вод к поверхности (в среднем 1.5 м) наблюдается в период

февраль-апрель. Обусловлено это в основном грузными промывными и влагозарядными поливами в межвегетационный период с удельным объемом водоподачи достигающим 4-4.5 тыс.м<sup>3</sup>/га. Затем процессы испарения с поверхности грунтовых вод начинают превалировать над инфильтрационным питанием, т.к. водоподача в период вегетации в два-три раза ниже водоподачи в межвегетационный период. К концу вегетации грунтовые воды опускаются до трех метров и ниже.

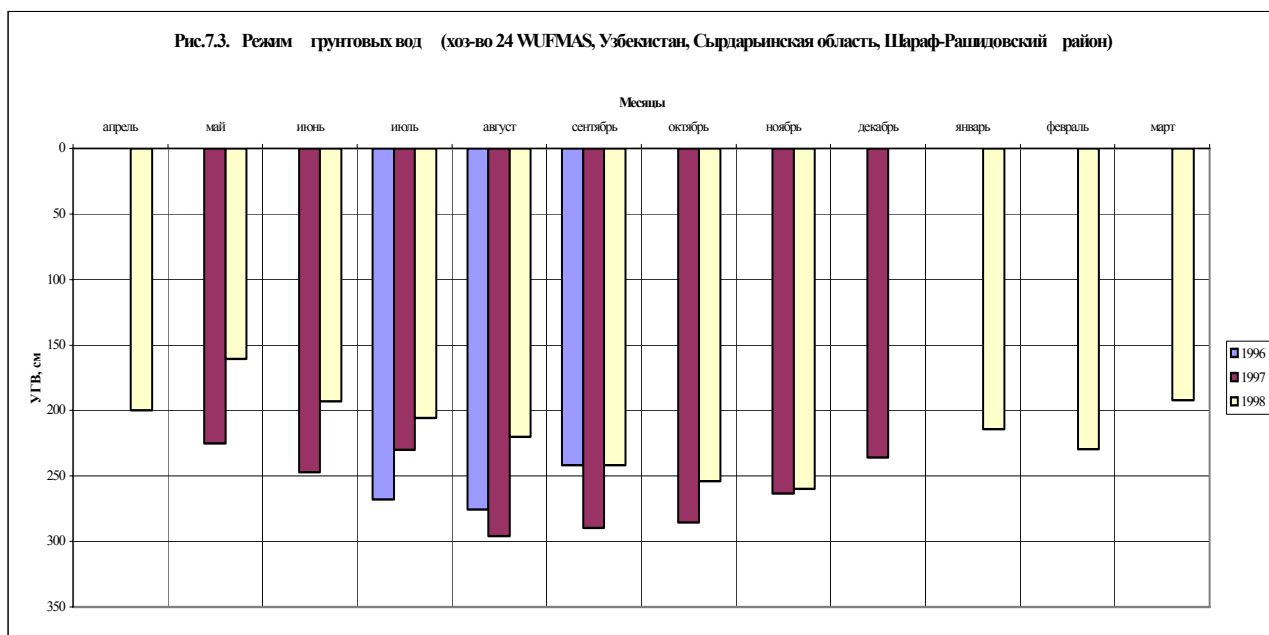


На полях представляющих Туркмению в зоне Кайракумского канала (хоз-ва 17;18) картина аналогичная, но период высокого стояния уровней грунтовых

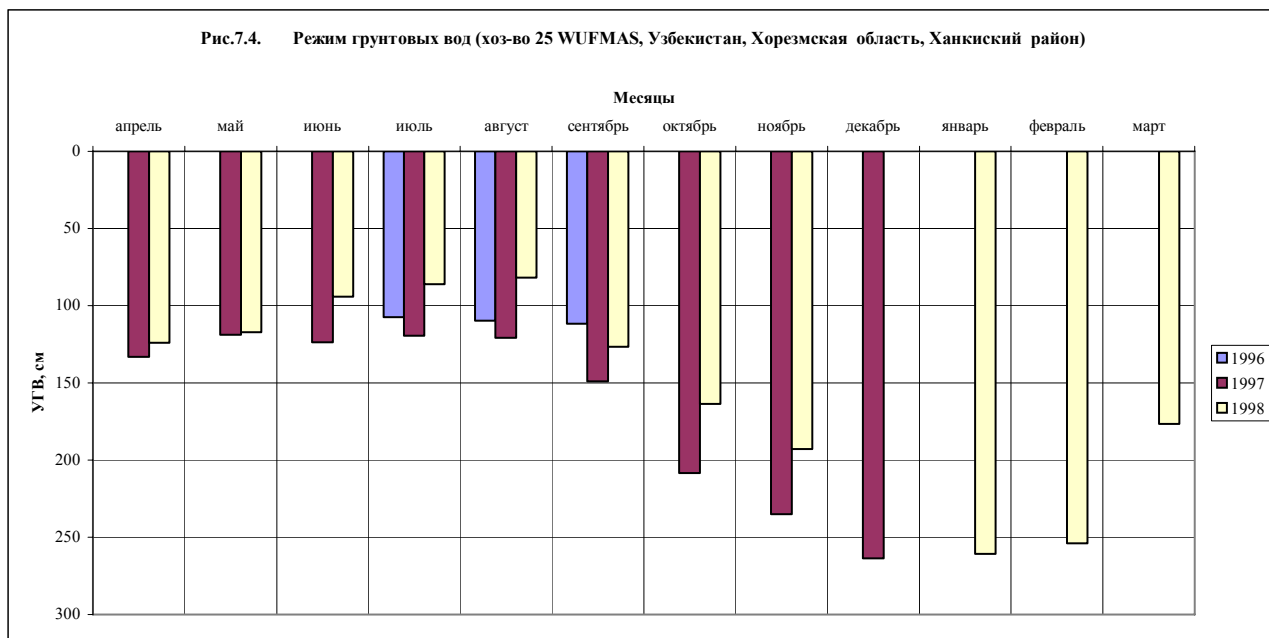


вод (в среднем 1.5 м) несколько сдвинут на март-апрель, когда производятся массовые влагозарядные поливы. К концу вегетации грунтовые воды опускаются до 2,5 м.

