



ISSN 0131 — 1905

МИНИСТЕРСТВО МЕЛИОРАЦИИ
И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

СРЕДНЕАЗИАТСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИРРИГАЦИИ
им. В. Д. ЖУРИНА (САНИИРИ)

**ПРОБЛЕМЫ МЕЛИОРАЦИИ
ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ
В СРЕДНЕЙ АЗИИ**

Сборник научных трудов

В ы п у с к № 173

Ташкент — 1985

МИНИСТЕРСТВО МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО
ХОЗЯЙСТВА СССР

Среднеазиатский ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт ирригации им. В. Д. Журина
(САНИИРИ)

ПРОБЛЕМЫ МЕЛИОРАЦИИ ОРОШАЕМЫХ
ЗЕМЕЛЬ В СРЕДНЕЙ АЗИИ

Сборник научных трудов

Выпуск № 173

Ташкент—1985

Проблемы мелиорации орошаемых земель
в Средней Азии
Сборник научных трудов, вып. 173, Ташкент,
САНИИРИ им. В. Д. Журина, 1985, 146 с.

На современном уровне орошаемое земледелие бассейна Аральского моря остро испытывает дефицит водных ресурсов и ухудшение качества воды в источниках орошения.

В этих условиях дальнейшее развитие орошения и решение проблемы продуктивности мелиорируемого гектара должны базироваться, с одной стороны, на основе широкого применения водосберегающих мероприятий, с другой, — улучшения режима работы построенных мелиоративных систем и рационального использования водных ресурсов.

Публикуемые статьи в настоящем сборнике посвящены решению этих проблемных вопросов.

Книга рассчитана на научных работников, проектировщиков и производственников службы эксплуатации гидромелиоративных систем.

Редакционная коллегия:

В. А. Духовный (гл. редактор), Т. И. Дерлятка, А. А. Кадыров (зам. гл. редактора), Н. Т. Лактаев, А. М. Мухамедов, В. Г. Насонов, У. Ю. Пулатов, А. Г. Пулатов, Х. И. Якубов (зам. гл. редактора, отв. за выпуск), Т. М. Шапошникова

С Среднеазиатский научно-исследовательский институт
иригации им. В. Д. Журина (САНИИРИ), 1985

В. А. Духовный, канд. техн. наук, В. Б. Виленчик, канд. физ.-мат. наук
Д. К. Умарджанов, М. М. Дмитриева
(САНИИРИ им. В. Д. Журина)

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС И РАЗВИТИЕ ОРОШЕНИЯ В СРЕДНЕЙ АЗИИ

Перспектива развития Узбекистана неразрывно связана с будущим всего среднеазиатского региона. Общность направлений сельскохозяйственного производства, идентичность межотраслевых пропорций и, главное, единство водных ресурсов не позволяют рассматривать экономическое развитие каждой из среднеазиатских республик в отдельности. При этом региональный прогноз определяется прежде всего решением проблемы водных ресурсов.

Тенденции, складывающиеся в мелиорации и водном хозяйстве бассейна Аральского моря, имеют много общих характерных черт с развитием отрасли в стране.

За последние 15...20 лет, особенно после майского (1966г.) Пленума ЦК КПСС, министерством мелиорации и водного хозяйства СССР проведена большая целеустремленная и планомерная работа по совершенствованию водопользования, улучшению эксплуатации земель, уменьшению удельного водопотребления, повышению управляемости водными ресурсами. Работа проводилась как по линии водного хозяйства, так и сельского и других отраслей народного хозяйства. Это обеспечило значительное увеличение эффективности использования водных ресурсов.

При росте водозабора на орошение в целом за истекший период на 25...30 % валовая продукция земледелия с орошаемых земель увеличилась более чем в 2,5 раза (табл. I).

Суммарное увеличение водопотребления по отдельным республикам за истекший период характеризуется в среднем относительно равномерными показателями в пределах 15...45 %, лишь в Молдавии оно превысило 250 %. Прослеживается наибольший

рост водозабора в годы максимальной водности с последующим снижением его в маловодные годы. Например в РСФСР и на

Т а б л и ц а 1

Рост водопользования в стране
по годам

Номер п/п	Показатель	Г о д ы				
		1965	1970	1975	1980	1982
1	Объем водозабора, км ³	205,0	223,2	304,9	343,6	322,3
	в том числе на орошение	128,0	130,5	143,3	175,6	174,3
2	Водопотребление безвозвратное, км ³	112,8	100,1	154,3	205,5	177,6
	в том числе на орошение	99,9	95,6	114,9	129,9	136,3
3	Площадь орошения, млн.га	9,8	10,8	14,2	17,2	18,3
4	Удельный водозабор, тыс.м ³ /га	13,1	12,1	10,1	10,2	9,5
5	Удельное водопотребление, тыс.м ³ /га	10,2	8,8	8,1	7,6	7,4
6	КПД систем	0,55	0,58	0,63	0,69	0,71
7	Валовая продукция земледелия с орошаемых земель, млрд.руб.	5,3	7,7	9,9	13,0	13,4
8	Водозабор на 1 млрд.руб. продукции, км ³	24,2	16,9	14,5	13,5	13,0
9	Водопотребление на 1 млрд.руб.продукции, км ³	18,8	12,4	11,6	10,0	10,1

Украине, максимальный водозабор наблюдался в 1975 г. с последующим снижением его в связи с маловодностью, соответственно, на 20...13 %; в Узбекистане, Казахстане — в 1980 г.; в 1982-1983 гг. водозабор уменьшился, соответственно, на 75 %. При этом одна треть общего водозабора приходится на РСФСР, 10 % — на Украину, 20 % — на Узбекистан, 15 % — Казахстан,

около 7 % — на республики Закавказья, 7% — на Туркмению, 5 % — Таджикистан, 4 % — Киргизию. Из общего объема водозабора менее 10 % осуществляется из подземных вод (31,3 км³/год), остальные — из поверхностных.

В распределении воды между отраслями народного хозяйства первое место среди водопотребителей по объему отбора и, особенно, безвозвратному водопотреблению занимает сельское хозяйство, в частности орошение; второе — промышленность (уровень безвозвратного водопотребления здесь невелик — 14 % от общего).

Параллельно с общим ростом водопотребления промышленности удельное водопотребление на единицу продукции постоянно снижается. Происходит это при увеличении объема водозабора из систем оборотного водоснабжения благодаря постоянному росту объема очистки в стране, достигшего в 1982г. 169,9 км³, т.е. 62,8 % от объема использованной чистой воды.

Особенно велика доля возврата в коммунальном хозяйстве (75 %), где успешно внедряется централизованное водоснабжение, растет уровень очистки: с 57 % в 1970г. до 80 % в 1980, в том числе биологической — с 35 до 66,4 %. Характерно, что, несмотря на рост удельного водопотребления с 192 до 277 л/сут на человека и численности городского населения на 21 %, объем водопотребления на эти цели увеличился с 1970 по 1975 год на 4,2 км³/год и далее — всего на 0,1 км³/год. Такая тенденция наблюдается и в водопотреблении промышленности, где безвозвратное водопотребление составляет 6,5% от суммарного.

Основным водопотребителем в стране является орошаемое земледелие — как по общему, так и безвозвратному водопотреблению. Рост орошаемых земель с 9,8 млн.га в 1965г. до 19,0 млн.га в 1982 г. (почти в два раза) привел к увеличению продукции растениеводства с 5,3 до 14,5 млрд.руб., т.е. почти в 3 раза. Практически 92 % прироста продукции растениеводства в СССР получено с орошаемых земель.

Как видно из табл. I, рост орошаемых земель сопровождался увеличением валовой продукции земледелия.

Несмотря на перемещение ввода новых земель в больших объемах из зон традиционного орошения в среднюю полосу

страны, в полужасушливые и периодически недоувлажняемые зоны, произошло сокращение удельного водопотребления. Здесь приросты дополнительной продукции на 1 м³ подаваемой воды (СССР - 5,6 коп., Средняя Азия - 8,5, РСФСР - 42 коп. и т.д.) значительно ниже. Другим фактором, препятствующим более интенсивному снижению удельных затрат воды, явилось перемещение орошения из зон оазисов в засоленные и подверженные засолению массивы, потребовавшие дополнительных капитальных и профилактических промывных поливов.

Тем не менее, в среднем по стране параллельно росту водопотребляющих отраслей и орошения, наряду с увеличением КПД, происходит постоянное снижение удельного водозабора и водопотребления.

Значительное снижение удельного водопотребления на единицу продукции в целом по стране - результат, в первую очередь, мероприятий по совершенствованию систем орошения как новых, так и староорошаемых земель. Это нашло отражение в повышении КПД орошаемых систем (в среднем на один процент в год), в быстром росте продуктивности орошаемых земель.

За истекшие годы разработаны и получили широкое внедрение системы закрытого горизонтального и вертикального дренажа, позволившие перейти на оптимальные мелиоративные режимы в сочетании с относительным благополучием земель по степени засоления, лотковых оросительных каналов и закрытых трубопроводов с высоким КПД внутрихозяйственной сети, бетонопленочными облицовками, сводящими к минимуму потери из крупных каналов, а также современные дождевальные широкозахватные машины с высоким КПД поля и т.д.

За три пятилетки реконструкцией в целом охвачены около 13 млн.га, в том числе мелиоративно улучшены 3,6 млн.га орошаемых земель, переустроена и повышена водообеспеченность оросительных систем на площади 6,9 млн.га; капитально спланированы 2,4 млн.га земель. Общие затраты на эти работы составили 9,3 млрд.руб.

Произошли коренные изменения и в техническом уровне оросительных систем. Удельный вес земель, поливаемых дождеванием, увеличился с 6 до 34 %, протяженность закрытой трубчатой

сети и каналов с противофильтрационными покрытиями возросла в 10 раз.

Из межхозяйственной и магистральной сети общей протяженностью 104,2 тыс.км антифильтрационные облицовки различных типов имеют каналы длиной 25 тыс.км, а из 694 тыс.км внутрихозяйственной сети построено в трубах, лотках и облицовке 237 тыс.км, или более одной трети. В результате этих мер КПД систем в целом по стране достиг 0,68...0,7, а КПД межхозяйственной сети - 0,83.

Аналогичные тенденции отмечаются и в Средней Азии. Исследования в области водного и сельского хозяйства, социально-демографической и других сферах проводились на основе анализа экономико-технологической информации (табл.2) и использования математико-статистических методов обработки данных.

Несмотря на то, что в Средней Азии и Южном Казахстане значительная часть площадей орошается с незапамятных времен, тем не менее и здесь получили широкое развитие современные оросительные системы с огромными каналами на расход 300 м³/с и более протяженностью более тысячи километров (такие, как Каракумский, Каршинский и др.). Эти системы охватывают массивы земель площадью сотни тысяч гектаров.

Несмотря на относительно высокое удельное водопотребление на один гектар, здесь также проявились тенденции, характерные для страны в целом, но в более резких темпах. Эти показатели сводятся к следующему:

- при несколько возрастающих темпах ввода орошаемых земель (600; 700; 850; 900 тыс.га) за пятилетку водозабор на орошение сначала возрастал быстрыми темпами, а в последние годы, в связи с наступлением маловодных лет и завершением регулирования стока по обоим бассейнам, начал резко снижаться;

- темпы удельного безвозвратного водопотребления постоянно снижались;

- в результате постоянно увеличивающейся продуктивности земель, как на базе улучшившегося мелиоративного состояния их, так и на основе прогресса сельскохозяйственного производства, удельные затраты воды по водозабору и по безвозвратному водопотреблению систематически снижались: в целом

Т а б л и ц а 2
Изменение показателей водопользования в бассейне
Аральского моря

Номер п/п	Показатель	Г о д ы				
		: 1965	: 1970	: 1975	: 1980	: 1982
1	Объем водозабора, км ³	72,7	87,9	103,5	111,7	96,9
	в т.ч. в бассейне Амударьи	36,3	47,7	57,7	60,0	54,7
	Сырдарьи	36,4	40,2	45,8	51,7	42,2
	Из них на орошение, км ³	63,2	79,6	91,1	102,9	87,1
	в т.ч. в бассейне Сырдарьи	29,4	35,4	38,5	45,9	37,1
	Амударьи	33,8	44,2	52,6	57,0	50,0
2	Водопотребление безвозвр., км ³	63,2	63,9	76,7	81,1	71,6
	в т.ч. в бассейне Амударьи	30,1	39,9	47,9	49,4	45,8
	Сырдарьи	33,1	24,0	28,8	31,7	25,8
	Из них на орошение, км ³	46,3	59,9	69,7	77,4	68,0
	в т.ч. в бассейне Сырдарьи	17,6	22,3	25,0	30,0	25,7
	Амударьи	28,7	37,6	44,7	47,4	42,5
3	Площадь орошения, млн.га	3,82	4,41	5,13	6,15	6,40
	в т.ч. в бассейне Сырдарьи	1,90	2,10	2,40	2,95	3,10
	Амударьи	1,92	2,31	2,73	3,20	3,30
4	Удельный водозабор, тыс.м ³ /га	16,54	18,05	17,76	16,73	13,61
	по бассейну Сырдарьи	15,47	16,86	16,04	15,56	11,97
	Амударьи	17,60	19,30	19,26	17,81	15,15
5	Удельное водопотребление, тыс.м ³ /га	16,54	14,49	15,54	13,19	11,19
	по бассейну Сырдарьи	14,79	10,62	10,42	10,44	8,29
	Амударьи	14,94	16,98	16,37	14,81	12,88
6	КПД систем	0,52	0,55	0,58	0,60	0,61
	по бассейну Сырдарьи	0,53	0,56	0,60	0,63	0,64
	Амударьи	0,50	0,53	0,55	0,56	0,57
7	Валовая продукция земледелия с орошаемых земель, млрд.руб.	2,83	3,97	5,43	7,81	8,18
	в т.ч. в бассейне Сырдарьи	1,32	1,76	2,15	3,53	3,78
	Амударьи	1,51	2,21	3,28	4,28	4,40
8	Водозабор на 1 млрд.руб.продукции	22,3	20,05	16,78	13,18	10,65
	в т.ч. в бассейне Сырдарьи	22,3	20,1	17,9	13,00	9,81
	Амударьи	22,4	20,0	16,0	13,31	11,37
9	Водопотребление на 1 млрд.руб.продукции, км ³	16,36	15,09	12,84	9,91	8,34
	в т.ч. в бассейне Сырдарьи	13,33	12,67	11,62	8,72	6,80
	Амударьи	19,00	17,00	13,60	11,07	9,65

за обозримые 17 лет уменьшились в два раза.

Характерно, что в Средней Азии и Южном Казахстане отмечаются наиболее высокие показатели на производство продукции сельского хозяйства на единицу воды, несмотря на большие удельные расходы ее на гектар. Это объясняется высокой стоимостью продукции, получаемой в республиках Средней Азии с каждого гектара.

На всех реках южного склона страны складывается сложный водохозяйственный баланс. При общем объеме среднесезонного стока в СССР 4700 км³ в год на долю рек южной части приходится 750 км³, или 16%. Из этого объема водопотребление уже составило 170 км³/год.

В Средней Азии в бассейнах рек Амударьи и Сырдарьи складывается наиболее сложная водохозяйственная ситуация. Для увеличения располагаемых водных ресурсов по рекам до предельного состояния ($K_p = 0,93...0,95$) необходимо ввести в строй водохранилища общим объемом 41 км³. В настоящее время введены в строй емкости на 30,2 км³. Невозможность заполнения Токтогульского водохранилища многолетнего регулирования также усложняет положение. С вводом в действие Туямуянского и

Рагунского водохранилищ все возможности по объему регулирования будут исчерпаны.

Баланс по Сырдарье уже в течение 6...7 лет, а в отдельные годы и по Амударье, сводится с большим недостатком и удовлетворяется за счет систематического (в некоторых районах многократного) использования возвратных вод. В низовьях этих рек отмечается высокая минерализация воды (по общему уровню и отдельным компонентам).

Несельскохозяйственное водопотребление в Средней Азии подчинено общим тенденциям: удельное водопотребление на одного человека в коммунальном хозяйстве в среднем в 1,5...2 раза выше, чем по стране (около 500 л/сут на человека против 337). Величина общего водопотребления в промышленности, а также хозяйственных и коммунально-бытовых нужд относительно невелика: 6 % от водопотребления и водозабора на эти цели в целом по стране, хотя по количеству населения, проживающего в этой зоне, указанная величина должна была бы быть в 1,5-2 раза выше.

Вся вода промышленности и коммунального хозяйства отводится в источники последующего орошения, при этом очистка, в основном биологическая, составляет около 80 %. Процент оборота промышленности различен: от 65 % в УзССР до 15,1 % в Туркмении, а в целом по коммунально-промышленному водоотведению колеблется от 45,4% в УзССР до 9,8 % в Таджикистане (табл.3).

Т а б л и ц а 3
Промыленно-коммунальное водоснабжение в стране,
в том числе в Средней Азии и Казахстане

Регион, респуб- лика	Водопотребление, км ³ /год				Безвозв.- на одно- го чел/год	Процент оборот- ного во- доснаб- жения	Про- цент без- возвр- ного водо- снабжения
	всего	в том числе		без- воз- врат- ное			
		чистой воды	оборот- ное	без- воз- врат- ное			
Всего по стране	181	62,4	118,6	15,3	55	65,2	8,45
в том числе по:							
Средней Азии	5,7	3,56	2,14	1,76	73	37,5	30,8
Узбекистану	4,4	2,4	2,0	1,1	57	45,4	25,0
Таджикистану	0,51	0,46	0,05	0,23	57	9,8	45,7
Туркменистану	0,79	0,7	0,09	0,43	148	11,4	54,4
Казахстану	6,65	3,81	2,84	1,03	68	42,1	15,5
Киргизии	0,47	0,35	0,12	0,10	28	26,5	21,2

Безвозвратное водопотребление в среднеазиатской зоне, бесспорно, должно быть большим, чем по стране, из-за высокой аридности климата, затрат на полив городских насаждений; оно колеблется от 15,5 % по Казахстану до 54,4 % в Туркмении. Фактическое безвозвратное водопотребление на одного человека составляет 57 м³ в год в Узбекистане и 73 м³ в целом по зоне, с максимумом в Туркмении - 148 м³/г.

По расчету в аридной зоне безвозвратное водопотребление на одного человека должно составить в коммунальном хозяйстве 50 л/сут, или около 18 м³/год, и около 15...20 м³/год в промышленности. Поэтому возможность экономии безвозвратного водопотребления в регионе незначительна. В перспективе следует увели-

чить оборотное водоснабжение и использование замкнутых циклов, в первую очередь, в Туркмении и Казахстане. Увеличение населения в Средней Азии в будущем и необходимость развития таких водоемких отраслей, как химия и теплоэнергетика, приведут к возрастанию безвозвратного водопотребления в 2...2,5 раза. К тому же, в ряде республик в перспективе резко увеличится удельное водопотребление в связи с повышением жизненного уровня (особенно в Киргизии).

Кроме указанных выше тенденций в общем, сельскохозяйственном и безвозвратном водопотреблении, важно учесть определенные социально-экономические условия, которые будут определять перспективу использования воды в Средней Азии.

Повышение продуктивности орошаемого земледелия в среднем до 1840 руб/га сопровождалось, особенно в последнее время, увеличением удельного объема затрат как строительных, так и эксплуатационных, в связи с необходимостью применения (из-за сложных природных условий в зонах нового орошения) машинного водоподъема, осуществления мер по борьбе с засолением орошаемых земель. Стоимость освоения 1 га новых земель, например в Голодной и Каршинской степях, составила в последние годы 8...11 тыс.руб/га. При этом значительная доля затрат направлена на повышение технического уровня орошаемого земледелия, снижение непродуктивных потерь воды, что дало возможность получать на массивах нового орошения при удельных расходах воды 8,5...10 тыс.м³/га в год наиболее высокую отдачу на единицу воды.

Нередко недалековидные хозяйственники стараются уменьшить капвложения при вводе новых земель невыполнением анти-фильтрационных и дренажных мероприятий.

Разработанные и осуществленные на практике схемы и конструктивные решения, а также проведенные расчеты показывают, что нынешнему уровню развития нашей экономики вполне соответствуют оросительные системы с КПД 0,78...0,82, оптимальным мелиоративным режимом, совершенными дренажированием и поливной техникой. У этих систем безвозвратное водопотребление в среднем по зоне (с учетом затрат воды на рис) составляет 10...10,2 тыс.м³/га.

Переход на всей площади к таким системам не может быть осуществлен повсеместно за короткий промежуток времени,

поскольку требует огромных капиталовложений и технических средств, вывода земель из сельскохозяйственного оборота. В связи с этим нами проведен анализ сочетания ввода новых земель и реконструкции староорошаемых (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

Сравнительные показатели развития Узбекистана при различном уровне темпов ввода новых земель и реконструкции староорошаемых территорий

Номер варианта	Темпы ввода земель, тыс. га/год	Темпы реконструкции, тыс. га/год	КПД систем	Рост объема с/х производства в перспективе по отношению к 1980 г.		Изменение национального дохода в перспективе по отношению к 1980 г.	
				млрд. руб.	%	млрд. руб.	%
1	90	70	0,75	2,35	43,5	1,10	12,6
2	50	100	0,79	1,85	34,2	0,23	2,6
3	50	50	0,71	1,62	30,0	0,46	5,29
4	100	20	0,64	1,21	22,5	-0,42	-4,9
5	0	0	0,61	0,63	11,6	-0,60	-6,9

Как видно из табл. 4, резко прослеживается необходимость реализации варианта I. Совершенствование ИМС в основном должно быть завершено к 2000 г. Если предположить, что сейчас были бы найдены какие-то другие, крайне эффективные, меры по повышению продуктивности орошаемого земледелия на единицу воды, то и в этом случае не представилась бы возможность в короткий срок на площади в 7 млн. га осуществить переход на эти водосберегающие мероприятия.

Отметим некоторые перспективные тенденции социальной обстановки в Средней Азии и Казахстане.

Темпы роста населения в регионе в настоящее время составляют 3,6 % в год. С учетом наметившихся трендов некоторого наращивания городского населения (за счет уменьшения сельского) темпы роста населения снизятся всего лишь до 1,8 % в год. Следовательно, в далекой перспективе в Средней Азии численность населения возрастет втрое. Естественно, это должно вызвать соответствующие темпы роста водопотребления, хотя и менее

заметными приростами. Если исходить из современного уровня водопотребления промышленности и коммунально-бытовых нужд, то минимальное безвозвратное водопотребление на эти цели составит 8,1 км³/год.

Для обеспечения населения в отдаленной перспективе здесь потребуется производить сельскохозяйственной продукции на 40-42 млрд. руб. В связи с этим водохозяйственная обстановка в Средней Азии будет складываться следующим образом.

Суммарное безвозвратное водопотребление в связи с ростом населения и предполагаемым ростом промышленного производства должно достичь в целом по компромбиту 7,0 км³; в сельском хозяйстве при росте площадей орошения до 9,85 млн. га против 7,1 в настоящее время оно достигнет 105 км³.

Собственные располагаемые ресурсы поверхностных вод с учетом обязательных потерь составят 95 км³. Отрасль мелиорации и водного хозяйства должна обеспечить удовлетворение потребностей населения региона в продуктах питания, занятости, а также развитие всех отраслей экономики.

Если исходить из сложившихся трендов роста населения и урожайности сельскохозяйственных культур, то становится ясным необходимость интенсивного внедрения водосберегающих технологий, всестороннего повышения возможности управления водными ресурсами, их экономного расходования в различных отраслях народного хозяйства и, в первую очередь, орошаемого земледелия.

Широкое внедрение научно-технического прогресса (НТП) в отрасли идет с заметным отставанием. Так, совершенные оросительные системы в Узбекистане начали применяться в 1961-1965 гг., а до сего времени охватили не более 30 % всех орошаемых земель.

Учитывая тесную связь водообеспеченности и валового производства сельскохозяйственной продукции и сопутствующих отраслей, охватывающих здесь до 70 % экономики, можно констатировать, что невнимание к повсеместному широкому внедрению рациональной системы водопотребления и водопользования может осложнить экономическое развитие региона.

При проведенном нами анализе ресурсов поверхностных вод при коэффициенте регулирования стока $K_p = 0,95$ (включая Туямун и Рагун) получена величина 95,0 км³. Вместе с 6,3 км³

подземных вод дефицит водных ресурсов достигнет 14,7 км³.

Безвозвратное водопотребление на орошение снизится с 12,5...13,0 тыс.м³/га в настоящее время до 10,6 тыс.м³/га в перспективе. При этом целиком исчерпываются возможности повышения технического уровня систем до совершенных инженерных решений: КПД систем - 0,78...0,82 на фоне оптимального мелиоративного режима.

Следует обратить внимание на некоторые другие особенности, складывающиеся в регионе. Во-первых, намечающееся ухудшение экологической обстановки под влиянием интенсивного вымыва солей, в том числе полезных, из почвогрунтов; резкое увеличение соленакопления в отдельных частях бассейна; накопление пестицидов и гербицидов в почве; осушение внутренних водоемов.

Во-вторых, постоянное усложнение оросительных систем пока не сопровождается соответствующим организационным и техническим усилением служб эксплуатации. Износ этих систем и накопление отказов могут прогрессировать такими бурными темпами, что могут резко снизить эффективность орошаемых земель.

В-третьих, осуществление НТП в экономии воды, не подкрепленное экономически, отсутствие платы за воду и хозрасчетных взаимоотношений в водном хозяйстве затягивают внедрение водосберегающей технологии.

Указанные тенденции следует учитывать при рассмотрении НТП в среднеазиатском регионе и, в частности, в Узбекистане.

Учитывая предопределенность образования разрыва между водными ресурсами и водопотреблением, необходимо определить направления НТП, которые могут смягчить величину этого дефицита и в дальнейшем способствовать долговременному решению водообеспеченности региона.

Конечная цель региональной программы НТП в отрасли будет состоять в удовлетворении рациональных потребностей общества в воде по времени, режиму и качеству и, прежде всего, в обеспечении плодородия орошаемых земель.

С таких позиций целевая программа НТП (рис.) будет складываться из:

- мероприятий по увеличению располагаемых водных ресурсов;
- разработки мер по сокращению водопотребления промышленностью, коммунальными и бытовыми потребителями;
- уменьшения непродуктивных потерь стока;

- повышения продуктивности АПК на основе орошаемого земледелия (подцель: получение на единицу воды максимума конечной продукции АПК с совокупными отраслями).

Последнее далеко выходит за рамки понятия, что конечная цель НТП в мелиорации - это интенсификация и повышение эффективности растениеводческой отрасли сельскохозяйственного производства. Известна концепция Минводхоза СССР о роли и месте мелиораций в системе мероприятий по интенсификации сельскохозяйственного производства: "Все виды интенсификации сельскохозяйственного производства - механизация, химизация, использование гербицидов, достижений селекции, семеноводства, рациональной организации работ, - не могут в полной мере проявить себя без мелиорации угодий. В то же время сама она не дает должного эффекта без применения всех вышеперечисленных приемов интенсификации".

Однако указанные в концепции вопросы касаются лишь растениеводства. Только в увязке со структурой и в ориентации на конечную продукцию АПК, включая все его сферы (производственную, социальную и экономическую;

отрасли поставок и переработки) можно по-настоящему обеспечить высокую эффективность конечной продукции не только растениеводства, но и всего АПК на базе орошения.

Из рис. I видно, что вырисовывается ряд четких задач научно-технического прогресса, связанного с развитием как фундаментальных, так и прикладных научных исследований.

Среди реально достижимых мероприятий в области увеличения водных ресурсов можно наметить использование в перспективе до 6 км^3 ледникового стока и около $6-10 \text{ км}^3$ минерализованных вод.

