

## Развитие дренажных систем, эффективность и оценка их технического состояния и пути повышения эксплуатационной надежности на современном уровне

### 1. Развитие и эффективность дренажных систем в центральной Азии

Бассейн Аральского моря с его уникальными природно-хозяйственными условиями, характеризующимися бессточностью и естественной глубинной засоленностью почво-грунтов на значительной части территории, аридностью климата и ограниченностью водных ресурсов на современном уровне располагает мощным агроэкономическим потенциалом - мелиоративным фондом для развития орошаемого земледелия (Табл. 1а)

Таблица 1а

Характеристика мелиоративного фонда Среднеазиатского региона и Южного Казахстана, тыс.га

Республики	Общая площадь	Площадь с/хоз угодий***	Мелиоративный фонд							
			Всего	Незасоленные	%	Засоленные	%	В т.ч. сильно засоленные	% от засоленных	Орошаемые, всего
Узбекистан	32889	26085	10710	2684,3	25	8025,7	75	1532	19,0	4164,2
Кыргызстан	15994	10057	3021	2267,5	75	753,5	25	63	8,0	1034,2
Таджикистан	9470	4158	1964	1595,5	81,2	368,5	18,8	73,9	19,0	689,7
Туркменистан	32968	30325	12198	1423,2	11,7	10774,8	88,3	4253,5	39,5	1317
Юж. Казахстан			4707	700	15	4000	85	1500	37,5	768
Итого		155000	32,6	8670,5	26,8	23922,5	73,6	7422,5	31,0	7973,1

Общий земельный фонд Аральского моря с его составляет 155 млн. га, из которых около 32,6 млн. га считаются пригодными для развития орошаемого земледелия в том числе площадь засоленных земель оценивается 23922,5 тыс. га или 73,6 %, а не засоленных – 8670,5(26,8%). При этом из общей площади засоленных земель – 7422,5 тыс. га или 31% представлены сильнозасоленными почво-грунтами(табл.1).

По данным таблицы 1 видно, что незасоленные земли в основном, приходится больше на долю республик Кыргызстан и Таджикистан, орошаемые земли которых расположены в пределах естественных интенсивно дренированных верхних течений рек Сырдарьи и Амударьи. Здесь грунтовые воды не участвуют в почвообразовательных процессах и поэтому орошаемые земли представлены к таким категориям земель с незасоленными почво грунтами, за исключением отдельных небольших массивов расположенных в межгорных и межадырных зонах.

Наиболее неблагоприятными мелиоративными фондами обладают республика Туркменистан и южные области Казахстана, где соответственно 88 и 85% земель, пригодных к орошению характеризуются засоленными почво-грунтами и они расположены в дельтовых зонах рек Амударьи и Сырдарьи, представленных слабо и не дренированными условиями. Несколько меньшими засоленными мелиоративными

фондами, чем Казахстан и Туркменистан обладает Республика Узбекистан, хотя по общей площади засоления она занимает 2-е место после Туркменистана. В Узбекистане из общей площади пригодной к орошению 10710 тыс.га засолению подвержены 8025,7 тыс.га или 75% земель. Притом если в Туркменистане и Казахстане площади сильно засоленных земель составляют 39,5% и 37,5% соответственно, то в Узбекистане она равна 19,0%. Такие различия в распространении площадей засоления обусловлены главным образом геоморфолого-гидрогеологическими условиями.

На современном уровне (2000 г) из имеющегося мелиоративного земельного фонда Центральной Азии 32,6 млн.га фактически орошаются только 8 072,9 тыс. га со следующим распределением их по государствам : Казахстан – 786,2 тыс.; Кыргызстан – 425,5 тыс., Таджикистан – 719,2 тыс., Туркменистан – 1860,2 тыс и Узбекистан 4280,6 тыс.га (табл. 1.).

Таблица 1

Государство	1990	2000	Изменение	Изменение в%
Казахстан	781,8	786,2	4,4	0,6
Кыргызская Республика	423,7	423,7	0	0
Таджикистан	709,1	719,2	10,1	1,4
Туркменистан	1329,3	1860,6	531,3	39,9
Узбекистан	4222,0	4280,6	58,6	1,4
Всего	7465,9	8072,9	607	8,6
Всего	7465,9	8072,9	607	8,6

По данным таблицы видно, что после 1990 года в странах Центральной Азии не произошло существенных изменений в площади орошаемых земель, за исключением Республики Туркменистан где она расширилась на 531.3 тыс.га под посевы зерновых. При этом из общей площади орошения в регионе 8072,9 тыс.га более 55-60% в той или иной мере засолены и переувлажнены, либо подвержены засолению из-за близкого залегания уровня грунтовых вод, что требует применения искусственного дренажа. По оценкам САНИИРИ и других научно – исследовательских и проектных институтов из указанной общей площади орошения более 5,72 млн.га нуждаются в искусственном дренировании, что бы управлять эколого-мелиоративными процессами при развитии орошаемого земледелия. Фактически на январь 2000 г. общая площадь обеспеченная коллекторно-дренажной сетью составляет 5347,01 тыс.га (табл. 2).

Следует отметить, что широкое развитие строительства дренажных систем в Центральной Азии получило в 1960-1990 г.г, когда по всем республикам проводилось интенсивное освоение новых и реконструкция мелиоративной сети на староорошаемых землях. В результате этих работ на уровень начала 90-х годов в Центральной Азии было построено 200,55 тыс.км коллекторно- дренажной сети, из которых 155,55 тыс.км внутрихозяйственной (в том числе 48,6 тыс.км дрен закрытого типа), 45 тыс. км межхозяйственные и магистральные коллектора, а также 7762 скважин вертикального дренажа на площади 834,6 тыс. га. Площадь охваченная горизонтальным дренажом составляла 4750,86 тыс. га (табл 2).

При этом, наибольшая площадь охвата дренажом приходится на долю Узбекистана, где протяженность межхозяйственной и внутрихозяйственной коллекторно-дренажной сетисоставляет 137793,3 км, в том числе, 31353,6 км – межхозяйственной. Аналогично в этой республике больше всего внедрено совершенных типов дренажа – закрытые горизонтальные дрены и скважины вертикального дренажа. Площадь одного только вертикального дренажа здесь составляет 450 тыс. га.

Вертикальный дренаж развит также на мелиорируемой территории республик Казахстана и Таджикистана, где он внедрен на площади соответственно 320 и 41,24 тыс. га с общим числом высокодебитных скважин соответственно 1503 и 1962 штук.

Обслуживаемая площадь одной скважины изменяется в зависимости от гидрогеолого-мелиоративных условий от 107,7 и 213 га (Узбекистан, Казахстан) до 21 га по республике Таджикистан. В других республиках ЦА больше всего развита открытая коллекторно-дренажная сеть.

До 1991 года во всех странах Центральной Азии магистральные, межхозяйственные коллектора, вертикальный дренаж и частично закрытый дренаж находились на балансе государства (министерства мелиорации и водного хозяйства республик) а внутрихозяйственная открытая коллекторно-дренажная сеть (КДС) и большая часть закрытых дрен на балансе хозяйств. В соответствии с этим межхозяйственная КДС, вертикальный дренаж и часть закрытого дренажа эксплуатировались областными гидрогеолого-мелиоративными экспедициями республик за счет государственных средств. Внутрихозяйственная КДС эксплуатировалось за счет собственных средств хозяйств. Такая система организации эксплуатации сохранилась в Узбекистане и до настоящего времени.

При мелиорации почв главным показателем обеспеченности дренажом орошаемых земель является его удельная протяженность на один гектар, который в республиках Узбекистан, Казахстан и Таджикистан составляет соответственно 10-67 м/га, 28 м/га, и 32,0 м/га на внутрихозяйственном и соответственно 8,1-19 м/га, 3,1м/га и 6,4 м/га на межхозяйственном уровнях. По этому показателю мелиоруемые земли этих трех республик с учетом наличия систем вертикального дренажа, можно отнести к категории территории, обеспеченной искусственной дренированностью. Таковыми условиями не обеспечен Туркменистан, где удельная протяженность в среднем составляет 14,7 м/га. При этом, следует учесть, что мелиорируемые земли этой страны представлены более сложными гидрогеолого-почвенно-мелиоративными условиями.

Широкое развитие дренажных систем, начатое в 1960-65 г.г., дало возможность довести дренированность орошаемых земель, разбитых на соответствующие зоны планирования до оптимальной ее величины, что видно по данным таблицы 3 по бассейну Сырдарьи. Удельные значения чистого дренажного стока, формируемого за счет инфильтрационного питания и притока подземных вод в верховьях бассейна на уровне 1985-90 г.г. изменялись в зоне верхнего течения в пределах 5600-10500 м<sup>3</sup>/га, в зоне среднего течения – 3000-5500 м<sup>3</sup>/га., а в зоне нижнего течения – 2500-3500 м<sup>3</sup>/га на суходольных культурах и 6000-7000 м<sup>3</sup>/га на землях рисового посева (таблица 4). Указанные величины чистого дренажного стока (модуля) близки к проектным значениям дренированности.

Аналогичная картина наблюдается и по бассейну Амударьи (Таблица 4). Здесь максимально наблюдаемый дренажный модуль по критическим зонам планирования «Лебаб», «Кашкадарья», «Бухара» и «Северный Каракалпакстан» изменяется в пределах от 3,5 до 6,0 тыс. м<sup>3</sup>/га, и его значения практически совпадают с таковыми, принятыми по проектам. Благодаря интенсивной дренированности в 1970-90 г.г. по всем зонам планирования были достигнуты отрицательные водно-солевые балансы как общие на орошаемых территориях, так и частные в зонах аэрации, с выносом солей от 7-19 до 25-30 т/га (Хорезмская область – таблицы 5 и 6). Одновременно с постепенным рассолением почво-грунтов происходило изменение минерализации стока. При этом, закономерно, что в начальный период работы дренажных систем формируется высокая минерализация дренажных вод, которая со временем постепенно снижается. Темпы снижения минерализации дренажного стока зависят от исходного содержания солей в почвогрунтах и их распределения по почво-грунтовому профилю в верхней толще отложений, степени дренированности зон планирования, а также ведения промывного режима орошения (рис 1а). В зонах планирования, расположенных в верхних течениях рек, темпы снижения и

стабилизации минерализации идут намного быстрее, нежели в средних и нижних течениях. К 1990 году практически процесс изменения минерализации по всем зонам планирования стабилизировался. Следует отметить, что уровень дренированности территории зон планирования влияет на продуктивность орошаемых земель: чем она выше тем быстрее рассоление почво грунтов при соблюдении промывного режима орошения (Рис. 1 “б” и Рис. 1 “в”).

В годы поддержания усиленной дренированности (1970-90 г.г.) искусственный дренаж обеспечил на орошаемых землях благоприятные водно-солевые режимы почв (близкие к оптимальным мелиоративным режимам), что дало возможность повысить продуктивность земель. В указанные годы урожайность основных культур – хлопчатника по большинству зон планирования достигала до 30-35 ц/га, а риса 40-55 ц/га. При этом, до 1990 г. продуктивность орошаемых земель оценивалась от 1300-1500 долларов США (районы, расположенные в низовьях рек) до 1900-2500 долларов США (зоны планирования, расположенные в верхнем и среднем течениях рек).

Таким образом, созданные в 1985-1990 г.г. мощные дренажные системы при их нормальной эксплуатации обеспечивали на орошаемых землях благоприятные условия для повышения продуктивности земель и воды.

## 2. Формирование возвратного коллекторно-дренажного стока в регионе.

Развитие дренажных систем и его влияние на формирование коллекторно- дренажного водно-солевого стока сыграло не только положительную роль, создав на орошаемых землях благоприятные условия для повышения продуктивности почв, но и отрицательную из-за трудности управления поступающими возвратными водами и сброса их в ствол реки, озера и ветланды. До 1993 г. общий объем дренажного стока, формируемого в бассейне Аральского моря, изменялся в пределах 36-40 м<sup>3</sup>/га а в последние годы он несколько снизился. Удельный объем дренажного стока, формируемого в зонах планирования бассейнов рек, варьирует в довольно широком диапазоне:

- По зонам бассейна Сырдарьи от 1,7 тыс. м<sup>3</sup>/га (Кыргызстан) до 8,3 тыс. м<sup>3</sup>/га (Ферганская область);
- По зонам бассейна Амударьи от 3,4 тыс. м<sup>3</sup>/га до 12 тыс. м<sup>3</sup>/га.

При этом из общего объема, формируемого в бассейне Сырдарьи стока коллекторно-дренажных вод 17,400 км<sup>3</sup>, сбрасывается в ствол реки 60% (10,5 км<sup>3</sup>), 21% в понижения, и 19% используется на орошение. Несколько по-другому складывается распределение сброса коллекторно-дренажных вод по бассейну Амударьи. Здесь из общего объема КДВ 21,7 км<sup>3</sup> сбрасывается в ствол реки составляет 37%, в озера – 60%, и только 3% используется на орошение (таблица 8). В соответствии с объемом возвратного стока КДВ, поступающих в ствол рек и озера, изменяется минерализация их вод.