На полях представляющих Узбекистан в зоне нового освоения в Голодной степи (хоз-ва 23;24) пик высокого стояния уровней грунтовых вод (в среднем 1.5 м) приходится на май, с постепенным приближением глубин залегания к поверхности от декабря к маю.

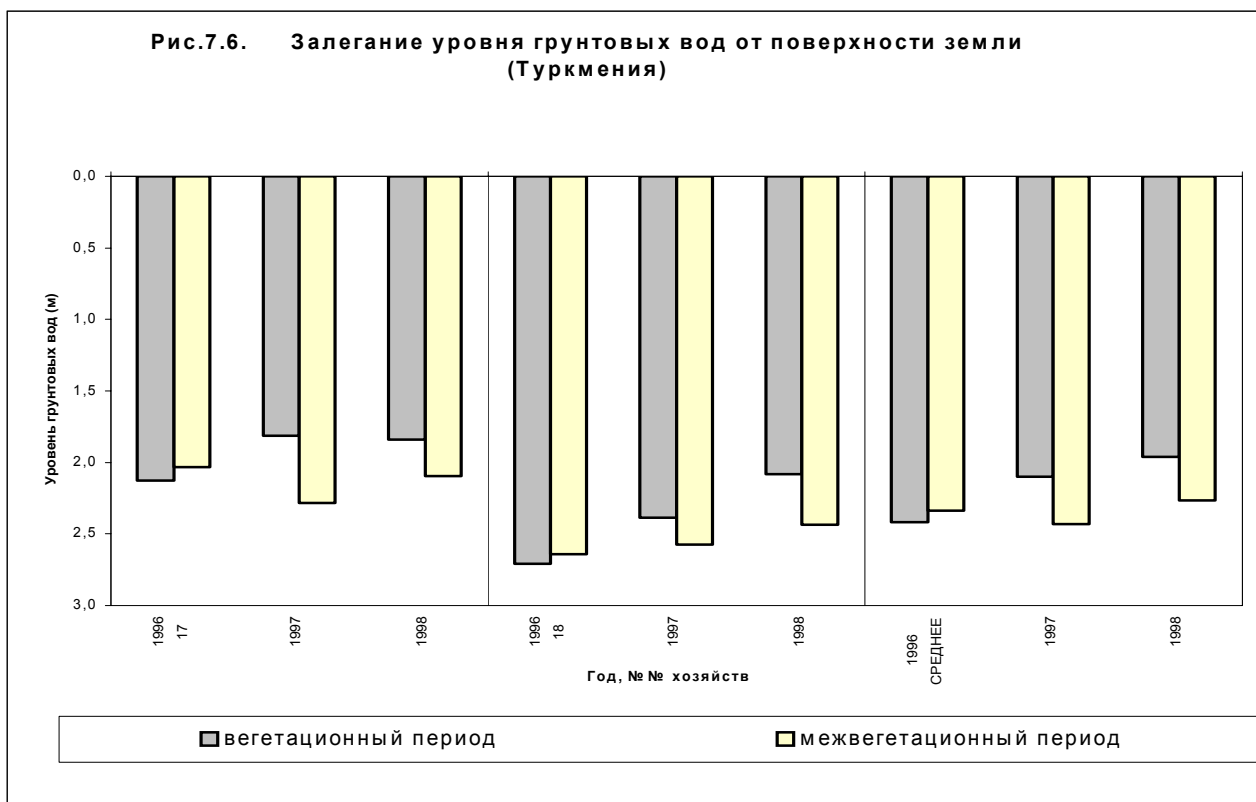
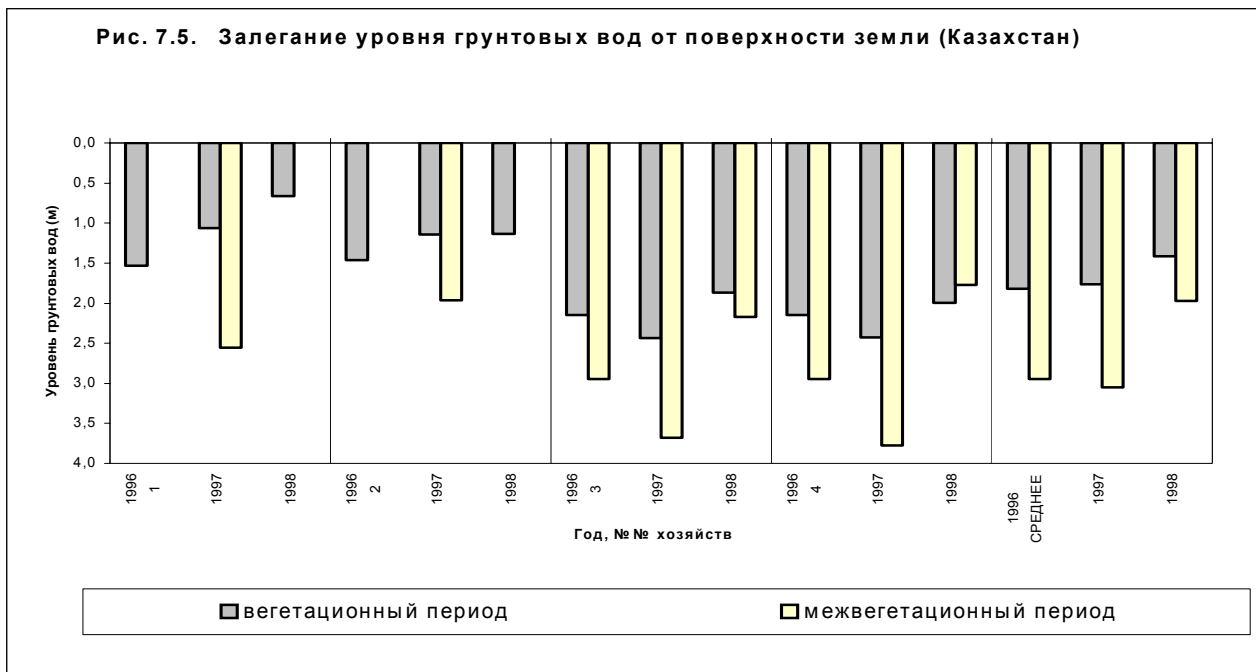