В области орошаемого земледелия и всего АПК главным вопросом является наращивание плодородия земель. Одновременно важно создание условий для планомерного пропорционального развития обеспечивающих и перерабатывающих отраслей АПК, совокупных сфер. Необходимо развивать ряд традиционных мелиоративных направлений для перехода оросительных систем на новый уровень снижения безвозвратного водопотребления. Наиболее вероятным является достижение в далекой перспективе безвозвратного водопотребления до $8,2 \text{ тыс. м}^3/\text{га}$ с помощью следующих решений:

а) минимизации физического испарения и управления режимом транспирации путем перехода в широких масштабах на капельное внутрипочвенное, сорбционное орошение;

б) применения высокочастотного режима мелкодисперсного орошения и дождевания, проводимых в периоды минимального испарения;

в) широкого применения мульчирования или пленочного покрытия почвы;

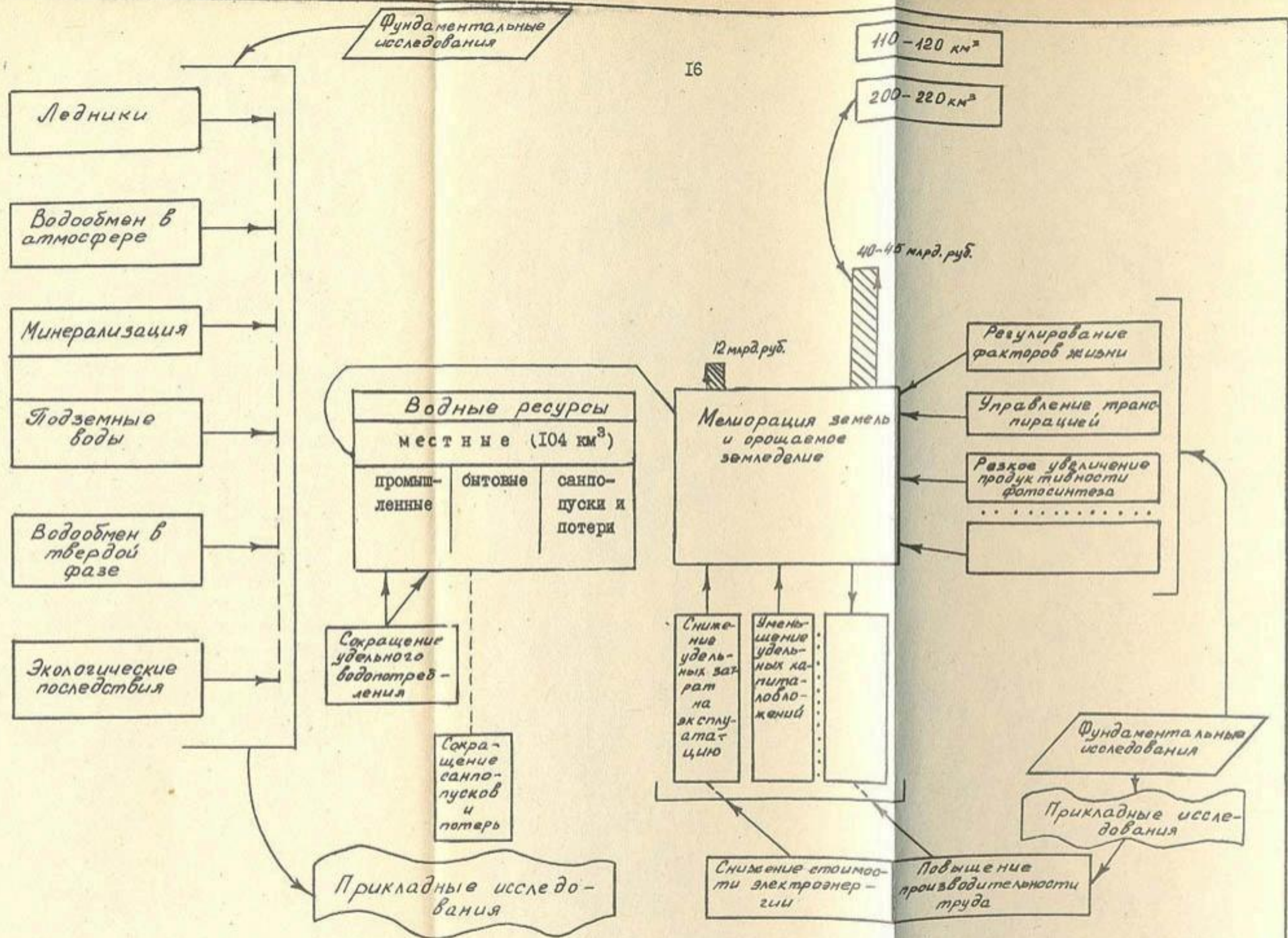
г) выращивания особо эффективных культур с использованием гелиоопреснителей — теплиц на базе минерализованных вод;

д) управляемой субиригации, изменяющейся по ходу развития корневой системы.

Наконец, важная задача отраслевого НТП в регионе — ликвидация сложившихся тенденций к удорожанию стоимости строительства и эксплуатации оросительных систем.

Список использованной литературы

- I. Духовный В.А. Ирригационные комплексы на новых землях Средней Азии. — Ташкент: Узбекистан, 1983, — 184 с.



Целевая программа НТП в мелиорации и водном хозяйстве
Средней Азии.

Х.И.Якубов, канд.техн.наук
Р.К.Икрамов, канд.техн.наук
(САНИИРИ им.В.Д.Журина)

ПРИНЦИПЫ РАСЧЕТА И КОРРЕКТИРОВАНИЯ РЕЖИМА РАБОТЫ
ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА В ЦЕЛЯХ УСКОРЕНИЯ ЭФФЕКТИВ-
НОСТИ МЕЛИОРАЦИИ

Общее количество скважин вертикального дренажа в Средней Азии (по данным на первое января 1985г.) превышает 5500 скважин, с их помощью мелиорируются более 750 тыс.га орошаемых земель.

Одним из главных условий быстрой окупаемости капитальных вложений в мелиорацию, повышения плодородия земель и урожайности сельскохозяйственных культур орошаемых земель с применением вертикального дренажа является правильная его эксплуатация. От научно обоснованного выбора, организации и проведения режима откачек зависит эффективность и других элементов комплекса мелиоративных мероприятий (режима орошения, промывок, системы обработки почвы и пр.).

Широко внедряемые в последнее время системы вертикального дренажа (СВД) проектируются без достаточного анализа опыта их эксплуатации. Изучение фактических режимов откачек действующих крупных СВД показало, что откачки зачастую проводятся нерационально, без учета изменения всех режимообразующих факторов, следствием чего является подъем уровня грунтовых

вод, рост их минерализации, замкнутый солевой баланс и реставрация засоления почв, снижение урожайности сельскохозяйственных культур, увеличение оросительных норм в случаях излишнего понижения грунтовых вод.

Такое положение дел объясняется тем, что вертикальный дренаж — относительно новый тип дренажа в нашей стране и за рубежом; опыта эксплуатации крупных СВД для рассоления земель не имеется. В связи с этим возникла острая необходимость в разработке общих, научно обоснованных принципов расчета и корректирования режима откачек, учитывающих природно-хозяйственные различия объектов, изменчивость водного баланса, техническое состояние гидромелиоративной системы, оснащенность эксплуатационной службы материально-техническими ресурсами.

Под режимом откачек СВД понимается внутригодовое распределение объемов отбора подземных вод, обеспечивающее в комплексе с другими мероприятиями оптимальные мелиоративные режимы почв [1]. При этом внутригодовое распределение объемов отбора подземных вод определяется путем анализа и прогноза общих и частных водно-солевых балансов орошаемых территорий с учетом природно-хозяйственных условий региона (массива) и гидродинамической схемы притока подземных вод к водозаборным сооружениям, а установление количества одновременно работающих скважин и продолжительности их работы в месячном и годовом разрезе — с учетом надежности элементов скважин, обеспеченности эксплуатационных организаций материально-техническими ресурсами и мощности ремонтной базы (рис. 1).

Таким образом, восполнить пробел в решении вопроса проектирования и эксплуатации СВД можно путем:

разработки режима откачек для существующих СВД. Эта работа должна базироваться на оценке современного мелиоративного состояния земель, практикуемого комплекса мелиоративных мероприятий, технического состояния и уровня надежности гидромелиоративных систем, анализе материально-технических ресурсов и ремонтной базы эксплуатационных служб;

разработки режима откачек вновь проектируемых систем, который должен быть неотъемлемой частью комплекса разраба-

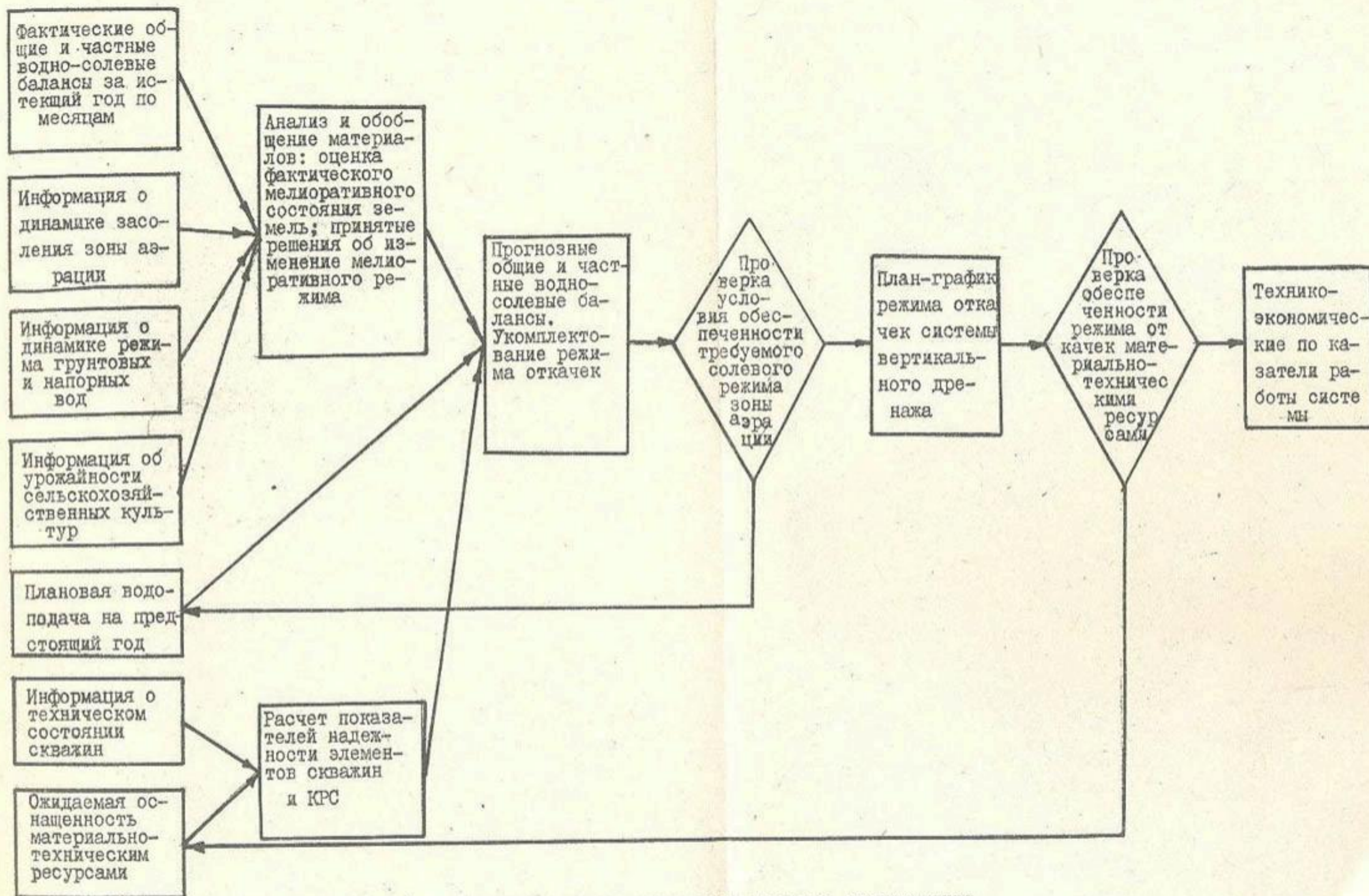


Рис. 1. Структура технологического процесса планирования режима работы системы вертикального дренажа

тываемых проектных мероприятий, обеспечивающих оптимальные мелиоративные режимы почв.

Анализ опыта эксплуатации крупных действующих СВД, расположенных в различных природно-хозяйственных условиях и выполняющих различные задачи, позволил сформулировать следующие принципиальные положения для проектирования режима их откачек:

определение назначения системы;

обеспечение осуществления заданного мелиоративного режима с учетом необходимости создания свободной емкости в почвогрунтах перед промывками земель и сработки их запасов после их проведения;

необходимость учета закономерностей природно-хозяйственных условий, присущих рассматриваемой территории, а также требований проектирования, принимаемых в расчеты внутригодовыми распределениями и сочетаниями элементов водного баланса;

проверка условия соответствия нагрузки на дренаж пропускной способности покровного мелкозема;

оценка и учет эксплуатационной надежности СВД, удобства проведения ремонтно-восстановительных работ и оснащенности эксплуатационных служб материально-техническими ресурсами;

корректирование режима откачек с учетом изменений природно-хозяйственных условий и комплекса применяемых мелиоративных мероприятий;

необходимость производства откачек из скважины при оптимальном понижении в них динамического уровня;

учет требований к охране окружающей среды и рациональному использованию водно-земельных ресурсов.

Основным методом расчетных обоснований режима откачек должен быть балансовый метод, позволяющий учесть, с одной стороны, техническое состояние оросительной и дренажной систем, организацию землепользования; с другой — одновременно и в увязке рассмотреть формирование водно-солевого режима на орошаемом поле. На землях, склонных к засолению, общие и частные водно-солевые балансы необходимо составлять на основе уравнений С.Ф.Аверьянова [2].

Режим откачек СВД рассчитывают без учета рельефа местности и особенностей отдельных скважин. При прогнозных расчетах следует соблюдать циклический характер изменения глубин грун-

на более длительный период делают равномерным график откачек.

Такой подход к назначению режима откачек позволяет при проектировании уменьшить количество потребных скважин, а при эксплуатации — более равномерно в течение года распределить ремонтно-восстановительные работы и загрузку эксплуатационного штата. Кроме того, необходимо учесть возможности использования откачиваемых вод на орошение и промывки земель. При комплектовании режима откачек для согласованной взаимоувязки глубин грунтовых вод, требуемых объемов отбора подземных вод с техническими возможностями эксплуатационной службы следует использовать зависимость

$$KPC = \frac{A_8 \cdot F_8}{q \cdot n \cdot t_{\text{мес}} \cdot 86,4} \quad (2)$$

Здесь A_8 — объем откачек СВД, м³/с;
 F_8 — площадь, обслуживаемая СВД;
 q — средний расход одной скважины, л/с;
 n — количество скважин в системе;
 $t_{\text{мес}}$ — количество дней в рассматриваемом месяце.

При проведении прогнозных расчетов на основе уравнения общего водного баланса следует учесть, что в зависимости от гидродинамической схемы формирования дебита СВД нижняя граница балансового слоя принимается различной. В случае, когда дебит системы формируется только за счет инфильтрации сверху (т.е. $\Pi - Q = 0$ и $\pm P = 0$) и гидравлическая связь каптируемого горизонта с покровными отложениями хорошая, потребные объемы откачек за месячные интервалы времени могут быть определены с помощью уравнения общего водного баланса:

$$D_в = O_c + B + \Phi_{mk} + B_{\delta q} + B_{kac} - C_n - C_э - ET_в - D_r - W_k + W_n \quad (3)$$

где W_n, W_k — начальные и конечные запасы влаги в балансовом контуре; B — водозабор; O_c — атмосферные осадки;
 Φ_{mk} — потери на фильтрацию из магистрального канала; $B_{\delta q}$ — объем откачиваемых вод из скважин, используемых на орошение;
 B_{kac} — объем коллекторно-сбросных вод из отводящей сети,

поданный на орошение; Π, Q — приток и отток подземных вод на балансовую территорию со стороны; $\pm P$ — вертикальный водообмен балансового слоя с нижележащими; C_n — сбросы оросительных вод с полей, обусловленные КПД техники полива;

$C_э$ — организационные потери воды из внутрихозяйственной и междолевой оросительной сети, обусловленные асинхронностью подачи воды хозяйству и использования ее на полях, а также технические утечки; ET_c — эвапотранспирация с валовой территории балансового контура; D_r — выклинивание грунтовых вод в горизонтальный дренаж (размерность элементов водных балансов — м³/га). При расчетах общих водных балансов используются удельные значения элементов, отнесенные на валовую площадь балансового контура, а при расчете балансов зоны аэрации орошаемого поля — на орошаемую площадь нетто.

Запасы влаги в различных почвогрунтах при прогнозных балансовых расчетах могут быть выражены как функция от глубины грунтовых вод, т.е. $W = f(h)$. Значения их, соответствующие заданным глубинам грунтовых вод, определяются из таблиц, составленных для 4,5 м толщи почвогрунтов с использованием формулы И.А.Енгелатова (1969 г.):

$$W = (4,5 \Pi - h \bar{A} \sqrt{h}) \cdot 10000, \quad (4)$$

где Π — пористость; h — глубина грунтовых вод, м; $\bar{A}$ — параметр, характеризующий проницаемость почвогрунтов (для Голодной степи 0,11; Бухарского оазиса — 0,15; Ферганской долины — 0,12).

С помощью формул 3, 4 прогнозируются также глубины грунтовых вод в начале или конце месяца:

$$W_{i+1} = O_i + B + \Phi_{mk} + B_{\delta q} + B_{kac} - C_n - C_э - ET_в - D_r - D_в + W_i \quad (5)$$

Здесь i — начало месяца; $i+1$ — конец его.

По полученным значениям W_{i+1} по таблицам $W = f(h)$ устанавливается h_{i+1} .

Для случая, когда дебит системы формируется не только за счет инфильтрационных вод сверху, но и напорных вод из нижележащих горизонтов (двухпластовая система), вместо общего,

водного баланса составляется водный баланс покровного мелкозема:

$$\Delta W = O_c + B + \Phi_{\text{мк}} + B_{\text{вд}} + B - C_{\text{п}} - C_{\text{э}} - E_{\text{тв}} - D_{\text{г}} + Q_n, \quad (6)$$

где Q_n — приток или отток грунтовых вод из покровного мелкозема.

Водный баланс покровного мелкозема составляется и при отсутствии перетекания из нижележащих горизонтов — в случае напорного характера вод каптируемого горизонта (однопластовая схема).

Проверка пропускной способности покровного мелкозема производится следующим образом:

по зависимостям, рекомендованным для выполнения фильтрационных расчетов вертикального дренажа, определяются пьезометрические уровни в первом от поверхности каптируемом горизонте [3];

далее, исходя из полученных значений пьезометрических уровней, рассчитывают по формуле Дарси величину перетекания из покровного мелкозема в нижележащий:

$$Q_n' = K_b \left(J_n + \frac{K-H}{m-h} \right) \cdot F_b \cdot t, \quad (7)$$

где J_n — начальный гидравлический градиент; m — мощность покровного мелкозема, м; K_b — коэффициент его фильтрации, м/сут.

Эта величина Q_n' сопоставляется с объемом воды, подлежащей отводу из покровного мелкозема, определенного решением уравнения водного баланса (Q_n). Если величина $Q_n' < Q_n$, то отток Q_n через покровный мелкозем не обеспечивается; увеличением объема откачек СВД следует опускать пьезометрические уровни до тех пор, пока не будет соблюдено равенство $Q_n' = Q_n$.

Путем использования общего водного баланса с укрупненным режимом откачек составляются частные водно-солевые балансы (зоны аэрации орошаемого поля, корнеобитаемого слоя сельскохозяйственных растений, поверхностного слоя грунтовых вод) [4].

Расчет солевого режима зоны аэрации можно производить и с использованием уравнений, отражающих передвижение солей в почвогрунтах (решения Р.В.Савельевой, Л.М.Рекса и др.), и в соответствии с выбранным мелиоративным режимом, внутригодовым распределением и сочетанием элементов водно-солевых балансов. При получении неблагоприятного солевого режима производится перерасчет с измененными режимами орошения, промывок, глубин грунтовых вод, а также откачек СВД.

На основании выбранного режима откачек с благоприятным водно-солевым балансом в зоне аэрации составляется план-график на календарный год, где для каждого месяца указывается: количество одновременно работающих в течение месяца скважин;

потребные объемы откачек;

коэффициент работы системы (КРС);

продолжительность работы системы (время работы СВД в условных сутках $t_{\text{усл}} = t_{\text{кален}} \cdot \text{КРС}$, т.е. время, необходимое для работы всех скважин системы с КРС = 1);

глубины залегания уровня грунтовых вод;

то же, напорных вод;

потребные размеры электроэнергии по месяцам;

количество потребных ежемесячно электронасосов из обменного фонда (поступающие новые и отремонтированные насосы);

объемы и сроки ремонтно-восстановительных работ.

По изложенной методике расчета составлены алгоритмы и программы расчета на ЕС ЭВМ на языке PL-I. Укрупненная блок-схема алгоритма показана на рис.2.

Проектный режим откачек СВД в процессе эксплуатации нуждается в систематическом корректировании. Необходимость последнего обусловлена следующим: возможным расхождением фактических значений расчетных величин от принятых в проекте (гидрогеологические параметры, литологическое строение, режим вододачи, КПД каналов, эксплуатационные характеристики скважин и др.); изменением плановых площадей сева и состава сельскохозяйственных культур; резким отклонением гидрометеорологических условий от принятых в проектных расчетах; изменением мощности системы в результате технического усовершенствования или снижения ее работоспособности; реконструкцией ороситель-

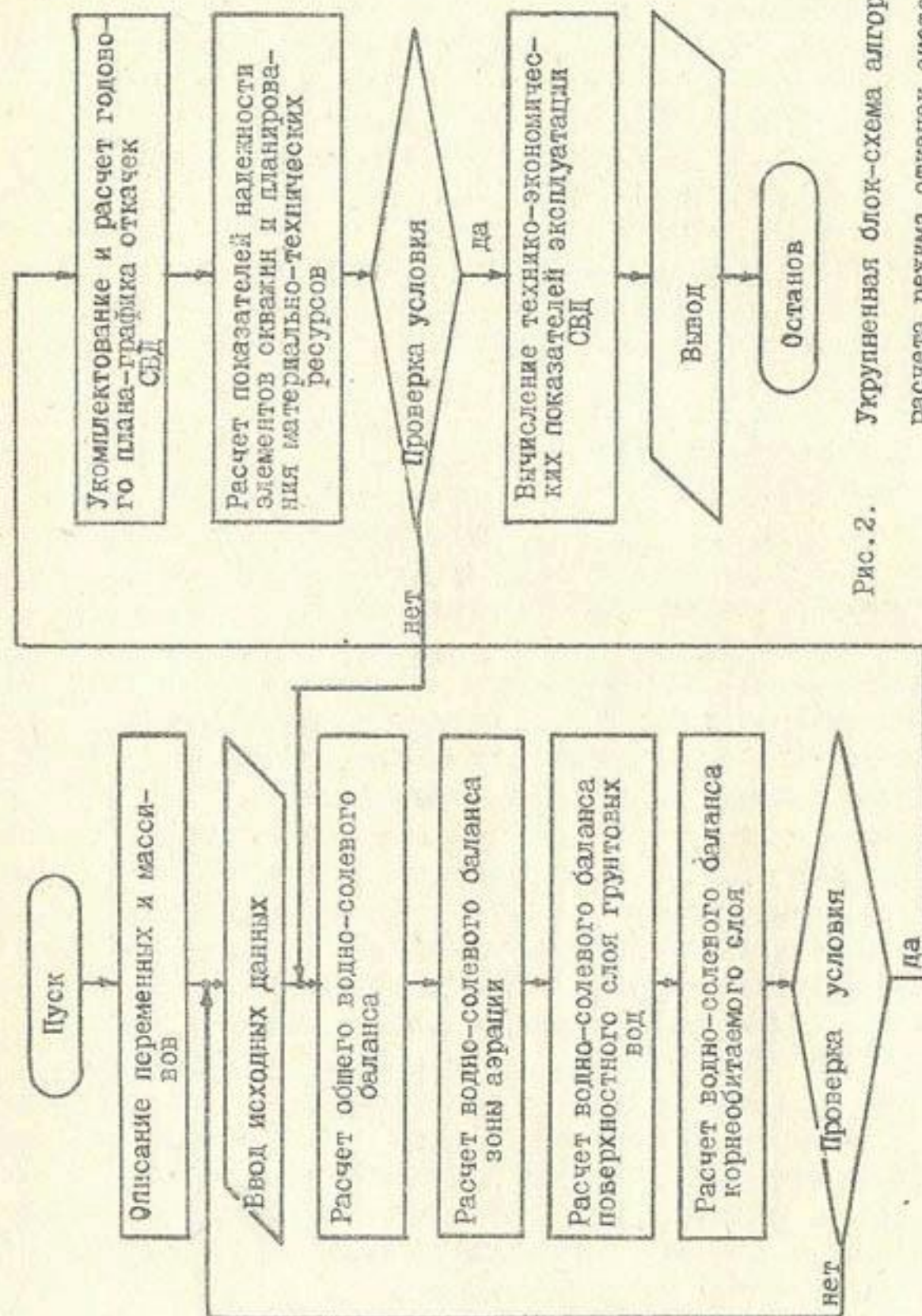


Рис. 2. Укрупненная блок-схема алгоритма расчета режима откачек системы вертикального дренажа

ной сети; отключением электроэнергии; выходом из строя насосно-силового оборудования, гидротехнических сооружений; авариями на оросительной сети и т.п. Исследованиями САНИИРИ установлено, что даже при установившихся организационно-хозяйственных условиях дренажному стоку и другим элементам водного баланса присуща значительная изменчивость как во внутригодовом, так и в многолетнем разрезе [5].

Корректирование режима откачек СВД по результатам оценки мелиоративного состояния земель и комплекса мероприятий, заключающееся в увязке режима откачек с фактическим мелиоративным состоянием земель и мероприятиями по дальнейшему улучшению и поддержанию благоприятных мелиоративных процессов, осуществляется следующим образом:

1. Анализируется режим грунтовых вод на рассматриваемой территории (динамика глубин по месяцам, площадей с различной глубиной и минерализацией грунтовых вод; изменение профиля минерализации грунтовых вод покровного мелкоземья);
2. Оценивается засоленность почвогрунтов (тип и степень засоления, характер профиля засоления по глубине, состав солей);
3. Сопоставляются фактические размеры водоподдачи в вегетационный и невегетационный периоды с рекомендуемыми для рассматриваемых почвенно-мелиоративных условий;
4. Оценивается техническое состояние скважин, отказы их элементов (фильтровая колонка, гравийная обсыпка, гидромеханическое оборудование, наземный комплекс сооружений и пр.), КРС, уровень энергоснабжения, наличие материально-технических ресурсов, мощность ремонтной базы и т.п.;
5. Составляются общие и частные водно-солевые балансы на существующие условия;
6. Системным анализом пунктов 1-5 и других материалов, характеризующих мелиоративное состояние земель, устанавливаются направление мелиоративных процессов (рассоление или засоление земель), их количественные характеристики, а также основные факторы, обуславливающие роль СВД в формировании фактического мелиоративного процесса. Если наблюдается ухудшение плодородия (засоление), то предусматривается увеличение промывного режима орошения и дренированности территории, заглубление уровня грунтовых вод. В случае достижения опреснения почв и грунтовых вод на заданную глубину, подбирается

соответствующий режим орошения и промывок с уменьшенными нормами.

При анализе фактической дренированности территории и составлении водно-солевого баланса важно знать объем сбросных вод в общем коллекторно-дренажном стоке. На массивах, где совместно работают горизонтальный и вертикальный дренаж, можно использовать гидрохимический метод расчленения стока. В этом случае используют формулу:

$$C = \frac{A_6(M_{6g} - M_r) + A_{KDC}(M_r - M_{op})}{M_r - M_{op}} \quad (8)$$

Здесь $C = C_n + C_z$ — суммарный объем сбросных оросительных вод; A_{KDC} — сток коллекторно-дренажной сети; M_{op} , M_r , M_{KDC} , M_{6g} — соответственно, минерализация оросительной воды, грунтовой, стока КДС и откачиваемых вод из скважин.

7. Далее, с использованием результатов анализов пунктов I-6, производится расчет откорректированного режима откачек на основе прогнозных общих и частных водно-солевых балансов.

