

УПРАВЛЕНИЕ ВОДОПОДАЧЕЙ КАК СРЕДСТВОМ ФОРМИРОВАНИЯ УСТОЙЧИВОГО ВОДНО-СОЛЕВОГО БАЛАНСА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ В УСЛОВИЯХ НАПОРНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Х.И. Якубов*, П.Д. Умаров*, Т.У. Бекмуратов**

*Научно-информационный центр МКВК, **САНИИРИ им. В.Д. Журина

Дренажный пилотный участок расположен в восточной части Центральной Ферганы (южная зона Ферганской котловины) на землях фермерского хозяйства имени Азизбекова Ахунбабаевского района. Площадь пилотного участка составляет 160, а коэффициент земельного использования 0,98 (98 %). Границы участка на юге востоке – коллектор отсечный на юге-западе – коллектор Пограничный, на северо-востоке – открытая дрена – собиратель и на северо-западе – Среднекзылтюбинский (рис. 1). Полевая дренажная система состоит из глубоких закрытых дрена Д-1^А, Д-1, Д-2 и Д-3 и из 3 более мелких дрена с использованием пластмассовых труб диаметром 110 мм, уложенных на глубине от 2,2 в начальной части их заложения до 2,4 м в устьях. Дрена Д-1^А, Д-1, Д-2 и Д-3 построены из асбестоцементных труб с песчано-гравелистой обсыпкой с ручной их укладкой в траншеи со следующими их параметрами

Указанные дрена построены в 1959-1960 гг. и они впадают в Среднекзылтюбинский коллектор, имеющий глубину заложения – 3,5-3,7 м. Однако коллектор подвержен заилению и зарастанию и он служит больше всего отводу сбросных вод. Пограничный, отсечный и открытая дрена – собиратель, проходящая на северо-востоке также выполняет роль отводящего тракта сбросных вод и они практически круглый год переполнены.

В гидрологическом отношении дренажный участок находится в зоне разгрузки подземных вод. По данным САНИИРИ подземный приток со стороны в районе расположения системы составляет 3,0-4,0 тыс.м³/га и поэтому пьезометрический напор подземных вод, приуроченных в более глубокие водонесные слои – глубина 100 м круглый год устанавливает на 20-70 см выше уровня грунтовых вод.

Литологическое строение пилотного участка представлено переслаивающимися отложениями грунтов, различного механического состава на большую глубину. Верхняя толща покровных мелкоземов отличаются неоднородно-слоистым строением, пылеватостью, наличием на глубине 0,7-1,2 м уплотненных обильно гипсированных слабопроницаемых прослоек, замедляющих процесс передвижения влаги, а их средний коэффициент фильтрации изменяется от 0,2 до 2,0 м/сут.

До строительства системы закрытого дренажа уровень грунтовых вод залегал на орошаемых землях на глубине 1,2-1,6 м (с общей минерализацией 7-9 г/л), а на не орошаемых – 2,5-2,8 м (с минерализацией 20-22 г/л), что определяет интенсивность соленакопления в зоне аэрации. Содержание солей в метровом слое в исходном состоянии составляло 2,5-3,0 %, местами до 5 % от веса сухой почвы, в том числе хлора 0,03-0,08 %. Тип засоления почво-грунтов и грунтовых вод – сульфатный.

Система закрытого дренажа введена в эксплуатацию со второй половины 1960 года. Среднегодовая водоподача на орошаемые земли с 1961 по 1975 гг. изменялись в пределах 13-15 тыс м³/га, а дренажные модули – 0,22-0,36 л/сек с га, против 0,17 л/га по проекту. В этот период дренажные линии работают в полном сечении в напорном режиме по всей длине. Нависание УГВ над трубой по длине дрена изменялось от 0,5 до 1,4 м, увеличиваясь к их устьям.

В результате высокой работоспособности построенных дрена и соблюдения требования промывного режима орошения к концу 1964-1965 г на пилотном участке было достигнуто определенное улучшение водно-солевого режима:

- почвогрунты опреснились до уровня 1,2-1,4 % от веса сухого грунта по сумме солей,
- минерализация грунтовых вод снизилась до 3,5-5 г/л, против 5,5-10 г/л в исходном состоянии,
- урожайность основных культур хлопчатника повысилась до 25-27 ц/га, против исходного 12-18 ц/га.

299



В дальнейшем на пилотном участке наблюдалось улучшение водно-солевых режимов в сторону их улучшения и к концу семидесятых годов они практически стабилизировались с определенным диапазоном изменений по периодам года в зависимости от водопоступления на территории.