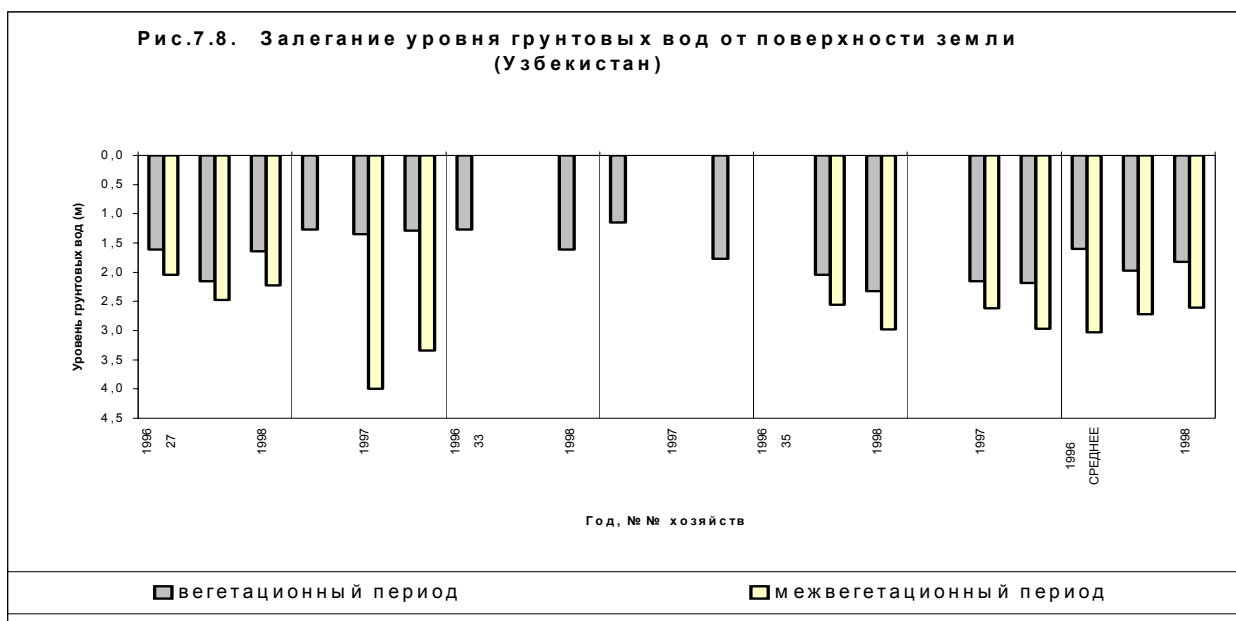
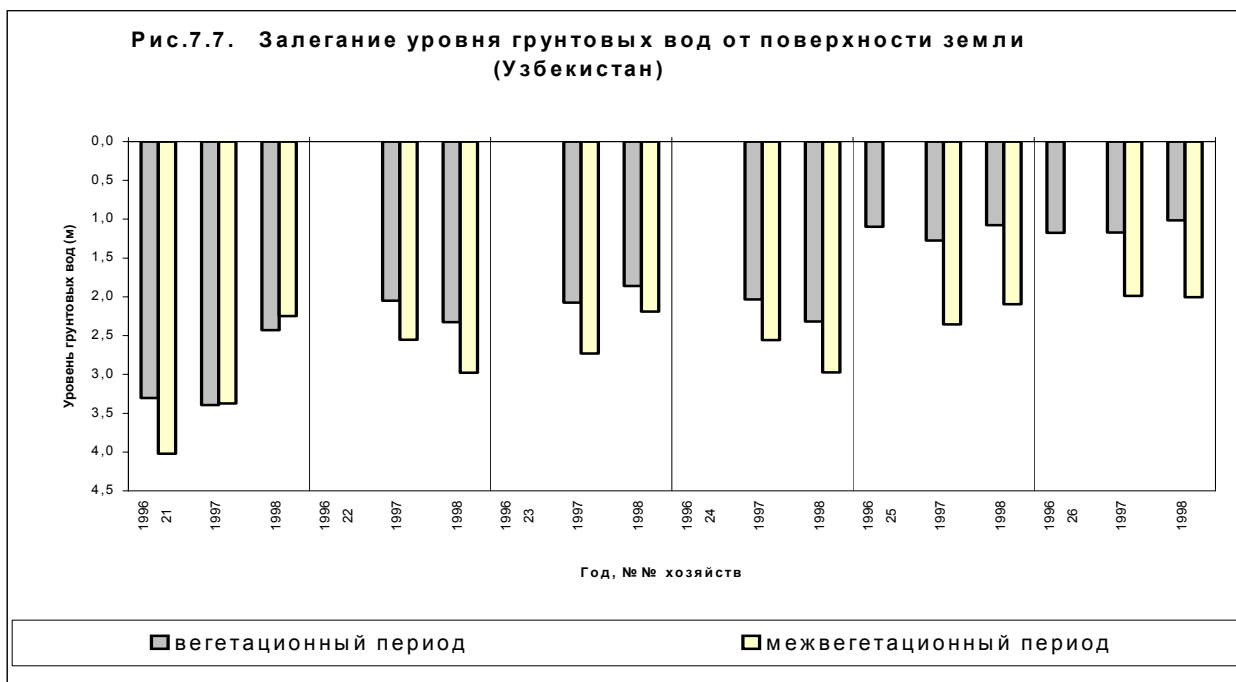
На полях представляющих Узбекистан в зоне старого орошения Хорезмского оазиса (хоз-ва 25;26) пик высокого стояния уровней грунтовых вод (в среднем около 1 м) приходится на пик вегетационного периода июль-август, с постепенным нарастанием от февраля (начало промывных и влагозарядных поливов) к июлю. В декабре грунтовые воды опускаются до 2.5 м.