Таблица 3

Значения дренажного стока, формируемого только за счет инфильтрации поверхностных вод и притока подземных вод «Дч» по зонам планирования бассейна Сырдарьи, установленная на основе обобщения многолетних опытно-производственных исследований и проектных материалов.

Водохозяйственные районы и их отдельные части	Значение чистого дренажного стока, м <sup>3</sup>		
	На уровень КПД системы за 1985-1990 г.г.	2000 г	На перспективный КПД системы
Верхнее течение (центр			

Ферганы)			
Андижанская область*	5600-9400	5000-9000	4400-7800
Наманганская область*	7800-10500	7500-11000	6300-8800
Ферганская область и мелиоративно-неблагополучные земли Ленинабадской области*	6300-9400	4500-6000	5600-7000
Среднее течение			
Джизакская область	3000-3500	1000-1500	3000-5000
Сырдарьинская область			
Новая зона орошения	3000-4500	1000-2000	3000-4000
Старая зона орошения	2800-4500	1000-1500	2500-4000
Казахская часть Голодной степи	4500-5500	200-500	3000-3500
Ташкентская область	3000-4000	2500-3000	2500-3500
Нижнее течение			
Кзыл-Кумский массив			
Суходольная культура	2500-3500	До 1000	2000-3000
Рис	6000-6500	До 1000	5600-5500
Арысь-Туркестанский массив	2500-3500	-	2000-2500
Кзыл-Ординская область			
Рис	6500-7000	-	5000-6000
Суходольная культура			2500-3000

\*Примечание: высокое значение Дч по областям Ферганской долины объясняется за счет интенсивного подземного притока со стороны. При установлении Дч на перспективу КПД ирригационных систем принят 0,75, а на уровень 1985-90 КПД принят 0,65-0,7 за исключением технически совершенных систем новой зоны Голодной и Джизакской областей.

Таблица 4

Изменение параметров дренированности критических зон планирования

Зоны планирования	Параметры дренированности зон планирования, тыс. м <sup>3</sup> /га			
	Условно нормативный, (проектный) дренажный модуль – D чист	Максимально наблюдаемый Dч 1985-1990 г.	Dч за 2000 год	Снижение Dч против максимального Dч, %
Бассейн р. Сырдарьи				
Ферганская	6,0-9,0	6,5-7,0	5,1	24
Зона ЮГК	3,5-5,0	3,0-4,0	1,4	36
Пахтааралький р-н Южно-Казахстанской области	5,0-6,0	4,0-5,5	475	86
Кызыл-Ардинская	5,0-6,0	5,0-6,0	2,4	56
Бассейн р. Амударьи				
Лебапская	3,5-4,0	4,0-4,5	2,1	51
Кашкадарьинская	4,0-4,5	3,0-5,0	3,15	21
Бухарская	4,0-4,5	4,0-5,0	3,4	20
Северный Каракалпакстан	4,5-6,0	3,5-6,0	2,7	36

Dч- дренажный сток формируемый за счет инфильтрационного питания поверхностных вод, грунтовых вод и подземного питания

Таблица 2

Характеристика коллекторно-дренажной сети бассейна Аральского моря  
(на 2001 г.)

Страна	Орошаемая площадь тыс.га	В том числе, тыс. га				Протяженность сети, км					Скважины вертикального дренажа		Площадь обслуживания 1-й скважины. га
		Требующая дренирования	Обеспеченная дренажом	Горизонтальный дренаж	Вертикальный дренаж	Магистральная и межхозяйственная		Внутри хозяйственная			Кол-во	В т.ч. работающие	
						всего	Удельная, м/га	всего	В т.ч. .				
									закрыт	N/га			
Узбекистан	4265,7	315 9,9	2893,4	2523,9	450	31353,6	8,1-19,0	10643 9,7	38300, 2	10-67,0	4179,0	25-30	107,7
Казахстан	786,2	530,0	420,2	257,9	320	2400,0	3,1	13700, 0	Опытн	28,0	1503	00	213
Кыргызстан	411,8	158,04*	158,04	157,14	0,9	42,0	0,27	869,2	137,5	5,5	64,0	37,0	14,0
Туркменистан	1714,3	1511,19	1511,19	1488,69	22,5	8988,9	5,24	25263, 4	6345,8	14,7	254,0	87,0	88,6
Таджикистан	718,0	364,47	364,47	323,23	41,24	2213,0	6,4	9279,0	3817	32,0	1962,0	20	21,0
Итого по бассейну Аральского моря	7896	5721,01	5947,3	4750,86	764,6	44997,5		15555 1,3	48600, 5		7762,0	36,7	107,5

\*Орошаемая площадь, на которой имеется коллекторно-дренажная сеть

Таблица 5

Сводная таблица водно-солевого баланса поверхностных вод бассейна реки Сырдарья на территории Республики Узбекистан

Область	Годы	Водозабор на орошение, млн.м3	Минерализация воды, г/л	Поступление солей	Сток ДВ, млн. м3	Минерализация ДВ, г/л	Вынос солей, тыс. т	Доля КДВ от водозабора	Уменьшение (-) Увеличение (+)	Уд.вынос солей, тн/га	Мкс
Верхнее течение											
Андижанская	1990	3184,1	0,64	2037,82	2533,6	1,21	3053,56	0,79	-1015,73	-3	1,5
	1997	3033,7	0,62	1868,7	1177,0	1,71	1895,3	0,39	-26,64	+0,5	0,98
Наманганская	1990	2839,4	0,5	1376	2143,7	1,37	2036,52	0,78	-660,52	-2,5	1,5
	1997	2454,91	0,5	1227,46	2168,1	1,16	2514,95	0,88	-1287,49	-4,8	2,0
Ферганская	1990	4983,4	0,61	3039,87	3050,6	2,21	6741,83	0,61	-3701,95	-5,3	2,2
	1997	4353,5	0,73	3265,1	2679,1	2,37	6349,4	0,62	-3084,3	-9	1,94
Среднее течение											
Джизакская	1990	2344,7	1,31	3071,56	751	8,58	6446,58	0,32	-3372,02	-12	2,1
	1997	2380,7	1,5	3571,1	1190,6	4,05	4821,9	0,5	-1250,8	-4,3	1,35
Сырдарьинская	1990	2740,5	1,26	3453,03	1619,4	4,19	6785,29	0,59	-3332,26	-11,7	1,96
	1997	1889,2	0,86	1531,85	1096,53	2,71	2291,43	0,57	-760,0	-7,3	1,5
Нижнее течение											
Южно-Казахстанская	1985	4768,7	1,4	6576,2	832,1	2,8	233,0	0,17	+4348,1	+4,86	0,34
	1990	5162,4	1,3	6710,8	968,7	2,6	250,7	0,19	+4203,8	+5,5	0,52
Кзыл-ординская	1985	4159,0	1,46	6072,2	1067	3,6	3649,1	0,26	+2423,1	+4,7	0,6
	1990	4611,7	1,4	6456,4	1189,5	3,42	4076,4	0,26	+238,0	+3,4	0,63

Таблица 6

## Сводная таблица баланса поверхностных вод бассейна реки Амударья на территории Республики Узбекистан

Область	Годы	Водозабор на орошение, млн.м3	Минерализация воды, г/л	Поступление солей	Сток ДВ, млн. м3	Минерализация ДВ, г/л	Вынос солей, тыс. тн	Доля КДВ от водозабора	Уменьшение (-) Увеличение (+)	Уд.вынос солей, тн/га	Мкс
Верхнее течение											
Сурхандарьинская	1985	4240,9	0,63	2671,77	1215,8	2,36	2869,29	0,29	-197,52	-6,3	1,07
	1997	4146,4	0,69	2887,64	1032,5	1,72	1967,25	0,25	+914,92	-73	0,68
Среднее течение											
Бухарская	1985	4418,62	1,06	4683,25	1411,25	4,09	5774,25	0,32	-1088,92	-4,3	1,23
	1997	4512,36	1,2	5244,23	1846,23	4,21	7402,25	0,41	-2116,9	-9	1,41
Кашкадарьинская	1985	5760	1,13	6502,23	567,25	6,52	3725,26	0,1	2784,25	5,4	0,57
	1997	5217,03	0,98	5221,4	1608,4	5,53	8019,01	0,31	-3697,6	-7,7	1,54
Навоийская	1985	1738,6	1,02	1773,25	512,34	2,55	1306,25	0,29	466,75	-3,9	0,74
	1997	1714,9	1,09	1875,26	691,6	3,05	2108,851	0,40	-233,51	-1,93	1,12
Нижнее течение											
Каракалпакстан	1985	9178,9	0,8	7343,12	2943,4	2,95	8633,03	0,32	-1339,91	-2,7	1,18
	1997	5891,85	1,26	7423,52	1846,03	4,22	7794,65	0,31	-371,17	-0,71	1,05
Хорезмская	1985	5284,1	0,9	4755,69	3283,4	2,47	8110	0,62	-3354,31	-13,25	1,71
	1997	4920,25	0,83	4083,97	3785,26	2,72	10297,23	0,77	-6213,32	-25,43	2,52
Всего по бассейну	1985	33925,5	0,79	28826,92	10853,91	2,86	31257,71	0,34	-2430,79	-3,7	1,08
Амударья (в пределах Узбекистана)	1997	29092,6	0,89	27860,3	12013,21	2,84	39286,53	0,39	-11425,12	-2,9	1,41
		2									
Мкс-коэффициент миграции солей, устанавливает по данным граф 5 и 8, как отношение объема выносимых дренажом стоком солей к отступлению их водозабором на орошение $M_{кс} = \frac{\text{солей по графе 8}}{\text{солей по графе 5}}$											



Таблица 7

## Дренажный сток по Бассейну Сырдарьи за 1999 год

Площадь/ЗП	Дренируемая площадь (тыс.га)	Средняя минерализация (г/л)	Объем дренажного стока (миллион. М3)				Удельный объем (тыс.м3/га)
			Сброс в реки	В понижения	Повт. Использование в ирригации	Всего	
Верхнее течение р. Сырдарья							
Кыргызстан	460	1,2	800	-		800	1,7
Узбекистан							
Андижан	280	1,7	1200	-	100	1300	4,6
Наманган	280	2,8	1100	-	1,200	2300	8,2
Фергана	360	2,8	2000	-	1,000	3000	8,3
Таджикистан	300***	2,1	1800	-	400	2200	7,3
Среднее течение							
Узбекистан							
Ташкент	390	2,1	2200		300	2500	6,4
Сырдарья	280	3,6	400	1400	100	1900	6,8
Джизак	300	4,4		1100	100	1200	4,0
Казахстан	-						
Чимкент*	480	2,6	400	600	-	1000	2,1
Кызылорда*	290	3,4	600	600	-	1200	4,1
Всего	3420		10500	3700	3200	17400	5,1
%			60	21	19	100	
Бассейн р. Амударья							
Верхнее течение							
Таджикистан	530	1,3	4000	-	-	4000	6,8
Узбекистан							
Сурхандарья	320	2,2	600	-	500	1100	3,4
Среднее течение							
Узбекистан							
Кашкадарья	490	7,1	800	1500	-	2300	4,7
Бухара	340*	4,2	800	2000	-	2800	8,2
Туркменистан							
Дашогуз	460	3,5	-	2300	-	2300	5,0
Лебап	320	2,3	1500	-300	-	1800	5,6
Нижнее течение							
Узбекистан							
Хорезм	260	3,7	-	3100	200	3300	12,7
Каракалпакстан	500	4,2	300	1900	-	2200	4,4
Туркменистан							
Ахалск	480	9,2	-	500	-		
Мары	470	5,0	-	1400	-		
Всего по бассейну	4170		8000	13000	700	21700	5,2
%			37	60	3	100	

Общий объем выносимых солей по бассейну Сырдарья за 1990 год составлял 45.2 млн.тонн из которых 23.9 млн.тонн или 53% поступало в ствол реки, а 13,8 млн. тонн или 30,5% в понижения (табл. 8)

Таблица 8

Вынос солей дренажными водами по бассейну Сырдарьи за 1999 год

Площадь/ЗП	Площадь дренирования (тыс.га)	Средняя минерализация (г/л)	Объем дренажного стока (тыс.тон)			
			Сброс в реки	В понижения	Повт. Использование в ирригации	Всего
Верхнее течение р. Сырдарья						
Кыргызстан	460	1,2	1000	-		1000
Узбекистан						
Андижан	280	1,7	2000	-	100	2100
Наманган	280	2,8	3000	-	3200	6200
Фергана	360	2,8	5700	-	2600	8300
Таджикистан	300***	2,1	3400	-	300	3700
Среднее течение						
Узбекистан						
Ташкент	390	2,1	4600		600	5200
Сырдарья	280	3,6	1400	5200	400	7000
Джизак	300	4,4		4800	300	5100
Казахстан	-					
Чимкент*	480	2,6	900	1600	-	2500
Кызылорда*	290	3,4	1900	2200	-	4100
Всего	3420		23900	13800	7500	4100