Ежемесячное корректирование режима откачек СВД обусловлено указанной ранее изменчивостью элементов водно-солевых балансов и производится на основе сопоставления фактических и прогнозных (проектных) общих и частных водных балансов [6]. Расчет этого вида корректирования производится в следующей последовательности (рис. 3).

В конце каждого месяца эксплуатационным штабом по материалам наблюдений за мелиоративным состоянием земель, водоподачей, работой дренажных систем составляются общие и частные водные балансы. Эти балансы анализируются сопоставлением фактических и прогнозных величин питания грунтовых вод, дренированности покровного мелкозема и глубин грунтовых вод. Далее рассчитываются прогнозные водные балансы с учетом ожидаемых в предстоящем месяце прогнозных метеозадающих элементов, объемов водоподачи, а также изменений в агротехническом комплексе, если они ожидаются.

Изложенный методический подход, принципы расчета и корректирования режима откачек, составления алгоритмов и программы могут быть использованы и в других регионах, где применяется вертикальный дренаж.

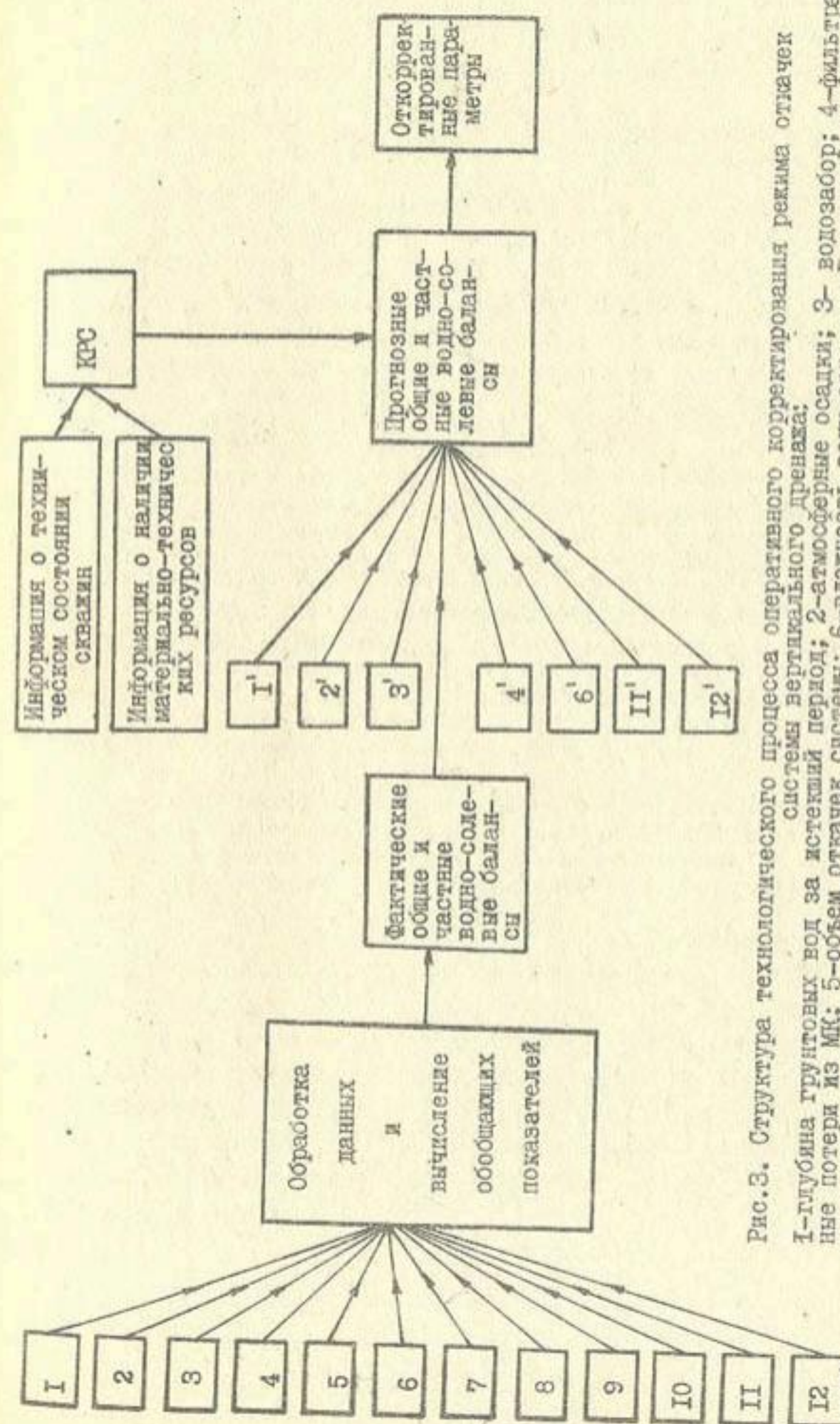


Рис. 3. Структура технологического процесса оперативного корректирования режима откачек системы вертикального дренажа.

I — глубина грунтовых вод за истекший период; 2 — атмосферные осадки; 3 — водозабор; 4 — фильтрационные потери из МК; 5 — объем откачек систем; 6 — влажность зоны аэрации; 7 — характеристика земель; 8 — температура воздуха; 9 — плановая урожайность хлопчатника; 10 — минерализация оросительной воды; 11 — минерализация дренажных вод; 12 — сбросы ирригационных вод; 1' — 2' — 3' — 4' — 5' — 6' — 7' — 8' — 9' — 10' — 11' — 12' — соответствующие плановые и прогнозные значения элементов.

1. Икрамов Р.К. Принципы расчета и корректирования режима откачек систем вертикального дренажа в целях рассоления земель: Автореф. дис... канд. техн. наук. - Минск. 1981. - 24с.
2. Аверьянов С.Ф. Борьба с засолением орошаемых земель. - М.: Колос, 1978. - 287с.
3. Инструкция по проектированию оросительных систем. ММВХ СССР, Дренаж на орошаемых землях. М.: - 1975. 275 с.
4. Якубов М.О., Икрамов Р.К., Дкалилова Т., Каришова Н.М. К вопросу методики прогнозирования минерализации почвенного раствора и грунтовых вод при близком их залегании на крупных орошаемых массивах. Сб. научн. тр./Среднеаз. НИИ ирригации вып. 166, 1982, с. 3-10.
5. Усманов А.У., Насонов В.Г., Икрамов Р.К. Изменчивость элементов водного баланса орошаемых земель и их внутригодовое распределение. Сб. научн. тр./Среднеаз. НИИ ирригации вып. 166, 1978, с. 29-50.
6. Якубов Х.И., Усманов А.У., Икрамов Р.К. Методика корректирования режима откачек из систем скважин вертикального дренажа. Механизация хлопководства, 1976, № 10, с. 10-12.

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

В.М. Легостаев, доктор техн. наук, профессор

О СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ДРЕНАЖА НА ПОЧВАХ, ПОДВЕРЖЕННЫХ ЗАСОЛЕНИЮ

Публикуемая ниже статья В.М. Легостаева отличается совершенно нетривиальными подходами к решению проблемы устойчивого рассоления земель. Хотя она, на первый взгляд, поражает необычным - предложение о достижении опреснения не сверху вниз, а снизу вверх, - сама по себе необходимость увязки решения задачи снижения минерализации почвогрунтов с задачей опреснения грунтовых вод, при этом необратимого, совершенно правильная.

Возможность такого опреснения за счет усиленного искусственного дренирования подсказывается нам самой природой, так как в зоне усиленного естественного дренажа подземные и грунтовые воды всегда опреснены. Правильно и то, что нынешнее опреснение "подушки" сверху, практикуемое в Хорезме, создает, по сути, неустойчивое мелиоративное благополучие, которое легко нарушить, о чем убедительно свидетельствуют последние данные.

Ясно, что направление усиленной дренированности в целом совершенно справедливо. Весь вопрос в том, каким дренажем следует добиваться этого усиленного дренирования и до какой интенсивности. Не считая возможным согласиться, что этот усиленный дренаж должен быть обязательно мелким, необходимо подчеркнуть, что в отдельных случаях он может быть конструктивно правильным. Вопрос в том, каковы эти условия и до какой степени следует усиливать дренированность.

Бесспорно однако то, что если бы освоение сельскохозяйственных грунтов, аналогичных второй очереди освоения Юго-восточного массива, проводилось на базе глубокого, учащенного в 2-2,5 раза, дренажа, принятого исходя из эксплуатационного режима, освоение этих земель шло бы намного успешнее.

Публикуя в порядке обсуждения статью проф. В.М. Легостаева, редакция надеется, что она заставит инженеров и мелиораторов, работающих в области дренажа, по-новому оценить свои традиционные подходы к опреснению земель, исходя из взаимодействия почвы, грунтовых вод и системы орошения.

Директор САНИИРИ

В.А. ДУХОВНЫЙ

Площади засоленных и подверженных засолению земель в республиках Средней Азии и Казахстане измеряются миллионами гектаров. По материалам крупномасштабных почвенных съемок Узгипрозема и отчетам мелиоративной службы ММВХ УзССР, из орошаемой площади в 1977 г. в различной степени засоленных было 32,5%. Как правило, все земли нового орошения, а также подлежащие орошению, в ближайшие годы или уже засолены, или подвержены засолению.

Наиболее благополучны в мелиоративном отношении в Узбекистане Наманганская, Самаркандская, Ташкентская области. В остальных областях большая часть земель (более 50%) засолены или подвержена засолению. В Туркменской ССР только узкая полоса земель вдоль Копетдагских гор не подвержена засолению, остальные — уже освоенные или подлежащие освоению — подвержены этому неблагоприятному процессу природы. В Таджикской ССР земли Вахжской долины и Ленинабадской области также в большей части засолены или подвержены засолению.

Благополучной в мелиоративном отношении по засолению является Киргизская ССР. Здесь подвержены засолению лишь земли по Большому Чуйскому каналу и небольшие площади на северо-восточном и юго-западном берегу Иссык-Куля.

В хлопкосеющей части Казахской ССР все земли Голодной степи и большая часть земель, орошаемых из Бугуньского водохранилища, а также в низовьях р. Арсы подвержены засолению.

Земли республик, имеющие относительно пресные грунтовые воды — меньше 1 г/л по сухому остатку, — близко залегающие к поверхности земли, в данной работе не рассматриваются.

При относительно близком залегании уровня минерализованных грунтовых вод к поверхности земли и значительной величине капиллярного поднятия почвы в исходном состоянии обычно поверхностно засолены.

При глубоком залегании уровня минерализованных грунтовых вод те горизонты грунтов, откуда происходит физическое или биологическое испарение, имеют глубинное засоление. Например по нашим расчетам, в Голодной степи до ее орошения, когда грунтовые воды находились на глубине 10...20 м от поверхности земли, выше их уровня в грунтах солей уже содержалось от 1 до 4 тыс. т на каждом гектаре, тогда как верхние слои (3...5 м) почвогрунтов вредных для растений солей совершенно не имели.

В мелиоративном отношении такие почвы ошибочно считались вполне благополучными. Так было в начале нашего века в Голодной степи, на Шаульдерском земельном массиве Чимкентской области КазССР, в Вахжской долине. Так было на многих других земельных массивах республик Средней Азии, Казахстана и

Азербайджана. При орошении здесь происходило нарушение существующего водного баланса, грунтовые воды начинали подниматься и выносить в века скопившиеся соли к поверхности и на поверхность земли и губить или угнетать сельскохозяйственные растения, если своевременно не применялись необходимые и достаточные мелиоративные мероприятия.

Скопление солей в грунтах и грунтовых водах происходит в результате различных скоростей горизонтального передвижения воды в разных слоях грунтового потока.^{х)} В слоях грунтов, имеющих высокий коэффициент фильтрации, непрерывно поступающие сюда грунтовые воды передвигаются со значительными скоростями, измеряемыми десятками и даже сотнями метров в сутки (гидрогеологические зоны погружения и выклинивания). Благодаря хорошей проточности в этих условиях соли не могут скопиться ни в грунтовой воде, ни в почве, несмотря на значительное их испарение: Чирчик-Ангренская, Зарафшанская (в пределах Самаркандской области) долины; верхние части Кашкардарьинской, Сурхандарьинской и Чуйской долин, восточная часть Ферганской долины и др.

Там, где грунтовые воды и почвы засолены или подвержены засолению (зона рассеивания грунтовых вод), скорости горизонтального передвижения этих вод в верхних слоях измеряются долями метра и в лучшем случае метрами в год.

Непрерывное напорное питание грунтовых вод здесь осуществляется из нижних водопроницаемых галечниковых, песчаных и прочих слоев почвогрунтов, имеющих значительный коэффициент фильтрации, а следовательно, и значительные скорости горизонтального их передвижения.

Из этих слоев вода под напором подается в верхние, откуда она расходуется на испарение и транспирацию, а принесенные водой соли остаются в грунтовой воде и в почвогрунтах. Например, в восточной части Голодной степи первый водопроницаемый песчано-галечниковый слой залегает на глубине 32...37 м от поверхности земли; грунтовая вода здесь имеет минерализацию 1...2 г/л и ниже, тогда как в верхних слоях она измеря-

х) В.М. Дегостаев. "Причины накопления солей в грунтовых водах". Труды лаборатории гидрогеологических проблем АН СССР, т. X, 1951.

ется десятками и даже сотнями граммов на литр.

Схема минерализации грунтовых вод по профилю на неорошаемых землях показана на рис.1. На орошаемых землях в зависимости от интенсивности и длительности орошения эта картина имеет несколько иной вид (что показано пунктиром). Но общий характер минерализации по профилю остается тот же — с несколько опресненным верхним слоем.

Выше уровня грунтовых вод, в так называемой капиллярной кайме — прошлой или настоящей, откуда идет испарение, содержится и наибольшее количество солей. В результате значительной влажности грунтов происходит диффузионное передвижение солей. Диффузия и напор обуславливают кривую минерализации грунтовых вод по профилю (см.рис.1).

На какой бы исходной глубине грунтовые воды не находились, они непрерывно подпитываются за счет фильтрационных вод из рек, ручьев, озер, каналов, атмосферных осадков, притока воды с вышележащих массивов и т.д. и непрерывно расходуются на испарение, транспирацию, на отток на нижележащие массивы. Приток и расход грунтовых вод обуславливают режим и глубину залегания их уровня.

В третьей гидрогеологической зоне (зоне рассеивания) при любых видах орошения составные элементы водно-солевого баланса будут неизбежно нарушены. Питание грунтовых вод увеличится, а расход уменьшится. Станут испаряться и транспирироваться оросительные воды. В результате грунтовые воды под действующим напором начнут подниматься и выносить соли, скопившиеся в глубинах за тысячелетия, к поверхности земли; орошаемые земли выходят из строя, если не будут своевременно приняты соответствующие мелиоративные меры. Так было в Голодной степи, на Шаумьерском, Бахском и на многих других земельных массивах.

Промывными и вегетационными поливами минерализованные грунтовые воды несколько оттесняются вниз. Над ними создается весьма недолговечная опресненная "подушка", которая в течение непродолжительного срока — сезона или одного-двух лет — расходует воды на испарение и транспирацию, и на смену опресненной "подушке", вследствие напора, снова выступают, оттесненные орошением, минерализованные грунтовые воды. Как показывает

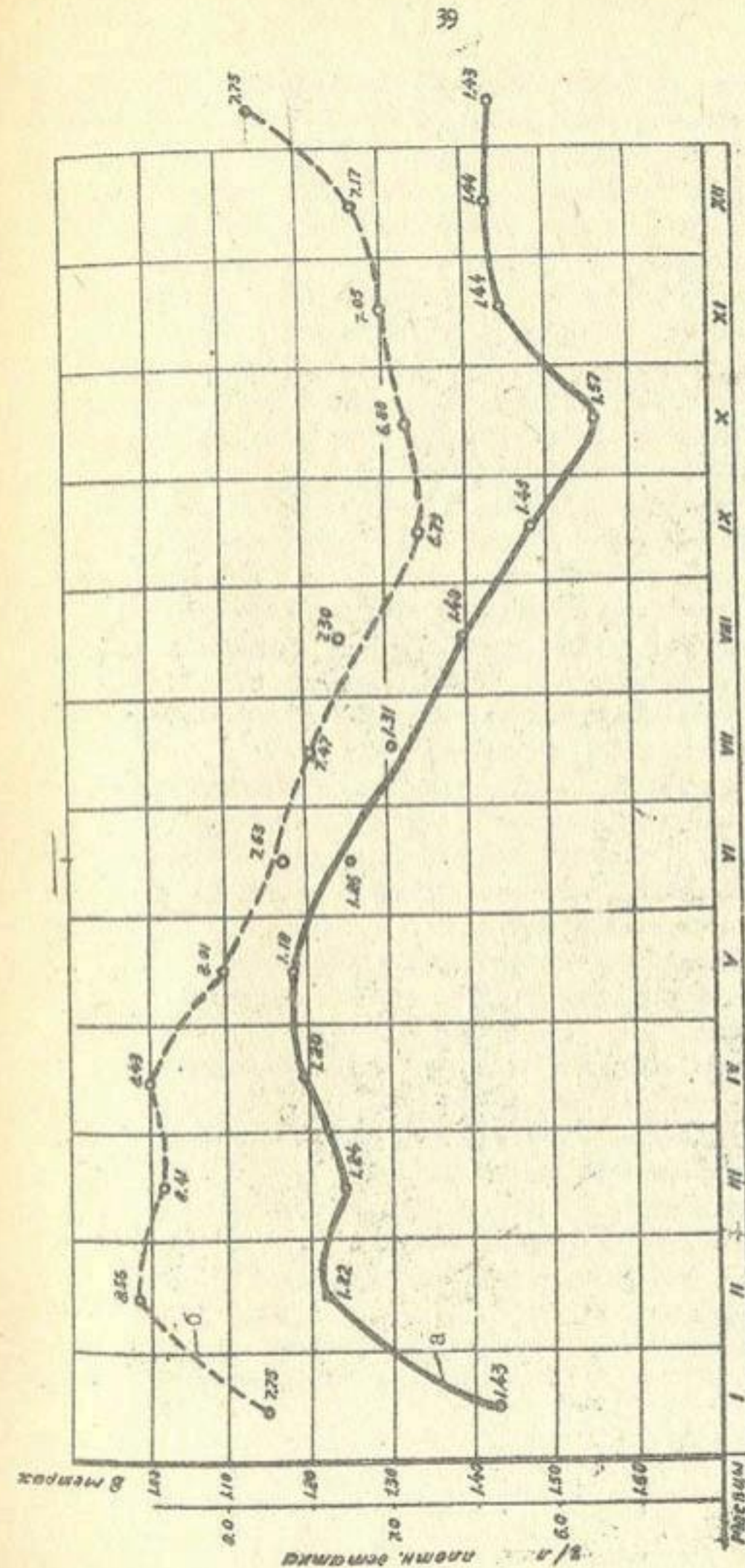


Рис.1. График зависимости минерализации грунтовых вод от глубины залегания (по станции им.Федченко; среднее многолетние данные за 1936 - 1956 гг.):
а — уровень грунтовых вод; б — их минерализация.

производственная практика Хорезма, Бухары, Ферганской долины и других мест, это может длиться сотни и тысячи лет. Эти мелиоративные мероприятия (промывка на фоне дренажа или при низком коэффициенте земельного использования без дренажа) при соответствующей агротехнике позволяют получить высокие урожаи высеваемых культур, но не дают возможности избавиться от засоления навсегда, так как толща напорных минерализованных грунтовых вод и грунтов остается засоленной.

Например, если оставить орошаемые земли в зоне рассеивания без орошения, то почвы снова начнут засоляться. При посеве и орошении сельхозкультур, даже риса, процесс реставрации засоления может растянуться на 3...5 лет. Надежным средством борьбы с засолением почв является хорошо рассчитанный, правильно построенный и эксплуатируемый дренаж.

До сих пор дренаж орошаемых земель для борьбы с засолением почв проектируется и строится без учета требований растений, водообеспеченности ирригационных систем, климатических условий, закономерности передвижения солей на междуреннях, времени, которое потребуется для полного опреснения почв и, самое главное — грунтовых вод.

Основная задача в современном проектировании сводится к "отрыву" и отводу грунтовых вод из всей корнеобитаемой зоны растений ("критическая глубина"), недопущению "пополнения" их фильтрационной водой путем применения дорогостоящих одежд каналов и соответствующей техники полива, что не всегда и не везде выполнимо, а зачастую и ненужно.

При проектировании дренажа и промывок первостепенное значение необходимо уделять отводу солей. Вода же в данном случае должна являться транспортирующим средством, до отказа загруженным солями. Настало время в корне пересмотреть практику проектирования и строительства дренажа на почвах, засоленных и подверженных засолению.

На первое место здесь нужно ставить высокий и прогрессивно возрастающий урожай всех высеваемых культур, ради которого строится дренаж. Дренаж является техническим средством для получения высоких урожаев, таким, каким является любая почвообрабатывающая или уборочная сельскохозяйственная машина.

Поэтому строительство дренажа необходимо осуществлять согласно хорошо разработанным агротехническим требованиям.

В состав требований должно входить скорейшее и безвозвратное опреснение почв и, самое главное, грунтовых вод, с учетом наименьших эксплуатационных затрат на выращивание урожая, материальных средств, поливной воды, труда на производство поливов и послеполивных обработок.

Стремление "оторвать" грунтовые воды от корнеобитаемого слоя растений без учета всех остальных требований ошибочно и трудно выполнимо. Без учета напорности высота капиллярного поднятия варьирует от 100 до 150 см на супесчаных почвах и от 400 до 600 см на суглинках и глинах. Для выполнения этих условий требуемая глубина закладки первичных дренажей — не менее 5...6 м. С учетом напорности глубина заложения будет больше.

Недопонимание процессов, происходящих в природе, влечет за собой ряд ошибок, неоправданных действий, которые могут дорого обходиться стране, затягивают сроки освоения новых земель, мешают дальнейшему поднятию плодородия почв, требуют лишних затрат, труда, поливной воды, материальных средств для получения требуемого урожая.

Опытный горизонтальный закрытый дренаж, построенный в 1929 г. на Центральной мелиоративной станции в Голодной степи (ЦОМС), глубиной в среднем 2,5 м, с междренными расстояниями от 100 до 265 м и более, до сих пор не избавил почвы и грунтовые воды от засоления, и каждый агротехнический промах на его фоне отрицательно сказывается на урожае.

Орошаемое земледелие в Хорезме, Бухаре, Туркмении насчитывает не одно тысячелетие, и все же земледельцы этих мест на полях не создали надежных опресняющих "подушек" грунтовых вод и вынуждены ежегодно применять профилактические промывные поливы нормой от 2,0 до 4,0 тыс. м³/га, без которых немислимо получение высоких урожаев.

Необходим такой дренаж, при помощи которого за один сезон можно было бы настолько рассолить любые почвы, чтоб в первый же год освоения получить достаточно высокие урожаи. В дальнейшем создать луговой процесс с полностью рассолёнными грунтовыми водами и почвами, избавить земледельцев от

промывных поливов, если потребуется давать только запасные поливы. Как показывает опыт, современная мелиоративная наука и техника в состоянии с такой задачей справиться.

Так как наибольшее количество солей уже в растворенном виде сосредоточено выше первого водопроницаемого слоя, от которого, в основном под напором, осуществляется питание верхних слоев грунтовых вод и почв, то целесообразней помочь существующему напору "выдавливать" соли вверх, а не "вдавливать" их вниз орошением и промывными поливами.

Анализ опытных данных в этом отношении дает весьма интересные и обнадеживающие результаты.

Трехлетние наблюдения за работой глубокого (более 3 м) закрытого горизонтального дренажа с междренными расстояниями 300 м, построенного в 1961 г. на целинных землях Голодноостепского совхоза 5 им. Гагарина, показали, что исходная минерализация грунтовых вод дренируемого участка составляет свыше 70 г/л по сухому остатку. К весне 1962 г. без орошения, под действием только напора и дренажа, минерализация грунтовых вод на междуренки изменилась. Конфигурация изменения напоминала депрессионную кривую, с минимумом около дрена (24,2...41,2 г/л) и максимумом в середине междуренья (76,2 г/л).

Действие по рассолению грунтовых вод распространялось не дальше 25 м от дрена. Гравитационные токи при снижении уровня грунтовых вод не превышали 8...12% от полной влагоемкости грунтов. Остальная вода вместе с содержащимися в ней солями оставалась в растворе грунтов. При подъеме грунтовых вод минерализация их восстанавливалась.

Как показали многолетние опыты, проведенные нами на Федченковской (Ферганской) опытной станции, кривая минерализации грунтовых вод на междуренки конформна положению их уровня. С подъемом уровня грунтовых вод повышается и их минерализация, и наоборот.

Эта же закономерность наблюдалась и в голодноостепском совхозе № 5. В 1964 г. грунтовые воды залегали выше, чем в 1963 г., и минерализация их возросла. Минерализация выклинивающейся грунтовой воды в дрена много ниже, чем на середине междуренья. Объясняется это тем, что под напором в дрена поступают поочередно различные по минерализации слои грунто-

вых вод. Вначале выталкиваются и срабатываются наиболее минерализованные верхние слои грунтовых вод, а затем нижние, менее минерализованные.

Дальность действия дрена по рассолению грунтовых вод зависит от междренних расстояний, а не от глубины дрена, поэтому, чем меньше междренние расстояния, тем скорее происходит рассоление почв, и, самое главное, опреснение минерализованных грунтовых вод.

Опыты, проведенные в совхозе 26 Голодной степи, дали следующие результаты: мелкий дренаж (2,8...3,2 м с междренними расстояниями 70 м) отвел грунтовых вод, соответственно, 66,2 и 62,2% от водоподачи, а глубокий (0,8...1,0 м с расстояниями в 15 и 30 м) — только 36,4%.

Средний дренажный модуль за период промывки оказался у мелкого дренажа: при междренном расстоянии $B = 15$ м — 1,53 л/с.га; при $B = 30$ м — 1,04 л/с.га, а также глубокого: при $B = 70$ м — 0,53 л/с.га. Скорость снижения уровня грунтовых вод в первом случае за 8 первых суток была 7...8 см/сут, за следующие 4 суток — 6...8 см/сут и в дальнейшем 2,0...2,5 см/сут. При ширине междренних расстояний $B = 30$ м скорость снижения уровня грунтовых вод за первые 12 сут составляла 4...6 см/сут. При глубоком дренаже и $B = 70$ м скорость снижения не превышала 1,5...2,5 см/сут.

Скорость снижения уровня грунтовых вод в период вегетации для многих сельскохозяйственных культур далеко не безразлична. Необходимо, чтобы в течение 48-50 ч после полива основная часть корневой системы растений освободилась от излишков воды, иначе у хлопчатника начинается повышенное опадение бутонов и завязей, люцерна гибнет от вымокчи.

Зависимость скорости снижения уровня грунтовых вод от ширины междренних расстояний показана на рис. 2.