В большинстве хозяйств наблюдаемых WUFMAS в тенденциях периода наблюдений 1996-1998 гг. прослеживается устойчивое приближение уровней грунтовых вод к дневной поверхности (рис. 7.5.- 7.8.).





В отчете за 1997 год мы отмечали, что дренажные системы, построенные на землях среднего и нижнего течения рек, запроектированы так, чтобы поддерживать уровень грунтовых вод на глубине 2.5 - 3.0м, т.е. обеспечивать полугидроморфный тип мелиоративного режима. Однако только 10 процентов полей имеют уровень грунтовых вод в этих пределах. Наблюдения 1998 года показывают, что ситуация продолжает ухудшаться. Это свидетельствует о неудовлетворительном состоянии коллекторно-дренажной сети, ухудшающемся из года в год.

Некоторым исключением являются лишь несколько хозяйств Узбекистана (хоз-ва 22; 24; 33; 34; 35), где в 1998 году наблюдалось снижение средних уровней залегания

уровней грунтовых вод. Причем это обусловлено в основном снижением вододачи, но не улучшением состояния коллекторно-дренажной сети.

#### 7.4 Оценка качества воды

Количество анализов, и определений, выполненных для контроля качества оросительной, дренажной и грунтовой вод, показан в таблице 7.7

1996 год - определяли полный химический состав, содержание плотного остатка, р-н и электрическую проводимость;

1997 год - плотный остаток, хлор, рН и электрическую проводимость;

1998 год - полевые определения ЕС и рН, электрокондуктометром со шкалой до 2000  $\mu\text{S}/\text{см}$ , (поэтому наиболее точно была измерена концентрация солей в оросительной воде);

1999 год - полевые измерения ЕС в оросительной, дренажной и грунтовой воде электрокондуктометром Чернышева А.К

**Таблица 7.7 Виды и количество выполненных анализов воды**

Виды анализов	1996	1997	1998*	1999*
ЕСw	1458	292	512	1224
рН 1:5	1458			
Плот. остаток	1458	292		
НСОЗ	1458			
Сl	1458	292		
SO4	1458			
Ca	1458			
Mg	1458			
Na+K	1458			

\* определение проводили в полевых условиях портативным электрокондуктометром

Метод косвенного определения концентрации солей в воде, путем измерения электрической проводимости, широко используют в мировой практике. Электрическая проводимость измеряется прибором электрокондуктометром в децисименсах на метр, в милисименсах на сантиметр или микросименсах на сантиметр:  $\text{dS}/\text{м} = \text{mS}/\text{см} = 1000 \mu\text{S}/\text{см}$ . В таблице 7.8 приведены критерии, принятые ФАО для оценки качества оросительной воды

**Таблица 7.8 Критерии ФАО по качеству вод для орошения**

Проблемы	Показатель	Степень опасности / индекс		
		не опасная 0	средняя 1	повышенная 2
Засоление	ЕС, $\text{dS}/\text{м}$	<0,75	0,75 - 3,0	> 3,0
	пл. ост	<0,45	0,45-2,0	>2,0
Снижение водопроницаемости	SAR	< 6	6 - 9	> 9
Токсикация от ионов	по SAR	< 3	3 - 9	> 9
	Сl, г/л	< 0.14	0.14 - 0.36	>0.36

Плотный остаток - общее содержание солей, минерализация воды, г/л

ЕСw - электропроводимость,  $\text{dS}/\text{м}$

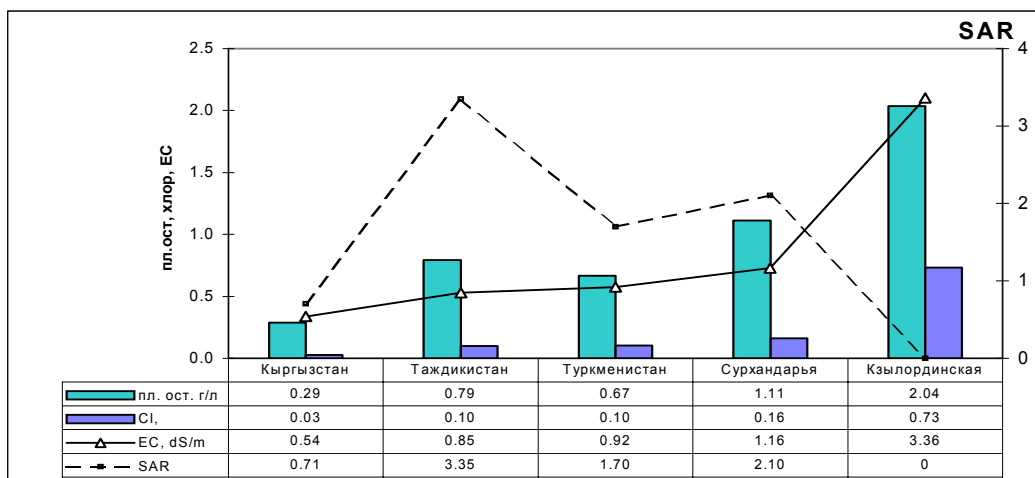
Сl - содержание хлора, г/л

..Осредненные по республикам показатели качества и их оценка, приведены в таблице 7.9 и на рис.7.9, 7.10