Начало исследований по проекту “Коперникус” совпало с периодом практически “полной” стабилизации водно-солевых процессов на фоне закрытого дренажа, которые характеризуются установившимися режимами водоподдачи, дренажного водно-солевого стока, грунтовых вод и их минерализации, выносом солей с определенным варьированием темпов рассоления внутри года).

Общая площадь пилотного хозяйства составляет 160 га и она состоит из 16 картовых полей орошения с площадью каждого от 8 до 10 га, в среднем – 10 га. При этом на шести картах (полях – на 1, 10-14) с площадью около 60 га осуществлялся посев хлопчатника на 10 полях (2-9, 15 и 16) с площадью около 100 га озимой пшеницы.

Полив на хлопковых полях проводился по бороздам, а пшеницы по полосам. На карте 1 хлопчатник поливался за вегетацию 6 раз, а остальных полей 5 раз. Поливные нормы хлопчатника изменяются от 1140 м³/га (минимальное значение) до 1410 м³/га (максимум), а оросительные нормы в пределах 5906 м³/га до 7283 м³/га (нетто). Озимая пшеница за 2001 год поливалась 1 или 2 поливами с нормами 522 (карта № 7) до 1216 м³/га (карта 6 и 8). Оросительные нормы составили от 522-1260 до 2510 м³/га.

На пилотном участке из 10 полей пшеницы после их уборки только на полях 3, 5 и 9 осуществлялись повторные посевы кукурузы, остальные остались как поле испаритель. На 2 полях (3 и 5) до посева проводился влагозарядковый полив нормами 824 и 965 м³/га. Поливные нормы посева кукурузы изменялись в пределах от 1036 м³/га до 1550 м³/га, а оросительные – 2306 – 2657 м³/га.

В период проведения поливов всех видов сельхозкультур, поливы осуществлялись со сбросами в конце поливного участка. Величины сброса изменялись в пределах 125 – 267 м³/га (10-12 % от оросительных норм).

При выше описанных распределениях сельхозкультур по площади, удельных водоподачах и поступлениях на поля атмосферных осадков в течение апреля 2001 года по апрель 2002 года, общий водный баланс территории складывался в следующем порядке:

- Сумма приходных статей баланса составила 15430 м³/га, из которых на долю водоподдачи приходится 8647 м³/га, в том числе 6700 м³/га и межвегетационного периода - 1947 м³/га (77,5 %). Величина подземного притока достигает 4796 м³/га, а атмосферных осадков 1987 м³/га.
- Сумма расходных статей баланса составила 15634 м³/га. Невязка баланса равна 948 м³/га. В расходной части общего баланса суммарное испарение (эвапотранспирация) достигает 8818 м³/га (56,4 %), из которых 7797 м³/га приходится на долю вегетационного периода. Эвапотранспирация за вегетацию рассчитана по данным испаряемости Ферганской метеостанции через коэффициент эквивалентной культуры. Величина дренажного стока равна – 3594 м³/га (1436 м³/га за невегетацию), а подземного оттока – 1493 м³/га. Разность между притоком и оттоком составляет 3003 м³/га.

При таких раскладках общего водного баланса, баланс почвенных вод сложился положительно, который представлен данными таблицы 1.

Таблица 1

Баланс почвенных вод по территории опытного участка хозяйства Азизбекова Ахунбабаевского района Ферганской области, в м³/га. Площадь – 160 га

(КПД=0,85 Мн=0,08)

Месяцы	A	Op	-Wn	приход	И+Тр	Wn	расход	±q
4.01	100	641	0	741	531	660	1191	451
5.01	34	608	0	642	1233	1120	2353	1712
6.01	150	910	510	1570	1844	0	1844	274
7.01	103	1349	530	1982	2052	0	2052	71
8.01	100	975	980	2055	1296	0	1296	-756
9.01	70	544	0	614	841	100	941	327
10.01	160	653	562	1375	614	0	614	-761
11.01	83	229	0	312	176	1002	1178	866
12.01	457	0	0	457	70	1210	1280	823
1.02	365	0	0	365	59	250	309	-56
2.02	262	579	660	1501	102	0	102	-1399
3.02	103	707	792	1602	186	0	186	-1416
За вегетац.	557	5025	2020	7802	7797	1880	9677	2075
Невегетац	1430	2167,25	2014	5611,25	1207	2462	3669	-1942,3
За год	1987	7192	4034	13213	9004	4342	13346	133

По данным таблицы видно, что за вегетационный период идет подпитка (приток) грунтовых вод в зону аэрации, величина которой в среднем по территории составляет в порядке- 2075 м³/га, невегетационный период отток (переток) из зоны аэрации в грунтовые воды в размере 1942 м³/га, а в годовом разрезе формировался положительный водный баланс с притоком ненасыщенной зоны – 133 м³/га.