Объем выносимых солей из зон планирования бассейна Амударьи несколько больше чем по Сырдарьи. Здесь общий объем выносимых солей составил за 1999 год 80,9 млн. тонн, в том числе 31,0 (38,3%) возвращается в реку и 59.4 (48,1 млн.тонн) в понижения (табл. 9)

Таблица 9

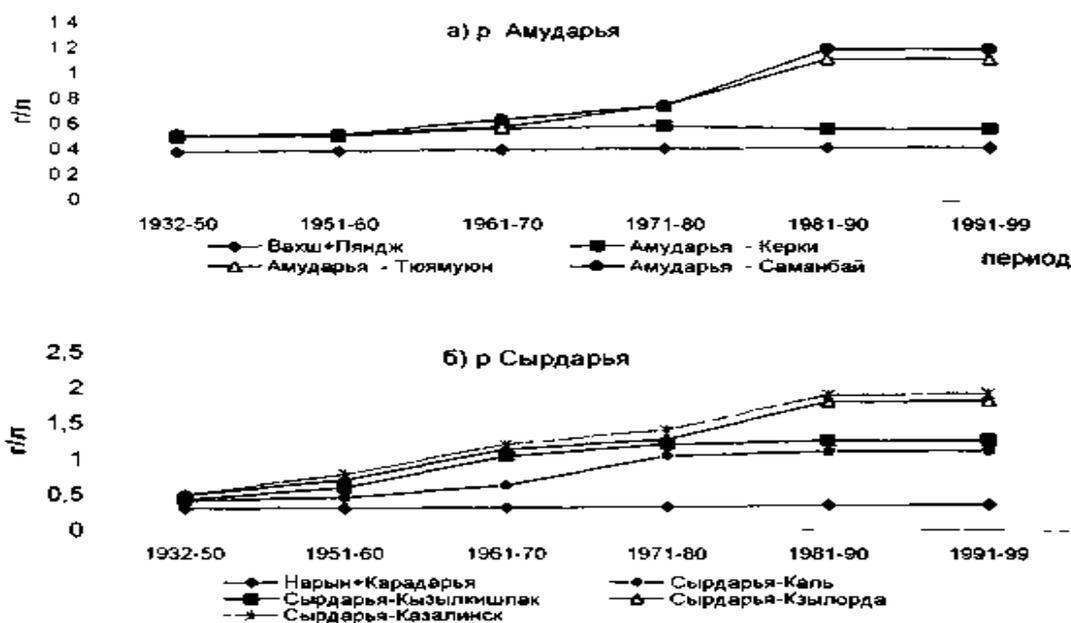
Вынос солей дренажными водами по Бассейну Амударьи за 1999 год

Бассейн р. Амударья						
Верхнее течение	Площадь дренирования (тыс.га)	Средняя минерализация (г/л)	Объем дренажного стока (тыс.тон)			
			Сброс в реки	В понижения	Повт. Использование в ирригации	Всего
Таджикистан	530	1,3	5100			5100
Узбекистан						
Сурхандарья	320	2,2	1300	-	1100	2400
Среднее течение						
Узбекистан						
Кашкадарья	490	7,1	5700	10900**	-	16600
Бухара	340*	4,2	3400	8300**	-	11700
Туркменистан						
Дашогуз	460	3,5	-	7900	-	7900
Лебап	320	2,3	4200	-	-	4200
Нижнее течение						
Узбекистан						
Хорезм	260	3,7	-	11500	700	12200
Каракалпакстан	500	4,2	1300	7900		9200
Туркменистан						
Ахалск	480	9,2	-	4600		4600
Мары	470	5,0		7000		7000
Всего по бассейну	4170		21000	58100	1800	80900
%						

При этом основными поставщиками солей в ствол обеих рек являются зоны планирования, расположенные в верхнем и среднем их течениях. Масса поступления солей во времени определяет пределы изменения минерализации, тренд которых представлен на рис.1 “Г”.

Рис.1 “Г”

Многолетний тренд минерализации речного стока по створам рек



Изменение минерализации стока свидетельствует о тенденции увеличения минерализации во времени и по длине рек, которые по реке Сырдарья начались с 1950-60 гг., а по реке Амударья - в семидесятые годы, за исключением верхних створов наблюдений. При этом по обеим рекам в их нижних течениях наблюдается резкое увеличение минерализации на уровне 1990-92 годов, достигшей 2,0-2,2 г/л по Сырдарье и 1,2-1,6 г/л по Амударье. В тоже время, начиная с 90-х годов идет процесс снижения минерализации, величина которой к 2000 году по низовьям Сырдарьи составила 1,6-1,8 г/л, а Амударьи 1,2-1,6 г/л. Использование речной воды с повышенной на полив сельхозкультур минерализацией при отсутствии промывного режима орошения, который наблюдается за последнее десятилетие, является одной из причин усиления соленакопления на мелиорируемых землях. Однако в то же время возврат дренажных вод в ствол рек и озер является основной причиной их загрязнения и возрастания экологической нестабильности. Отсюда возникает проблема необходимости управления коллекторно- дренажными водно-солевыми стоками в пределах зон планирования.

### 3. Техническое состояние дренажных систем в республиках Центральной Азии и его влияние на формирование эколого-мелиоративных процессов по зонам планирования

В пределах бассейна Аральского моря дренаж получил наибольшее распространение в республиках Узбекистан, Казахстан и Туркменистан, где орошаемые площади представлены наиболее трудномелиорируемыми почвогрунтами с низкой проницаемостью, засоленностью и близким залеганием грунтовых вод.

Большая часть орошаемой площади республик Кыргызстан и Таджикистан представлена естественно хорошо дренированными почвогрунтами. Поэтому в этих республиках искусственный

дренаж менее развит и эксплуатируемая здесь система вертикального дренажа больше нацелена на повышение водообеспеченности, нежели чем на повышение дренированности земель.

За последние годы в результате ухудшения финансово-материальной базы хозяйств и водохозяйственных организаций, морального устаревания мелиоративной техники, удорожания электроэнергии, комплектующих скважинных насосов, электрооборудования, а также несвоевременного и некачественного проведения ремонтно-восстановительных работ дренажных систем, повсеместно наблюдается резкое снижение их технического уровня. Этот процесс больше всего касается Республики Казахстан, хотя там возможности поддерживать дренажные системы в нормальном состоянии выше, чем в других государствах Центральной Азии.

На современном уровне по всем странам Центральной Азии отсутствует достоверная информация по объективной оценке технического уровня эксплуатируемых в настоящее время дренажных систем: по республикам нет данных об объеме работающего и неработоспособного дренажа, особенно закрытого типа.

Если к оценке технического состояния дренажных систем, имеющих в настоящее время в Центральной Азии подходить исходя из выполнения их эксплуатационной функции - обеспечения на орошаемых землях проектной дренированности, и благоприятных условий для повышения продуктивности земель, то они по всем странам не отвечают этим требованиям. С учетом этих положений, ниже дается оценка современного состояния работы дренажных систем по странам Центральной Азии по всем типам дренажа.

### **Республика Узбекистан**

По Республике из общей площади орошаемых земель 4265-4298 тыс.га около 3150-3200 тыс.га требует искусственного дренирования, а в настоящее время дренажем обеспечено 2847 тыс.га, в том числе:

- горизонтальным дренажем на площади 2524 тыс.га, из которых около 1 млн. площади занимают закрытые дренажи;

- вертикальный дренаж - 370 тыс.га.

В настоящее время на этой площади построены и эксплуатируются:

- 136297 км горизонтальная коллекторно-дренажная сеть, из них: 31353-31093 км относятся к межхозяйственным коллекторам, а 104-107 тыс.км к внутрихозяйственным. При этом из 104-107 тыс.км горизонтальной КДС - 38,2-39,2 км представлены закрытыми дренажами;

- 4400-4700 скважин вертикального дренажа.

Узбекистан является единственной страной, где регулярно за счет государства проводятся ремонтно-восстановительные работы на дренажных системах. Несмотря на это, объем дренажа, требующий проведения ремонтно-восстановительных работ остается на высоком уровне: по межхозяйственной коллекторно-дренажной сети он по годам изменяется в пределах от 10,55 тыс.км (1999 г.) до 13,2 тыс.км (1997 г.) или 34 % и 42,5 % от общей протяженности 31 тыс.км.

При этом из общей протяженности межхозяйственной сети 31 км около 1,5 (4,8 %) - 3,8 (12,5 %) тыс.км требует проведения капитального ремонта и реконструкции, а протяженность, требующая очистки сети, составляет 29-30,7 %.

Таблица 10

Наличие и техническое состояние межхозяйственной коллекторно-дренажной сети Узбекистана

Годы	Орошаемая площадь, тыс.га	Площадь, обеспеченная дренажем, тыс.га	Общая протяженность КДС, км	Протяженность межхозяйственной сети, км	Из них требует	
					капитального ремонта, км/%	механической очистки, км/%
1996	4298,0	2847,6	136297	31093	3875/12,5	9368,1/30,1
1997	4298,0	2847,6	135621,1	31088,9	3730/12	9552/30,7
1999	4298,0	2847,6	138550	31116,9	1503/4,8	9048,8/29,1

- по внутрихозяйственной открытой коллекторно-дренажной сети протяженность, подлежащей к проведению ежегодных ремонтно-восстановительных работ (в основном, очистка) составляет от 20,4 до 21,2 тыс.км, что составляет 30-33 % от общего объема (табл.11).

Таблица 11

Наличие и техническое состояние внутрихозяйственной коллекторно-дренажной сети

Годы	Всего протяженность внутрихозяйственной КДС, км	в том числе:		из них требует ремонта:		Удельная протяженность внутрихозяйственной КДС, м/га
		открытой, км	закрытой, км	очистка открытой КДС, км/%	Закрытый горизонтальный дренаж, км/%	
1996	105205	65917	39287	20439,4/31	8729/22,2	36,9
1997	104527	62220	38248	20774,5/33,4	1768,2/20,5	36,7
1999	107034	68442	38592	21165,1/30,9	10900,6/28,2	37,6

- по внутрихозяйственной закрытой коллекторно-дренажной сети, протяженность требующая проведения ремонта по годам изменяется от 7768,2 км (20,9 %) - 1977 г. до 10900,2 км (28,2 %) - 1999 г. (табл.11).

В то же время ежегодный план проведения ремонтно-восстановительных работ несколько ниже, чем объем, требующийся по факту. Фактический план составляет 25-28 % при норме 33 %.

Несмотря на низкие планы относительно потребных ремонтно-восстановительных работ (25-30 % от общей протяженности при норме 33 %) даже они не выполняются на дренажных системах.

Таблица 12

Анализ очистки межхозяйственной КДС с 1996-2000 гг. по областям Республики Узбекистан

Наименование областей	Общая протяженность КДС, км	1996 год			1997 год			1998 год			1999 год			2000 год	
		Требуется очистка, км	Фактически очищено, км	%	Требуется очистка, км	Фактически очищено, км	%	Требуется очистка, км	Фактически очищено, км	%	Требуется очистка, км	Фактически очищено, км	%	Требуется очистка, км	Фактически очищено, км
Каракалпакская АвтРес															
Андижанская	3389	1009	681	67	900	434	48	985	428	43	994	501	50	800	522
бухарская	3259	812	812	100	770	780	101	940	724	77	970	823	85	840	621
Джизакская	2686	824	855	104	746	767	103	850	829	98	880	887	101	850	688
Кашкадарьинская	1282	317	117	37	340	142	42	360	168	47	370	270	73	300	247
Навоийская	2533	450	295	66	500	322	64	400	270	68	400	406	102	460	388
Наманганская	945	320	342	107	370	273	74	340	310	91	340	363	107	325	325
Самаркандская	1814	740	768	104	800	808	101	740	778	105	710	857	121	760	809
Сурхандарьинская	1781	500	421	84	550	313	57	530	564	106	570	584	102	550	550
Сырдарьинская	1106	350	300	86	390	393	101	400	394	99	420	416	99	430	417
Ташкентская	1963	600	488	81	600	479	80	580	438	76	620	477	77	600	414
Ферганская	2782	850	756	89	850	848	100	900	904	100	900	913	101	900	610
Хорезмская	3862	1518	1659	109	1110	1192	107	1310	1161	89	1274	1277	100	1370	1292
Итого	3715	1150	1112	97	1000	966	97	1000	789	79	1110	941	85	1200	623
по Республике	31117	9440	8606	91	8926	7717	86	9335	7757	83	9558	8715	91	9385	7506

Таблица 13

Анализ очистки внутрихозяйственной КДС с 1996-2000 гг. по областям Республики Узбекистан