Глубина опреснения почвогрунтов при $B = 15$ м превышала 2 м; при $B = 30$ м опреснение (до 0,015% по иону хлора) составило 1,5 м, а при глубоком дренаже и $B = 70$ м — не превышало 0,7 м. Опыт с промывкой засоленных почв с применением посевов риса на двух фонах дренирования проводился в совхозе 6 (юго-восточная часть Голодной степи и в совхозе 26 (юго-западная часть). Глубина глубоких дрена варьировала от 1,8 до

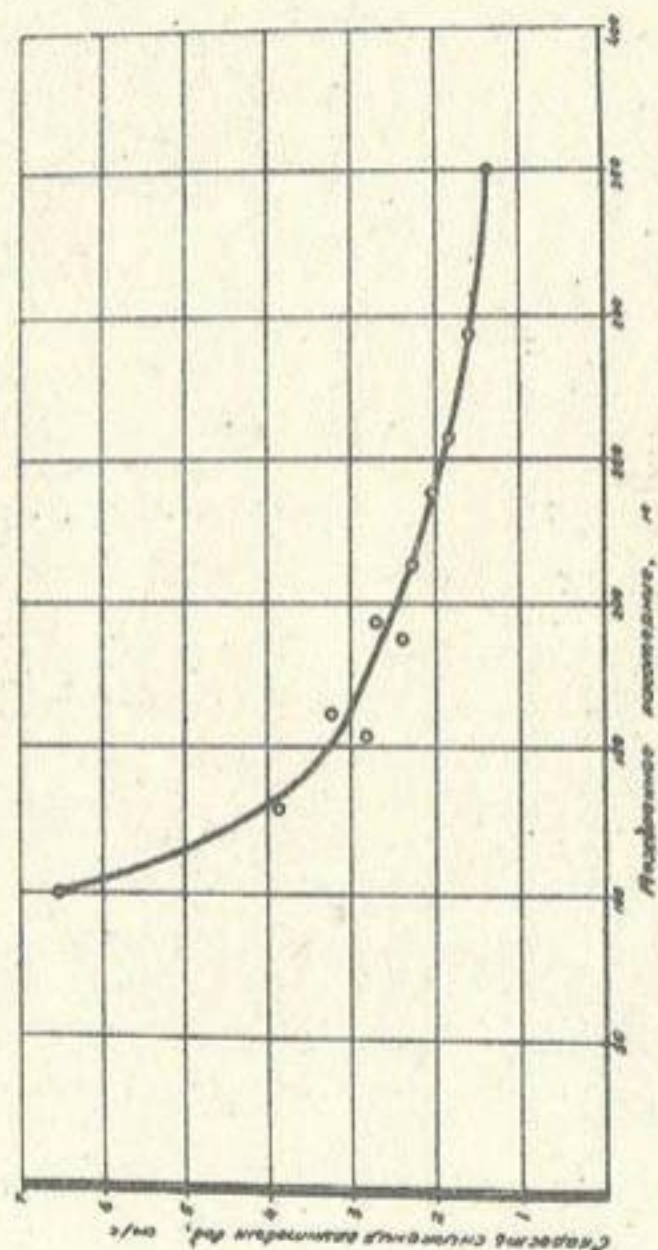


Рис.2. График среднесуточной скорости снижения уровня грунтовых вод после промывки в зависимости от междуренного расстояния (по данным исследований на Федченковском опытном поле).

3,2 м с междренним расстоянием от 116 до 310 м и мелких — от 0,8 до 1,0 м с междренним расстоянием от 25 до 35 м. Удельная водоподача на орошение нетто варьировала от 15,4 до 17,5 тыс.м³/га.

Отвод грунтовых вод мелким дренажем составил от 67 до 88%, а глубоким — от 12 до 33% от водоподачи. Соответственно дренажный модуль глубокого дренажа колебался от 0,24 до 0,53 л/с·га, а мелкого — от 0,56 до 1,12 л/с·га (табл.1).

Т а б л и ц а 1

Дренажный модуль глубокого и мелкого дренажа при культуре риса

Участок	Дренажный модуль, л/с·га	
	глубокий	мелкий
1	0,53	1,12
2	0,49	0,56
3	0,24	0,68

В результате посева риса на первом участке рассоление почвогрунтов до кондиции 0,015% по хлор-иону произошло на глубину 1 м, а на глубоком — только в слое 0...40 см.

Установлено, что за период орошения риса при глубоком дренаже с междренними расстояниями $B = 180$ м солей было удалено в 6 раз меньше, чем при мелком и частом.

По данным опытов, проведенных в совхозе 5, за период промывки с 25.IX по 15. I мелким дренажем с междренними расстояниями 10-20 м отведено 11,8 тыс.м³/га грунтовой воды, или 60,5% от водоподачи на промывку. С этим количеством воды было удалено 166 т/га солей. Глубокий и расположенный редко дренаж за тот же период отвел лишь 3,32 тыс.м³/га воды. Даже в этих условиях преимущество по рассолению почв остается за расстоянием между дренами 10 м.

Характер конечного рассоления почвогрунтов после посева риса, получившего оросительную норму воды 12800 м³/га нетто, на фоне мелкого $l_z = 0,8...1,0$ м дренажа с междренним расстоянием $B = 35$ м и глубокого $l_z = 2,8...3,2$ м с междренним расстоянием $B = 310$ м (совхоз 26, участок 4) свидетель-

ствует, что опреснение почвогрунтов идет значительно глубже уровня заложения дрен, а это значит, что основное количество воды и солей поступает под напором через дно дрен и отводится им за пределы дренированного участка. Из этих же данных видно, что интенсивность опреснения почвогрунтов происходит во много раз скорее и лучше на фоне мелкого, но частого дренажа.

В середине междуренья (155 м от дрен) произошло опреснение грунтовых вод по профилю на глубину 6,3 м. На глубине 5 м грунтовая вода опреснилась с 13,5 до 2,9 г/л. На глубине 6,3 м минерализация грунтовой воды осталась без изменения — 13 г/л по хлор-иону. Ниже этой глубины минерализация грунтовых вод резко возросла за счет вымыва солей из верхних горизонтов в нижние, и на глубине 17 м минерализация их увеличилась с 7,2 до 15,7 г/л по хлор-иону.

Совершенно иная картина динамики минерализации грунтовых вод при промывках наблюдается вблизи дрен. По участку 3 того же совхоза на глубине 11,5 м минерализация осталась без изменения — 3,1 г/л по хлор-иону. Выше этой глубины, до 5 м после посева риса минерализация с 0,22 г/л увеличилась до 0,80.

Ниже отметки 11,5 м минерализация незначительно уменьшилась и на глубине 16 м была до промывки 4,6 г/л, после промывки — 4,3 г/л по хлор-иону, или практически осталась без изменения. Произошло это потому, что под напором грунтовые воды "выдавливались" в дренаж. Вначале дренажом отводились более минерализованные верхние слои грунтовых вод и на смену их из нижних слоев поступали менее минерализованные грунтовые воды из основного водопроницаемого слоя грунтов.

По наблюдениям за динамикой минерализации грунтовых вод, проведенных на ЦОМС в Голодной степи, получены весьма интересные данные. Для наблюдений на междуреньи 9-10, имеющем ширину 132 м, были взяты две точки. Одна из них располагалась на неорошаемой наддренной полосе дрен 9, вторая — в 50 м от нее.

За период с 1951 по 1959 год на наддренной полосе произошло некоторое опреснение грунтовых вод (на всем 19-метровом слое, взятом под наблюдение). Нижние слои грунтовых вод опреснились больше, чем верхние. На глубине 19 м минерализация составила 5,7 г/л, тогда как верхние слои вод на рассто-

янии 2,6 м от поверхности земли практически остались без существенных изменений: было 8,6 г/л, стало 6,5 г/л. Незначительное изменение по всему профилю отмечалось и по содержанию хлор-иона.

На орошаемом междуреньи произошло аналогичное изменение минерализации по всему профилю. Однако в слое 0...12 м содержание солей в грунтовой воде было больше, чем на неорошаемой наддренной полосе. В слое 12...19 м минерализация грунтовых вод по всему профилю в 1951 г. была относительно однообразной — 4,8 г/л; в 1959 г. составила 2,2 г/л по сухому остатку. Соответственно в верхних слоях хлор-иона было 2,7 г/л, стало 1 г/л — с постепенным уменьшением его до глубины 12 м от поверхности земли. Ниже этой отметки содержание хлор-иона оставалось, примерно, стабильным за весь период наблюдений.

В верхних слоях грунтовых вод орошаемого междуренья на конечный период наблюдений солей было больше, чем на неорошаемой наддренной полосе, потому что при орошении соли из почвы вымывались в грунтовые воды, а без орошения — из грунтовых вод; при испарении соли адсорбировались почвогрунтами, превращая их в солончак.

Начиная с 12 м и глубже, по всему профилю отмечалась относительно однообразная минерализация грунтовых вод — 2,2 г/л по сухому остатку и 1,2 г/л по содержанию хлор-иона. Объясняется это непрерывно поступающими сюда грунтовыми водами из основного водопроницаемого слоя, находящегося на глубине около 32 м от поверхности земли, где минерализация грунтовых вод близка к отмеченной в 1959 г. в слое 12...19 м.

Следовательно, за 30-летний период (1929-1959 гг.) под влиянием дренажа и действующего напора опреснение грунтовых вод произошло, примерно, в слое 22 м (32 м... 10 м) — доказательство того, что в условиях действия дренажа и напорных грунтовых вод (что в Средней Азии наблюдается повсеместно) опреснение идет снизу вверх, а не наоборот. Поэтому и при относительно мелком дренаже опреснение почв и грунтовых вод идет на большую глубину их заложения.

Можно предположить, что при меньших междренних расстояниях, вне зависимости от глубины заложения дрен, опреснение

грунтовых вод, а следовательно, и почв шло бы гораздо быстрее, потому что частый дренаж отводит больше грунтовых вод и солей.

Для увеличения дренажного модуля напором, каналами, проходящими в земляном русле, их выгодней располагать в середине междуренья. Безвозвратное опреснение грунтовых вод, грунтов и почв в конечном итоге приведет к луговому процессу без засоления почв, при котором отпадает потребность в систематическом проведении промывных поливов.

По данным многолетних опытов, проведенных в различных условиях Средней Азии, и производственной практики известно, что наивысшие урожаи хлопка, сена люцерны и других культур получают тогда, когда опресненные грунтовые воды залегают в пределах 1...2 м от поверхности земли. При таких глубинах затрачивается наименьшее количество поливной воды и труда на выращивание урожая. Такая равномерная глубина на междуреньях и должна поддерживаться дренажем в производственных условиях.

Для экономии земельной площади горизонтальный дренаж должен быть закрытым, высокодебитным, устойчивой конструкции при любых условиях эксплуатации, без оставления защитных надренных полос, и постоянным, а не временным, так как с оросительной и грунтовой водой ежегодно на каждый орошаемый гектар поступает не меньше 20 т солей.

Такой дренаж по нашему проекту построен на площади 300 га на Ферганской (Федченковской) опытной станции и безотказно работает свыше двух десятков лет. Практически засоленных почв на станции не осталось. На ее землях получают высокие и прогрессивно возрастающие урожаи всех высеваемых сельскохозяйственных культур.

Ставится под сомнение укоренившееся мнение, что борьба с засолением почв может вестись только с применением глубокого (более 3 м) дренажа с междренными расстояниями 200...400 м.

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Х.И.Якубов, канд.техн.наук,
Р.К.Икрамов, канд.техн.наук,
М.У.Азенов

(САНИИРИ им. В.Д.Журина)

ПРОГНОЗ ВЛИЯНИЯ УХУДШЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА НА МЕЛИОРАТИВНОЕ СОСТОЯНИЕ ЗЕМЕЛЬ И ОБОСНОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЕГО ПОВЫШЕНИЮ

Для мелиорации земель в Средней Азии в современных условиях широко используется вертикальный дренаж. Металлические обсадные трубы, из которых построены действующие системы вертикального дренажа (СВД), в процессе эксплуатации испытывают воздействие подземных вод, агрессивных по отношению к металлу. Кроме того, на многих скважинах из-за невысокого качества строительства происходит процесс пескования, что в сочетании с агрессивной средой приводит к быстрому износу насосно-силового оборудования и снижению коэффициента работы системы (КРС). Исследованиями Х.И.Якубова, Т.Джалиловой выявлено, что с увеличением срока службы скважин дебиты их постепенно снижаются вследствие физико-химических процессов, протекающих в фильтре и в прифильтровой зоне скважин. Снижение дебита скважин в аридной зоне подчиняется экспоненциальной закономерности, установленной ранее для гумидной зоны [1,2]:

$$Q_t = Q_0 \cdot e^{-\beta t} \quad (1)$$

где Q_t - дебит скважины в рассматриваемый момент времени t ;

Q_0 - начальный дебит скважины;

β - коэффициент "старения" скважины.

Ухудшение работоспособности ("старение") и снижение КРС скважин на ряде старых систем приводит к подъему грунтовых вод и, как следствие, к реставрации засоления почв (Пахтааральский и

Шурузаякский район). В связи с этим возникает необходимость прогноза влияния на мелиоративное состояние земель ухудшения работоспособности скважины, определяющего обоснованный выбор мероприятий по повышению дебита, что не предусматривалось существующими проектами эксплуатации вертикального дренажа.

Прогноз предлагается выполнять методом общих и частных водно-солевых балансов [3] с использованием зависимости (I), которая позволяет предсказать, как с увеличением срока службы скважины снижается дренированность территории. В связи с большой трудоемкостью и сложностью многолетних прогнозных расчетов составлены алгоритм (рис.1) и программа расчета на ЭВМ типа ЕС на языке РЛ-1.

Разработанная программа расчета на ЭВМ использовалась при выполнении многолетних прогнозных расчетов для наиболее старых СБД в Голодной степи (Пахтааральский и Джетысайский районы), где в настоящее время наметилась тенденция к реставрации засоления земель (рис.2). Коэффициент снижения дебита

$$K_c = \frac{Q_a}{Q_t} \quad (2)$$

к началу 1984 г. составил 2,0...2,5. В Пахтааральском районе за 13...15 лет эксплуатации средний дебит скважин понизился до 30 л/с, а в Джетысайском, где скважины построены несколько позже, — до 38 л/с против первоначальных (в момент ввода в эксплуатацию) 65...70 л/с. Это привело к тому, что осенью 1983 г. в Пахтааральском районе площадь средне- и сильнозасоленных земель, по данным солевых опробований Джетысайского управления эксплуатации вертикального дренажа (ДУЗВД), достигла 46%, тогда как в 1977 г., по данным солевой съемки Ташкентского отделения Союзгипрорис, 95% земель были незасоленными и слабозасоленными [4]. Урожайность хлопчатника упала до 27...29 ц/га в 1983 и 1984 гг. против 33...37 ц/га в 1975-1976 гг. Тенденция к ухудшению мелиоративного состояния земель наметилась и в Джетысайском районе, хотя там еще существенного снижения урожайности не наблюдается. Как видно из рис.2, если в Пахтаараль-

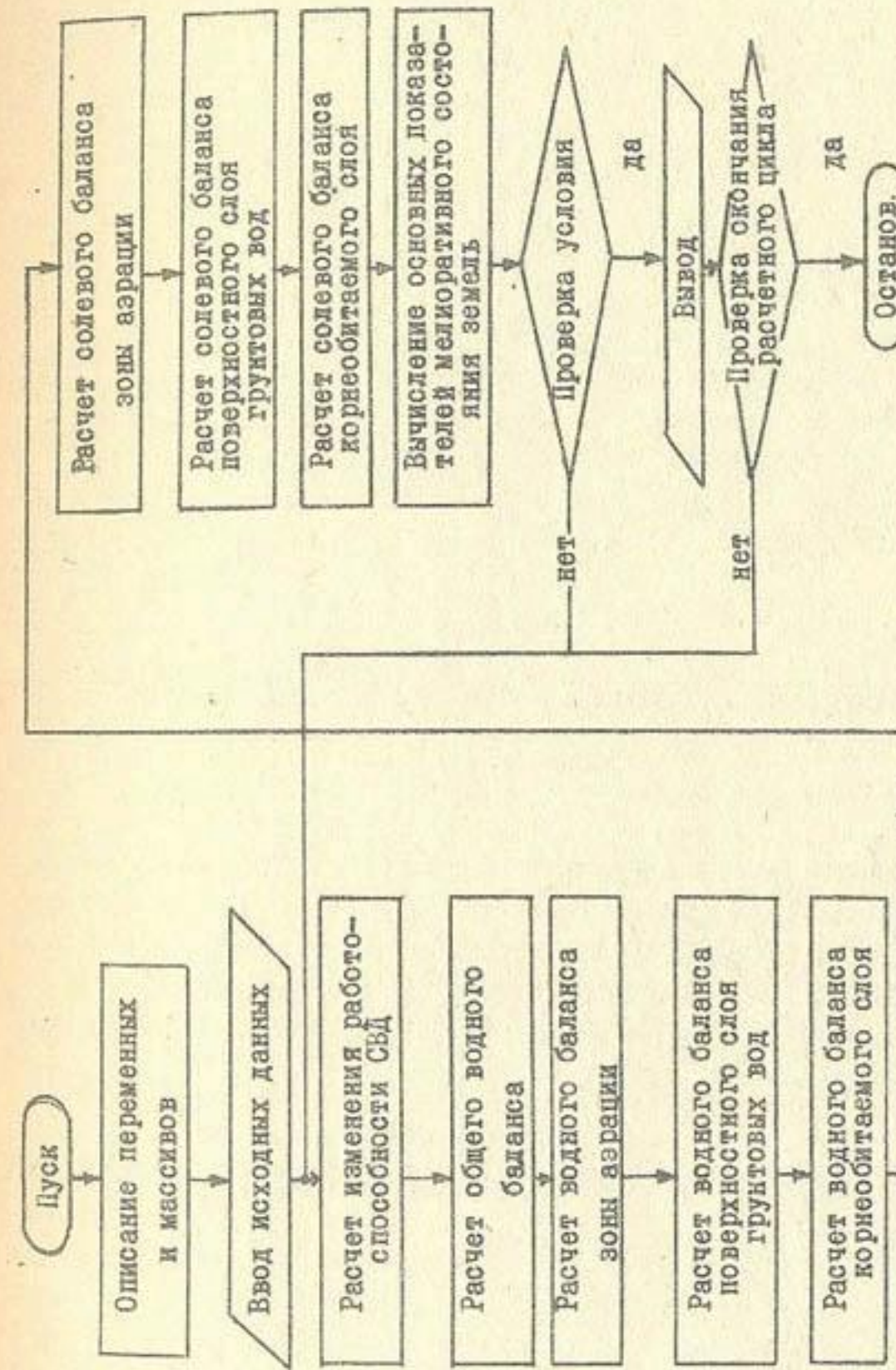


Рис.1. Укрупненная блок-схема алгоритма прогнозных расчетов основных показателей мелиоративного состояния земель при изменении работоспособности СБД.

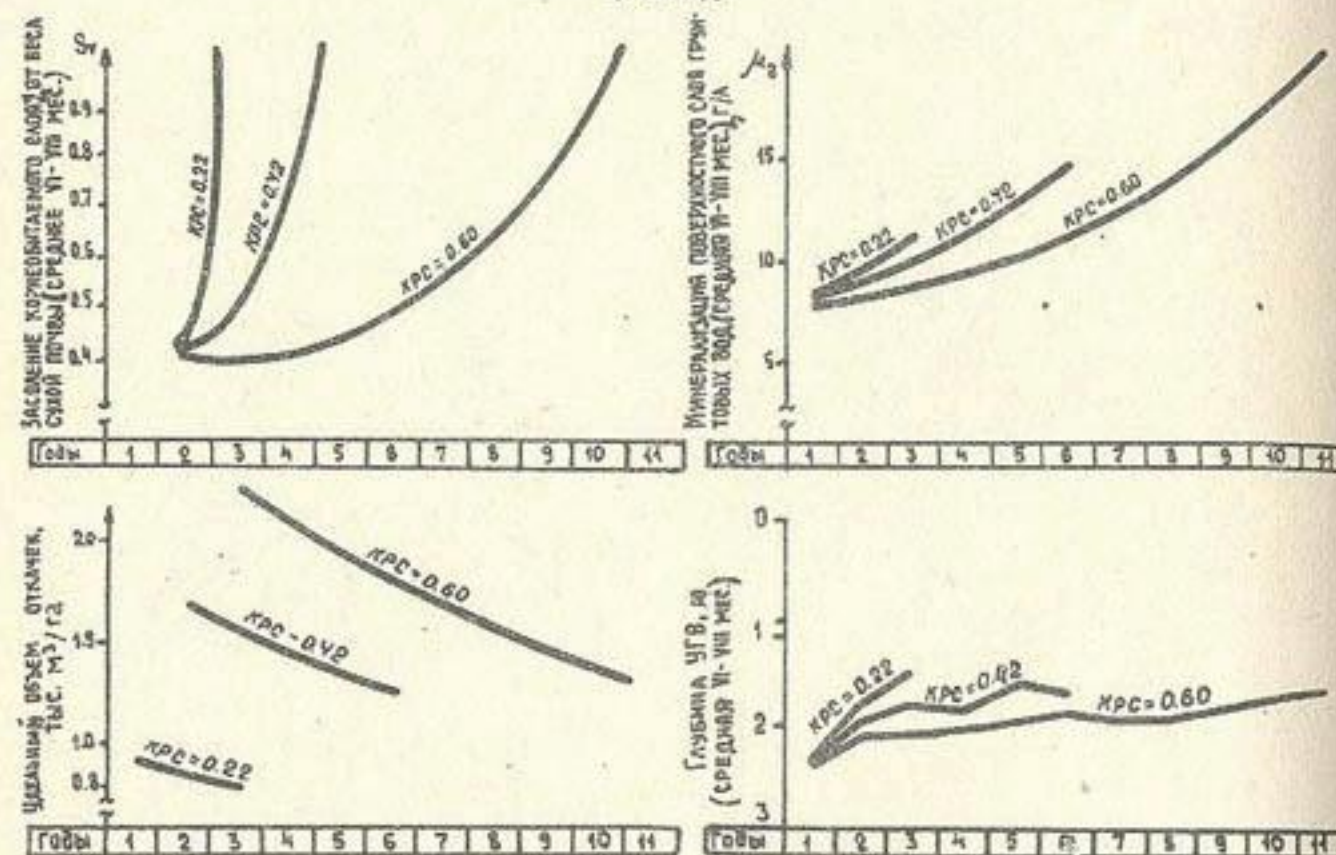
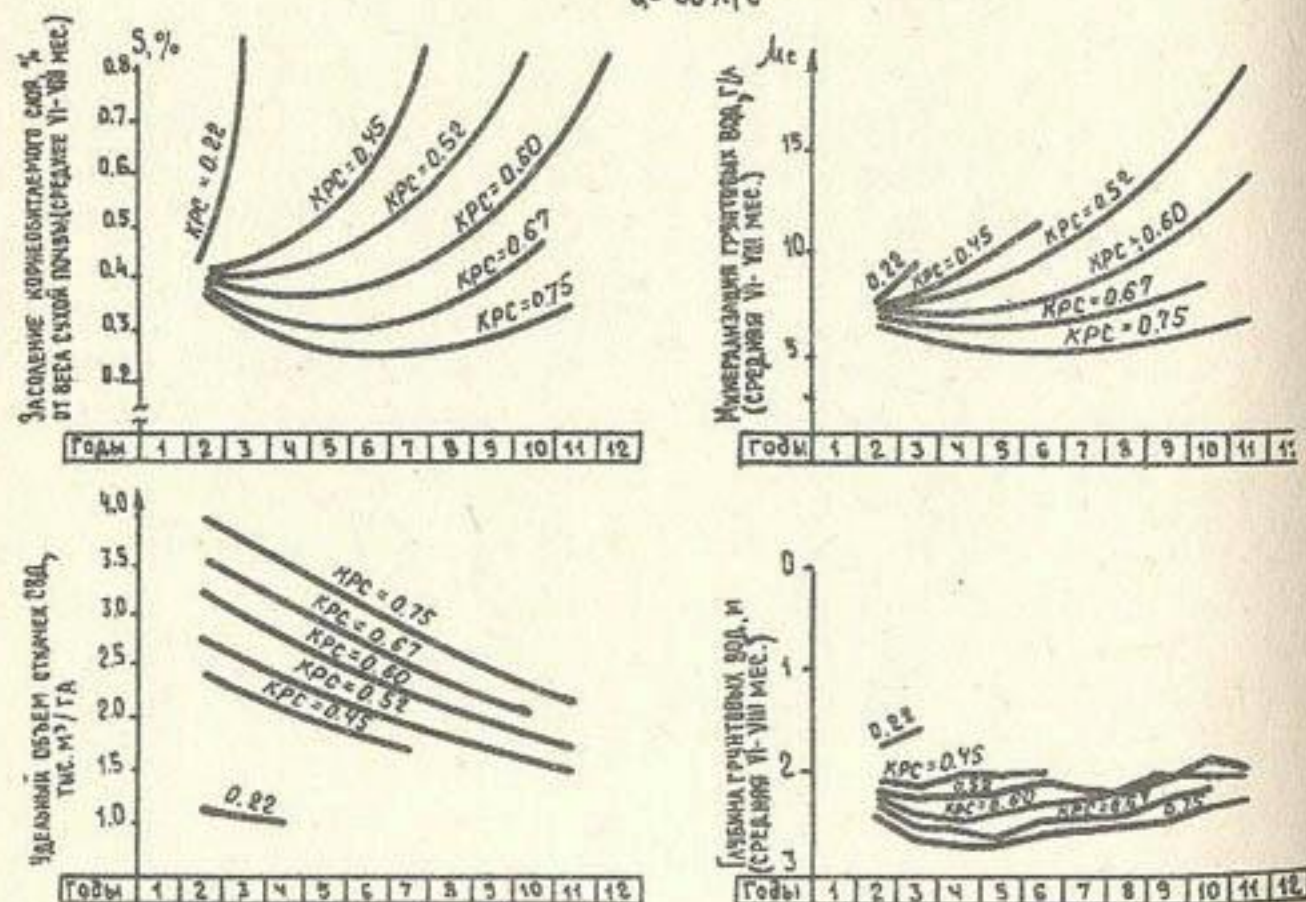
Пахтааральский район
Q = 30 л/сДжетысайский район
Q = 38 л/с

Рис.2. Прогноз влияния снижения работоспособности СВД на основные показатели мелиоративного состояния земель.

ком районе не предпринять безотлагательных мер по восстановлению дебита скважин и повышению КРС путем улучшения снабжения службы эксплуатации материально-техническими ресурсами и ремонтной базой, реставрация засоления будет происходить нарастающими темпами и земли быстро выйдут из строя. То же самое в ближайшем будущем ожидается в Джетысайском районе. Результаты выполненных расчетов прогноза основных показателей мелиоративного состояния земель позволяют сделать вывод, что в современных условиях для предотвращения отрицательных мелиоративных процессов необходимо одновременно проводить работы по восстановлению дебита старых скважин и повышать КРС. При существующих нормах снабжения ДУЭВД материально-техническими ресурсами и лимитах на электроэнергию КРС не может быть выше 0,25...0,45. Прогнозные расчеты показывают также, что, как бы высоко ни повышался КРС, проведение работ по восстановлению дебита скважин с течением времени является неизбежным.

Х.И.Якубовым и др. на основании изучения надежности элементов скважин вертикального дренажа и влияния уровня надежности СВД на мелиоративное состояние земель разработана методика расчетного обоснования, которая позволяет определить состав и объем материально-технических ресурсов для достижения требуемого уровня КРС [5].

Х.И.Якубовым, А.Абировым, Р.А.Фатрахмановым исследованы также методы восстановления дебита скважин обработкой их химическими реагентами, торпедированием, механической очисткой ершом с последующей эрлифтной прокачкой [6]. При этом коэффициент восстановления дебита скважин

$$K_B = \frac{Q_2}{Q_0} \quad (3)$$

где Q_1 — дебит перед восстановлением; Q — дебит в первоначальный момент ввода в эксплуатацию.

При восстановлении различными способами K_B имел небольшие различия и составлял 0,81...0,912. На основании этих исследований в ближайшие годы в качестве основного метода восстановления дебита скважин эксплуатационными службами рекомен-

дуются очистка скважин металлическим ершом с последующей эрлифтной прокачкой. Коэффициент повышения дебита скважин при каждом восстановлении равен

$$K_{\Pi} = \frac{Q_2}{Q_1}, \quad (4)$$

где Q_2 - дебит скважины после проведения восстановительных работ.

Коэффициенты K_c и K_n зависят от того, через сколько лет после ввода скважин в эксплуатацию или с момента последней очистки проводятся восстановительные работы. С учетом сказанного, используя (1,2,3,4), можно записать:

$$K_n = K_0 \cdot e^{\beta t}, \quad (5)$$

$$Q_2 = Q_1 \cdot K_n = Q_1 \cdot K_0 \cdot e^{\beta t}. \quad (6)$$

Сроки и объемы работ по восстановлению дебита скважин следует устанавливать на основе:

оценки работоспособности скважин и технического состояния всей системы вертикального дренажа;

оценки мелиоративного состояния земель и комплекса мелиоративных мероприятий, выявления роли вертикального дренажа в формировании мелиоративного процесса;

прогнозных расчетов общих и частных водно-солевых балансов для случаев, когда работы по восстановлению дебита не выполняются и когда они производятся в различных вариантах; технико-экономических расчетов.