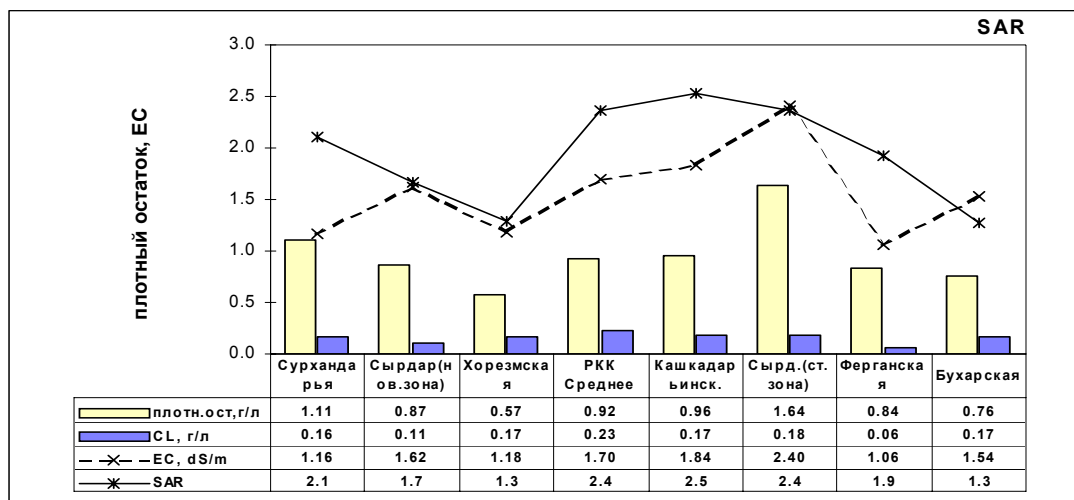
**Таблица 7.9 Показатели качества вод и их оценка их пригодности для орошения по критериям ФАО (средние по региону)**

Виды во	годы	pH	пл.ост., г/л	ЕС, dS/m	хлор, г/л	SAR	степень опасности (0 = низкая, 2 = высокая) по:		
							ЕС	хлор	SAR
Оросительная	1996	8.40	0.77	1.24	0.11	1.80	1	0	0
	1997	7.92	0.88	1.30	0.12	не.опр	1	0	0
Дренажная	1996	7.10	2.98	3.81	0.50	5.61	2	2	0
	1997	7.78	6.09	6.66	0.86	не.опр	2	2	0
Грунтовая	1996	8.21	5.55	5.28	0.89	6.49	2	1	0
	1997	7.68	5.76	6.21	0.79	не.опр	2	1	0

**Рис. 7.9 Показатели качества оросительной воды осредненные по республикам ЦАР 1996**



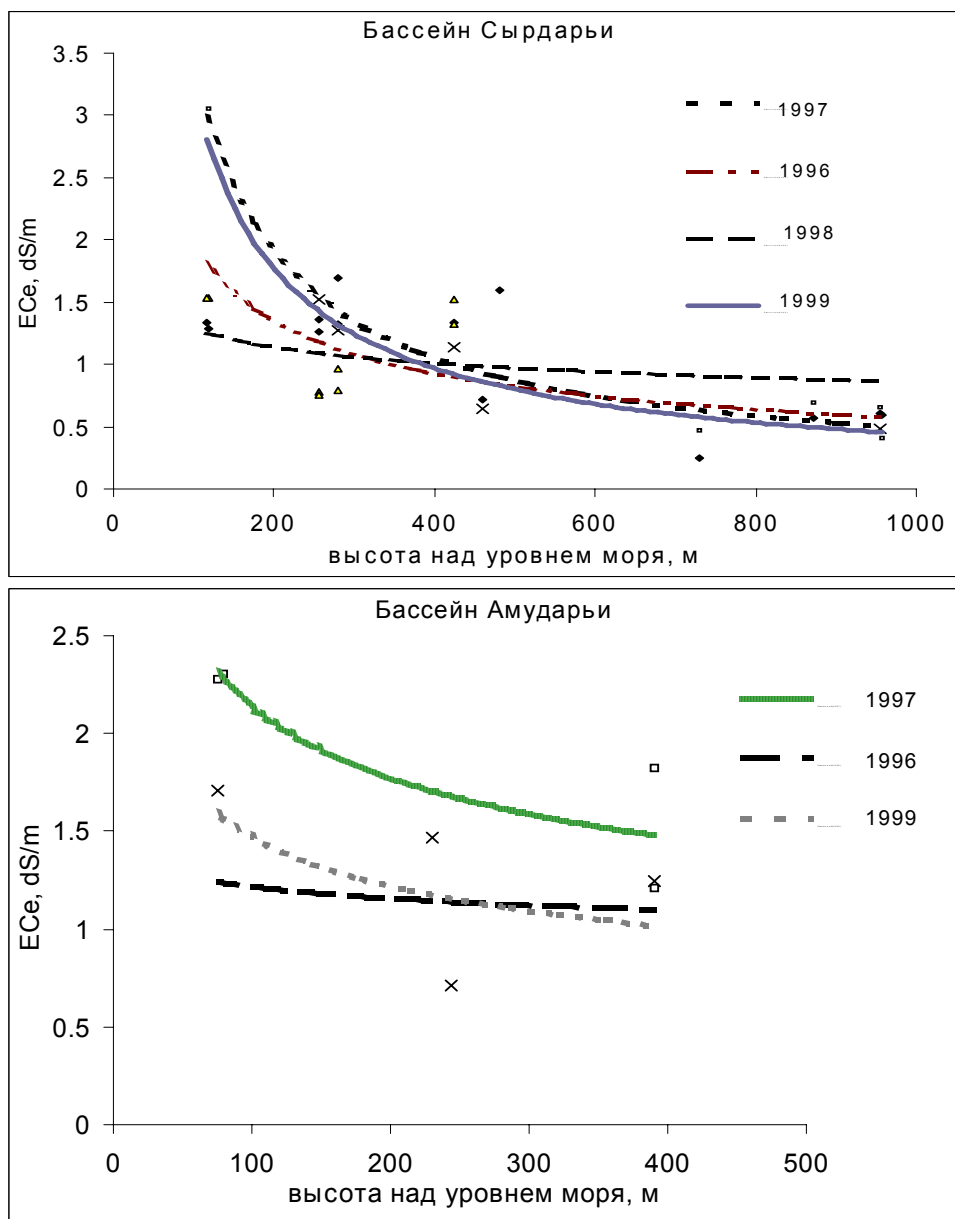
**Рис. 7.10 Показатели качества оросительной воды в Узбекистане на 1996 год**