Наименование областей	Общая протяженность КДС, км	1996 год			1997 год			1998 год			1999 год			2000 год	
		Требуется очистка, км	Фактически очищено, км	%	Требуется очистка, км	Фактически очищено, км	%	Требуется очистка, км	Фактически очищено, км	%	Требуется очистка, км	Фактически очищено, км	%	Требуется очистка, км	Фактически очищено, км
Каракалпакская															
АвтРес	15984	4274	2278	53	4731	2741	58	4795	2057	43	4408	3007	68	5594	2476
Андижанская	4323	1201	1260	105	1372	1444	105	1296	1327	102	1468	1450	99	1513	1405
бухарская	3635	1181	1072	91	1073	1215	113	1240	1242	100	2056	2034	99	1272	1220
Джизакская	2428	632	274	43	717	390	54	728	188	26	586	507	87	849	450
Кашкадарьинская	4453	1800	561	31	1770	233	13	1335	254	19	2050	570	28	1558	585
Навоийская	1317	501	200	40	608	352	58	395	366	93	550	533	97	460	440
Наманганская	3245	1182	1140	96	1353	1348	100	1455	1379	95	1502	1512	101	1478	1266
Самаркандская	1296	917	182	20	1192	284	24	388	230	59	639	472	74	453	382
Сурхандарьинская	4687	1601	852	53	1622	1380	85	1406	1235	88	1829	1224	67	1829	1750
Сырдарьинская	4902	2200	841	38	2300	596	26	1470	856	56	2487	1259	51	1715	1448
Ташкентская	5572	1884	920	49	1979	1313	66	1671	1380	83	2428	1681	69	1950	1891
Ферганская	9079	3173	1431	45	3057	2645	87	2723	2144	79	3866	2825	73	2177	2724
Хорезмская	6183	2273	2225	98	2146	2619	122	2778	3275	118	2778	2395	86	2678	2596
Итого по Республике	67104	22819	13236	58	23920	16560	69	21680	15933	73	26649	19469	73	24526	18633

Таблица 14

Промывка ЗГД за счет средства госбюджета с 1996-2000 гг. по областям Республики Узбекистан

Наименование областей	Общая протяженность КДС, км	1996 год			1997 год			1998 год			1999 год			2000 год	
		Требуется очистка, км	Фактически очищено, км	%	Требуется очистка, км	Фактически очищено, км	%	Требуется очистка, км	Фактически очищено, км	%	Требуется очистка, км	Фактически очищено, км	%	Требуется очистка, км	Фактически очищено, км
Андижанская	248	35	4,4	12,6				13,2	2,8	21	21	18,1		10	11,5
Джизакская	2120	438	86,9	19,8	492	115	23	485	144	30	467	176	38	520	204
Кашкадарьинская	46							10	6	60	10	10	100	10	10
Сурхандарьинская	3170	400	304	76	380	356	94	370	387	105	376	379	101	400	382
Сырдарьинская	2158	628	136	21,7	712	168	24	597	208	35	612	190	31	650	203
Ферганская	518	218	127	60,5	150	89	59	150	40	27	120	54	45	148	120
Итого по Республике	8244	901	685	76	950	728	77	940	788	84	1087	828	76	984	921

Таблица 15

Промывка ЗГД за счет средств хозяйств с 1996-2000 гг. по областям Республики Узбекистан

Наименование областей	Общая протяженность КДС, км	1996 год			1997 год			1998 год			1999 год			2000 год	
		Требуется очистка, км	Фактически очищено, км	%	Требуется очистка, км	Фактически очищено, км	%	Требуется очистка, км	Фактически очищено, км	%	Требуется очистка, км	Фактически очищено, км	%	Требуется очистка, км	Фактически очищено, км
Джизакская	11956	956	121	13	1076	138	13	1076	36	3	1315	89,6	7	1434	75
Кашкадарьинская	6794	543	118	22	611	43,2	7	611	25,6	4	747	72,3	10	815	84
Сурхандарьинская	1109	88			99			99	47	47	121	197	163	133	112
Сырдарьинская	6645	531	177	33	598	61	10	598	48,3	8	730	59,1	8	797	38
Ферганская	961	76			86			86	3,5	4	105	19	18	115	40
Итого по Республике	27465	2194	416	19	2470	242,2	10	2470	160,4	6	3018	437	14	3294	349

Очистка межхозяйственной коллекторно-дренажной сети в 1997 г. при плане 8926 км фактически составила 7715 км (86,0 %), в 1998 г. при плане 9335 км фактически выполнено 7757 км или 83 %, в 1999 г. при плане 9552 км выполнено 8715 км (91,1 %), а в 2000 г. план выполнен только на 80 % (табл.13). Очистка внутрихозяйственной открытой сети в 1997 г. при плане 23920 км фактически выполнено 16560 км (69 %), в 1998 г. при плане 21680 км выполнено 15933 км (73 %), в 1999 г. при плане 26649 км фактически выполнено 19469 км (73 %) (табл.13).

Хуже обстоит дело с организацией ремонта на объектах закрытого горизонтального дренажа(ЗГД). Ремонт ЗГД проводится по двум источникам: по бюджету и за счет хозяйственных средств. За счет бюджетных средств ремонтные работы осуществляются на площади 8244 га, а общая протяженность, планируемых для проведения промывки дрен изменяется в пределах от 901 (1996 г.) до 1087 км (1999 г.). Фактически этот объем выполнялся на уровне 76-84 % (табл.14).

Основная площадь закрытого дренажа, порядка 27,5 тыс.га остается в ведении хозяйств и ремонтные работы по дренажу организовываются за счет средств хозяйств. Общая мощность ЗГД планируемая к промывке, остается из года в год на уровне от 2194 км (1996 г.) до 3294 км (2000 г.) и выполняется всего на 10-19 % (табл.15), что объясняется недостаточностью средств и не обеспеченностью хозяйств дренопромывочными агрегатами.

В то же время при организации ремонтных работ по дренажной системе на внутрихозяйственном уровне очистка проводится, в основном, на коллекторах и в большинстве случаев не достигает проектных глубин, а полевые открытые дрены остаются практически без очистки. Отсюда тенденция "постоянства" объема ремонтных работ из года в год (см.табл.10 и 11). Фактически неработающей горизонтальной коллекторно-дренажной сети в Узбекистане гораздо больше, чем указано в табл.10 и 11, что подтверждается материалами обследования САНИИРИ, проведенного в совхозах 1-а им.Гафура Гуляма Шараф-Рашидовского района, "Сардоба" Аккалтынского района и им.Юнусова Мехнатабадского района Сырдарьинской области за 1996 г. (табл.16).

Таблица 16

Техническое состояние ЗГД в хозяйствах Сырдарьинской области за 1996 г.

Наименование хозяйств	Протяженность, км/%	Техническое состояние, км/%		
		удовлетворительное	не работает	на подпоре
им.Г.Гуляма	187,1/100	118/63	69,1/37	120,4/63
"Сардоба"	241/100	162,2/68	78,8/32	84,7/35
им.Юнусова	524/100	364,3/70	160/30	298,8/57

При этом большая часть (35-63 %) построенного дренажа в указанных хозяйствах находится на подпоре, что показывают неработоспособность внутрихозяйственных коллекторов водоприёмников, затрудняющих нормальную работу ЗГД.

По данным отдела дренажа "САНИИРИ" за 1996 год по трем районам Джизакской области мощность неработающего дренажа составила 40-45 %, а в 2000 г. она достигла 55-57 %.

По Республике количество работающих скважин вертикального дренажа с учетом временно законсервированных уменьшилось за счет их списания с 4838 шт. в 1990 г. до 4390 шт. в 1996 г., а к 1999 г. оно составило 4175 шт. За счет этого площадь обслуживания уменьшилась с 415,4 тыс.га в 1996 г. до 371,4 тыс.га в 2000 г., и она составила 350-360 тыс.га.

На системах вертикального дренажа основными показателями, характеризующими его техническое состояние, могут служить расходы скважин, коэффициент полезной работы системы (КПРС), удельные дебиты и общий объем откачек. В этом отношении на всех

объектах вертикального дренажа наблюдается резкое снижение дебита и удельного дебита, общего объема откачиваемых вод и, главным образом, значение КПРС. За 25-30-летнюю эксплуатацию дебиты и удельные дебиты скважин снизились в 2-2,5 раза, а на объектах Сырдарьинской области более чем в 3,0 раза. Если в восьмидесятые годы общий объем откачек по системам вертикального дренажа составлял порядка 1,8-2,2 км<sup>3</sup>, то на современном уровне он не превышает 0,5-0,6 км<sup>3</sup>, что объясняется как снижением дебита скважин, так и КПР систем. КПР систем вертикального дренажа по Республике за последние годы изменяется в пределах от 0,12 до 0,20, против проектных - 0,75-0,80 и даже рекомендуемых САНИИРИ - 0,6-0,7.

### **Республика Казахстан**

В Казахстане дренажная система развита в южных районах, где из общей площади орошения 786 тыс.га, требует искусственного дренирования 530 тыс.га, а обеспечены дренажем 420 тыс.га земель. При этом здесь получила развитие горизонтальная коллекторно-дренажная сеть на рисовых системах, а вертикальная – на землях хлопкосеющих районов Чимкентской области, хотя в некоторых районах Кызылординской зоны, и на рисовых массивах также была построена система вертикального дренажа. Здесь на рисовых массивах была создана смешанная дренажная система, сочетающая вертикальные скважины с открытыми дренами. В южных зонах Казахстана общая протяженность магистральных и межхозяйственных коллекторов составляет 2,4 тыс.км или 3,1 м/га, что совершенно не достаточно для нормального управления дренажным стоком.

К внутрихозяйственной коллекторно-дренажной сети (КДС) отнесены вместе с горизонтальными дренами также сбросные каналы от скважин вертикального дренажа (СВД) и каналы водосборно-сбросной сети на инженерных системах.

Общая протяженность внутрихозяйственной КДС и сбросной сети составляет 13,7 тыс.км (28 м/га), а количество скважин вертикального дренажа - 1503 шт. или в среднем на 213 га приходится 1 скважина нетто (табл.1). Кроме того, на территории южных районов построено 266 скважин для понижения УГВ в населенных пунктах, расположенных в зоне оросительных систем.

Внутрихозяйственные открытые коллектора и дренажи, которые в основном построены на рисовых системах, находятся в неудовлетворительном техническом состоянии. Заиливание, оплывание и разрушение откосов, массовое зарастание камышом приводят к снижению дренированности территорий и как следствие, к засолению и заболачиванию орошаемых земель.

Магистральные и межхозяйственные коллектора Южно-Казахстанской области - более 60-70 % от общей протяженности плохо работают, а в Кызылординской - эта величина составляет 15 % по данным службы мелиорации.

Вертикальные скважины в годы их нормальной эксплуатации обеспечивали высокий уровень и управление эколого-мелиоративными процессами путём дренирования орошаемых земель. Но за последнее десятилетие в связи с экономическими трудностями все системы вертикального дренажа, построенные в Южном Казахстане, практически не работают, что привело к усиленному подъему грунтовых вод и реставрации засоления во всех массивах их внедрения.

### **Туркменистан**

В Туркменистане протяженность магистральных и межхозяйственных коллекторов составляет 8988,9 км (5,24 м/га), внутрихозяйственных - 25263,4 (14,7 м/га), в том числе 6345,8 км закрытого дренажа. Вертикальный дренаж построен на площади 22,5 тыс.га - 254 шт., из которых 222 шт. считаются неработающими.

Техническое состояние дренажных систем по оценке представителей национальной рабочей группы Туркменистана по проекту ДЖЭФ - удовлетворительное. Однако такая оценка не подтверждается данными изменения уровней грунтовых вод (УГВ) их минерализации и главным образом, по показателям засоленности земель за 1990 и 1999 гг.

### Кыргызстан

В Кыргызстане основное распространение получил горизонтальный дренаж с площадью охвата 158,04 тыс.га и протяженностью межхозяйственной сети - 42,0 км и внутрихозяйственной - 869,2 км, в том числе закрытые дрены и коллектора составляют по разным оценкам от 111,12 до 137,5 км. Вертикальный дренаж построен на 0,9 тыс.га, как пилотный участок в Баткенском районе. На этой площади размещены 64 скважины, из которых работают 24.

Коллектора с 1991 г. практически не очищались и заилены до недопустимых пределов. Не обеспечивается отвод дренажных вод, вызывающий подъем уровня грунтовых вод и ухудшение мелиоративного состояния земель.

Внутрихозяйственная дренажная сеть находится в неудовлетворительном состоянии. Она во времена существования колхозов и совхозов ремонтировалась не достаточно эффективно, а в настоящее время при организации фермерских хозяйств, когда практически не выделяются средства на очистку КДС. Из-за этого площади орошаемых земель с неудовлетворительным мелиоративным состоянием ежегодно увеличиваются.

### Таджикистан

В Таджикистане на площади 364,47 тыс.га построена коллекторно-дренажная сеть протяженностью 11402 км, в том числе межхозяйственная сеть 2213,0 км, внутрихозяйственная - 9279,91 км, из которой 5461,1 км открытого и 3816,9 закрытого дренажа.

Количество скважин вертикального дренажа составляет 1962 шт., в том числе 392 шт. не работают.