Несколько по другому складывается водный баланс орошаемого поля под хлопчатником, где водопоступление на 30 % больше, чем по сравнению с таковыми на территории. Здесь водный баланс в годовом разрезе отрицательный (-3415 м³/га.) и только в мае и августе месяцах положительный – 1023 и 1130 м³/га соответственно по указанным месяцам (табл. 2).

Таблица 2

Баланс почвенных вод по демонстрационному полю К-13 2001-2002 гг. территории опытного участка хозяйства А.Ниязова Ахунбабаевского района Ферганской области, площадью 10 га при КПД=1

месяцы	A	Op	-Wn	приход	И+Тр	Wn	расход	±q
4.01	100	0	880	980	531	0	531	-449
5.01	34	0	176	210	1233	0	1233	1023
6.01	150	2838	0	2988	1844	880	2724	-264
7.01	103	2439	132	2674	2052	0	2052	-622
8.01	100	1122	0	1222	1296	1056	2352	1130
9.01	70	0	836	906	841	0	841	-65
10.01	160	1625	0	1785	614	1144	1758	-27
11.01	83	0	946	1029	176	0	176	-853
12.01	457	0	880	1337	70	0	70	-1267
1.02	365	0	528	893	59	0	59	-834
2.02	262	1187	0	1449	102	1056	1158	-291
3.02	103	1299	0	1402	187	506	506	-896
Итого	1987	10510	4378	16875	8818	4642	13460	-3415

Солевой баланс территории хозяйства в целом и орошаемого поля под хлопком (поле 13) складывается в соответствие с их водным балансом:

Солевой баланс территории в годовом разрезе сложился отрицательно с незначительным выносом солей 4,4 тн/га, а в вегетацию наблюдается их накопление в зоне аэрации до 15,4 тн/га. Рассоление почво-грунтов зоны аэрации обеспечивается в зимне-весенний период за счет промывных влагозарядковых поливов и осадков. За счет невегетационных поливов и осадков межвегетационный вынос солей достигает до 20,3 тн/га. Аналогичная картина складывается и на поле под хлопчатником К-83. Здесь темп выноса, как в годовом разрезе, так и межвегетацию несколько больше и соответственно составляет 8,31 тн/га и 24,31 тн/га, а в летние месяцы идет процесс накопления солей до 15-16 тн/га. Несколько усиленный темп выноса объясняется большим размером водоподдачи на поле по сравнению с таковой на общей территории и, особенно, в межвегетационный период. Результаты солевого баланса хлопкового поля показывают возможность сократить размеры водоподдачи в невегетационный период без особого ущерба на процессы рассоления почвогрунтов на 40-50 %, т.е. в местах эксплуатационной промывки нормой 2,0-2,5 тыс. м³/га ограничится влагозарядковым поливом 1000-1200 м³/га. Обычно направленность общего и частных водно-солевых балансов дренированных орошаемых земель определяется водопоступлением на территорию и поливные участки. В соответствии с этим водно-солевые балансы поля и зоны аэрации поливных участков совмещенного посева (пшеницы с кукурузой) формируется идентично с таковыми хлопкового посева. В то же время водно-солевые балансы полей пшеницы, оставленных после их уборки, как в виде “чистого пара” складываются несколько по-другому, что иллюстрируется данными рис. 2 и 3. Так водно-солевые балансы по поливному участку К-5 совмещенного посева сложились по отрицательному типу с оттоком воды порядка 911 м³/га, а солей 10,17 т/га в год, тогда как “К-2” посева только пшеницы – положительно с накоплением солей – 11,66 т/га в год (рис. 3). Между тем указанная интенсивность накопления солей в зоне аэрации складывалась при минерализации поливной воды 0,35-0,4 г/л, а грунтовых вод – 2,8-3,6 г/л.