Восстановительные работы на СВД начинаются с момента, когда снижение работоспособности приводит к определенному ухудшению мелиоративного состояния земель и снижению урожайности сельскохозяйственных культур. С другой стороны, для определения начала и объемов ремонтно-восстановительных работ необходимо знать и соответствующий этому моменту средний расход одной скважины по рассматриваемой системе. Исходя из сказанного, целевой функцией для установления оптимального срока ремонтно-восстановительных работ на скважинах, в принципе, может быть принята модель вида

$$Z_p + Z_{my} > Y_0 - Y_t,$$

где Z_p - затраты на восстановление дебита скважин (химическая обработка, торпедирование, обработка ершом, эрлифтная прокачка и пр.); Y_0 - урожайность сельскохозяйственных культур при допустимом содержании солей в корнеобитаемом слое; Y_t - текущая урожайность на системах со снижающейся работоспособностью; Z_{my} - затраты на мелиоративное улучшение земель (дополнительные издержки на промывку земель, эксплуатацию дренажа и водные ресурсы).

При этом на основании ранее изложенной методики прогноза показателей мелиоративного состояния земель следует учесть такой фактор, как запаздывание ухудшения мелиоративного состояния от темпов снижения дренированности, т.е. начало восстановительных работ предусмотреть заблаговременно.

Однако для решения указанного рода оптимизационных задач необходим ряд расчетных зависимостей урожайности сельскохозяйственных культур от показателей мелиоративного состояния земель, которые в настоящее время не установлены. Поэтому в настоящей работе для СВД Пахтааральского и Жетысайского районов сроки и объемы восстановительных работ по скважинам определены из условия недопущения засоления почв вообще, т.е. с некоторым запасом.

Используя составленную программу расчета на ЭВМ, при определении объема восстановительных (механическая очистка скважин или перебурирование) работ находят необходимую величину повышения дренированности против исходной перед восстановлением (ΔD_v), при которой будет достигнут заданный темп рассоления или благоприятный водно-солевой режим на незасоленных землях:

$$\Delta D_v = D_v - D_{вф}, \quad (8)$$

где D_v - объем откачек СВД, удовлетворяющий требованиям мелиорации, или иначе критический дренажный модуль; $D_{вф}$ - объем откачек СВД до проведения восстановительных работ.

Число скважин, на которых необходимо проводить восстановительные работы, с учетом КРС в прогнозных условиях находят по формуле

$$n' = \frac{\Delta A_B \cdot F_B}{(Q - Q_1) \cdot 86,4 \cdot T \cdot KPC}, \quad (9)$$

где F_B — валовая площадь балансового контура; T — календарная продолжительность работы СВД.

При одинаковых значениях КРС до и после проведения восстановительных работ формулу (9) можно записать в виде:

$$n' = \frac{(Q - Q_t) \cdot n}{Q_2 - Q_1}, \quad (10)$$

Здесь n — количество скважин в системе; Q — средний расход скважины СВД, обеспечивающий заданные темпы рассоления земель, а в эксплуатационный период удовлетворяющий требованиям благоприятного водно-солевого режима (соответствующий критическому дренажному модулю),

$$Q = \frac{A_B \cdot F_B}{n \cdot 86,4 \cdot T \cdot KPC}, \quad (11)$$

С учетом (6) выражения (9) и (10) можно записать в следующем виде:

$$n' = \frac{A_B \cdot F_B}{Q_1 (K_B \cdot e^{\beta t} - 1) 86,4 \cdot T \cdot KPC}, \quad (12)$$

$$n' = \frac{(Q - Q_t) \cdot n}{Q_1 (K_B \cdot e^{\beta t} - 1)}. \quad (13)$$

На рис.3 на примере Пахтааральского и Джетысайского районов показаны результаты расчетов ежегодных объемов восстановительных работ, при которых обеспечивается благоприятный водно-солевой режим почвогрунтов зоны аэрации, в зависимости от уровня КРС.

Как видно из рис.3, ежегодный объем восстановительных работ способом мехочистки по Пахтааральскому району в зависимости от КРС изменяется от 50 скважин при КРС = 0,4 до 22 при КРС = 0,70. При тех же значениях КРС по Джетысайскому району количество скважин, на которых требуется очистка, составляет соответственно 41 и 19. При перебурировании скважин (к чему в настоящее



Рис.3.

время склонны эксплуатационные службы) объемы следующие:

по Пахтааральскому району при КРС = 0,4 количество скважин 39, при КРС = 0,7 — 13; по Джетысайскому району при указанных КРС количество скважин, подлежащих перебурированию, составляет соответственно 31 и 10.

Учитывая, что K_B при очистке скважин в среднем составляет 0,89, в современных условиях рациональным является восстановление дебита скважин вместо перебурирования. В то же время очевидно, что проводить бесконечно восстановление дебита скважин способом очистки фильтра от продуктов физико-химической коагуляции невозможно, так как по истечении определенного срока службы очистные работы, по всей вероятности, перестанут давать эффект и скважины потребуются перебурить.

На рис.4 показаны рассчитанные по формуле (6) несколько циклов восстановления дебита скважин очисткой на примере Джетысайского района.

Расчеты проводились при современном уровне КРС = 0,45. Для обеспечения критического дренажного модуля средний расход

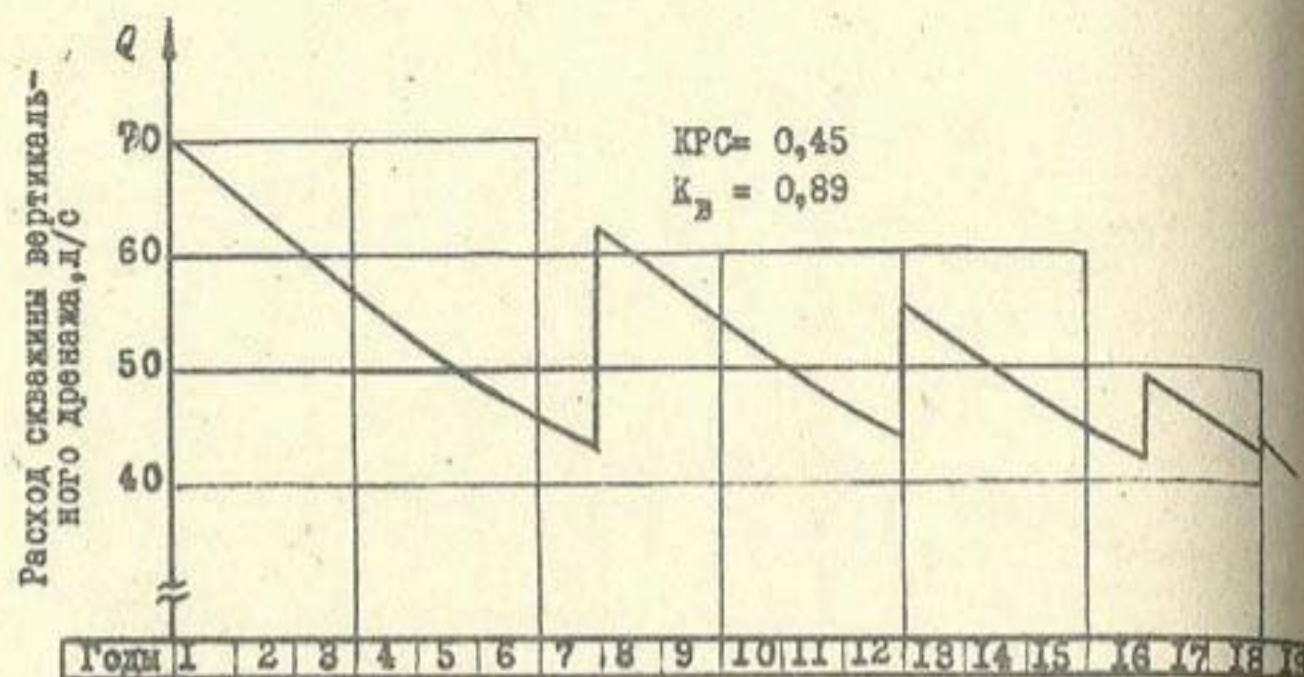


Рис. 4. Сроки проведения восстановительных работ на скважине способом механической очистки ершом с последующей эрлифтной прокачкой (на примере Джетысайского района)

скважины по СВД, согласно формуле (11), должен составить 42 л/с. При этом срок службы скважины, определяемый из условия поддержания заданного среднего расхода скважины по СВД, равен 18 годам (рис. 4).

Учитывая, что на СВД с оптимальным количеством скважин и присущей для аридной зоны неравномерностью инфильтрационного питания грунтовых вод во внутригодовом разрезе среднегодовой КРС изменяется от 0,67 до 0,75, срок службы скважин должен быть установлен исходя из указанных условий.

Вопросы технико-экономического обоснования сроков службы скважин и выбора способов восстановления дебита требуют дальнейших исследований по мере накопления материала.

Список использованной литературы

1. Якубов Х.И., Абиров А., Джахилова Т. Пути повышения работоспособности скважин вертикального дренажа. — Ташкент: УзНИИТИ, 1983, 28 с.
2. Гаврилко В.М., Алексеев В.С. Фильтры буровых скважин. — М.: Недра, 1976, — 342 с.

3. Якубов М.О., Икрамов Р.К., Джахилова Т., Каримова Н.М. К вопросу методики прогнозирования минерализации почвенного раствора и грунтовых вод при близком их залегании на крупных орошаемых массивах. — Сб. научн. тр. / Среднеаз. НИИ ирригации, 1982, вып. 166, с. 3–10.
4. Якубов Х.И., Икрамов Р.Х. Рекомендации по улучшению режима работы системы скважин и ускоренного рассоления земель Пах-тааральского района Чимкентской области на фоне вертикального дренажа / Среднеаз. НИИ ирригации. — Ташкент, 1979. — 68 с.
5. Якубов Х.И., Икрамов Р.Х., Зайнутдинова Н.Х. Временная инструкция по обоснованию материально-технических ресурсов для обслуживания систем вертикального дренажа / Среднеаз. НИИ ирригации. — Ташкент, 1984. — 78 с.
6. Фатрахманов Р.А., Якубов Х.И. К вопросу надежности скважин вертикального дренажа на примере Джетысайского управления эксплуатации вертикального дренажа (ДУЗВД). — Сб. научн. тр. / Среднеаз. НИИ ирригации, 1981, вып. 163, с. 65–73.

А.У. Усманов, канд. с-х. наук,
Т.У. Бекимуратов, канд. техн. наук,
А.М. Ганиев

(САНИИРИ им. В.Д. Журина)

УЛУЧШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА В УСЛОВИЯХ АНДИЖАНСКОЙ ОБЛАСТИ

В связи с проводимыми на территории Андижанской области работами по улучшению водообеспеченности орошаемых земель, а также интенсивным освоением адыров наблюдается повышение уровня грунтовых вод, что, в свою очередь, ведет к заболачиванию и засолению территорий отдельных районов. Для борьбы с подобными явлениями в Андижанской области с 1972 г. на старо-орошаемых засоленных и заболоченных землях широко внедряются системы скважин вертикального дренажа. К настоящему времени

в 9 районах из 13 построены и находятся в эксплуатации 220 скважин вертикального дренажа (СВД) с дренируемой площадью 18,66 тыс.га. Здесь действуют такие крупные системы вертикального дренажа, как Андижанская, Балыкчинская и Избаскентская. Их технические характеристики приведены в табл. I.

Т а б л и ц а I

Технические характеристики построенных СВД

Показатель	Район		
	: Андижанский	: Балыкчинский	: Избаскентский
Количество СВД, шт.	71	52	34
Дренируемая площадь, га	6,686	4,502	7,477
Гидрогеологические условия зоны дренирования СВД	Зоны неглубокого залегания, интенсивного и слабого руслового выклинивания грунтовых вод	Зона неглубокого залегания грунтовых вод	Зоны неглубокого залегания и слабого руслового выклинивания грунтовых вод
Засоленность почв	Незасоленные	Слабо- и среднезасоленные	Незасоленные
Глубина бурения, м	40...50	40...65	40...60
Коэффициент работы систем	0,64...0,71	0,62...0,82	0,44...0,58
Расход скважин, л/с	30...70	30...90	30...85

При фактических показателях работы систем ВД на дренируемой территории в период вегетации уровень грунтовых вод поддерживается в Андижанском районе – 1,40...1,58 м, Избаскентском – 1,54...1,80 м, Балыкчинском – 1,54...2,08 м, в невегетационный период – 1,40...1,6; 1,76...2,0; 1,72...2,14 м, соответственно.

Минерализация грунтовых вод в 1980 г. на землях Андижанского и Избаскентского районов не превышала 3,0 г/л, в Балыкчинском районе земли с минерализацией 3,0 г/л и менее составляли 72,7...87,5% от общих орошаемых площадей. На остальной территории минерализация грунтовых вод была более 3,0 г/л. В пос-

ледующие годы наблюдалось их опреснение. В 1982 – 1984 гг. площади с минерализацией более 3,0 г/л уменьшились с 27,3...12,48 (1980 г.) до 0,57...4,07% от площади брутто района.

Минерализация подземных вод и вод, откачиваемых скважинами вертикального дренажа, составляет в основном 0,5...1,5 г/л, поэтому они могут быть использованы на орошение сельскохозяйственных культур и в осенне-зимний период.

Все это свидетельствует о том, что действующие системы скважин вертикального дренажа оказали положительное влияние на мелиорацию засоленных и заболоченных земель, т.е. способствовали снижению напорности подземных вод до 0,1...0,3 м.

Следует отметить, что проектирование и строительство скважин вертикального дренажа в староорошаемой зоне выполняются на землях, где существует открытый горизонтальный дренаж с различной удельной протяженностью.

Действующие системы вертикального и горизонтального дренажа (Избаскентский и Андижанский районы, первый участок Балыкчинского района) в целом создают благоприятные мелиоративные условия в зонах их действия. Вместе с тем встречаются и такие участки, где грунтовые воды залегают близко к поверхности земли, что обусловлено низким уровнем эксплуатации систем вертикального дренажа.

На второй системе СВД Балыкчинского района, расположенной вдоль Большого Андижанского канала (БАК), в период максимального пропуска воды горизонт ее поднимается до поверхности земли, что вызывает увеличение притока воды со стороны канала к прилегающим территориям. Действующие скважины ВД не в состоянии обеспечить снижение уровня грунтовых вод в оптимальных пределах.

Одним из важнейших условий получения высокого мелиоративного эффекта на орошаемой территории является надежность и эффективность работы систем вертикального дренажа. Для этого необходима правильная организация технического обслуживания, ремонтно-восстановительных работ и эксплуатации систем [1,2].

В условиях Андижанской области эксплуатация и ремонтно-восстановительные работы по системам вертикального дренажа осуществляются районными эксплуатационными участками, находящимися в подчинении отдела вертикального дренажа Управления

эксплуатации насосных станций (УЭНС) при Андижанском ОПУВХ.

В работе действующих систем вертикального дренажа Андижанской области встречаются следующие недостатки:

площадки вокруг скважин вертикального дренажа находятся на одном уровне с поверхностью земли. В связи с этим в отдельные периоды эти площадки затопляются, а вокруг скважин образуются воронки;

наблюдается процесс пескования на отдельных системах; наземные сооружения СВД не отвечают техническим требованиям; на многих скважинах отсутствуют водомерные устройства; отдельные скважины простаивают не только в осенне-зимний период, но и в период вегетации.

В большинстве случаев на водоотводах не предусмотрены противофильтрационные мероприятия. Длина водоотводов - 50...100...500 м, на некоторых скважинах - до 1000 м. В невегетационный период откачиваемая из них по земляным оросителям вода отводится до близлежащего коллектора. В такое время значительные объемы откачиваемых вод, профильтровавшихся из оросителей обратно, пополняют грунтовую воду.

Все перечисленные выше факторы отрицательно влияют на мелиоративную эффективность систем вертикального дренажа. Устранение этих недостатков поможет улучшить условия эксплуатации систем скважин, повысить их эффективность.

Одним из путей улучшения эксплуатации систем скважин вертикального дренажа является составление научно обоснованного режима откачек, учитывающего природные, водохозяйственные, почвенно-мелиоративные условия и мелиоративное состояние земель дренируемого массива, а также обеспечение оптимальных пределов уровней грунтовых вод.

На основании проведенных нами исследований разработан режим откачек для систем вертикального дренажа Балыкчинского и Избаскентского районов. При этом мы использовали материалы наблюдений Андижанского ОПУВХ, ГГМЭ и УЭНС, а также УзГГТ гидрометслужбы. Режим откачек в рассматриваемом регионе должен обеспечить:

необходимую дренированность в феврале и марте для проведения профилактических промывных влагозарядковых поливов, а также понижение глубины грунтовых вод к началу посевных работ

до 1,7...2,1 м;

поддержание в период интенсивного испарения уровня грунтовых вод 1,7...2,3 м; при дефиците оросительной воды откачиваемые воды можно использовать на орошение;

снижение уровня грунтовых вод в конце вегетации на 2,0...2,2 м.

При составлении режима откачек в основу расчетов был положен балансовый метод [3], учитывающий оценку современного мелиоративного состояния земель.

Для определения требуемых объемов отбора подземных вод были использованы осредненные значения фактического внутригодового распределения и сочетания элементов водного баланса за 1980 - 1983 гг.

Выклинивание грунтовых вод в открытую КДС рассчитывали, исходя из ее современной средневзвешенной глубины, удельной протяженности, рекомендуемого внутригодового распределения глубины грунтовых вод и объемов откачки системы ВД.

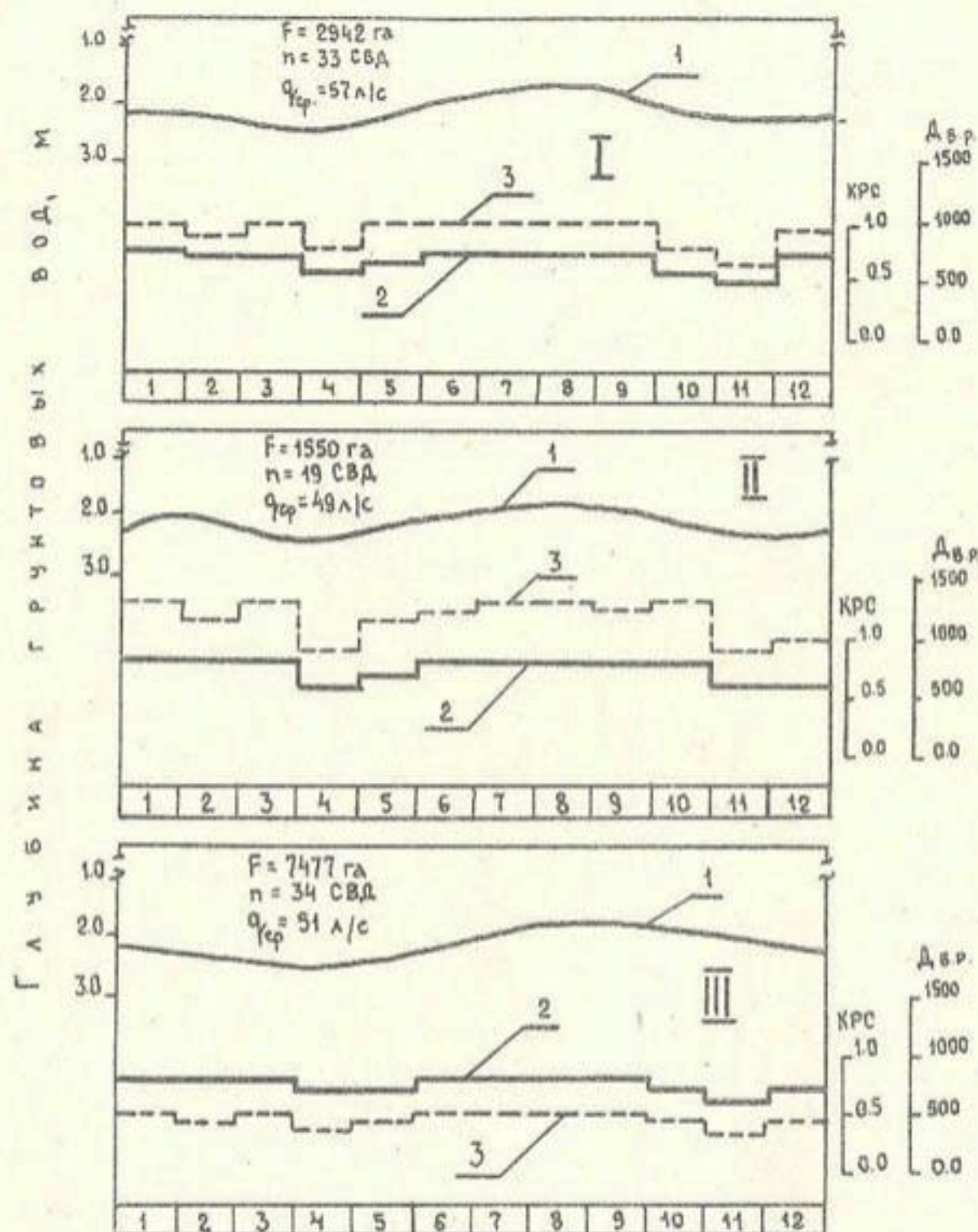
Расходы скважин приняты средние из фактических, поддерживаемых эксплуатационной службой, и установленных нами фактических замеров. Максимальные значения коэффициента работы систем (КРС) вертикального дренажа в критические периоды работы приняты 0,80.

Необходимые объемы откачек систем по месяцам определяли на основе прогнозного баланса грунтовых вод (табл.2) с учетом требований по обеспечению благоприятного режима грунтовых вод в течение всего года.

На основании этих расчетов были составлены графики откачек систем, на которых по месяцам указаны количество одновременно работающих скважин, требуемые объемы откачек, КРС, продолжительность работы системы, а также рекомендуемые глубины грунтовых вод (рисунок).

Отдельные скважины, расположенные за пределами балансового контура, работают как одиночные. Поэтому они должны эксплуатироваться по усиленному режиму.

Шесть скважин, действующих в поселке Чинабад (на территории колхоза им. Калинина), находятся в 30...100 м от Большого Андижанского канала. Поскольку они не обеспечивают перехвата фильтрационных потерь воды из канала и фильтрационных вод с



Показатели режимов откачек скважин вертикального дренажа по системе Балыкчинского района: I – балансовый контур № I; II – балансовый контур № 2 вдоль БАК; III – по системе Избаскентского района.

I – глубина грунтовых вод (прогнозная); 2 – коэффициент работы системы (КРС); 3 – объем откачиваемых вод (Д.в.р.), м³/га

Т а б л и ц а 2
Прогнозные водно-солевые балансы грунтовых вод на территориях, мелиорируемых системами вертикального дренажа

Элементы : баланса	Балыкчинский район				Избаскентский район	
	контур I		контур 2		район	
	м ³ /га	т/га	м ³ /га	т/га	м ³ /га	т/га
	1769	0,97	1745	0,94	1693	0,61
	–	–	5548	2,11	–	–
	7688	6,54	8094	6,88	2512	1,21
	1800	2,70	2269	3,40	4513	4,51
	4125	2,72	3938	2,56	3417	1,74
	3559	2,49	–773	0,50	1815	0,91
	0	–3,06	0	–5,17	0	–2,46

орошаемых территорий, их следует также эксплуатировать по усиленному режиму откачек.

Кроме того, для улучшения мелиоративного состояния данной территории и осушения поселка Чинабад необходимы дополнительные мероприятия по увеличению дренированности территорий, обеспечивающие понижение уровня грунтовых вод.

Система вертикального дренажа в Избаскентском районе построена с большим междренним расстоянием, особенно на территории колхоза "XX партсъезда" и "Узбекистан". Дрены работают как одиночные, большая нагрузка на этих территориях приходится и на открытый горизонтальный дренаж. Поэтому для достижения проектного (прогнозного) уровня дренирования необходимо улучшить техническое состояние существующей коллекторно-дренажной сети.

Таким образом, эксплуатация систем скважин вертикального дренажа по разработанному режиму откачек дает возможность планировать не только график их работы по месяцам и в течение года, но и текущие ремонты всего комплекса. Кроме того, он создает благоприятные условия для повышения плодородия почв, способствует увеличению урожайности выращиваемых сельскохозяйственных культур.

Список использованной литературы

1. Инструкция по эксплуатации систем (скважин) вертикального дренажа/ММИВХ СССР, Совзводпроект. - М.: 1976. - II 2с.
2. Решеткина Н.М., Якубов Х.И. Вертикальный дренаж. - М.: Колос, 1978. - 340с.
3. Руководство по проектированию режима работы систем вертикального дренажа для условий Средней Азии/ММИВХ СССР. - Ташкент, 1977.

Т.У.Бекмуратов, канд. техн. наук
(САНИИРИ им. В.Д.Журина)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОМЫВОК ЗАСОЛЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ МИНЕРАЛИЗОВАННОЙ ВОДОЙ В УСЛОВИЯХ ФЕРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

В решениях октябрьского (1984 г.) Пленума ЦК КПСС подчеркивалось, что решающим фактором дальнейшего подъема сельского хозяйства, устойчивого наращивания продовольственного фонда страны является мелиорация земель, в первую очередь засоленных. Повышение их продуктивности, как правило, достигается путем промывного режима орошения в период вегетации.

В настоящее время из 332 тыс. га орошаемых земель Ферганской области 43...47% имеют среднюю и выше средней степени засоления. Ежегодно здесь проводится эксплуатационная промывка разными нормой и минерализацией.

По данным ММИВХ УзССР, в Ферганской области в 1977-1981 гг. на промывку засоленных земель использовали подземные воды, откачиваемые из скважин вертикального дренажа в объеме 41...164,4 млн. м³ в год с минерализацией 1...3 г/л, из коллекторно-дренажного стока - 34...127 млн. м³ с минерализацией 1,5...4,0 г/л и более. За эти годы площади, промытые дренажной водой, составили 19...30 тыс. га, а промывная норма 3540...4750 м³/га, местами она уменьшалась до 1500...2000 м³/га.

Для того чтобы установить промывной эффект эксплуатационных промывок слабоминерализованной дренажной водой при различ-

ных почвенно-мелиоративных условиях выбрали несколько участков (опытные площадки), на которых замеряли фактические промывные нормы (подаваемые хозяйствами) и определяли минерализацию промывных и грунтовых вод. Образцы почв отбирали до и после промывок.

Результаты промывок дренажной водой с минерализацией 3,0...3,2 г/л, проведенных в 1982 г. на территории хозяйства № 12 Кызылтепинского массива, показали:

на слабозасоленных землях тяжелого механического состава почв (при норме промывки 2500 м³/га) запасы солей по плотному остатку увеличились соответственно по всем компонентам и во всех расчетных слоях. Так, сумма солей возросла с 0,58; 0,45 и 0,94 до 0,86; 0,689 и 1,384% в одно-двух- и трехметровом слоях почвы;

на землях среднего механического состава почв при норме промывки 2550 м³/га (второй участок) и 2060 м³/га (третий участок) опреснение почв наблюдалось почти во всех расчетных слоях.

Следует отметить, что перед промывкой на всех трех участках глубина грунтовых вод составляла 2,50...2,60 м.

Влияние промывок засоленных земель минерализованной водой на количественный и качественный состав легкорастворимых солей, а также на питательные элементы, содержащиеся в почвогрунтах и грунтовой воде, изучали путем проведения промывок водой с различной минерализацией и разной нормой.

Опыты проводили на опытно-производственных участках с открытым и закрытым горизонтальным дренажем на территории одного хозяйства. Территории опытных участков имели идентичные литолого-гидрогеологические, почвенно-мелиоративные и водохозяйственные условия. Почвы верхнего трехметрового слоя представлены сверху небольшой мощностью супесей и легкого суглинка, на глубине они переходят к средним и тяжелым суглинкам. Местами встречается прослойка глин, затрудняющая процесс вымыва солей из почвы.