Данные химических анализов **оросительной воды** по опытным хозяйствам (1996-1997 и последующие годы) а также измерений электрической проводимости, в целом подтверждают известные проблемы ухудшения качества воды в регионе (приложение I 7.4.1).

Качество оросительной воды, в зависимости от высотного положения хозяйств в бассейнах рек Сырдарья и Амударья, иллюстрирует рис. 7.11, который позволяет косвенно проследить загрязнение нижерасположенных источников орошения, и особенно - в низовьях рек.

**Рис. 7.11. Изменение минерализации оросительной воды, измеряемой через электрическую проводимость по данным наблюдений проекта WUFMAS в бассейнах рек Сырдарья и Амударья (каждая точка - среднее значение из 10-ти полей)**



**Таблица 7.10 Данные о изменении по годам электрической проводимости оросительной, дренажной и грунтовой воды в хозяйствах проекта Wufmas**

Республика, область	Код х-ва	Высота над уровнем моря	ЕС воды оросительной, dS/m				ЕС воды дренажной, dS/m			ЕС воды грунтовой, dS/m		
			1996	1997	1998	1999	1996	1997	1999	1996	1997	1999
<b>Казахстан</b>												
Кзыл-ординская	1	117.5	1.29	3.06	1.53		1.61	8.4		3.74	5.25	
	2	117	1.34		1.53		5.33	8.2		6.31		
Южно-Казахстанская	3	257	1.36		0.78	1.52		3.11		1.67	3.75	
	4	257	1.26		0.76		1.35			1.31	4.01	
<b>Киргизстан</b>												
Чуйская	7	730	0.25	0.47			0.71				0.74	
	8	958	0.59	0.41						0.41		
Ошская	9	954	0.60	0.66		0.48						
	10	873	0.57	0.69								
<b>Таджикистан</b>												
Ленинабадская	14	425	0.85		1.52	1.14	2.65					
	37	425			1.32							
<b>Туркменистан</b>												
Марыйская	17	240	1.05		1.16		2.79			8.13		
	18	244	0.86		1.33	0.71	7.59			6.74		
<b>Узбекистан</b>												
Сурхандарьинская	21	390	1.1	1.21	2.41		4.68	5.1		10.69	9.60	
	22	390	1.42	1.82	2.49	1.25	3.66	7.72	6.39	9.98	7.81	6.68
Сырдарьинская	23	280	1.7		0.97		9.78	5.87		8.75	6.87	
	24	280	1.32		0.79	1.27	6.47	9.2	6.92	9.63	6.24	3.24
Хорезмская	25	90	1.22		1.55		3.72			4.03	2.86	
	26	90	0.97		1.54					4.32	2.78	
Р. Каракалпакстан	27	80	1.72	2.3	0.94		7.68	8.35		4	4.62	
	28	75		2.28	1.58	1.71	5.37	2.8	2.75		2.70	
Ферганская	33	480	1.59				1.64			3.24		
	34	460	0.72			0.64	1.43		0.32	2.06		0.92
Бухарская	35	230	1.57		1.59	1.47	5.12		5.37	4.65		4.86
	36	230	0.88		1.57		5.66			3.61		

Наилучшее качество воды в Киргизстане, Таджикистане и Ферганской области Узбекистана (верховья реки Сырдарья). Средние значения электрической проводимости по хозяйствам Кыргызстана изменяются 0,25 - 0,60 dS/m, в 1996 году до 0,41 - 0,69, в 1997, в Ферганской области за 1996 год 0,72 dS/m, в 1999 - 0,64 dS/m.

В среднем течении реки Сырдарья (Южно - Казахстанская область и Сырдарьинская область Узбекистана) электрическая проводимость колеблется от 0,8 до 1,7 dS/m, не имея стабильной тенденции к росту или к снижению. Минерализация оросительной воды Бухарской области стабильна (около 1,5 - 1,6 dS/m), и, примерно в таких же пределах в Хорезмской области (1,2 - 1,6 dS/m).

В Шерабадском районе Сурхандарьинской области естественная оросительная вода имеет ЕС около 1 dS/m, но так как на отдельных полях для полива применяли

дренажные воды с минерализацией до 3 dS/m, средняя минерализация поливной воды составляла 1,1 - 1,8 dS/m.

Наихудшее качество оросительной воды отмечено в хозяйствах, расположенных в низовьях рек Сырдарья и Амударья: в Кызыл-ординской области Казахстана и в Республике Каракалпакстан, минерализация составляет 1,3 - 1,7 dS/m и имеет тенденцию к увеличению по годам.

Оценка качества **дренажных вод** в регионе по данным лабораторных определений ЕС, плотного остатка и химического состава, также приведена в приложении I 7.4.1. Наиболее высокую минерализацию (свыше 5 г/л) имеют дренажные воды в Узбекистане (Сырдарьинская, Сурхандарьинская и РКК), Туркменистане и Казахстане, а наименьшую (менее 2г/л) - в Кыргызстане и Таджикистане. За исключением Кыргызстана, дренажные воды оцениваются, как "опасные" с точки зрения накопления солей (слегка и выше). Опасность осолонцевания почв (по SAR) невысокая.