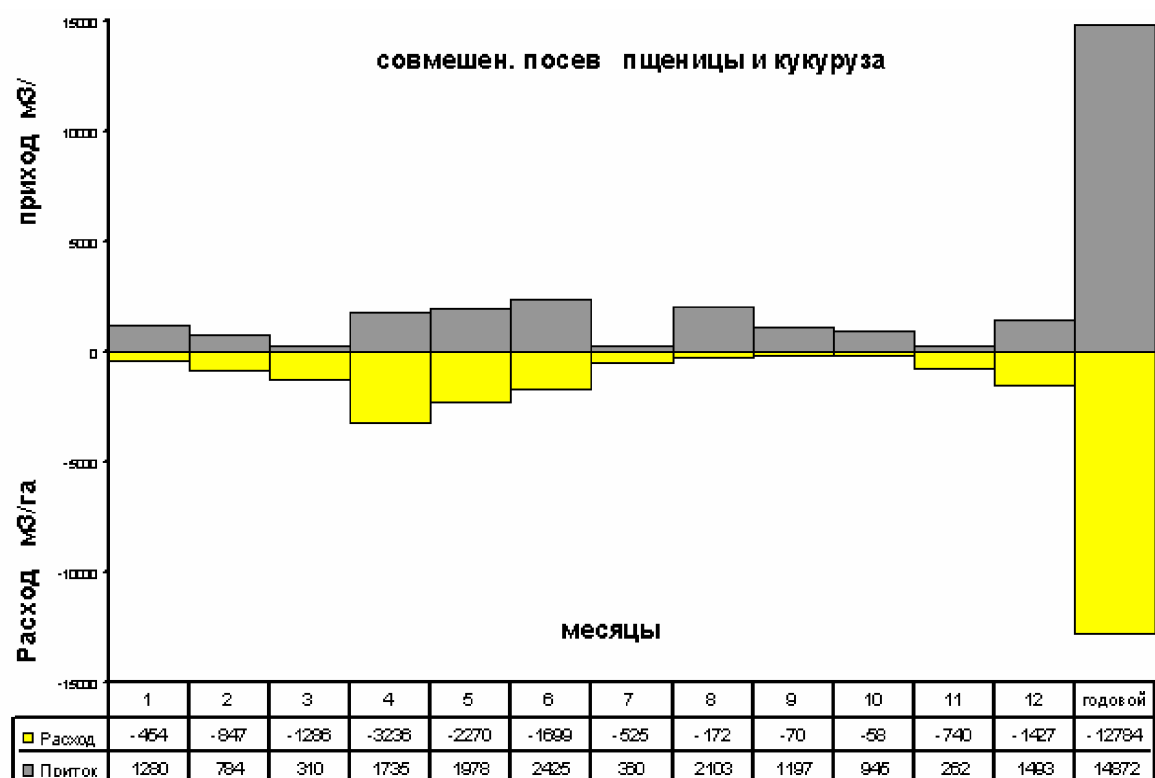
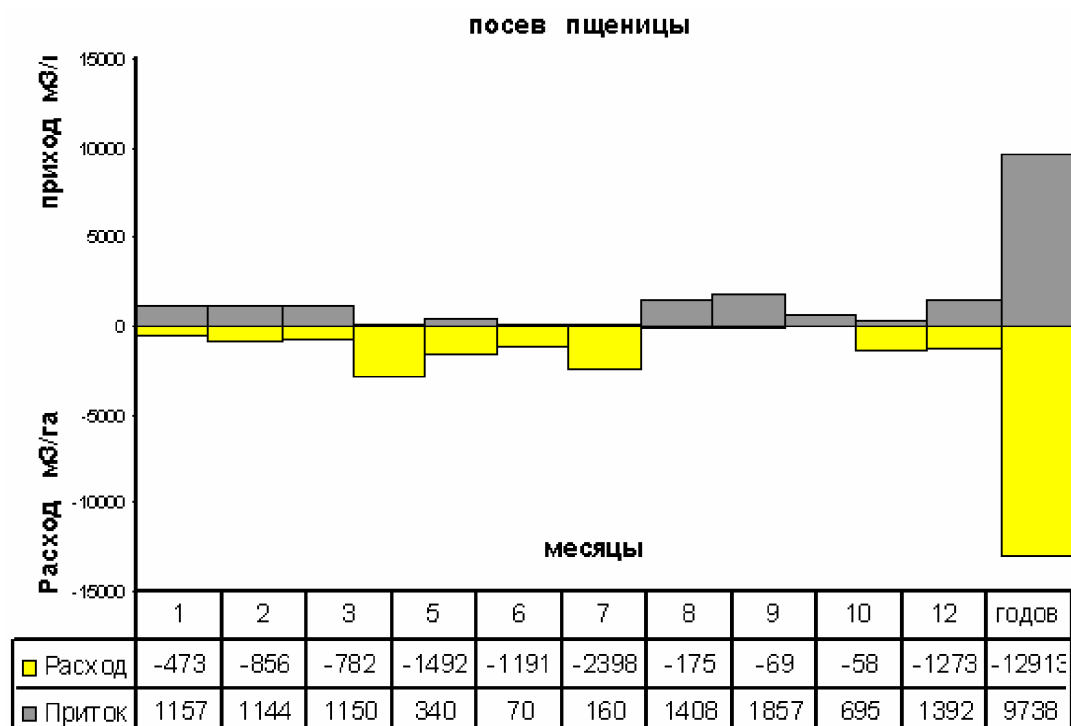