Из общего протяженности коллекторно-дренажной сети 11380 км в неудовлетворительном техническом состоянии находится 3812 км или 33,5 %, в том числе внутрихозяйственной сети 3070,15 км или 33 %, из которой представлены открытой - 2073,15 км или 22,3 % и закрытой 997 км или 10,7 % от всей протяженности внутрихозяйственной коллекторно-дренажной сети. Таким образом, в наихудшем состоянии находится внутрихозяйственная открытая сеть.

Таким образом, во всех странах Центральной Азии, за исключением Республики Узбекистан, эксплуатируемые коллекторно-дренажные системы находятся на низком техническом уровне, и, особенно критическое положение по внутрихозяйственной сети. В Узбекистане в удовлетворительном состоянии поддерживаются магистральные и межхозяйственные коллектора. В то же время внутрихозяйственная дренажная система, включая закрытый и вертикальный дренаж, не выполняет свои эксплуатационные функции.

Таблица 17

Орошаемые земли с близко расположенными к поверхности уровнями грунтовых вод

Зона планирования	Орошаемая площадь в 1990 г. (тыс.га)	Территория с УГВ < 2 м (тыс.га)		% увеличения в 1999 г. по сравнению с 1990 г.
		1990 год	1999 год	
Бассейн Сырдарьи	410	11	14	27
Кыргызстан (всего)	1860	413	566	37
Узбекистан	250	26	31	19
Таджикистан	780	98	294	200
Казахстан	3300	548	905	65

<b>Всего по бассейну Сырдарьи</b>				
Бассейн Амударьи				
Таджикистан	690	92	111	21
Узбекистан	2400	670	801	20
Туркменистан	1310	528	654	24
<b>Всего по бассейну Амударьи</b>	4400	1290	1566	21
Всего по бассейну Аральского моря		1838	2471	35

Проводимые во всех странах эксплуатационные мероприятия - капитальный ремонт и очистка сети не обеспечивает проектных параметров дренажа. Почти во всех республиках на современном уровне фактические глубины открытых дренажей и коллекторов на 1,5-2,5 м меньше проектных. Этим и объясняется резкое ухудшение мелиоративного состояния орошаемых земель, наблюдаемое во всех пяти странах Центральной Азии, что подтверждается сравнительными данными за 1990 и 1999 гг. по росту глубин залегания УГВ (табл.17) и засоленности орошаемых земель (табл.18).

Таблица 18

Площади средне и сильнозасоленных земель на орошаемых территориях (1990-1999 гг.)

Зона планирования	Орошаемая площадь в 1990 г. (тыс.га)	Площади со средним и высоким уровнем засоления (тыс.га)		% роста 1990-1999 гг.
		1990 год	1999 год	
Бассейн Сырдарьи				
Кыргызстан (всего)	410	9,1		-8
Узбекистан (всего)	1860	199	8,4	66
Таджикистан	250	15	330	250
Казахстан (Южный)	780	119	215	80
<b>Всего по бассейну Сырдарьи</b>	3300	342	608	78
Бассейн Амударьи				
Таджикистан (всего)				
Узбекистан (всего)	690	18	18	0
<b>Всего по Таджикистану и Узбекистану</b>	2400	505	638	26
	3090	524	656	26
Туркменистан (всего)	1310	636	1166	83
<b>Всего по бассейну Амударьи</b>	4400	1502	2430	62

Рост площадей с глубиной залегания УГВ больше 2,0 м охватывает все зоны планирования Центральной Азии, а площади засоления имеют место только в республиках Казахстан, Туркменистан и Узбекистан. Ухудшение мелиоративного состояния орошаемых земель стран Центральной Азии привело к снижению продуктивности орошаемых земель. При этом во многих районах современное состояние земель по всем показателям их оценки стало намного хуже, чем до реализации дренажных мероприятий.

#### 4. Эксплуатационные затраты на коллекторно дренажную сеть

Во всех странах Центральной Азии затраты на дренажную систему оцениваются в составе затрат на эксплуатацию водохозяйственных объектов (далее, принимаем как ирригация и дренаж - И и Д). Зачастую выделить долю затрат на эксплуатацию дренажных систем затруднительно. Общие затраты на эксплуатацию водохозяйственных объектов зависят от экономического положения государств и бюджета их водохозяйственных организаций (Минсельхозов, Минводхозов, Комитетов по водным ресурсам). Потенциал эксплуатационных затрат водохозяйственных организаций складывается, в основном, за счет государственного бюджета (Узбекистан) и водопользователей за услуги по доставке воды в хозяйства (Казахстан). Так, по Казахстану эксплуатационные затраты по водохозяйственному комплексу целиком покрываются за счет услуг по подаче воды водопользователям. При этом стоимость за услуги по водоподаче  $\approx 80\%$  от общих затрат, водопользователи платят как за ресурс в местный бюджет, а эксплуатационным организациям за услуги по подаче воды. Стоимость оплаты, как ресурса составляет 3,02 тыйин за  $1\text{ м}^3$  воды. Стоимость подачи  $1\text{ м}^3$  воды - 11 тыйин (данные Южно-Казахстанской области за 2001 г.).

Остальные государства: Кыргызстан, Таджикистан и Туркменистан занимают промежуточное положение, покрывая часть эксплуатационных затрат за счет государств.

За последние годы удельные эксплуатационные затраты на ирригацию и дренаж по всем государствам Центральной Азии резко сократились и составляют от 2,48 (Казахстан) до 86,2 (Узбекистан) долларов США на 1 гектар орошаемой площади (табл.19).

Эксплуатационные затраты по КДС, отнесенные на площадь, требующую искусственного дренирования, изменяются в пределах от 0,43 (Казахстан) до 7,18 (Узбекистан) долларов США на 1 га. В состав эксплуатационных затрат не включены расходы фермерских хозяйств и ассоциаций водопользователей, что объясняется отсутствием информации.

Такие резкие колебания в удельных затратах, в какой-то мере, объясняются с некоторой условностью переводных курсов местной валюты к доллару США. Практически доля удельных затрат на дренаж по всем государствам варьирует в пределах от 7,1 до 9,5 % от общей стоимости эксплуатации, за исключением Республики Казахстан, где она равна 17,3 % (табл.20).

Следует отметить, что информация по затратам внутрихозяйственных систем по другим государствам отсутствует. Однако объемы работ по поддержанию внутрихозяйственных ирригационно-дренажных систем по всей вероятности очень незначительны, и они связаны как с экономическими трудностями, так и реструктуризацией государственных хозяйств. В отдельных странах (Узбекистан, Кыргызстан) они входят в общую сумму, а в других просто они незначительны, что показывает на ухудшение технического состояния этой группы сети. Таким образом, эксплуатационные затраты на дренаж в десятки раз меньше, чем требуется на поддержание их в удовлетворительном техническом состоянии.



Таблица 19

Фактические затраты на эксплуатацию объектов ирригации и дренажа в бассейне Аральского моря

в долларах США

Страна	Год	Орошаемая площадь, тыс.га	Площадь, требующая дренажа, тыс.га	Затраты, тыс.долл.				Удельные затраты, долл/га		
				ирригации и дренажа	в том числе на дренаж			ирригации и дренажа	в т.ч. дренаж*	доля дренажа в ИиД, %
					всего	маг и лот./х	в/х			
Узбекистан		4265,7	3159,6	367700	22700,0	22700,0	-	86,2	7,18	8,3
Казахстан	1999	786,2	530,0	1950,0	226,3	226,3	-	2,48	0,43	17,3
Туркменистан	2000	1714,2	1511,9	45000,0	2790**	2790	-	24,32	1,85	7,6
Кыргызстан	2000	411,8	158,04	3216,3	116,2	4,0	112,2	7,81	0,74	9,5
Таджикистан	2000	718,0	364,47	5770,0	208,5**	208,5	-	8,03	0,57	7,1
Всего		7895,9	5724,01							

Примечание:

\* Удельные затраты по дренажу рассчитаны на площадь, требующую дренаж или на имеющуюся дренажную сеть.

\*\* Доля затрат на дренаж по Туркменистану принята по аналогии с Узбекистаном, равной 6,2 % от ИиД; по Таджикистану по аналогии с Кыргызстаном - 3,6 % от ИиД.

## 5. Проблемы, возникающие при эксплуатации дренажа и пути их решения.

Дренажные системы созданные на орошаемых землях Центральной Азии до 1990 годов по своей мощности намного превышают их потребности по борьбе с засолением и подтоплением в современных условиях. При проектировании дренажа в прошлом слабо учитывалась возможность снижения требования управления водно-солевыми режимами почв путем внедрения водосберегающих мероприятий и приемов ускорения рассоления почво-грунтов.

В связи с этим имеющиеся мощности дренажа в Центральной Азии при их нормальной эксплуатации путем проведения на них ремонтно-восстановительных работ в необходимых объемах вполне отвечает требованиям управления водно-солевыми процессами на орошаемых землях за исключением отдельных массивов, где их протяженность явна недостаточна. В настоящее время техническое состояние имеющегося дренажа эксплуатируемого практически во всех зонах планирования стран ЦА не отвечают требованиям управления эколого-мелиоративных процессов. В этом отношении главная задача стоит в определении объема и периодичности (сроков) проведения ремонтно-восстановительных работ по типам дренажа исходя из требований мелиорация земель с учетом их современного технического состояния. Для этого необходимо знать интенсивность отказов работоспособности и их проявление на различных типах дренажа, и принимая настоящее техническое состояние дренажных систем как факт совершившийся определить объемы мероприятий по восстановлению параметров дренажа до их проектного(первоначального уровня).

### 5.1 Особенности эксплуатации открытого горизонтальной коллекторно-дренажной сети.

На орошаемых землях ЦА наибольшее развитие получила открытая коллекторно-дренажная сеть. Как наиболее “простая” в строительстве и эксплуатации системы. Площадь охваченная открытой КДС в Центральной Азии составляет более 60 % , а в Республике Туркменистан и Республике Кыргызстан – более 90% от общей площади искусственного дренирования. Однако в процессе работы этой на первый взгляд ‘простой” системы выявлены ряд существенных недостатков, которые усложняют ее эксплуатацию и создают определенные проблемы:

- невозможность регулирования и управления уровнем грунтовых вод и дренажным стоком в пределах заданных проектных величин из-за частых отказов их параметров (глубин) за счет опыливания грунтов откосов, зарастания водолюбивыми культурами;
- значительные ежегодные затраты на очистку и поддержание сети в рабочем состоянии, составляющие 10-15 долларов США ( в ценах 1990 г);
- большая площадь отчуждения (неиспользуемых плодородных земель под открытые дрены). Общая площадь отчуждения земель под открытые дрены и коллектора в Центральной Азии превышает 300-350 тыс.га;
- значительная продолжительность периода рассоления земель, достигающая 15-20 лет и огромные затраты оросительной воды на поддержание оптимального солевого режима почв из-за замедленного управления глубинами грунтовых вод;
- усиление солеобмена между зоной аэрации и грунтовыми водами, ведущее к увеличению сброса солей в источниках орошения.

С позиций мелиорации земель в эксплуатации открытой дренажной сети наиболее нежелательным является нестабильность поперечного сечения открытых дрен и коллекторов и постоянная потеря их глубины за счет заиления и зарастания.

Изменчивость поперечного сечения коллекторно-дренажной сети требует для поддержания их проектной работоспособности проведения больших объемов ремонтно-восстановительных работ.

Многолетняя практика проведения ремонтно-восстановительных работ и наблюдение за техническим состоянием коллекторно-дренажной сети показывает, что частота отказов и потери устойчивости поперечных сечений зависят от глубин и состава сложения грунтов по трассе вдоль дренажа а также изменения гидростатического давления на их откосы.

По условиям работы открытие коллектора и дрены закладываются на глубине соответственно 4-7 м от поверхности земли. Сложение грунтов верхней толщи почвогрунтов на указанных глубинах можно типизировать данными табл. 20

Табл. 20

Типизация почвогрунтовых профилей по интенсивности заиления КДС (устойчивости отказов).

(Х.И. Якубов, Р.К. Икрамов, Н.А. Гаипназаров)

Тип	Характеристика
I	Слоистое строение, облегчающие к низу
II	Суглинки легкие и средние, без включения негипсовых слоев эффективный диаметр $d_{10} > 0,004 \text{ mm}$
III	Суглинки легкие и средние не за гипсованные $d_w < 0.004 \text{ mm}$
IV	Тяжелые суглинки и глины гипсованные ( $> 5\%$ ) $d_w < 0,004 \text{ mm}$

Основные факторы, снижающие работоспособность КДС может быть представлены данными рис 2.