На участке открытого горизонтального дренажа промывки проводили минерализованной дренажной водой нормой 1000, 2000, 3000 м³/га и допромывкой - 1000, 2000, 3000 м³/га. На участке

закрытого горизонтального дренажа для сопоставления мелиоративной эффективности промывок пресной поверхностной и минерализованной дренажной водой засоленные земли промывали пресной поверхностной водой нормой 2000, 4000 и 6000 м³/га (табл. I).

Т а б л и ц а I
Условия проведения опытных промывок

Вариант	Промывная норма, м ³ /га			Место проведения опытов
	Всего	в том числе		
		минерализо-	пресной	
		ванной водой	водой	
I	2000	1000	1000	Участок открытого
2	4000	2000	2000	горизонтального
3	6000	3000	3000	дренажа
4	2000	-	2000	Участок закрытого
5	4000	-	4000	горизонтального
6	6000	-	6000	дренажа

Опытные промывки на участке открытого горизонтального дренажа проводили дренажной водой с минерализацией 3,81...4,32 г/л по сумме солей, Cl^- - 0,25...0,29, SO_4^{2-} - 2,5...2,72, $Na^+ + K^+$ -

0,59-0,63 г/л. По химическому составу вода на этом участке по катионам относится к натриево-магниевому-кальциевому типу, по анионам - к сульфатно-хлоридному; на участке закрытого дренажа - к кальциево-магниевому-натриевому и к сульфатно-гидрокарбонатно-хлоридному.

Минерализация грунтовых вод на промываемых площадках перед промывкой в вариантах 1,2,3 по сумме солей изменялась от 3,71 до 4,13 г/л, по иону хлора - от 0,11 до 0,24, по SO_4^{2-} - от 2,4 до 2,70 г/л.

После промывки минерализация грунтовых вод увеличилась, соответственно, по сумме солей от 3,85 до 7,44 г/л, по иону хлора - от 0,22 до 0,93, по SO_4^{2-} - от 2,50 до 4,20 и по $Na^+ + K^+$ - от 0,34 до 1,41 г/л.

На участке, где промывку проводили пресной поверхностной водой, минерализация грунтовых вод перед промывкой составляла по сумме солей 4,5...21,79 г/л, по Cl^- - 0,11...5,27,

по SO_4^{2-} - 3,10...11,5, по $Na^+ + K^+$ - 0,33...5,044. После промывки во всех вариантах и по всем компонентам минерализация уменьшилась по сумме солей до 4,01...10,76 г/л, по Cl^- - до 0,1...1,32, по SO_4^{2-} - до 2,71...7,90 и по $Na^+ + K^+$ - до 0,276...2,19 г/л.

Химический состав грунтовой воды на участке открытого дренажа по анионам после промывки изменялся от собственно-сульфатного к сульфатно-хлоридному, по катионам - от кальциево-натриево-магниевому к натриево-магниевому-кальциевому, что свидетельствует об ухудшении качественного состава солей грунтовой воды.

В вариантах 4,5,6 качественный состав грунтовой воды по содержанию анионов существенно не изменился, т.е. остался сульфатно-хлоридным, по катионам с натриево-магниевым-кальциевым перешел к магниевому-натриево-кальциевому.

Земли опытных участков перед промывкой имели слабую и среднюю степени засоления. Сумма солей в почве на участке открытого горизонтального дренажа в верхнем метровом слое изменялась от 0,8 до 1,15% от сухой массы почв, по иону хлора - от 0,03 до 0,23, по сульфат иону - от 0,56 до 0,79, по натрию - от 0,026 до 0,043%. На участке закрытого дренажа - 1,03...1,73% по сумме солей, 0,004...0,102 - по ион хлору, 0,72...1,13 по сульфат иону, 0,011...0,27% по натрию. В верхних отдельных горизонтах содержание солей в почве (на обоих участках) превышало 2%.

В период промывок в варианте I опреснение почвогрунтов происходило в верхнем двухметровом слое: запасы солей уменьшились по сумме солей с 1,12, 0,74 до 1,05, 0,69%. Такое закономерное опреснение почв наблюдалось по отдельным компонентам. В нижнем слое 3-метровой толщи наблюдалось незначительное накопление солей.

В вариантах 2,3 при промывной норме 4000 и 6000 м³/га соответственно по вариантам (в том числе 2000 и 3000 м³/га минерализованной дренажной водой и 2000, 3000 м³/га пресной поверхностной) опреснение почвогрунтов происходило во всех горизонтах трехметрового слоя - как по сумме солей, так и по отдельным компонентам.

Анализ качественного состава солей в почвогрунтах (варианты 1,2,3) показывал, что при промывках в процессе опреснения почвогрунтов во всех трех вариантах относительные величины отдельных гипотетических солей больших изменений не претерпели.

Перед промывкой доля суммы токсичных солей в относительных величинах составляла 11,35...21% от суммы солей, а в абсолютных - 0,10...0,24%. После промывки эти величины уменьшились до 0,08...0,20% от сухой массы почв, а в относительных - до 10,84...22,0%.

Следует отметить, что в процессе опреснения почв (1982...1983 гг.) качественный состав солей значительно улучшился. Если перед промывкой в 1982 г. доля суммы нетоксичных солей составляла в верхнем метровом слое 58,07...65,9%, то в 1983 г. эти величины увеличились до 78...83%, т.е. возросли в 1,26...1,35 раза.

На опытных участках преобладали соли, представленные гипсом (CaSO_4) и сернокислым натрием (Na_2SO_4). Величина гипса в водной вытяжке составляла в 1982 г. 36...71,44% относительно суммы солей, в 1983 г. - 73,8...87,1%. Содержание в почве составило 6,06...11,64% от суммы солей.

В варианте 4, где промывку проводили пресной поверхностной водой нормой 2000 м³/га, наблюдалось опреснение почвогрунтов в верхнем метровом слое (с 1,12 до 0,94) и двухметровом (с 1,07 до 0,92%) по сумме солей. Уменьшение запаса солей в метровом слое произошло в основном за счет выноса из почвы сернокислого магния (MgSO_4) с 0,17 до 0,05%, а в двухметровом - сернокислого натрия (Na_2SO_4) с 0,19 до 0,02%. В результате сумма токсичных солей уменьшилась с 0,25 до 0,10 и с 0,28 до 0,135%, соответственно, по расчетным слоям.

В вариантах 5,6 так же, как и в варианте 4, произошло закономерное опреснение.

Сопоставление полученных результатов показало, что лучший промывной эффект получен в вариантах 3,6 при промывке засоленных земель нормой 6000 м³/га пресной поверхностной (вариант 6) и минерализованной (вариант 3) водой. Почвы опреснились в одно- и двухметровом слоях: с 1,11 до 0,81%; с 1,005 до 0,68; с 1,07 до 0,86; с 1,01 до 0,77%, соответственно, по расчетным слоям и вариантам. При этом

суммы токсичных солей доведены в варианте 6 до 0,064% (7,87% относительно суммы солей); 0,13% (11,11%); в варианте 3 - до 0,144 (17,09%); 0,084% (10,84%), соответственно.

Изучение влияния промывок слабо- и средnezасоленных земель дренажной водой с минерализацией 3,8...4,32 г/л и пресной поверхностной - 0,48...0,50 г/л на величину питательных элементов, находящихся в почвогрунтах и в грунтовой воде, позволило выявить следующие закономерности.

В период промывок содержание фосфора в промывной воде (дренажной и поверхностной) составляло небольшую долю. Поэтому в лабораторных условиях определить его величину не удалось. Количество нитратного азота (N-NO_3), азота аммония (N-NH_3) и калия (K_2O) в промывной воде (как дренажной, так и поверхностной) было примерно одинаковым: N-NO_3 - 0,92...0,97 мг/л, N-NH_3 - 0,62...0,70 и K_2O - 14,9...16,9 мг/л (табл.2).

Содержание фосфора в грунтовой воде на обоих опытно-производственных участках ни перед промывкой, ни после установить не удалось из-за малой его величины.

Т а б л и ц а 2

Содержание питательных элементов в промывной воде, мг/л

Номер пробы:	Минерализация воды, г/л	N-NO_3	N-NH_3	K_2O	Примечание
1	4,32	0,92	0,62	16,9	Дренажная вода
2	3,81	0,97	0,65	14,9	" "
3	0,48	0,96	0,70	16,0	Поверхностная вода

Величина нитрат азота в грунтовой воде в вариантах 1,2,3 составляла перед промывкой 0,37...1,20 мг/л, после промывки - 0,57...0,65 мг/л, в вариантах 4,5,6 она колебалась в пределах 1,8...6,4 мг/л.

Содержание азота аммония в грунтовой воде изменялось в небольших пределах и составляло на обоих участках перед промывкой 1,22...4,84 мг/л, после промывки - 0,80...1,40 мг/л.

Во всех вариантах наблюдалось незначительное увеличение калия в процессе промывок по сравнению с исходными величинами,

о чем свидетельствуют данные табл.3.

Т а б л и ц а 3
Динамика питательных элементов в грунтовой воде
под влиянием промывных поливов, мг/л

Вариант:	$N-NO_3$		$N-NH_3$		K_2O	
	до промыв- ки	после промывки	до промыв- ки	после промывки	до промыв- ки	после промывки
Промывка дренажной водой						
1	1,05	0,57	1,22	1,40	1,10	13,6
2	0,37				10,5	12,0
3	0,80		1,25		1,05	12,8
Промывка поверхностной водой						
4		6,40	4,0			28,6
5		16,96				7,95
6		1,82	0,97			26,0

На почвах опытных участков (площадках), на которых проводили промывку засоленных земель дренажной водой (варианты 1,2,3) и поверхностной (варианты 4,5,6), такие питательные элементы, как фосфор и гумус, содержались в небольшом количестве. Максимальные величины фосфора (2,40...10,03 мг/кг) в почве наблюдались во всех вариантах в слое 0...40 см (вар. 2,3) и 4,6...5,0 мг/кг (варианты 4 и 6), в слое 40...100 см они уменьшились до 0,5...10,13 и 1,2 мг/кг почвы соответственно. После промывки содержание фосфора в почве в этих слоях увеличилось до 2,40...14,07 и 5,4...21,4 мг/кг (табл.4).

Содержание гумуса в почве на участке открытого горизонтального дренажа в слое 0...40 см перед промывкой составляло 0,275...0,55, в слое 40...100 см - 0,134...0,247% от сухой массы почвы, на участке закрытого дренажа - 0,394...0,61%. После промывки величина гумуса уменьшилась во всех вариантах и на обоих участках.

Нитрат азота в почве на опытных площадках открытого горизонтального дренажа был обнаружен только в одном случае - в слое 0...40 см (вар.2). Его величина составила 0,25 мг/кг почвы.

Т а б л и ц а 4
Динамика питательных элементов в почве в процессе промывок, мг/кг почвы

Вариант:	$N-NO_3$		$N-NH_3$		K_2O		$CaSO_4$, %	
Рассчетный: ри-: слой, см ант:	до промыв- ки	после промывки	до промыв- ки	после промывки	до промыв- ки	после промывки	до промыв- ки	после промывки
2								
0...40	10,07	14,07	16,25	15,67	108,40	0,270	0,280	5,43
40...100	10,73	7,27	16,42	13,25	96,37	0,250	0,150	3,77
100...200	4,10	4,10	12,62	12,50	66,25	0,200	0,080	3,29
3								
0...40	2,40	2,40	8,33	9,83	431,40	0,550	0,370	11,55
40...100	следы	следы	7,08	9,83	415,30	0,130	0,090	10,72
100...200	" "	" "	5,00	7,25	353,05	0,064	0,090	6,52
4								
0...40	4,60	5,40	9,25	7,08	112,47	0,390	0,320	11,80
40...100	следы	следы	8,08	7,08	116,50	0,200	0,240	15,67
100...200	" "	" "	9,87	2,87	144,60	0,160	0,170	9,64
6								
0...40	5,01	21,4	16,67	8,50	136,53	0,610	0,240	11,61
40...100	1,20	1,10	12,83	6,67	138,60	0,112	0,116	10,44
100...200	следы	следы	12,88	7,58	150,65	0,050	0,086	6,32

На участке закрытого дренажа максимальные величины нитратного азота содержались в слое 0...40 см — 5,2...5,33 мг/кг почвы, в нижних слоях они уменьшились до 0,435...0,62 мг/кг. При промывках во всех вариантах и расчетных слоях происходило вымывание нитратного азота из почвы.

Количество азота аммония в слое 0...100 см до промывки на обоих участках составило 7,08...16,67 мг/кг почвы, в нижних слоях — 5,0—12,12 мг/кг. После промывки наблюдалось уменьшение его величин во всех вариантах и расчетных слоях.

Содержание калия в почве до промывок в слое 0...100 см составило 96,37...438,4 мг/кг (варианты 2 и 3) и 112,47...138,6 мг/кг почвы (варианты 4,6). Было обнаружено, что в вар.

2 во всех расчетных слоях количество калия в почве после промывки увеличилось в 1,36...1,52 раза, а в варианте 3, наоборот, уменьшилось в 1,06...1,07 раза. В вариантах 4 и 6 наблюдалось уменьшение содержания калия в расчетных слоях 0...40, 40...100, 100...200 см в 1,04...1,2 раза, а в слое 200...300 см — его увеличение в 1,01...1,41 раза, соответственно.

Количество гипса на этих участках составило в верхнем метровом слое 10,44...15,67% от сухой массы почв, в нижних слоях — 2,93...9,41%. Во время промывок величины гипса в почве оставались стабильными.

Полученные результаты опытов промывки засоленных земель минерализованной и пресной поверхностной водой позволили сделать следующие выводы:

На эксплуатационную промывку засоленных земель легкого и среднего механического состава почвогрунтов при дефиците пресной поверхностной воды можно использовать дренажные воды с минерализацией до 2,0 г/л, а при промывке дренажной водой и допромывке пресной поверхностной — воду с минерализацией до 4,0 г/л. При этом обеспечивается необходимое опреснение почвогрунтов в зависимости от применяемой промывной нормы.

В условиях опытно-производственных участков, расположенных в Центральной Фергане, при промывке засоленных земель водой с минерализацией 3,8...4,3 г/л при норме 2000, 3000 м³/га и допромывкой пресной поверхностной при той же норме (суммарная промывная норма 4000 и 6000 м³/га) установлено, что содержание фосфора в почве в исходном состоянии в слое 0...40 см состав-

ляло 2,40...10,03 мг/кг почвы, после промывки эти величины увеличились в 1,1...1,4 раза. Величина гумуса в слое 0...20 см в процессе промывки оставалась стабильной — 0,275...0,55%; величина калия после промывки уменьшилась в 1,06...1,07 раза, и составила 430...432 мг/кг.

Величины нитратного азота, азота аммония и гипса в процессе промывок оставались стабильными. Подобные изменения наблюдались и в контрольных вариантах при промывке засоленных земель пресной поверхностной водой. Небольшое различие в динамике питательных элементов в вариантах промывки дренажной и пресной поверхностной водой наблюдалось только в количественном отношении.

М.А.Якубов
(САННИРИ им. В.Д.Журина)

ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ДРЕНАЖНЫХ ВОД ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ВОД НА ОРОШЕНИЕ НОВООСВОЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ФЕРГАНЫ *

Актуальность проблемы использования минерализованных вод для орошения сельскохозяйственных культур возрастает по мере увеличения площадей орошаемых и дренируемых земель и, соответственно, объемов отводимых дренажных вод, загрязненных нетоксичными и токсичными солями. Однако стихийное использование дренажных вод на полив без надежного обоснования может привести к тяжелым последствиям (ухудшение плодородия почв, снижение урожайности сельскохозяйственных культур, засоление почвогрунтов и т.д.).

Для обоснования мероприятий по использованию дренажных вод на орошение и промывки необходимо изучить динамику минерализации и химического состава дренажных вод в процессе эксплуатации мелиоративных систем, влияние воды прогнозного или опресненного состава на рост и развитие выращиваемых культур, структуру, водно-физические свойства и плодородие почв.

Большинство выполненных в этом направлении работ базируется

* Работа выполнена под руководством канд. с.-х. наук А.У.Усманова

ся на кратковременных натурных исследованиях. Кроме того, во многих работах рассматривается только динамика минерализации дренажных вод, без детального изучения изменения качественного состава солей.

Для изучения указанных вопросов нами проведены длительные экспериментальные исследования на двух опытно-производственных участках, расположенных на новоосваиваемых землях Кызылтепинского массива Центральной Ферганы. Характеристика участков приведена в работе / 1 /.

В начальный период исследований минерализация воды в коллекторах и дренах была высокой и колебалась от 3 до 10, а среднегодовая от 4,66 до 8,086 г/л на первом участке и от 5,96 до 8,93 г/л на втором.

В отдельных дренах и коллекторах минерализация воды составляла 9...10 г/л на двух участках. Формированию такой высокой минерализации дренажных вод способствовали небольшие площади с более высоким засолением (1,5...2,5% по сумме солей) и высокой минерализацией грунтовых вод, достигающей 10, а на отдельных скважинах 45 г/л. На всей остальной площади минерализация грунтовых вод не превышала 7 г/л, дренажных — колебалась от 4 до 7 г/л.

Столь высокая минерализация дренажных вод в первые годы объясняется отрицательным балансом, поддержанием промывного режима орошения. Отношение водопада вместе с осадками к суммарному испарению составляло 1,1...1,35 на первом и 1,1...1,43 на втором участке. При таком режиме водопоступлений на орошаемое поле под влиянием орошения и по мере освоения территории происходило постепенное снижение минерализации дренажных вод.

К 1984 г. произошло опреснение дренажных вод: от 9...10 (среднегодовая 8 г/л) до 4...6 г/л и от 4...7 до 2...4 г/л (среднегодовая 3,3 г/л.).

В процессе орошения наблюдалось также изменение качественного состава дренажных вод. Так, в начальный период освоения независимо от их общей минерализации в составе солей (по относительному содержанию) в большинстве случаев на двух участках преобладали нетоксичные соли. Четкой зависимости соотношения

токсичных и нетоксичных солей от общей минерализации не отмечалось (рис. 1 а, в). Нетоксичные соли на первом участке занимали 50...80, а токсичные 20...50%, на втором, соответственно, 48...80 и 20...51%, т. е. до освоения и в начальный период исследований все химические компоненты находились в сбалансированном или уравновешенном состоянии.

Под влиянием орошения и дренажа к 1980-1981 гг. произошло качественное и количественное перераспределение содержания токсичных и нетоксичных солей в дренажных водах. Доля токсичных солей (относительное содержание) резко увеличилась в результате выноса их из почвогрунтов — до 75...88 на первом и 74...80% на втором участке при минерализации 8 г/л и более, а доля нетоксичных солей уменьшилась, соответственно, до 12...24 и 20...26%. В 1980-1982 гг. еще наблюдалась минерализация до 8 г/л и более, но уже установилась определенная параболическая зависимость содержания солей от общей минерализации воды (рис. 1 б, г).

По мере снижения общей минерализации воды наблюдается увеличение относительного содержания нетоксичных солей; при минерализации 2...4 г/л соотношение токсичных и нетоксичных солей выравнивается и содержание их достигает примерно 50% от суммы солей, т. е. процесс стабилизируется. Изменение минерализации и содержания отдельных токсичных и нетоксичных солей в процессе эксплуатации системы на опытных участках в зоне нового освоения показано на рис. 2 и 3.

Как видно из рисунков, в исходном состоянии и в начале освоения в составе гипотетических солей преобладали нетоксичные соли, в основном гипс $CaSO_4$ (40...65% от суммы на двух участках) и незначительно $Ca(HCO_3)_2$ (2...5%).

Из токсичных солей преобладали соли $MgSO_4$: 12...23 на первом и 17...32% на втором участке. Количество солей $NaCl$ и Na_2SO_4 колебалось от 5 до 17% от суммы.

В процессе освоения под влиянием орошения как пресной, так и минерализованной водой произошло опреснение дренажных вод, формируемых на участках и на выходе из обоих участков, в коллекторе-водосборе величина их минерализации колебалась в пределах 2...4 г/л (средняя 3 г/л).

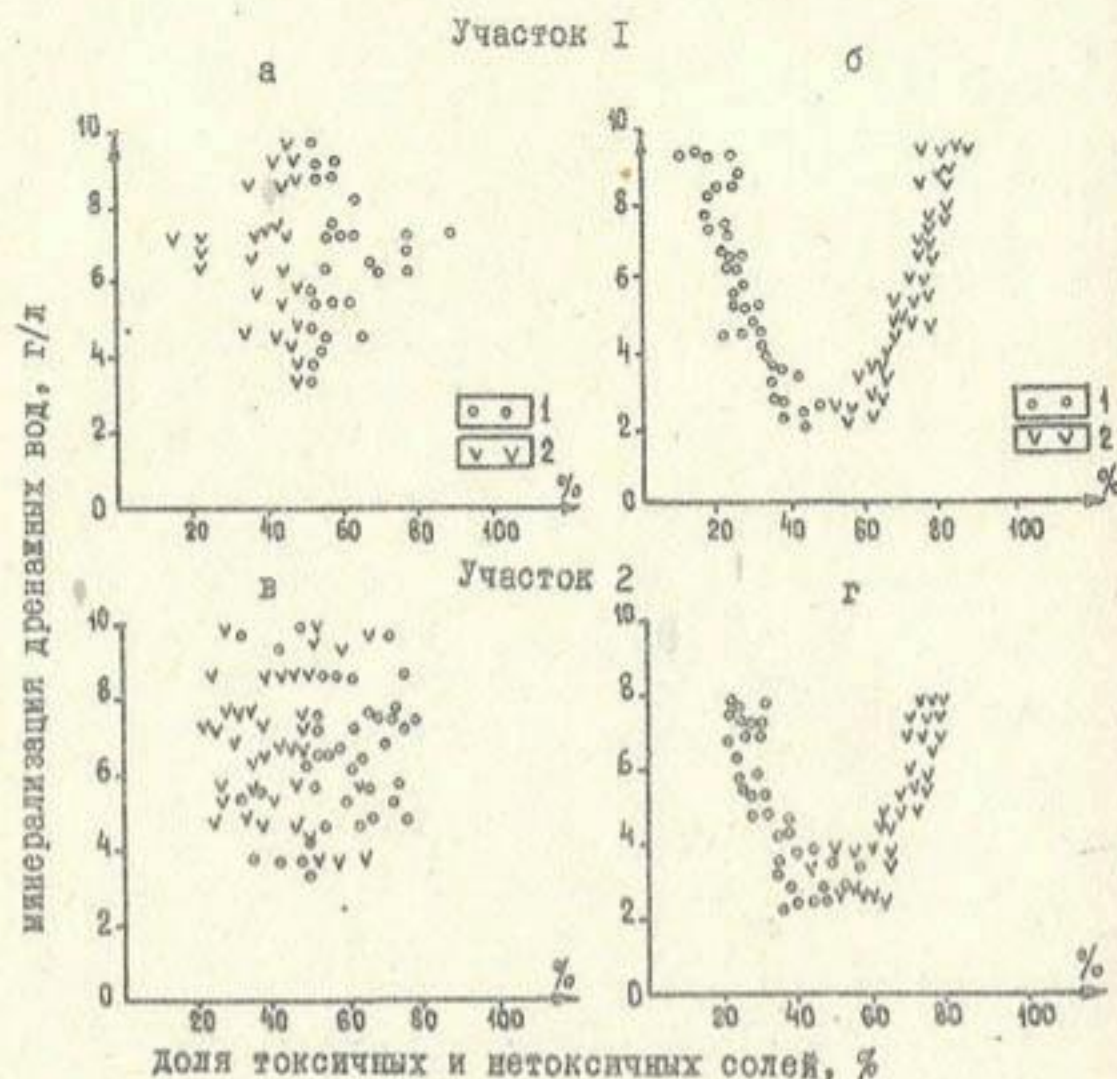


Рис. 1. Изменение соотношения токсичных и нетоксичных солей в коллекторно-дренажных водах на опытно-производственных участках: а, в – в исходном состоянии; б, г – в процессе освоения под влиянием орошения и дренажа; 1 – сумма нетоксичных солей, % от суммы солей; 2 – сумма токсичных солей.

Под влиянием поливов в первое время произошел интенсивный вынос токсичных солей (Na_2SO_4 , $MgSO_4$, $NaCl$) из почвогрунтов (так как эти соли более подвижны и растворимы), в результате чего резко увеличилось их относительное содержание в дренажной воде при сохранении высокой минерализации. Содержание $CaSO_4$ уменьшилось более чем в два раза и его величина колебалась в пределах 12...30%. Количество солей Na_2SO_4 увеличилось с 5...17 до 35...42%, $MgSO_4$ – с 12...23 до 25...30%, $NaCl$ – с 5...17 до 17...25%. На обоих участках, как видно из

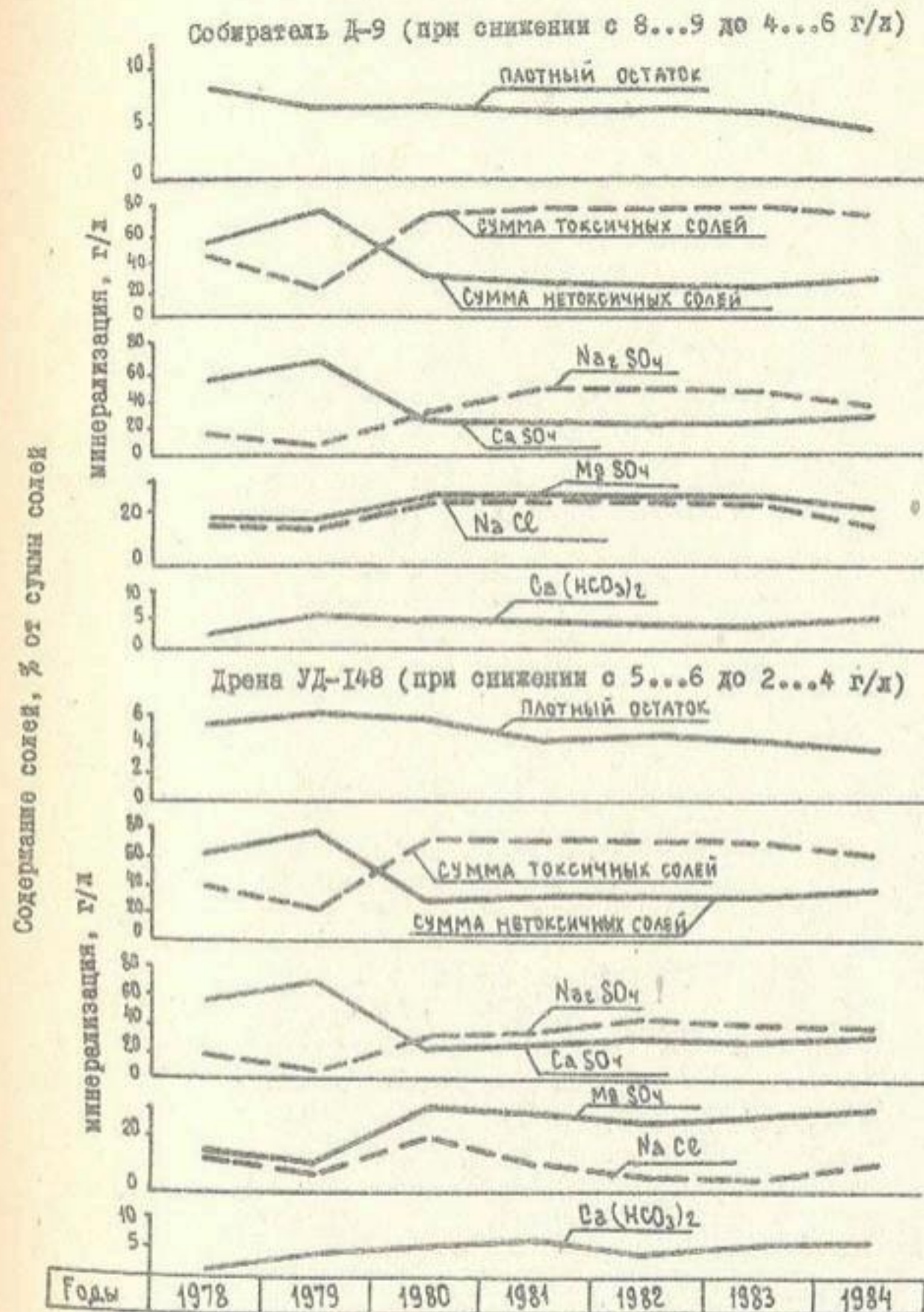


Рис. 2. Изменение состава солей в дренажных водах в процессе их опреснения в результате выноса токсичных солей из почвогрунтов на участке I.