Рис. 2
Динамика приходной и расходной статей баланса зоны аэрации на поле К-2 ф/х Азизбек

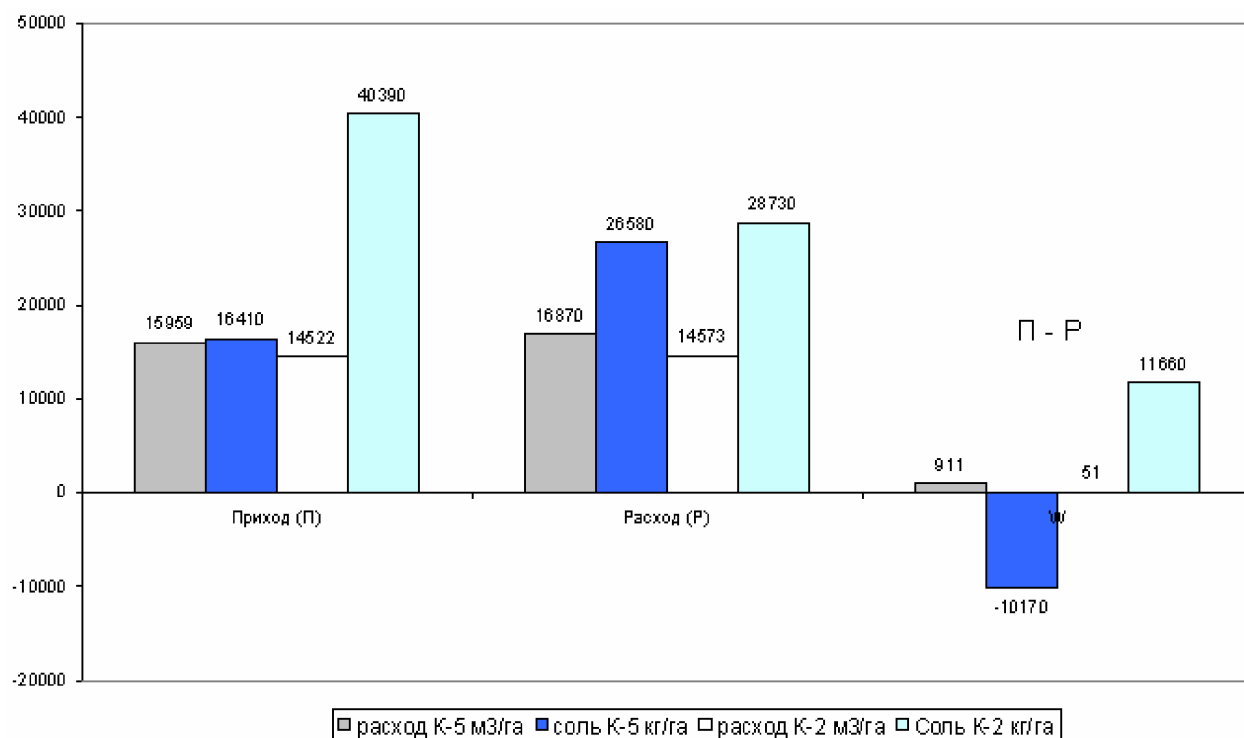


Рис. 3
Динамика элементов общего вводно-солевого баланса по полям К-2 и К-5 ф/х Азизбек