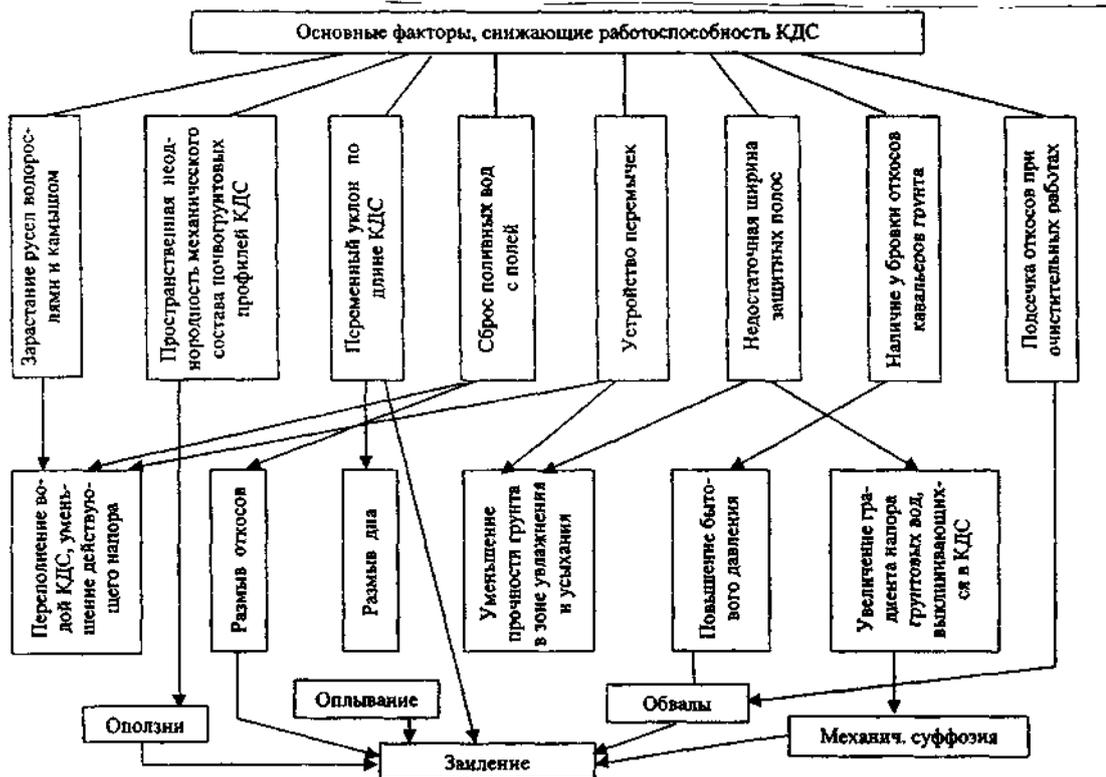


Рис 2. схема взаимосвязи факторов, снижающих работоспособность КДС.

Среди указанных факторов при установлении зависимости отказов дрен и коллекторов от механического состава является эффективный диаметр, определяемый по Козени. С учетом  $d_{10}$  закономерности логарифмической распределения отказов, его интенсивность рассчитывается по формулам:

$$\text{Для первого года } h_{(t)} = h_N - a(1 - e^{-\lambda t});$$

Где:

$h_N$  – насольная глубина КДС, м;

$a$  – высота заиления при заданной его вероятности, м/год;

$t$  – время эксплуатации КДС после очистки, месяц;

$\lambda$  – коэффициент заиления для различных грунтов (определяется методом наименьших квадратов);

$$\lambda = \frac{\sum_{t=1}^n y_{ti}}{\sum t^2};$$

здесь  $Y = \ln(1 - \square h/a)$  (3)

На второй год и в последующий период изменение глубины открытой КДС оценивается следующей зависимостью:

$$h_{(t>1)} = h_N - a + a(1 - e^{-\lambda t}),$$
 (4)

где:  $t$  – продолжительность эксплуатации

По рекомендациям Е. И. Мирихулавы, С.Ш. Зюбенко (1979), В.В. Иванова (1983) надежность гидромелиоративных систем для первой группы должны быть не ниже 0,95; второй – 0,75; третий – 0,50

С учетом специфики открытой коллекторно-дренажной сети по выше указанным формулам 1 и 2 определить должны данные КДС в разных типах почво-грунтов профилей с вероятностью 0.75

-для I типа  $a=0,31$  м/год;

-для II типа  $a= 0,22$  м/год;

-для III типа  $a=0.20$  м/год;

при вероятности заиления 0,75 коэффициенты должны составлять:

-для I типа  $\lambda = -0,058$ ;

-для II типа  $\lambda = -0,206$ ;

-для III типа  $\lambda = -0,227$ .

При этом интенсивность заиления на 1-й год на много больше чем в третий. Другим наиболее высоким фактором снижения работоспособности КДС является зарастание русел водорослями, влияние которого на формирование расхода можно установить через изменение шероховатости их сечения, используя данные рис. 3.

Уменьшение рабочей глубины дрены за счет зарастания рассчитывается по формуле:

$$h_p = h_h^p - [h_o + (h_o * K_{зар})] \quad (5)$$

где:  $h_h^p$  – проектная глубина дрены, м;

$h_o$  – исходная (проектная) глубина наполнения воды в дрене, м;

$K_{зар}$  – коэффициент, определяющий степень зарастания КДС;

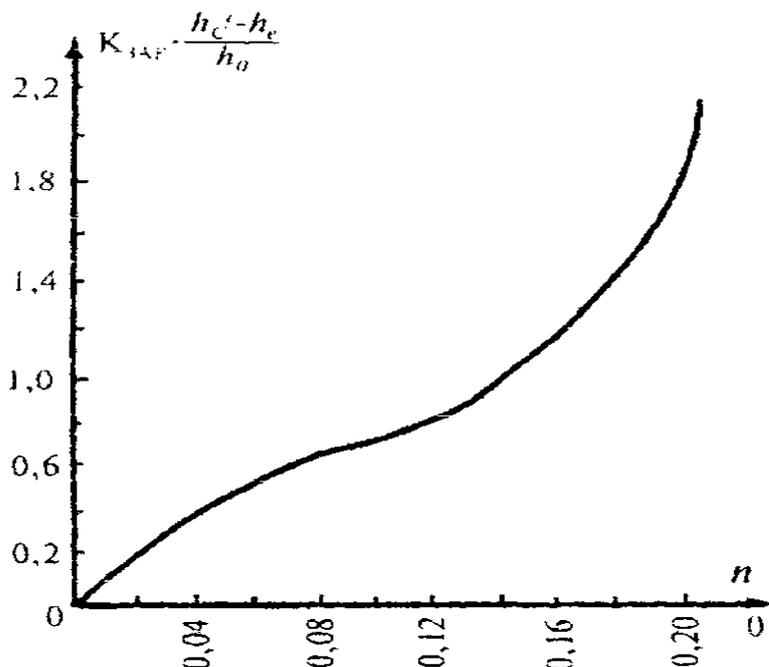


Рис.3 График зависимости наполнения открытой КДС от изменения ее шероховатости

Интенсивность заиления КДС с учетом изменения шероховатости русла и других факторов приведены в табл.21.

Таблица 21

Тип почвогрунтового профиля	Интенсивность заиления КДС, см/год	Содержание глинистых частиц, % от массы грунта	Содержание гипса, % от массы грунта	Эффективный диаметр по Козени, мм	Сила сцепления, по Истоминной, кг/см <sup>2</sup>	Сухой вес водорослей, г/м <sup>2</sup>	Количество размыва откосов на 1 км	Мутность коллекторно-дренажных вод, г/м <sup>2</sup>
I	23,5	1	0,5	0,00063	0,025	381	2,3	149
II	16,0	17	1,1	0,0044	0,027	371	2,7	133
III	14,5	29	2,1	0,0033	0,039	271	3,2	85
IV	12,5	21	6,3	0,0041	0,020		1,4	

Данные табл.21 показывают, что интенсивность заиления КДС в зависимости от природно-хозяйственных факторов по типам почвенного профиля изменяется от 12,5 см/год (IV тип) до 23,5 см/год.

Периодичность ремонтно-восстановительных работ на КДС с учётом интенсивности отказов (потери глубины и поперечного сечения дрен) изменяется: для I-го типа почвенно-грунтового профиля в пределах от 0,5 до 1 года при высокой минерализации грунтовых вод (более 10 г/л) и напорности подземных вод.

от 1,5 до 2,0 лет при минерализации грунтовых вод 5-7 г/л и слабой напорности подземных вод;

от 2,5 до 5 лет при слабой минерализации грунтовых вод и без напорности подземных вод;

для II типа от 1,5 до 2,0 лет при минерализации грунтовых вод 3-5 г/л;

для III типа к 3-3,5 года при слабой минерализации грунтовых вод.

Отсюда видно, что напорность подземных вод и гидродинамическое давление на откос, формируемое в период промывок играют большую роль в изменении поперечного сечения дрен и коллекторов и тем самым в установлении периодичности их очистки и ремонта. Строительство скважин усилителей на откосах с выведением их устья чуть выше горизонта воды в коллекторах намного снижает процесс обрушения и удлиняет сроки их очистки. В настоящее время в Республике ремонтно-восстановительные работы на коллекторно-дренажной сети проводятся один раз в 4-5 лет, а в других республиках они практически не проводятся.

### **5.2. Дефекты, возникающие при эксплуатации и их устранение**

Закрытый дренаж занимает в Центральной Азии около 1200 тыс. га, из которых более 900 тыс.га приходится на долю Республики Узбекистан. В Республике Казахстан развитие закрытого дренажа не вышло за пределы строительства опытного участка. В

Республике Кыргызстан этот тип дренажа построен на площади 25 тыс.га. В республиках Туркменистан и Таджикистан, соответственно, на 43,2 и 12 тыс.га.

В начальный период развития ЗГД в качестве водоотводящей линии были применены асбестоцементные трубы длиной до 3,0 м, диаметром до 150 мм, короткие (0,33-0,5 м) гончарные трубы диаметром 125-150 мм и др.

Начиная с 1970-1975 гг. при строительстве ЗГД широко применяются сплошные пластмассовые трубы с гравийно-песчаными искусственно ткаными фильтрами. Длины дрен определяются размерами полей орошения и в условиях Центральной Азии они изменяются от 400-450 м до 1200 м.

При соблюдении всех технологических проектных параметров ЗГД имеет огромное преимущество по сравнению с ОГД и устойчиво работает 40-50 лет и более, обеспечивая проектный режим управления водно-солевыми процессами на орошаемых землях. Однако в Центральной Азии значительная часть систем закрытого горизонтального дренажа построена с нарушением технологии их строительства и, главным образом, подбора состава гравийно-песчаной обсыпки (фильтра) и уплотнения засыпки грунта наддренной полосы. В связи с этим, более 20-30 % закрытых дрен после их введения в эксплуатацию были в не рабочем состоянии. В настоящее время объем неработающих закрытых дрен превышают 50-60 % от всей их мощности, они требуют проведения ремонтно-восстановительных работ.

Основные проблемы, возникающие на объектах закрытого дренажа:

- заиливание и закупорка отверстий дренажных труб и кольматация гравийно-песчаной обсыпки илистыми частицами и отложениями солей;
- засыпки грунтами смотровых колодцев (дефект) и разрушение устьевых сооружений;
- подтопление закрытых дрен со стороны коллекторов из-за оплывания, заиливания и зарастания последних;
- дороговизна и недостаточность механизмов для проведения ремонтно-восстановительных работ;
- недостаточность выделяемых средств для нормальной эксплуатации дренажных систем.

Удельные затраты на эксплуатацию дренажных систем по странам Центральной Азии изменяется в пределах от 1,5-3,0 до 7,0 долларов на 1 га, тогда как для их нормальной эксплуатации требуется более 50-75 долларов США.

В первые годы после строительства закрытого дренажа наблюдается заиливание труб, а в процессе эксплуатации повреждение устьевых сооружений и смотровых колодцев. Заиливание труб больше всего происходит, если параметры фильтра подобраны неправильно и, особенно, состав гравийно-песчаной обсыпки не соответствует требованиям защиты дренируемого грунта, а также при неправильном выборе уклона дренажной линии. Деформация смотровых колодцев происходит при обработке сельхозкультур из-за наезда на них техники. Основные причины отказа защитного дренажа для двух условий его работы представлены на рис.4.

## Причины отказа закрытой дрены

### в период приработки

### в период нормальной работы

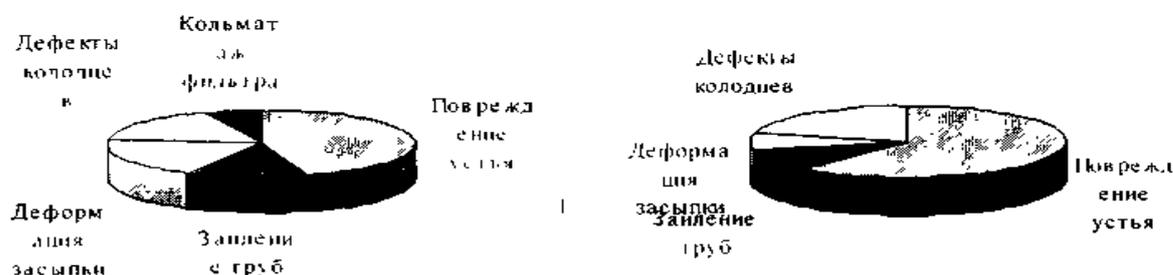


Рис.4 Причины отказа закрытой дрены

При этом, если интенсивность отказов закрытых дрен в первые годы их эксплуатации составляет 0,1-0,251 в год, то в период нормативной работы снижается до 0,05-0,06 в год.