Наблюдения за качеством дренажных вод в течение четырех лет (таблица 7.10), показывают увеличение минерализации (по электрической проводимости) в Казахстане и Узбекистане. Выявление причин этого требует специального изучения с всесторонним анализом конкретных условий (наличие или уменьшения сбросов воды с полей и др.).

Положение **грунтовых вод** зависит: от общей гидрогеологической ситуации высоты отметок местности, наличия естественного оттока, от вида возделываемой культуры, (и соответственно вододачи), состояния дренажных систем, и, обеспеченности водоотведения.

В зависимости от высотного положения хозяйств, средний за вегетацию уровень грунтовых вод различался в значительном диапазоне.

*Почти на всех полях хозяйств Кыргызстана и Таджикистана уровень грунтовых вод ниже 10-ти метров (за исключением 2-х полей в Кыргызстана и 5-ти в Таджикистане). В среднем течении р. Сырдарья в 1997 году средневегетационный уровень грунтовых вод составил 2.1-2.3 м., при вариации по полям 1.8-3.0 м. В хозяйствах Туркменистана (пустынная зона) интервал изменения глубины грунтовых вод по отдельным полям 1.3 -3.0 м., а средние по хозяйствам 1,8 м. В хозяйствах Шерабадского района Сурхандарьинской области Узбекистана положение грунтовых вод значительно различается по отдельным полям от 0.9 м. до 4.8 м. (что свидетельствует о неоднородности гидрогеологических условий в пределах одного хозяйства, обусловленных рельефом местности). В Бухарской области Узбекистана средние за вегетацию уровни грунтовых вод ниже 2.0 м., при незначительном варьировании по отдельным полям. В низовьях Амударьи средневегетационные уровни грунтовых вод в основном менее 2 м., а в Кызыл-ординской области Казахстана -0.7-0.8м.*

Влияние положения грунтовых вод на урожай, зависит от их качества. При близком залегании сильноминерализованных вод неблагоприятного химического состава, возникают процессы вторичного засоления почв. Влияние минерализации оросительной и грунтовой воды на засоление почв иллюстрируют таблицы 7.10 А, Б, которые подтверждают роль качества воды, используемой для орошения и необходимость его контроля. Характерно, что, в среднем по региону, аккумуляция солей в верхнем 30-ти сантиметровом слое почв (ЕС<sub>с</sub>), в большей степени зависит от качества оросительной, чем грунтовой воды. Поэтому особое внимание контролю опасности засоления следует уделять при орошении дренажными водами.

Однако в условиях Шерабадского района Сурхандарьинской области, где грунтовые воды расположены близко к поверхности и наиболее минерализованы (в

среднем 9-12 г/л), их влияние на процесс засоления почв, преобладает над влиянием оросительной воды (табл.7.11.). Как известно, предотвращение вторичного засоления почв можно обеспечить оптимальным сочетанием водного режима и работающего дренажа.

Показатели минерализации, электропроводимости и оценки качества грунтовых вод в исследуемых хозяйствах приведены в приложении I 7.4.1.

В хозяйствах, обследованных в регионе, наиболее высокую минерализацию (в среднем) имеют грунтовые воды в Сурхандарьинской (9 -12 г/л), и Сырдарьинской (7-9 г/л) областях Узбекистана и Кзыл-ординской области Казахстана (8,7 г/л). Наименьшая минерализация грунтовых вод (2,0 - 2,6 г/л) отмечена в Ферганской и Хорезмской областях Узбекистана. По годам минерализация грунтовых вод варьирует зависимости от водного режима и дренированности территории.

**Таблица 7.11. Взаимосвязь факторов засоленности: оросительная вода - (EC орос.), грунтовая вода - (EC гр.), засоление почвы - (ECe)**

А) - обобщенные данные по региону

<b>Факторы</b>	<b>EC орос, dS/m</b>	<b>ECe, dS/m</b>	<b>EC гр., dS/m</b>
<b>EC орос., dS/m</b>	<b>1</b>		
<b>ECe, dS/m</b>	<b>0.38</b>	<b>1.00</b>	
<b>ECорос., dS/m</b>	<b>0.31</b>	<b>0.15</b>	<b>1.00</b>

Б). - Хозяйство 22, Шерабадский район, Сурхандарьинская обл. Узбекистан

<b>Факторы</b>	<b>EC орос., dS/m</b>	<b>ECe, dS/m</b>	<b>EC гр., dS/m</b>
<b>EC орос., dS/m</b>	<b>1</b>		
<b>ECe, dS/m</b>	<b>0.3</b>	<b>1.0</b>	
<b>EC гр., dS/m</b>	<b>0.4</b>	<b>0.5</b>	<b>1.0</b>

Химический состав грунтовых вод зависит как от зональных геолого-гидрогеологических условий, так и от генетических типов засоления почвообразующих пород в зоне миграции грунтовых вод. Сопоставление химического состава свидетельствует о разнообразии качества грунтовых вод. Однако повсеместно в грунтовых водах преобладают сульфаты - натрия, магния и кальция. (таблица 7.12).

**Таблица 7.12 Показатели химического состава грунтовых вод.**

<b>Республика</b>	<b>Расположение содержания ионов по убыванию</b>
Казахстан	SO <sub>4</sub> >Na>Mg>Cl>Ca
Кыргызстан	SO <sub>4</sub> >Mg>Ca>Na
Таджикистан	SO <sub>4</sub> >Na>Ca>Cl>Mg
Туркменистан	SO <sub>4</sub> >Na>Cl>Mg>Ca
Узбекистан	SO <sub>4</sub> >Na>Mg>Ca>Cl



Взаимосвязи минерализации ирригационных, дренажных и коллекторных вод, полученные на основе данных детальны наблюдений на контрольных и демонстрационных полях хозяйств в 1999 году, приведены в таблице 7.13. Для Шерабадского района Сурхандарьинской области установлена прямая связь между минерализацией дренажной и коллекторной воды, связь между минерализацией оросительной и коллекторной воды, что является вполне логичным.