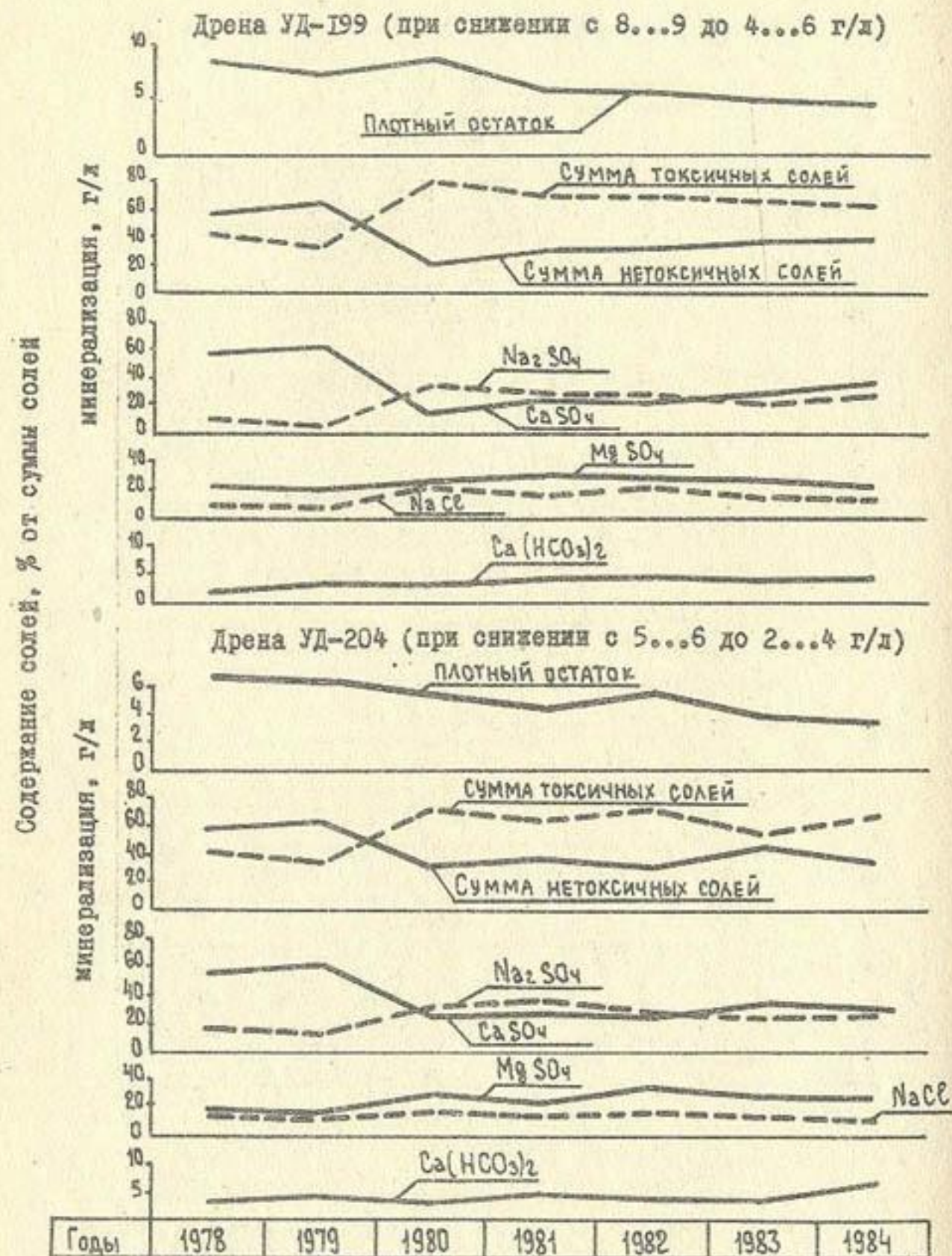


Рис.3. Изменение состава солей в дренажных водах в процессе их опреснения в результате выноса токсичных солей из почвогрунтов на участке 2.

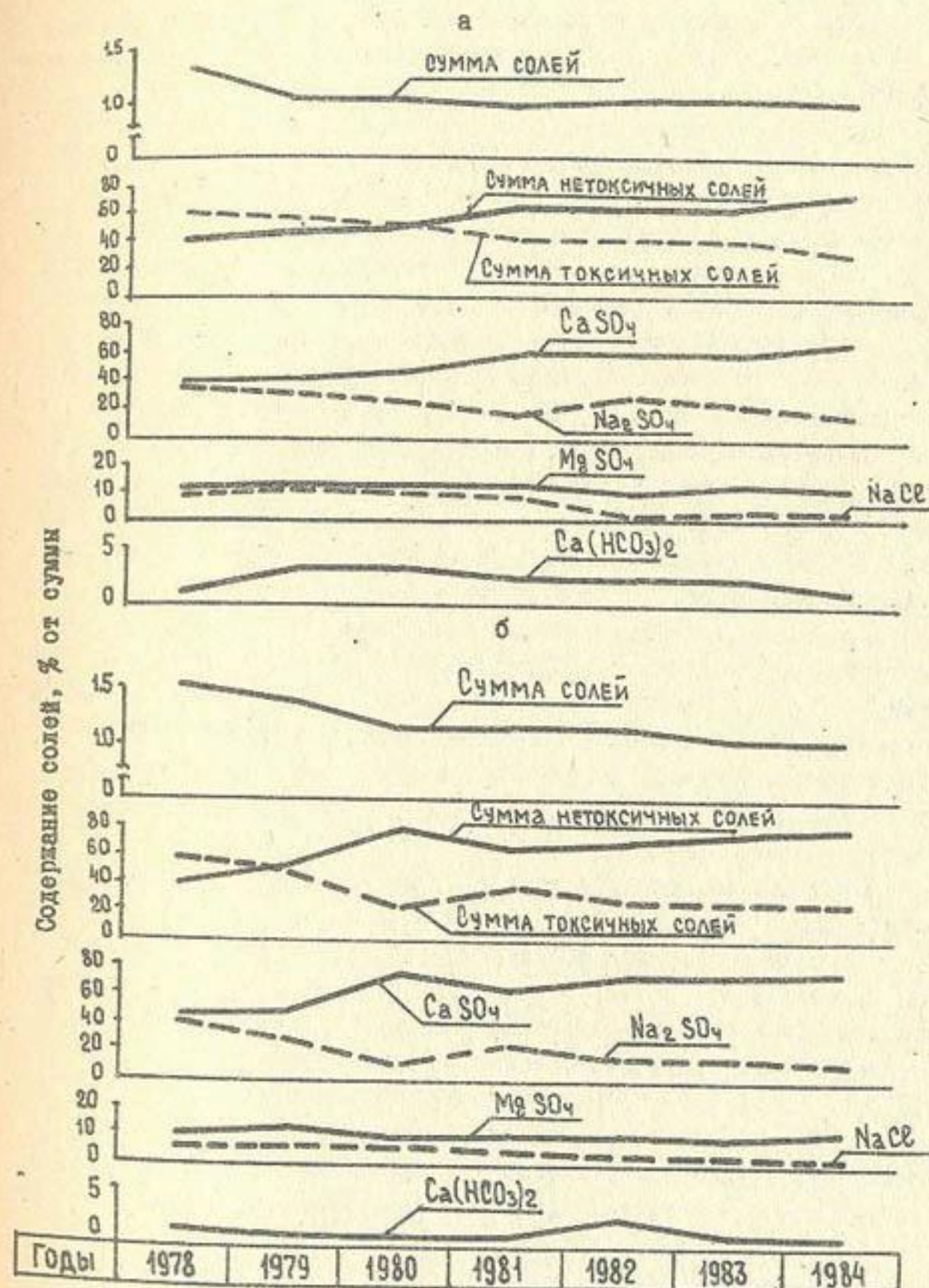


Рис.4. Изменение качественного состава солей в почвогрунтах в процессе рассоления:
а - при длительном использовании минерализованных вод (участок 1);
б - то же, пресных (участок 2).

рис.1,2,3, с дальнейшим уменьшением общей минерализации дренажных вод с 8...9 до 2...4 г/л происходило выравнивание содержания токсичных солей.

Данные по изучению солевого режима и качественного состава солей в почвогрунтах показали, что динамика минерализации и качественного состава солей в дренажных водах имеет тесную связь с составом солей в почвогрунтах и грунтовых водах, с существующим режимом водопоступлений на орошаемое поле и другими ирригационно-хозяйственными факторами.

Как отмечалось выше, на участках за период исследований (1978-1984 гг.) обеспечивался промывной режим орошения, в результате чего произошло рассоление почвогрунтов. Содержание легкорастворимых солей в трехметровом слое на первой участке уменьшилось с 1,23 до 0,92% по сумме солей и с 0,072 до 0,017% по иону хлора, а на втором - с 1,54 до 0,931% и с 0,035 до 0,011%. Динамика солевого режима по характерным солевым точкам опытных участков приведена на рис.4.

Рассоление почвогрунтов идет в основном за счет интенсивного выноса токсичных солей - Na_2SO_4 , $MgSO_4$, $NaCl$. Вынос токсичных солей уже в первые годы освоения и орошения способствовал увеличению относительного содержания их в грунтовой и дренажной воде, но по мере опреснения почвогрунтов опресняются также дренажные воды, и процесс этот постепенно стабилизируется.

Многолетние натурные исследования позволили установить следующее.

1. На новоосвоенных землях Центральной Ферганы, в частности на территории опытно-производственных участков, расположенных на Кызылтепинском массиве, происходит процесс постепенного снижения минерализации коллекторно-дренажного стока с 6...10 г/л в 1978-1979 гг. до 2...4 г/л в 1984 г.

2. В исходном состоянии (до освоения) в дренажных водах состав солей находился в сбалансированном виде, и сумма нетоксичных солей, в основном, превалировала над токсичными.

3. Со снижением общей минерализации дренажных вод на новоосваиваемых засоленных землях в первые годы эксплуатации системы может происходить качественное перераспределение состава солей, т. е. возможно увеличение в составе дренажных вод доли токсичных солей (Na_2SO_4 , $MgSO_4$, $NaCl$)

в связи с интенсивным выносом их из почвогрунтов при промывном режиме орошения; при снижении минерализации дренажных вод до 2...4 г/л соотношение токсичных и нетоксичных солей выравнивается.

4. Процесс снижения минерализации дренажных вод и изменения качественного состава солей протекал одинаково на двух опытных участках и не зависел от минерализации поливной воды, использованной на орошение.

5. Наиболее благоприятное соотношение химического состава солей наблюдалось при снижении общей минерализации до 2...4 г/л.

За семь лет эксплуатации системы (1978-1984 гг.) при орошении как пресной, так и минерализованной дренажно-сбросной водой произошло опреснение дренажного стока, и при выходе с территории обоих опытных участков формируемая минерализация не превышала 2...4 г/л.

Следовательно, формируемые дренажные воды с минерализацией 2...4 г/л можно рекомендовать к автономному использованию для орошения сравнительно больших (100 га и более) площадей при нехватке пресной оросительной воды. При этом необходимо обеспечить промывной режим орошения в поле с обязательными осенне-зимними промывками нормой не менее 3000 м³/га.

Список использованной литературы

1. Якубов М.А. Формирование водно-солевого режима почвогрунтов в вегетационный период при использовании минерализованных вод на орошение. Сб. науч. тр. / Среднеаз. НИИ ирригации, 1984, вып. 172, с. 81-91.

А.У. Усманов, канд. с.-х. наук,

Р.И. Паренчик

(СНИИРИ им. В.Д. Журина)

ОПТИМАЛЬНЫЕ ПРЕДЕЛЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРУНТОВЫХ ВОД

В условиях Средней Азии поддержание оптимального режима влажности почвы достигается, главным образом, путем проведения периодических поливов. Величина и режим водоподачи зависят от многих факторов: уровня залегания и минерализации грунтовых

вод, биологических особенностей возделываемой сельскохозяйственной культуры, механического состава и сложения почвогрунтов зоны аэрации и т.д. При прочих равных условиях определяющей является глубина залегания грунтовых вод.

Детальный анализ и расчеты, выполненные Б.В.Федоровым (1963 г.), Н.Г.Минашиной (1979 г.), В.Р.Шредером (1978 г.) и другими, показали, что при разной глубине залегания грунтовых вод на 1 ц хлопка-сырца расходуется примерно одинаковое количество воды. Следовательно, с позиций эффективности использования дефицитных поверхностных вод оптимальным является гидроморфный мелиоративный режим, характеризующийся близким залеганием уровня грунтовых вод (1...2 м).

Однако, как показала практика, преимущества близкого уровня грунтовых вод реализуются довольно редко, в основном при высокой проточности грунтовых вод, уносящих вредные соли и другие вещества. Чаще всего при высоком уровне грунтовых вод образуются солончаки и болотные почвы, непригодные для выращивания хлопчатника.

Искусственное создание гидроморфного режима в неблагоприятных гидрогеологических и почвенно-мелиоративных условиях (засоление, минерализованные грунтовые воды и др.) требует значительных объемов поверхностных вод.

Технико-экономические расчеты по обоснованию оптимальной глубины залегания уровня грунтовых вод (П.А. Керзум, 1965 г., Г.Н.Павлов, 1968 г., Н.Т.Минашина, 1970 г., В.Р.Шредер, 1972 г. и др.) определили преимущество для данных условий полуавтоморфного мелиоративного режима. Только на естественно дренированных равнинах с проточными опресненными, близко залегающими к поверхности грунтовыми водами экономически целесообразно применение гидроморфного мелиоративного режима (Н.Г.Минашина, 1973 г., В.Р.Шредер, 1968 г., А.У.Усманов, 1980 г. и др.). В подобном случае использование грунтовых вод оправдано как с позиции экономии оросительной воды, так и минимального объема оросительной и дренажной сети.

Однако недостаточно только обосновать глубину залегания уровня грунтовых вод. Не менее важно установить оптимальные пределы возможного использования грунтовых вод в общем водопотреблении сельскохозяйственных культур. Этот вопрос оста-

ется не решенным по сей день.

Разнообразие почвенных условий в пределах даже одного региона и практически отсутствие специальных опытов не позволяют установить достоверные пределы рационального использования грунтовых вод. Тем более, что последние в значительной мере определяются, помимо почвенных условий, гидрогеологическими, в основном дренированностью. Поэтому разные авторы при обработке одних и тех же исходных данных дают различные рекомендации по использованию грунтовых вод. Так, в аналогичных по характеристике почвогрунтов районах СоюзНИИХИ рекомендует использовать при уровне залегания грунтовых вод 1...2 м примерно в три раза больше грунтовых вод, а при 2...3 м - в 10 раз и более, чем Средазгипроводхлопок (таблица).

Мы сделали попытку проанализировать многолетние опытные данные по использованию грунтовых вод в различных природно-хозяйственных условиях с целью выявления возможности получения максимальных урожаев при различной степени участия грунтовых вод в общем водопотреблении.

При полевых исследованиях часто отсутствуют отдельные статьи водного баланса - общее водопотребление и доля участия в нем грунтовых вод. В этих случаях принято допущение, что общее водопотребление количественно равно величине суммарного испарения и транспирации при глубоком залегании уровня грунтовых вод. Величина суммарного испарения для конкретных условий проведения опытов установлена на основании данных института "Средазгипроводхлопок" (В.Р. Шредер, И.К. Васильев, Т.А. Трунова, 1979 г.). Доля участия грунтовых вод определена по разности между общим водопотреблением, водоподачей и осадками.

С учетом разной тематической направленности отдельных опытов анализ проводили последовательно. На рис. 1,2 приводятся данные (отдельно лизиметрические и полевые), характеризующие зависимость использования грунтовых вод от водоподачи. При разной водоподаче процент использования грунтовых вод изменяется в диапазоне 10...90 от общего водопотребления. Одновременно прослеживается другая закономерность: максимально используются грунтовые воды в условиях, характеризующихся относительно однородным строением почвогрунтов с благоприятными водно-физическими свойствами (Пахтаарал, ЦОМС и др.), мини-

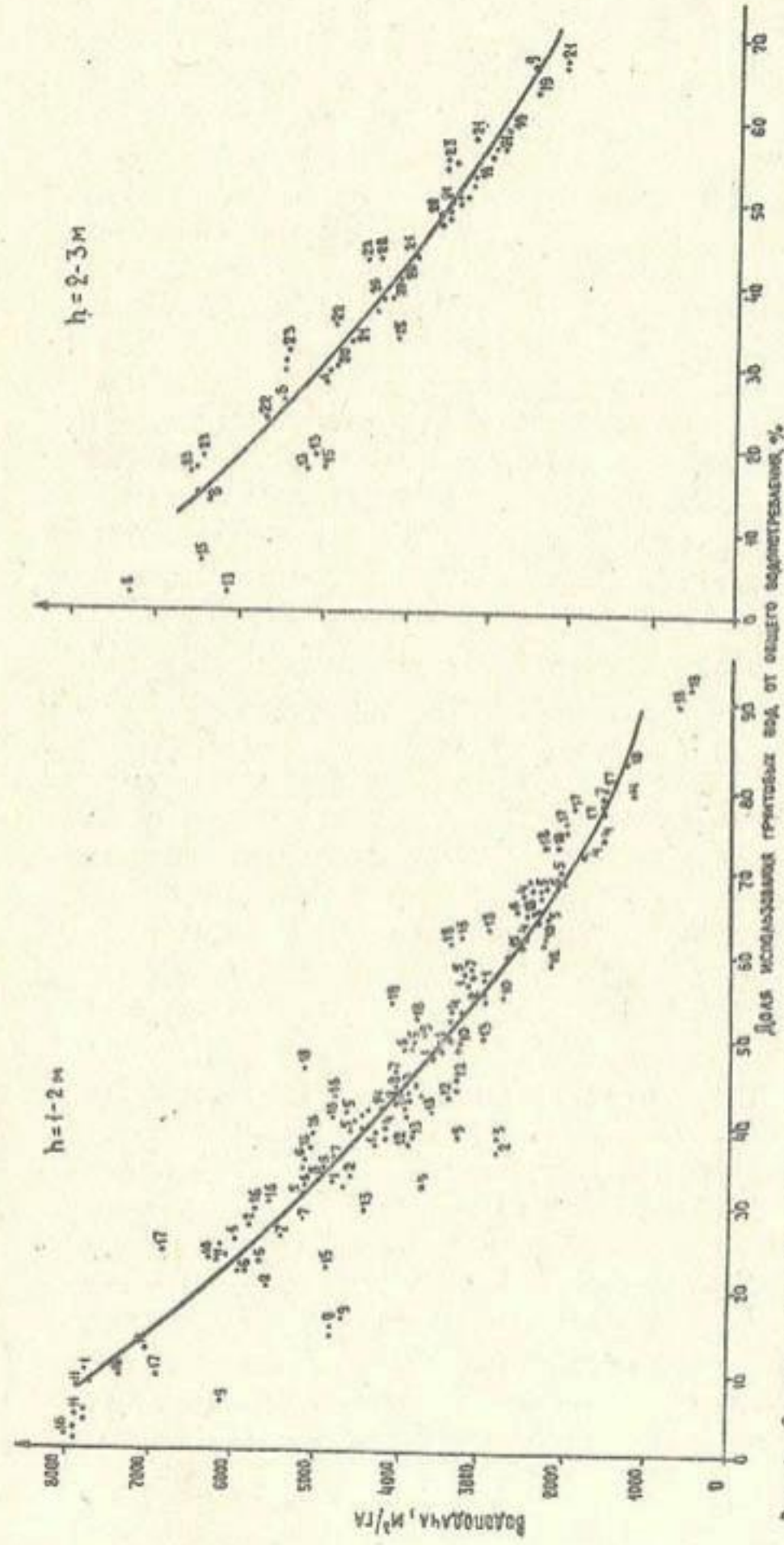


Рис. 1. Зависимость водоподдачи от использования грунтовых вод.

Данные полевых исследований:

1. С. И. Крутиков (1937-1938-1940 гг.) - Хорезмская область; 2. М. П. Медис (1956 г.) - Хорезмская область; 3. Нуритдинов (1950 г.) - Хорезмская область; 4. Захаров (1957 г.) - Хорезмская область; 5. И. Н. Таран - Среднеазиатские по Чарджоунской опытной станции; 6. М. Д. Медис (1956-1958 гг.) - Бухарская опытная станция; 7. А. С. Спикина (1959, 1967-1968 гг.) - Бухарская опытная станция; 8. Ф. Абдураимов (1957-1968 гг.) - Бухарская опытная станция; 9. В. В. Кочетков - Самаркандская область; 10. М. Бармаев (1956 г.) - Самаркандская область; 11. А. З. Амиркулов (1973-1978 гг.) - Самаркандская область; 12. А. Худайкулов - Учхоз ТашХИ; 13. М. Окмиев (1953-1954) - Ферганская опытная станция; 14. М. Ф. Бесланов, Юнсов (1954-1956 гг.) - Пахтааральская область; 15. А. Худайкулов - опытная станция; 16. А. Худайкулов (1965-1967 гг.) - Марыйская опытная станция; 17. А. З. Чинаров (1961-1962 гг.) - Ферганская область; 18. А. Д. Нахичеванов, И. И. Юмиевский, И. К. Юсупов (1953-1955 гг.) - Чуйская долина; 19. М. Азиев (1970 г.) - КХСР; 20. Н. Какалов (1952-1957 гг.) - КХСР; 21. Нурмаев (1968-1969 гг.) - КХСР; 22. Демидов (1958 г.) - Бухарская опытная станция; 23. А. Н. Самаркин (1947 г.) - Самарканд, Водотреста - Среднеазиатские по Кизилординской опытной станции.

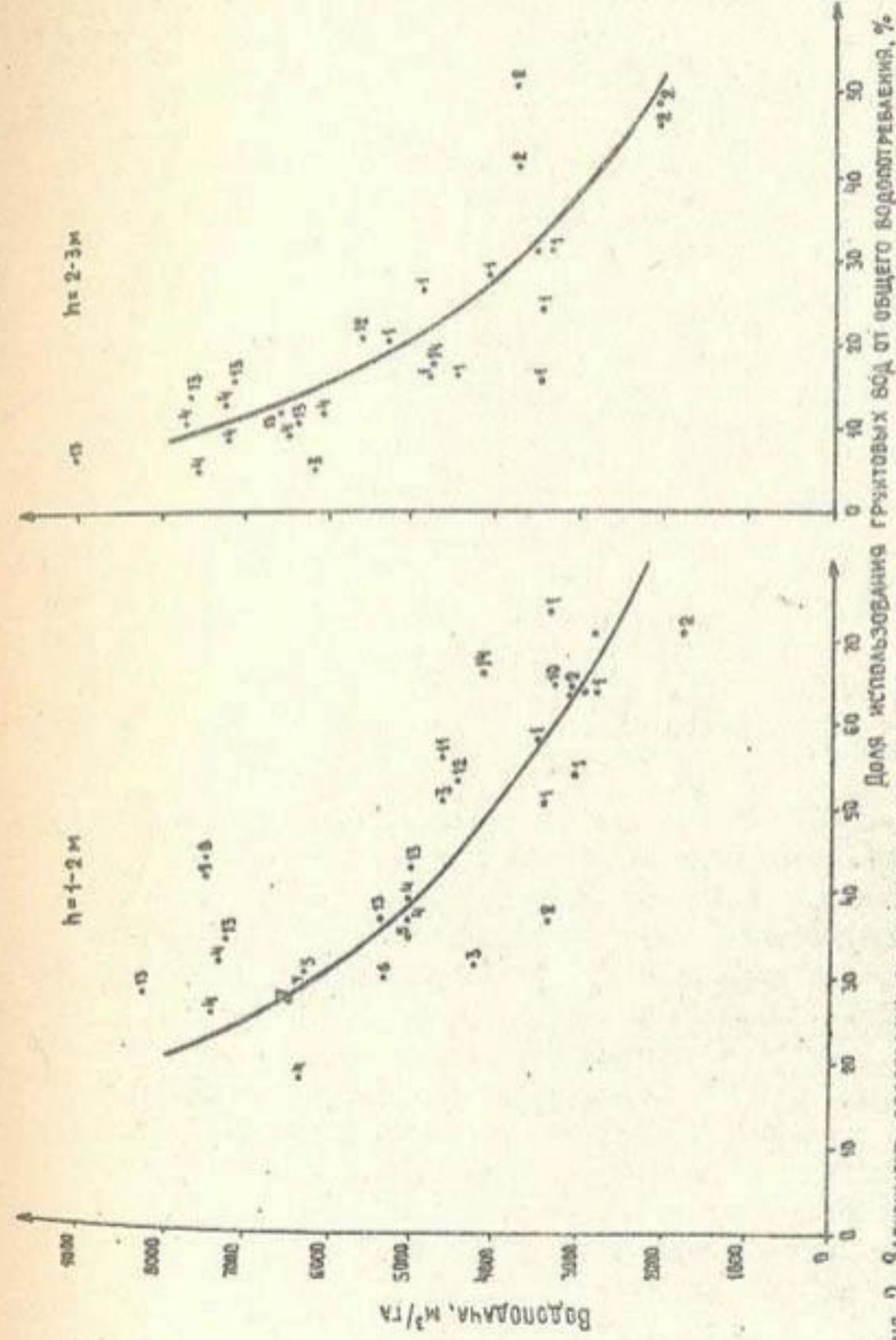


Рис. 2. Зависимость водоподдачи от использования грунтовых вод.

Данные акзиметрических наблюдений:

1. А. Киселева (1950-1954 гг.) и (1959-1960 гг.) - Пахтааральская область; 2. М. Киселева (1954-1955 гг.) - ЦОМС Союзного; 3. Н. Ф. Бесланов (1953-1954 гг.) - Пахтааральская область; 4. И. Н. Курбаев (1950-1952 гг.) - Бухарская опытная станция; 5. А. Н. Курбаев (1959-1960 гг.) - Хорезмская область; 6. А. Аминов - совхоз "Малая Голландия" степь; 7. Сулейманов (1954-1955 гг.) - Ферганский окот; 8. Ф. М. Рахимбаев (1957 г.) - Хорезмский оазис; 9. Ф. М. Рахимбаев (1958 г.) - Хорезмский оазис; 10. А. Киселева (1950-1954 гг.) - совхоз "Пахтаараль"; 11. А. М. Каш (1954-1958 гг.) - Бухарский оазис; 12. А. Азиев (1954-1956 гг.) - Бухарский оазис; 13. В. В. Курбаев (1952-1955 гг.) - Бухарский оазис; 14. Е. А. Амиркулов (1960 г.) - Самаркандская область.