Следует отметить, что по такому типу сложился водно-солевой баланс зоны аэрации поливных участков “К-5” и “К-2”. На поливном участке К-5 формировался отрицательный водный баланс зоны аэрации с инфильтрацией поливных вод в грунтовые воды “q” – в размере – 2088 м³/га в год. На поливном участке К-2 баланс сложился положительно с притоком воды из грунтовых вод в зону аэрации в объеме – 3175 м³/га (рис.4). Анализ инфильтрации по балансам показывает, что водно-солевые балансы отдельных поливных участков складывается по разному несмотря на идентичную дренарованность, даже при ограниченной по площади небольшого хозяйства – всего 160 га. На территории фермерского хозяйства Азизбекова на более половины площади орошаемых земель под посевом пшеницы без повторного сложился положительный солевой режим, хотя территория в целом высоко дренарована и закрытый дренаж здесь работает более 40 лет. С другой стороны приведенные данные свидетельствуют, что на засоленных землях, чтобы не допустить реставрации засоления, необходимо удовлетворить требования промывного режима орошения даже на хорошо дренарованной территории с длительной продолжительностью работы дренажа

Средне-годовой дренажный модуль по пилотному участку в 2001 гидрологическом году составил 0,1 л/сек/га, изменяясь от 0,075 до 0,13 л/сек.га во внутригодовом разрезе максимальная величина соответствует вегетационному периоду и влагозарядковым поливам. Дренажный модуль на современном уровне 2,0-2,5 раза меньше, чем таковой в 1962 – 1964 гг, что связано с упорядочением водоподачи (в основном за счет снижения нормы промывок и перехода на влагозарядковые поливы взамен промывок.

Расходы дрен колеблются в широких пределах как во внутригодовом, так и внутримесячном разрезе. Максимальные расходы наблюдаются по закрытой дрене УД-2, где он изменяется в пределах от 3,1-5,25 л/сек до 8,5-12,5 л/сек, максимальное значение которых приходится на вегетационный, а минимальное на осенне-зимний период года. Минимальные расходы дрен формируются по дренам В-1 из гофрированных пластмассовых труб, заложенных на глубине –2,4 м и “У-1а” длиной 800 м (асбестоцементных труб) глубиной в устье – 3,2 м. Расходы этих дрен изменяются в пределах 0,8-1,5 л/сек (осенне-зимний период) до 3,0-6,5 л/сек. В осенние периоды года в дрене В-1 из пластмассовых труб приток прекращается из-за глубокого залегания УГВ ($h \leq 2.3-2.4$ м) несмотря на усиленную работу дренажа в период полива общее направление потока грунтовых вод формируется в сторону Средне-Кзылского коллектора.

На участке формируются испарительно-ирригационно-дренажный тип режима грунтовых вод с определенным значением подземного притока. Уровни и режим грунтовых вод на участке во внутри-

годовом разрезе стабилизировались в определенном диапазоне по периодам в зависимости от режима работы оросительных систем и водопоступления на территорию. Глубокое залегание уровня грунтовых вод приходится по среднемесячному его значению на зимний период (декабрь, январь и февраль месяцы – $h=2,25-2,50$ м, когда ирригационная система либо не работает, либо проводится только полив озимой пшеницы. Начиная с февраля, идет медленный подъем грунтовых вод, связанный с проведением промывок и влагозарядковых поливов под посев хлопчатника и других культур. Вегетационный период (апрель-июнь) среднемесячный уровень грунтовых вод колеблется от 2,04 до 2,24 м (табл. 3).

Таблица 3
Изменение уровня грунтовых вод на полях с различными сельхозкультурами

Месяцы	Пределы изменения УГВ на полях, м.		Среднемесячные УГВ, по участку
	Хлопковые поля	Поля под пшеницей	
Апрель 2001 г	1,5-2,35	1,7-2,2	2,0
май	2,13-2,54	1,75-2,37	2,24
июнь	1,51-2,33	2,23-2,57	2,27
июль	1,98-2,22	19-2,37	2,04
август	1,38-1,87	1,28 ^x -2,15	1,68
сентябрь	1,06-2,10	1,06 ^x -2,07	1,56
октябрь	1,38-1,68	1,1 ^x -1,98	1,45
ноябрь	1,53-2,03	1,92-2,08	1,88
декабрь	2,28-2,42	2,36-2,45	2,35
Январь 2002	2,53-2,68		2,59
февраль	1,6-2,44		2,2
март	1,6-2,3		1,84

Минимальные и максимальные значения УГВ на полях под посевами хлопчатника и пшеницы объясняются их расположением относительно дрен и среднетепинскому коллектору: на картах расположенных вблизи дрен, уровень на 0,25-0,4 ниже, чем в междренях.

Полив сельхозкультур сильно влияет на изменение режима грунтовых вод, поднимая их уровень на следующий день после его начала, а иногда в тот же день (таблица 4). При этом величина подъема УГВ после полива изменяется в зависимости от нормы полива от 0,79 до 0,89 м (табл. 4).