Для условий Сырдарьинской области (хозяйство 24), аналогичные наблюдения и обработка их результатов, показали труднообъяснимые результаты (табл. 7.13), которые дают основание предположить, что задуманное управление солевым режимом орошаемых земель в условиях Голодной степи, фактически не реализуется. Несмотря на дефицит воды в данной зоне, в коллекторы сбрасывается значительное количество оросительных вод. Это подтверждает сопоставление минерализации воды в дренах и коллекторах: если в хозяйстве 22, эти величины составили соответственно 6,4 - 6,7 dS/m, то в хозяйстве 24 - ЕС = 6,9 dS/m в дрене и 3,2 dS/m в коллекторе. Обратная зависимость между минерализацией дренажной и грунтовой воды, и, практически отсутствие связи между минерализацией коллекторной воды и грунтовой воды, даже в Шерабаде, представляется нелогичной и требует более детальны практическ наблюдений для научного объяснения.

**Таблица 7.13 Матрицы взаимосвязей между минерализацией оросительной, дренажной, коллекторной и грунтовой воды (на основе детальны наблюдений 1999г ).**

**А.Хозяйство 22- Сурхандарьинская область**

	ЕС орос.	ЕС дрен.	ЕС кол.	ЕС грунт.
ЕС орос.	1			
ЕС дрен	0.19	1.00		
ЕС кол	0.37	0.39	1	
ЕС грунт	0.19	-0.26	-0.07	1

**Б.Хозяйство 24 - Сырдарьинская область.**

	ЕС орос	ЕС дрен.	ЕС кол
ЕС орос	1		
ЕС дрен.	-0.23	1.00	
ЕС кол	0.004	0.10	1

Как отмечалось выше, согласно критериев, приведенных в таблице ФАО (7.8), оценку качества воды можно провести на основе измерения ЕС. Известно, что в отечественных классификациях для оценки качества обычно используют общую минерализации воды. При этом пригодной для орошения считается вода, содержащая не более 1 г/л солей. Как видно из вышеприведенных материалов, фактическая минерализация воды в реках зачастую превышает это значение.

Для представления данных измерений **электрической проводимости**, в традиционные для отечественной практики единицы измерения - **общее содержание**

**солей в воде**, или минерализацию, выраженные в граммах на литр (г/л), необходимо установить зональные коэффициенты. Известно, что коэффициент перехода от  $EC_w$  (dS/m) к минерализации в г/л зависит от химизма воды. Для перехода к общепринятым понятиям минерализации вод в западной литературе приводится формула перевода:

$$M = 0.64 \times EC_w$$

где:  $M$  - минерализация воды г/л; - **0.64**, эмпирический коэффициент;  
 $EC_w$  - электрическая проводимость воды, dS/m.

Наблюдения проведенные по проекту WUFMAS дали возможность получить зональные коэффициенты, позволяющие оперативно оценивать минерализацию вод, что особенно важно, при применении. коллекторно-дренажных вод для поливов сельскохозяйственных культур. По результатам обработки большого числа измерений по региону, содержащихся в базе данных WUFMAS, при изменении соотношения Na:Cl от 0,5 до 3, установлено, что коэффициент  $K$  изменяется от 0,8 до 1,3 ( $M=0,8 - 1,3 EC_w$ ), а при соотношении Na:Cl = 1  $K$  равно 1. (рис 7.12). Из рис 7.13 построенного по обобщенной для ЦАР выборке (, где  $n = 790$ ,  $R = 0,9$ ) следует, что для приближенных расчетов можно принимать:

$$M = 1,1 EC_w$$

. Распространение вод различного химического состава приурочено к почвенно-мелиоративным и геологическим природным зонам, (в привязке, к которым попарно расположены наблюдаемые хозяйства), были рассчитаны зональные коэффициенты парной корреляции между электрической проводимостью и минерализацией оросительных, дренажных и грунтовых вод (приложение I 7.4.2).

**Рис.7.12. Влияние химического состава воды на коэффициент K**

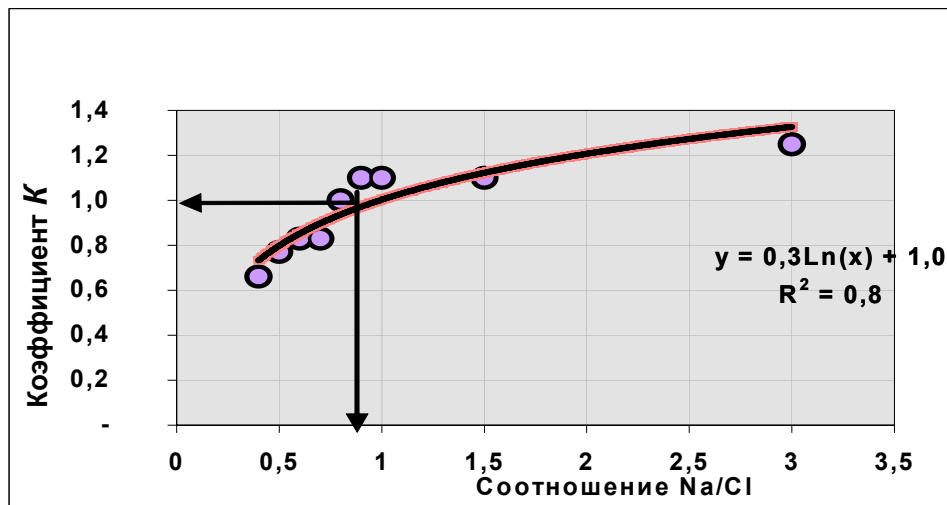


Рис.7.13 Зависимости минерализации от электрической проводимости для вод