Отказы, наблюдаемые в период нормальной работы, вызываются несоблюдением правил эксплуатации закрытых дрен:

- при очистке открытых коллекторов разрушается до 50-60 % устьевых сооружений и за счет неправильной организации полива сельхозкультур;
- деформация обратной засыпки происходит больше всего за счет попадания поливной воды в зону наддренных полос в период проведения промывок почв и орошения сельхозкультур, а также некачественного проведения промывки дрен.

Отказы элементов и в целом дрен приводят к резкому снижению работоспособности закрытого дренажа. Так, дренажные модули системы закрытых дрен, построенных в новой зоне Голодной и Джизакской степей в 1980-1990 гг. составляли 3,0-4,0 тыс.м<sup>3</sup>/га, то за последние годы они не превышает 1,5-2,0 тыс.м<sup>3</sup>/га. В соответствии с этим резко снизился удельный вынос солей и в этих районах водно-солевой баланс складывается по типу их накопления в почвогрунтах.

Основным приемом повышения работоспособности закрытого дренажа, наряду с устранением мелких дефектов на них со стороны фермерских хозяйств, является промывка дрен, которая относится к категории капитальных ремонтов. По нормативам о проведении планово-предупредительных работ он проводится при заилении более 50 % сечений труб с периодичностью по 15 лет, если дрены построены с использованием пластмассовых труб. При использовании асбестоцементных и гончарных труб периодичность капитальных ремонтов сокращается до 10 лет.

Однако, указанная периодичность проведения промывок, вернее капитальных ремонтов, не удовлетворяет требованию улучшения мелиоративного состояния земель. При использовании фактических величин интенсивности отказов в прогнозных расчетах изменения водно-солевых балансов орошаемых земель более оптимальным сроком проведения капитальных ремонтов является 5-6 лет для технического уровня закрытых дрен, построенных в Центральной Азии. В Узбекистане из общей протяженности закрытых дрен и коллекторов на балансе государства находится 21-22 % (8,2 тыс.км), остальные 78-79 % (27-30 тыс.км) на балансе хозяйств (табл.14 и 15). При этом ежегодно промывку планируется проводить на 10-12 % км общей протяженности. Фактически выполняемый объем промывки не превышает 75-80 % по объектам государства и 10-15 % по объектам хозяйств, т.е. факт намного ниже, чем нормативные величины ППР.

Еще один основной дефект, проявляющийся на открытых и закрытых внутрихозяйственных дренажных системах - это подтопление их со стороны коллекторов. В современных условиях протяженность внутрихозяйственных дрен, подтопленных со стороны коллекторов превышает 35-63 % от общего объема (табл.16). В то же время при планировании и проведении ремонтно-очистительных работ практически не учитывается этот факт.

В принципе на дренажных системах, в первую очередь, необходимо создать свободный отвод стока формируемого в регулирующих полевых дренах. Для этого, ремонтно-очистительные работы следует планировать по системам крупных коллекторов. Необходимо начать ремонт и очистку с магистральных коллекторов, чтобы они обеспечили свободный прием стока от межхозяйственных, а затем обеспечить очистку межхозяйственных коллекторов. В такой последовательности следует организовать ремонтно-восстановительные работы с водоприемника до внутрихозяйственных дрен по системам крупных магистральных и межхозяйственных коллекторов. Иначе говоря, на дренажных системах следует внедрить интегрированное управление системами коллекторов.

### ***5.3. Особенности эксплуатации и проблемы, возникающие на системах вертикального дренажа.***

На орошаемых массивах Центральной Азии вертикальный дренаж построен на площади более 76,0 тыс.га, где эксплуатировались 7762 высоко дебитные скважины. Этот тип дренажа получил широкое развитие на объектах мелиорации земель Республики Узбекистан, Южного Казахстана и в какой-то мере Республики Таджикистан.

Объектами широкого внедрения вертикального дренажа в Центральной Азии является Ферганская долина, Бухарский оазис, старая зона Голодной степи, часть территории Каршинской, Шерабадской и Джизакской степей в Узбекистане; рисовые массивы низовья р.Сырдарья и орошаемой земли Арыс-Туркестанского массива на территории Южного Казахстана. В Республике Таджикистан СВД реализованы на орошаемых землях Согдийской зоны планирования и Вахшской долины, а в Республиках Кыргызстан и Туркменистан этот тип дренажа не нашел широкого применения. Средняя нагрузка на 1 скважину составляет 107,5 га, а максимальная площадь обслуживания одной скважины достигает 250-300 га (пример Голодная степь) (табл.2). На объектах внедрения вертикального дренажа откачка минерализованных вод ведется, в основном, из первого водоносного горизонта, расположенного под покровным мелкоземом. В связи с этим, глубина скважин ВД в Центральной Азии изменяется в пределах 50-75 м и редко достигает 100 м. Внешний диаметр скважин (диаметр бурения) – 900-1000 мм. В качестве фильтрового каркаса (стренера) повсеместно были использованы цельнотянутые металлические трубы с внешним диаметром 324-429 мм. Зазор между стенкой скважин и металлических труб обсыпался песчано-гравийным материалом. Толщина гравийно-песчаной обсыпки изменялась от 250 мм до 350 мм. Длина фильтра скважин составляла в зависимости от мощности водоносного пласта от 10-15 м до 30-35 м.

На всех скважинах вертикального дренажа применялись центробежные погружные насосы ЭЦВ (от ЭЦВ 8-40-65 до ЭЦВ 16-500-45) с различной производительностью – 25-500 м<sup>3</sup>/час. Глубина погружения насосов варьировалась в пределах от 10 до 22 м. Дебиты скважин изменялись в широких пределах от 15-25 л/сек до 100 л/сек и более, а минерализация откачиваемых вод в основном от 1,5-3,5 г/л, достигая на некоторых объектах до 5-6 г/л.

В Центральной Азии практически все эксплуатируемые скважины ВД построены с большим нарушением технологии их строительства и, главным образом, подбора гранулометрического состава гравийно-песчаной обсыпки и насосно-силового

оборудования, соответствующего параметрам скважин. Практически 80-85 % насосно-силового оборудования не соответствует параметрам скважин и, особенно, по напорам. Для скважин ВД необходимы низконапорные насосы с высотой водоподъема от 15 до 25 м. Фактически установленные насосы имеют напор от 30-35 м до 60 м, что приводит к излишним затратам электроэнергии.

Проблемы, возникающие на объектах СВД:

- из-за нарушения подбора гравийно-песчаной обсыпки все скважины (за исключением скважин, построенных в гравийно-песчаных водоносных пластах) усиленно пескуют, что приводит к механической кольматации фильтров и заилению нижней части фильтрового каркаса, тем самым снижению дебита и удельного дебита и роста энергозатрат;

- на всех скважинах, построенных с использованием металлических труб протекает коррозионное разрушение и их продукт отлагается в порах обсыпки и отверстиях стрелера, т.е. протекает физико-химическая кольматация фильтров и насосно-силового оборудования. За счет этого процесса повсеместно наблюдается резкое снижение дебита (удельного дебита) и роста сопротивления фильтра и затрат электроэнергии на подъем откачиваемой воды;

- отсутствие низконапорного насосно-силового оборудования, соответствующего параметрам высоты скважин вертикального дренажа, из-за чего на них используются высоконапорные насосы, что приводит к перерасходу электроэнергии при откачках;

- отсутствие запчастей или их дороговизна затягивает продолжительность ремонта насосно-силового оборудования, тем самым сокращает сроки откачки;

- отсутствие специализированных организаций по проведению ремонтно-восстановительных работ на самих скважинах приводит к эксплуатации скважин с их низкими дебитами;

- рост цен на энергоносители (электроэнергии) привел к резкому сокращению продолжительности эксплуатации систем вертикального дренажа в Республике Узбекистан, а в других республиках практически их эксплуатация приостановлена.

В Республике Узбекистан коэффициент полезной работы систем изменяется в пределах 0,1-0,3; в средних 0,15 против 0,6-0,75 по режимам откачек. В Республике Казахстан системы, начиная с 1945-1996 гг, не работают, в Таджикистане количество работающих скважин составляют всего 20 % от общей мощности.

- низкие затраты средств на эксплуатацию, выделяемые государствами не обеспечивают эффективной работы СВД по управлению водно-солевым режимом.

Из-за низкого технического состояния скважин даже на уровень 1985-1990 годы система вертикального дренажа имела невысокие показатели надежности.

Таблица 22

Показатели надежности систем вертикального дренажа  
на уровне 1985-1990 гг.

Область	Мелиорируемая площадь, Ф м, тыс.га	Число скважин, шт.	Коэффициент полезной работы системы (КПРС)			Коэффициент готовности и (Кг)		Коэффициент использования мощности системы (КИС)		
			max	min	среднегодовалый	проектный	фактический	max	min	среднегодовалый
Сырдарьинская	571,0	827	0,78	0,65	0,72	0,97	0,83	0,54	0,46	0,50
Бухарская	198,0	350	0,39	0,36	0,38	0,97	0,60	0,31	0,29	0,30
Ферганская	252,0	682	0,51	0,40	0,44	0,97	0,59	0,40	0,29	0,36
Казахская часть Голодной степи	173,8	806	0,25	0,165	0,20	0,97	0,48	0,15	0,10	0,12

При этом самый низкий уровень коэффициента использования мощности систем приходится на долю Казахской части Голодной степи, который изменялся в пределах от 0,10 до 0,15 в среднем 0,12 против 0,85-0,90.

Низкий уровень эксплуатации СВД обусловлен простоями скважин, которые в Чимкентской области в девяностые годы составляли до 80 % календарного времени, а в Узбекской ССР – от 28 до 60 %.

Анализ структуры простоев СВД показал, что самые продолжительные простои происходили из-за отказа работы насосно-силового оборудования (табл..24).

Таблица 23

## Распределение простоев на СВД

Причина простоя	Простои скважин СВД, % от общего числа простоев, по областям			
	Сырдарьинская	Ферганская	Бухарская	Казахская часть Голодной степи
Ремонт отводящих сетей и сооружений на них	6-10	5-18	14-23	18-28

Просьбы хозяйств	12,5-18,0	25-86	3,8	4,8-72,0
Отсутствие электроэнергии	22-36	2-23	23,9-41,8	7,6-20,9
Отказы насосно-силового оборудования	55-66	2-31	23,0-53,6	15,9-43,4
Прочее	5-10	5-11	9,5	0,1-5,0

Простои на скважинах, построенных в условиях водоносного комплекса, представленного тонко-, мелко- и среднезернистыми песками, вызваны, в основном, отказом насосного оборудования, а в гравелисто-галечниковых отложениях – отказом электродвигателей.

Ускорение интенсивности отказов насоса способствует повышению минерализации откачиваемых вод, которая в свою очередь обуславливает коррозионные разрушения.

Ухудшение механического состава водоносных грунтов и гравийно-песчаной обсыпки усиливает пескование скважин, тем самым ускоряет интенсивность отказов электронасосов, что видно по материалам рис.5.

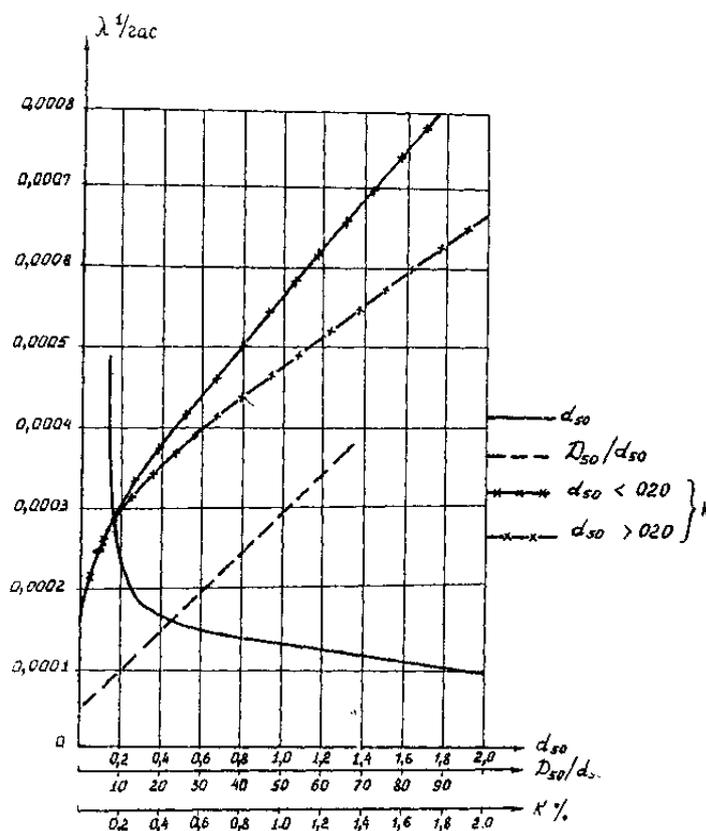


Рис.5. Зависимость интенсивности отказов электронасосов от литологии и состава гравийной обсыпки и пескования скважин в момент пуска (К)

В результате обработки данных, по скважинам построенным в различных по грансоставу водоносных грунтах с различным составом песчанно-гравийной обсыпки, была установлена тесная связь вероятности безотказной работы электронасосов от уровня пескования (рис.6). Так продолжительность безотказной работы электронасосов непескующих или слабопескующих скважин Кибрайского водозабора и Юга Украины при  $K < 0,01-0,005$  изменяется в пределах 4500-6500 тыс.мото-часов (рис.6). Тогда как пескующих и сильно пескующих скважин с коэффициентом 03-04 составляет от 500 до 1500 тыс.мото-часов (рис.6). Интенсивность отказов от пескования определяет частота ремонта электронасосов и технического оборудования скважин. Кроме того, средне и сильно-пескующие скважины, для снижения доли твердых частиц в откачиваемой воде, эксплуатируются при прикрытой задвижке, тем самым искусственно снижая их дебит и повышая сопротивление. Такая система эксплуатации скважин приводит к росту электропотребления.