Время подъема на хлопковом поле № 13, расположенном вблизи хорошо работающей дрены У-2 изменяется от 2 до 5 дней, а спада до исходной величины от 5 до 11 дней, т.е. скорость сработки в 2 раза меньше чем скорость подъема. На полях расположенных в междренях время запаздывания с работы еще больше, т.е. процесс сработки протекает медленнее. Каждый полив вносит определенную неравномерность залегания УГВ на полях и тем самым неравномерности увлажнения почв. При этом в цикле проведения поливов каждое поле проходит через эти неравномерности. Интенсивность неравномерности и их сглаживание зависит от нормы и частоты поливов, а также расположения полей относительно дрен, на карте вблизи дрен она больше чем в междренях (рис. 1).

Неравномерность уровня грунтовых вод и влагозапасов по площадям хозяйства после водоподачи на поля на фоне систематического дренажа больше всего проявляется на хлопковых полях нежели чем зерновых, что связано с нормами и сроками (продолжительностью) проведения поливов. Поливные нормы хлопчатника в среднем на 15-20 % больше, чем зерновых и колеблются в пределах 1100-1470 м³/га. По срокам полив зерновых проводятся в апреле, мае и частично в начале июня, а хлопчатника – июнь-август месяцы. Из 10 полей зерновых, только №№ 3, 5 и 9 засеяны повторной культурой – кукурузой на силос. Поскольку основной причиной резкого подъема УГВ является инфильтрационное питание, формируемое в период проведения промывок и поливов, то мерами снижения неравномерности влагозапасов должно быть управление глубинными сбросами на полях, что достигается правильными подбором элементов техники полива и, главным образом, снижением поливных норм, а также планировкой поверхности полей.

Табл. 4

Динамика УГВ в период полива на К-13 поливной и межполивной период 2001года по Створ №2																
№ полива	№ наб. колодец	УГВ	полив		УГВ					Изменение УГВ период полива						Амплитуда колебания УГВ
			начало	конец						подём		величина подёма УГВ	Спад		время запаздывания подёма	
										начало	конец		начало	конец		
1		3 июн			09.июн	13.июн	15.июн	18.июн	20.июн							
	1	2,55	02.июн	07.июн	1,82	2,12	2,36	2,48	2,56	03.июн	09.июн	0,73	09.июн	20.июн		1,82-2,56
	2	2,48			1,8	2,07	2,21	2,34	2,45			0,68			5 дней	1,8-2,45
	3	1,59			1,7	2,34	2,37	2,4	2,57			-0,11				1,7-2,57
2		23.июн			30.июн	09.июл	12.июл									1,89-2,59
	1	2,59	25.июн	29.июн	1,89	2,35	2,31			23.июн	30.июн	0,7	30.июн	12.июл	7 дней	1,78-2,53
	2	2,51			1,78	2,45	2,53					0,73				
	3	2,48			2,07	2,47	2,5					0,41				
3		12.июл			15.июл	17.июл	20.июл	24.июл								
	1	2,31	12.июл	14.июл	2,3	1,92	2,09	2,17		12.июл	15.июл	0,01	15.июл	24.июл	9 дней	1,92-2,31
	2	2,53			2,08	1,89	2,08	2,15				0,45				2,89-2,5
	3	2,5			1,96	1,85	2,05	2,11				0,54				1,85-2,5
4		24.июл			31.июл	03.авг	07.авг									
	1	2,17	25.июл	29.июл	1,95	1,73	2,16			24.июл	31.июл	0,22	31.июл	07.авг	2 дней	1,73-2,17
	2	2,15			1,94	1,75	2,12					0,21				1,75-2,17
	3	2,11			1,88	1,66	2,11					0,23				1,66-2,11
5		07.авг			13.авг	16.авг	20.авг	23.авг								
	1	2,16	07.авг	11.авг	1,84	1,88	1,52	1,64		07.авг	13.авг	0,32	13.авг	23.авг	5 дней	1,52-2,16
	2	2,12			1,81	1,81	1,47	1,53				0,31				1,47-2,12
	3	2,11			1,65	1,59	1,42	1,5				0,46				1,42-2,11

Минерализация грунтовых вод на пилотном участке повсеместно стабилизировалась на уровне 3,0-3,8 г/л по сумме солей и 0,06-0,1 г/л по хлору, против 5,8-10 г/л в исходном положении. По химическому составу грунтовые воды относятся к сульфатному типу. Общая минерализация грунтовых вод по периодам года изменяется незначительно: превышение составляет +0,2-0,5 г/л.

Минерализация оросительной воды колеблется от 0,37-0,47 г/л. Из-за очень слабой минерализации грунтовых и подаваемой на поля оросительной воды при промывном режиме орошения в почвогрунтах не наблюдается реставрации засоления: солесодержание в корневом слое (0-1,5 м) изменяется от 0,9-1,1 % от веса сухой почвы по сумме солей, тогда как в исходном состоянии оно превышало 3,0-3,5 %, а местами достигало 4,5-5,0 %. (рис. 4).

Таким образом, результаты исследования работ дренажа по проекту “Коперникус” показывают возможность перевода систем управления водно-солевого режима орошаемых земель более жесткой водоподачи межвегетационного периода, если территория обеспечена хорошо работающим дренажем со среднегодовым модулем 0,1 л/сек/га. При этом посевы зерновых обязательно должны совмещаться с таковыми других культур, что дает возможность ликвидировать реставрацию засоления при относительно близком залегании уровня грунтовых – до 2,5 м.

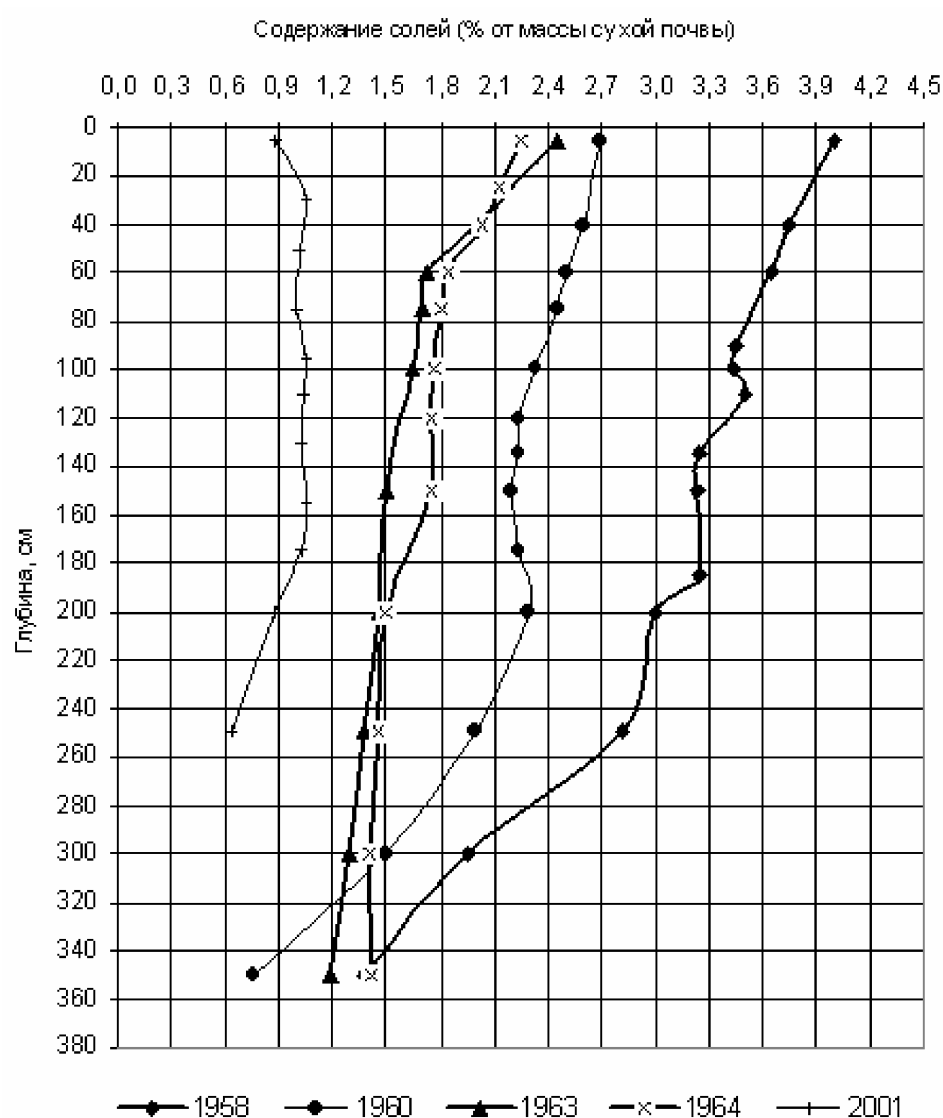


Рис. 4
Изменение содержания солей в почвогрунтах