Следует отметить, что практически более 50 % скважин, построенных в Республике Узбекистан и 75 % в южных районах Республики Казахстан относятся к категории средне и сильно пескующих. Скважины, построенные в Республике Таджикистан – слабо пескующих, так как они эксплуатируют водоносный пласт, представленный гравийно-галечниковыми отложениями.

Одной из причин низкой работоспособности и эффективности насосно-силового оборудования является пескование скважин. Ущерб от этого по данным САНИИРИ варьирует от 8,0 до 4,0 тыс.руб. в год на одну скважину в ценах 1983 г. Пескование обусловлено отсутствием специальных гравийно-песчаных фильтров заводского изготовления. Уровнем пескования на скважинах лучше всего управлять применением диафрагмового регулятора расхода в момент их пуска, не создающего дополнительного сопротивления. Применение диафрагмового регулятора расхода конструкции САНИИРИ даёт возможность снизить уровень пескования до предельно допустимой величины 0,03-0,05 %.

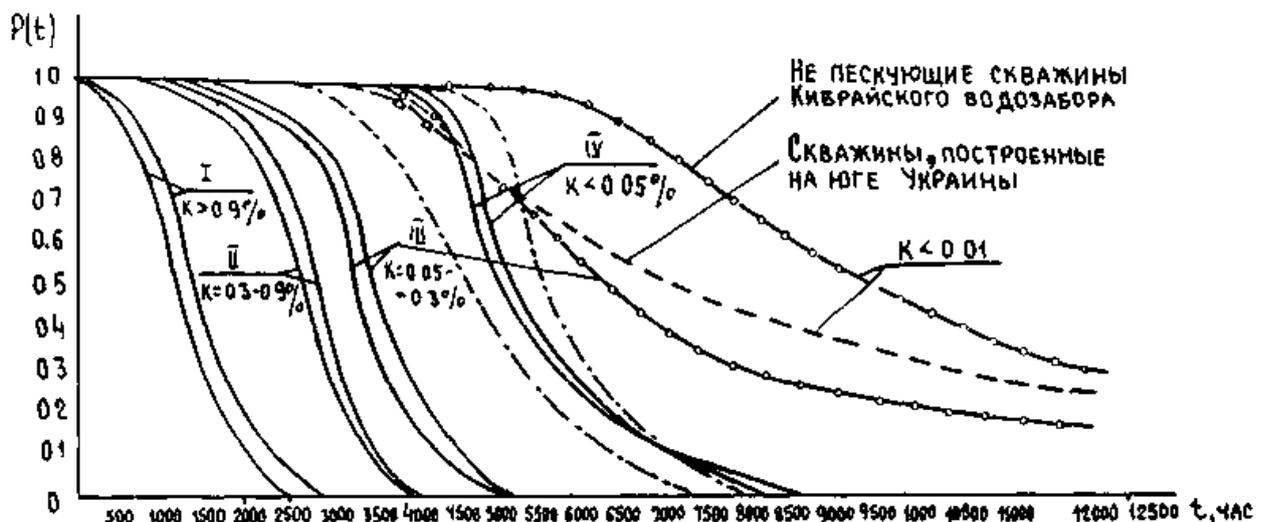


Рис.6. Вероятность безотказной работы электронасосов в водоносных грунтах при разной степени пескования скважин вертикального дренажа

Резкому увеличению стоимости энергозатрат способствует отсутствие специальных низконапорных электронасосов для скважин вертикального дренажа. Высота подъема скважин вертикального дренажа лежит в области от 10-15 м до 25 м, а применяемые на практике артезианские насосы типа ЭЦВ рассчитаны на подъем воды от 35 до 60 м. Поэтому во многих случаях насосы, применяемые на объектах СВД, не соответствуют требованиям эксплуатации вертикального дренажа и имеют излишний напор увеличивающий расход электроэнергии.

В 1985-1990 гг. НПО САНИИРИ совместно с заводом типа-размеров электропогружных насосов выпускает Туркестанский завод, работа которой прекращена из-за отсутствия заказов на них. В дальнейшем следует наладить работы этих заводов по выпуску насосов для СВД.

Другой существенной причиной снижения эффективности СВД и повышения эксплуатационных затрат является старение и снижение дебита скважин из-за коррозии металлического фильтрового каркаса и отложения их продуктов в фильтрах. Интенсивность этих процессов подчиняется экспоненциальному закону и описывается формулой типа:

$$q_r = q_0 e^{-\beta t}$$

где:  $q_r$  - фактически удельный дебит скважины в данный момент времени, л/с;

$q_0$  - удельный дебит в начальный период эксплуатации, л/с.м;

$\beta$  - коэффициент "старения" скважины;

$t$  - продолжительность работы скважины, год.

В зависимости от степени минерализации подземных вод процессы колюматации фильтра и прифильтровой зоны скважины проходят по-разному. В районах, где минерализация подземных вод меньше 2-3 г/л, отмечается карбонатизация фильтра (отложение карбоната кальция), больше 5 г/л - коррозионное разрушение. В скважинах с минерализацией откачиваемых вод 2-5 г/л в прифильтровых зонах наблюдаются смешанные процессы - карбонатизация и коррозионное разрушение. Самая высокая интенсивность снижения дебита в скважинах, где происходят смешанные процессы колюматации в прифильтровой зоне, самая меньшая - при коррозионных явлениях (рис.7).

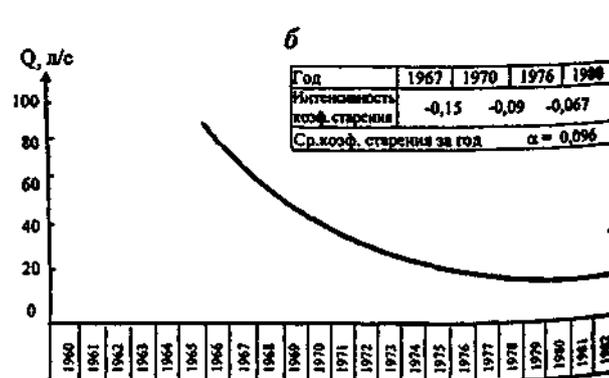
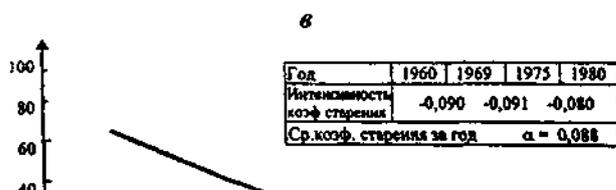
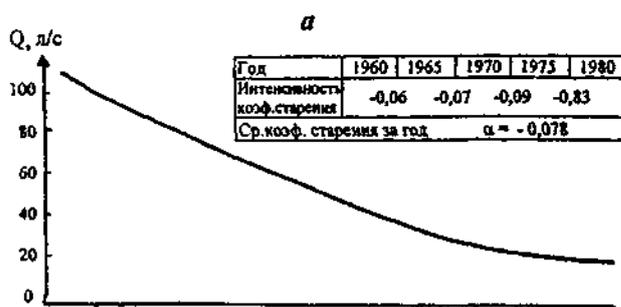


Рис. 7 изменение дебита скважин в процесс физико-химического кольматажа в зависимости от продолжительности их работы при: а – карбонатизации; б – коррозионных явлениях; в – смешанных процессах

Как видно из рис.7 за 10-15 лет скважины теряют 50-80 % дебита от первоначальной величины. В процессе коррозионных и кольматационных явлений одновременно происходит увеличение сопротивления фильтров, что приводит к росту электротрат, т.е. расхода на эксплуатацию систем.

Ухудшение работоспособности скважин с увеличением срока их службы приводит к снижению дренированности территории и, как следствие, к подъему УГВ, реставрации засоления почв. Для предотвращения ухудшения мелиоративного состояния земель необходим комплекс восстановительных мероприятий, разработанных на основе прогноза водно-солевого режима почв с учетом снижения дебита скважин.

В нормативе "О проведении ППР" срок службы скважин вертикального дренажа установлен в зависимости от агрессивности откачиваемых вод от 10 до 15 лет, а периодичность капитального ремонта 2-4 года. Периодичность капитального ремонта скважин с учетом прогнозных расчетов водно-солевого режима почв эксплуатируемых объектов Центральной Азии изменяется от 5 до 7 лет, что указывает на наличие запаса мощности СВД. В то же время все системы вертикального дренажа по срокам службы относятся к морально-устаревшим. Однако, имеющие запас мощности позволяют решать проблемы мелиорации земель при организации и проведении на скважинах ремонтно-восстановительных работ, а на орошаемых землях проведение водосберегательных мероприятий.

В республиках Узбекистан и Казахстан испытаны на скважинах несколько методов и технологий ремонтно-восстановительных работ, результаты которых показаны в табл.15.

Как видно по данным табл.25, из пяти типов технологий восстановления дебитов и удельных дебитов наиболее эффективным оказались методы восстановления с механической обработкой ствола скважин с применением "долото ерш", взрывом с помощью детонирующего шнура и создания "импульсного сотрясения" каркаса. Однако, способ взрыва детонирующего шнура может привести к разрыву труб, если учесть их современное "хрупкое" состояние из-за коррозии.

Наиболее технологичным (из оставшихся двух методов) по своей простоте выполнения ремонтных работ является очистка ствола с применением способа "долото-ерш", конструкции САНИИРИ, который практически полностью восстанавливает удельные дебиты скважин. Способ, восстановление дебита скважин, одновременно снижает сопротивление фильтра и тем самым достигается снижение электротрат.

Следует отметить, что на объектах СВД из общего объема эксплуатационного расхода затраты на электроэнергию составляют более 50-60 %. Реализация вышеуказанного комплекса мероприятий позволяет в 2-2,5 раза снизить эксплуатационные затраты на объектах СВД.

Еще одна особенность вертикального дренажа заключается в том, что откачка подземных вод создает на орошаемых землях резерв водных ресурсов, возможных к использованию на орошение и промывку земель. В связи с этим, для повышения эффективности вертикального дренажа и технического уровня, следует закреплять скважины за фермерами, если они имеют достаточно большие земельные фонды (> 50 га) или ассоциациями земеле и водопользователей. Такое закрепление скважин за фермерами и ассоциациями является еще одним путем снижения затрат на эксплуатацию СВД.

## Эффективность восстановления дебита скважин вертикального дренажа

Наименование объекта	Номера скважин вертикального дренажа	Год ввода в эксплуатацию	Год проведения восстановительных работ	Дебит скважины и удельный дебит						Коэффициент восстановления дебита
				в начале эксплуатации		перед проведением восстановления		после проведения восстановления		
				дебит, л/с	уд.деби т, л/с·м	дебит, л/с	уд.деби т, л/с·м	дебит, л/с	уд.деби т, л/с·м	
Восстановление взрывом детонирующего шнура										
Казахстан	4	1964	1981	60		25	2,1	45	2,3	0,75
	27	1964	1981	60	5,1	30	2,6	57	5,2	0,95
	32	1966	1981	50		30	1,8	56	5,3	1,00
Восстановление химической обработкой и последующей очисткой ершом и эрлифтной прокачкой										
с/х Пахтаарал, Казахстан	54	1967	1982	66		25	3,,3	55	5,5	0,81
Восстановление механической обработкой ("шарошка")										
с/х Юбилейный, Сырдарьинская область, Узбекистан	162	1979	1986	30	2,5	18	0,8	18,3	1,44	0,61
	187	1979	1986	37	2,47	19	2,1	28,0	2,93	0,76
	123	1979	1986	32	3,5	6	0,3	12,4	1,36	0,39
Восстановление механическим способом и "долото-ершом"										
с/х Восход	140	1976	1986	40	2,67	7	0,67	28	1,43	0,54
к/х им.Ленина Сырдарьинской области	94	1978	1986	70	10,4	56	3,50	56	5,78	0,51
Восстановление импульсным методом										
Кзылординская область	3		189		1,95		0,83		1,84	0,94
	4		1989		2,75		0,42		2,88	1,04