Т а б л и ц а

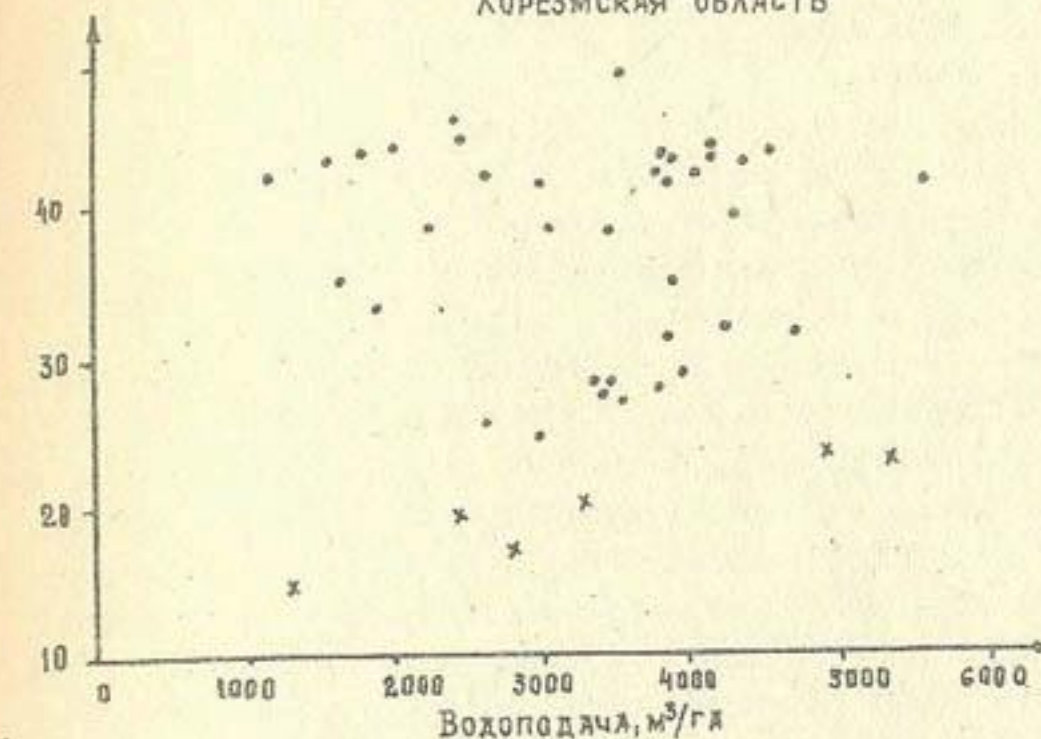
Сравнительная оценка рекомендаций по степени участия
грунтовых вод в водопотреблении хлопчатника, %

Организация, автор	Характеристика : почвогрунтов	: Доля участия грунтовых : вод, % от водопотреб- : ления при УГВ, м		
		: 1...2	: 2...3	
Среднеазиатский хлоп- пок (В.Р. Шредер, Т.А. Трунова и др.)	Легко- и среднесуг- линистые (пылева- тые); суглинистые, облегчающиеся книзу	10...27	3...4	
	Среднесуглинистые (плотные); тяжело- суглинистые; сугли- нистые; суглинистые, утяжеляющиеся книзу	7...19	-	
СоюзНИХИ (Н.Ф. Беспалов, С.Н. Рызов)	Средне- и легкосуг- линистые, однородные или тяжелосуглинистые, облегчающиеся книзу	60...65	40...45	
	Тяжелосуглинистые и глинистые, однородные, плотные по сложению или слоистые по строению	25...30	5...10	

мально — в тяжелых условиях (ст. Федченко и др.). Промежуточ-
ное использование характерно для условий ст. Бухары.

Зависимость урожая от водоподачи, дифференцированно для
различных условий, хорошо прослеживается в условиях Бухарс-
кой опытной станции (рис. 3), где многие исследователи
(Э.А. Лифшиц, И.К. Киселева, Н.В. Беспалов, С.Н. Рызов и др.)
отмечают затрудненное питание грунтовыми водами. Нам не удалось
найти достаточную "выборку данных", характеризующих противо-
положные условия (по мнению тех же исследователей, —
условия опытной станции Пахтаарал). Искомая зависимость не
прослеживается в условиях Хорезма (рис. 3). Если в первом слу-
чае максимальные урожаи получены при использовании до 40%
грунтовых вод, то во втором — до 70...80% от общего водопотреб-

Хорезмская область



Условные обозначения:

• — I
x — 2

Бухарская область

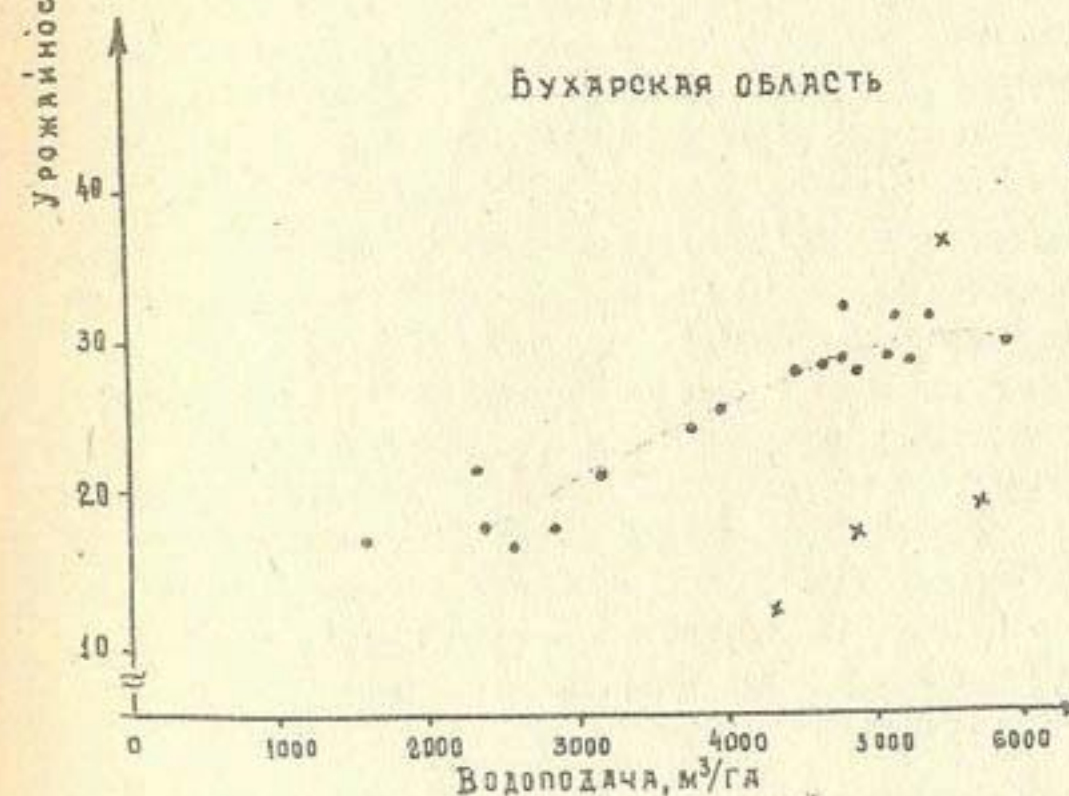


Рис. 3. Зависимость урожая от водоподачи;

I — уровень грунтовых вод 1...2 м;
2 — то же, 2...3 м.

ления. Следовательно, ограниченная водоподача на Бухарской опытной станции является, очевидно, преобладающим показателем снижения урожая.

Исследование зависимости относительного урожая от доли использования грунтовых вод (рис. 4) также подтвердило отсутствие четких закономерностей. Все это указывает на то, что поиск оптимальных пределов использования грунтовых вод должен базироваться на результатах опытов, проведенных в контролируемых условиях и дифференцированных по почвенно-мелиоративным и гидрогеологическим признакам. Мы сделали попытку определить оптимальную долю участия грунтовых вод в общем водопотреблении, обеспечивающую получение максимальных урожаев сельскохозяйственных культур.

Для того чтобы установить обеспеченность (повторяемость) определенных урожайностей в зависимости от доли участия грунтовых вод в общем водопотреблении, мы подвергли статистической обработке все имеющиеся результаты опытов (около 200), проведенных в различных природно-хозяйственных условиях и в разное время. Все опытные данные были сгруппированы по глубине залегания грунтовых вод — 1,2 и 2...3 м. Для группы опытов с уровнем грунтовых вод 1...2 м были выделены опыты по долям участия 10...30%, 30...40, 40...50, 50...60, 60...80% от общего водопотребления, а для группы опытов с уровнем грунтовых вод 2...3 м — 10...30%, 30...50, 50...60%.

Данные по урожайности хлопчатника представлены в относительных величинах; за 100% принят вариант с максимальной урожайностью в пределах конкретного опыта.

Анализ серии кривых обеспеченностей (рис. 5), полученных путем обработки экспериментальных данных методом математической статистики, показал, что, несмотря на различия в природно-хозяйственных условиях и разное время проведения экспериментов, на графике прослеживается закономерность в изменении оптимальной урожайности в зависимости от уровней грунтовых вод и доли их участия в общем водопотреблении. В первую очередь это относится к группе опытов с глубиной залегания грунтовых вод 1...2 м. Здесь снижение доли участия грунтовых вод до 10...30% так же, как и увеличение ее до 50...60 отрицательно сказывается на получении высоких урожаев. Видимо, это объясняется в первом случае переувлажнением корнеобитаемого слоя

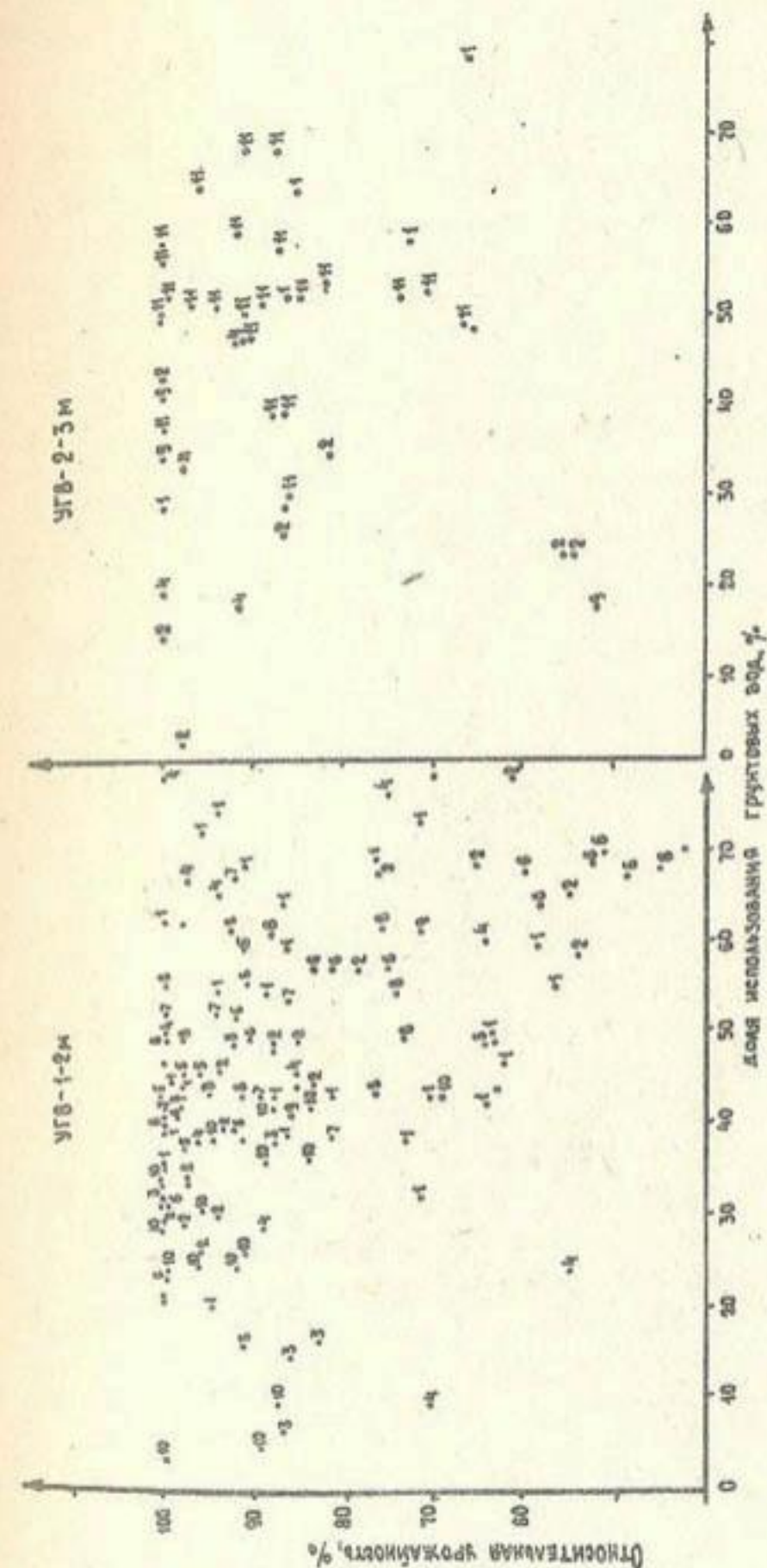


Рис. 4. Зависимость урожая от использования грунтовых вод.

1-Хорезмская опытная станция; 2-Бухарская опытная станция; 3-Андижанская область; 4-Ферганская опытная станция; 5-Узбекистан Ташкент; 6-Чирчикская опытная станция; 7-Пастарнакская опытная станция; 8-Самаркандская опытная станция; 9-Болотная степь; 10-Мирная опытная станция; 11-ККАССР.

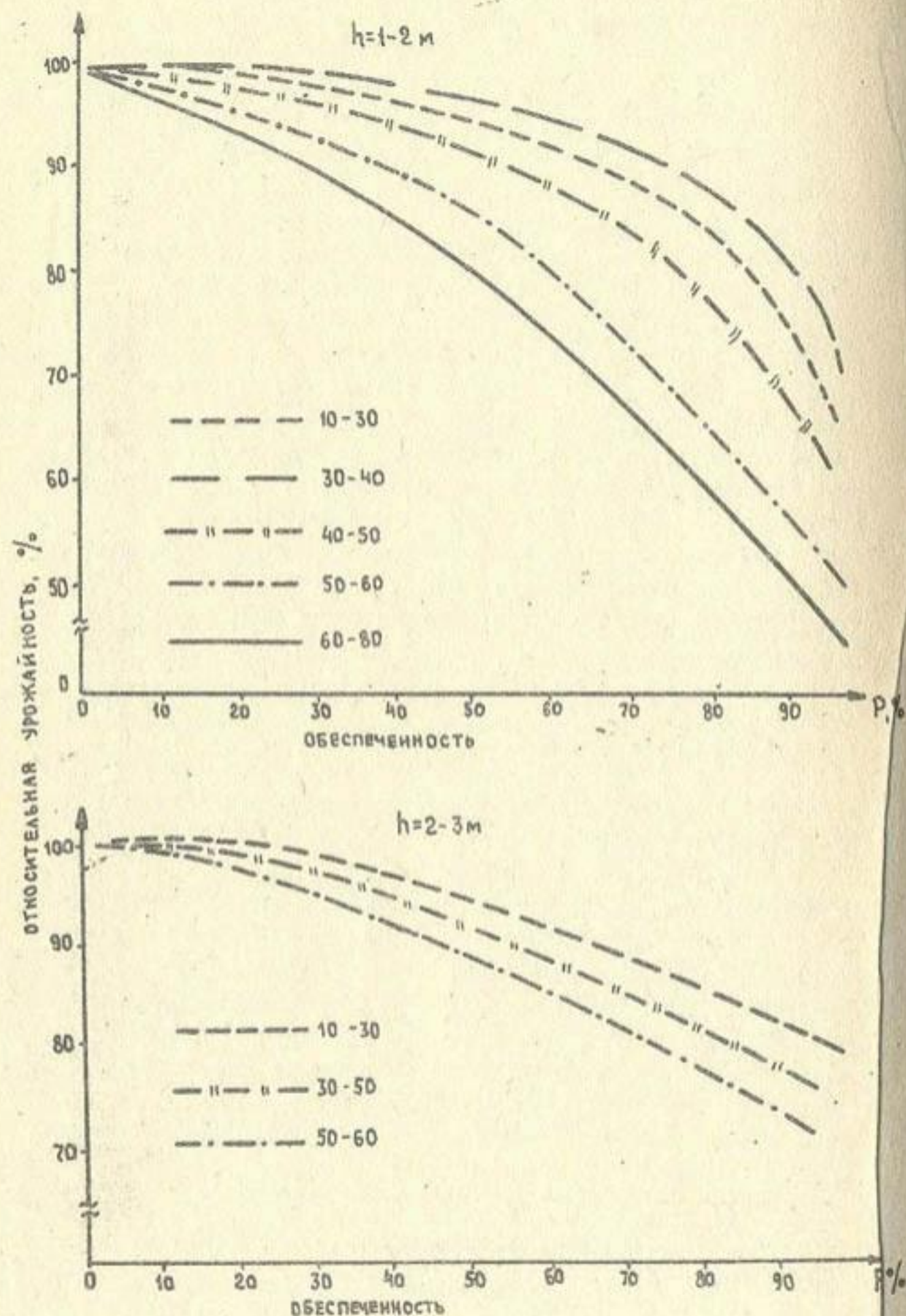


Рис. 5. КРИВЫЕ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ УРОЖАЙНОСТИ ХЛОПЧАНИКА ПРИ РАЗНОЙ ДОЛЕ УЧАСТИЯ ГРУНТОВЫХ ВОД В ВОДОПОТРЕБЛЕНИИ.

почв в результате частых поливов, а во втором — иссушением его из-за ограниченного числа поливов.

Вероятность получения максимальных урожаев наибольшая, когда доля участия грунтовых вод в общем водопотреблении 30...40 и 10...30%, соответственно, уровням залегания грунтовых вод 1...2 и 2...3 м. В этом случае относительная урожайность с 90%-ной обеспеченностью составляет 80...85%. Названные пределы могут быть приняты при назначении и оперативной корректировке оросительных норм для больших территорий с разнообразными почвенно-мелиоративными и водохозяйственными условиями. Более детальное обоснование должно проводиться дифференцировано по природно-климатическим и хозяйственным условиям районов с учетом степени засоления, водно-физических свойств почв, режима и минерализации грунтовых вод, других показателей почвенно-мелиоративных и водохозяйственных условий.

В.Г.Насонов, канд.геол.-мин.наук,
Ф.С.Карамов
(САНИИРИ им. В.Д.Журина)

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА В УСЛОВИЯХ СЛУЧАЙНОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Реальная природная среда характеризуется существенной пространственной неоднородностью, как случайной, так и закономерной. Если при проектировании дренажа закономерная неоднородность учитывается, как правило, различного рода инженерно-мелиоративным районированием и последующей геофильтрационной схематизацией, то случайная неоднородность природной среды при проектировании в расчет не принимается. Расчет параметров дренажа ведется исходя из постоянства параметров каждого слоя в междренье, а случайная изменчивость коэффициента фильтрации обычно учитывается на основе статистического приема "правило сигм":

$$K_p = K_{cp} - n\sigma_K \quad (n=1,2,3),$$

где K_p — расчетный проектный коэффициент фильтрации;
 K_{cp} — математическое ожидание коэффициента фильтрации;
 σ_k — среднеквадратичное отклонение коэффициента фильтрации.

Предполагается, что такой прием обеспечивает запас прочности при определении мощности дренажа.

Однако в реальных условиях изменчивостью, имеющей, как правило, случайный характер, обладает не только коэффициент фильтрации дренируемых отложений, но и остальные параметры, определяющие мощность дренажа: нагрузка на дренаж, мощности покровных слоев и каптируемых пластов, несовершенство дренажа, норма осушения /6/.

Изменчивость фильтрационных свойств почвогрунтов отмечалась многими исследователями, предлагавшими различные способы учета этого явления при расчете параметров дренажа /1,2,3,4/, изменчивость же других параметров во внимание не принималась. Кроме того, на результаты расчета дренажа существенно влияет размер неоднородности. Следует отметить, что степень влияния неоднородности на результаты решения фильтрационных задач проявляется по-разному в зависимости от соотношения размера неоднородности и размера области фильтрации, т.е. масштаба неоднородности /5,8/. Поэтому рассмотрим масштабы неоднородности природной среды применительно к систематическому дренажу на орошаемых массивах исходя из междренних расстояний и размеров случайной неоднородности (коэффициентов фильтрации, мощностей дренируемых слоев, нормы осушения, инфильтрационного питания и несовершенства дренажа). Классификация размеров неоднородности применительно к расчетам дренажа приведена в таблице.

Согласно предложенной классификации, масштаб неоднородности коэффициента фильтрации, рассмотренный в работе /4/, относится к макронеоднородности, а в рекомендациях, разработанных А.И. Головановым /2/, — к мезонеоднородности.

Оценка влияния случайной изменчивости параметров природной среды при расчетах горизонтального дренажа в случае макронеоднородности дана в работе /6/. В настоящей статье рассматриваются способы учета случайной неоднородности при расчете вертикального дренажа, при этом предполагается, что размер неоднородности равен или незначительно превышает "шаг" скважин, т.е. рассмат-

Т а б л и ц а

Параметры	Масштаб неоднородности			
	микронеоднородность	мезонеоднородность	макронеоднородность	мега-неоднородность
Коэффициенты фильтрации грунтов, мощностей водоносных слоев, норма осушения, несовершенство дрены, нагрузка на дренаж	$l \ll L$	$0,1L \leq l < L$	$l > L$	$l \gg L$
	Размер неоднородности l значительно меньше междренного расстояния L	Размер неоднородности l составляет десятичную долю междренного расстояния L	Размер неоднородности l равен или незначительно превышает междренное расстояние L	Размер неоднородности l значительно больше междренного расстояния L

риваются макронеоднородность и постоянство параметров в междренье. Следовательно, расчет дренажа следует проводить по формулам для однородной или однородно-слоистой среды. Однако при этом из-за случайной изменчивости коэффициентов фильтрации и мощностей хорошо- и плохопроницаемых слоев, инфильтрации, несовершенства дренажа и нормы осушения на части территории возможно ухудшение мелиоративного состояния земель и, как следствие, снижение урожайности.

Очевидно, что для оценки размеров возможного ущерба и выбора оптимальных параметров дренажа "шаг" скважин следует рассматривать как функцию нескольких случайных величин. В самом общем случае, при зависимых случайных величинах многопластовых систем, статистические характеристики расстояния между скважинами вертикального дренажа (математическое ожидание $\bar{K}$, среднеквадратичное отклонение σ_K и законы распределения) находят по известным расчетным зависимостям /7,8/ путем перебора различных сочетаний случайных величин, полученных в результате изысканий.

Напор между скважинами в этом случае также будет функцией случайных величин при междренном расстоянии с заданной обеспеченностью и статистические характеристики его находят путем перебора различных сочетаний полученных случайных величин.

Оценим изменчивость напора в зависимости от принятой

обеспеченности междренних расстояний, рассматривая одноплас-
товую систему и считая в первом приближении, что характерис-
тики природной среды являются случайными независимыми величи-
нами. Найдем статистические характеристики напора в междренье
по известным зависимостям:

$$\bar{H} = \frac{\bar{W} (R \pm n\sigma_R)^2}{2\bar{T}} \left(\ln \frac{R \pm n\sigma_R}{\bar{r}} - \frac{1}{2} \right), \quad (1)$$

$$\sigma_H = \sqrt{\left(\frac{\partial H}{\partial W} \right)^2 \sigma_W^2 + \left(\frac{\partial H}{\partial T} \right)^2 \sigma_T^2 + \left(\frac{\partial H}{\partial R} \right)^2 \sigma_R^2}, \quad (2)$$

где $\bar{H}, \bar{W}, \bar{T}, \bar{r}$ - математические ожидания напора в междренье,
инфильтрационного питания, проводимости
пласта и радиуса скважины;

$\sigma_H, \sigma_W, \sigma_T, \sigma_R$ - среднеквадратичные отклонения напора
в междренье, питания, проводимости пласта
и радиуса скважины.

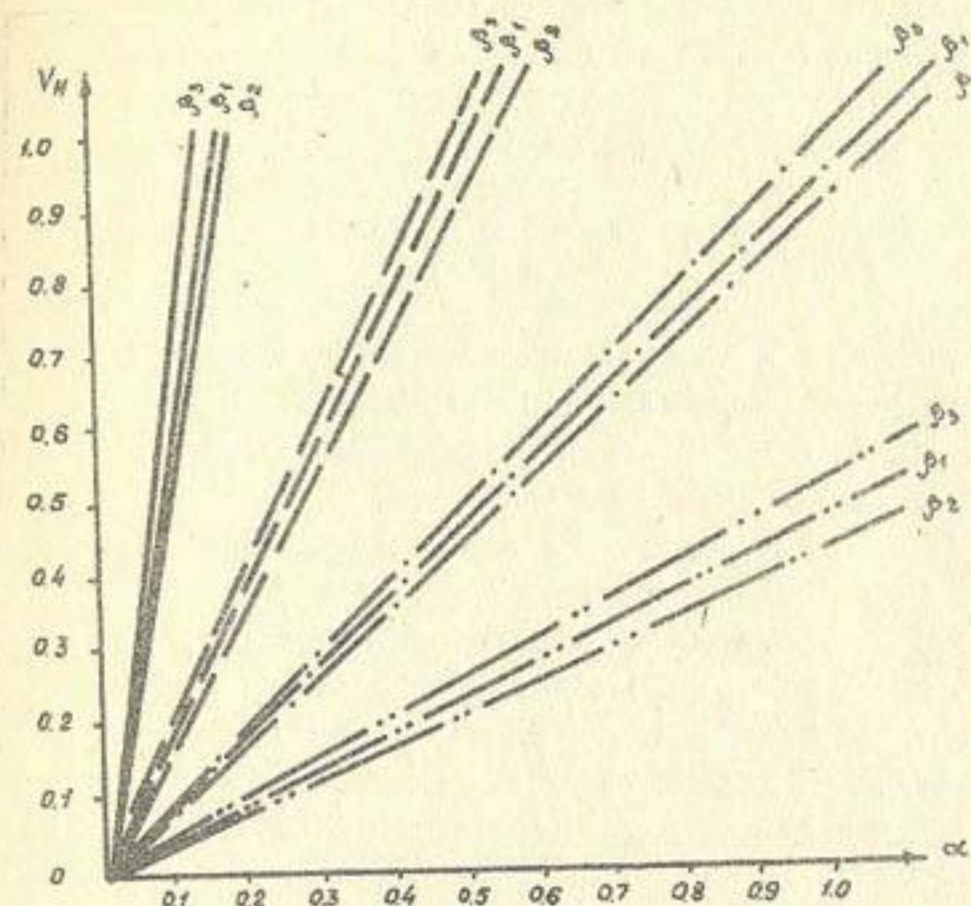
Как следует из анализа графика (рис.1), построенного по
(1) и (2), на изменчивость напора в междренье существенное
влияние оказывает принятая обеспеченность междренного рассто-
яния, несовершенство скважины и коэффициенты вариации парамет-
ров природной среды.

Рассматривая "шаг" скважины как функцию нескольких случай-
ных величин, расчетное расстояние между скважинами следует
выбирать исходя из заданной обеспеченности междренного рас-
стояния, определяемого экономически оправданным запасом проч-
ности.

Размеры оптимального запаса прочности для проектируемой
мощности дренажа, учитывающей изменчивость природных условий,
определяются величиной приведенных затрат на строительство
дренажа и ущербом за счет ухудшения мелиоративного состояния
земель из следующего условия:

$$K C_K + Z_u \pm \Delta U \rightarrow \min, \quad (3)$$

где K - нормативный коэффициент сравнительной эффек-
тивности;
 C_K - капитальные вложения на строительство дренажа;



Изменчивость исходных параметров:

$$\beta_1 = \ln \frac{R}{\bar{r}} \quad 5\%; \quad \beta_2 = \ln \frac{R - \sigma_R}{\bar{r}} \quad 10\%; \quad \beta_3 = \ln \frac{R + \sigma_R}{\bar{r}} \quad 20\%; \quad \beta_4 = \ln \frac{R + \sigma_R}{\bar{r}} \quad 60\%.$$

Рис.1. Зависимость коэффициента вариации напора V_H
между скважинами от безразмерного параметра α
при различной изменчивости исходных данных.

ΔU - изменение совокупного чистого дохода сельского
хозяйства от недобора урожая при недостаточной
мощности вертикального дренажа;

Z_u - эксплуатационные издержки.

Капитальные затраты на строительство вертикального дрена-
жа определяются через его удельную стоимость на гектар орошае-
мой площади по зависимости

$$K_i = \frac{C_i}{\pi (R + n\sigma_R)^2}, \quad (4)$$

где C_i - стоимость одной скважины;
 σ_R - среднеквадратичное отклонение "шага" скважин.

Оценка снижения совокупного чистого дохода от недобора
урожая производится на основе установленных зависимостей

урожайности от засоления корнеобитаемого слоя и засоленности почвы от минерализации и глубины залегания грунтовых вод [6]:

$$\bar{U}(H_j, C) = \bar{U}_0 [1 - \bar{U}(H_j, C)], \quad (5)$$

$$\bar{U} = \exp \left\{ -\alpha \left[\frac{C}{10\gamma H} \exp(-\beta) \right]^2 \right\}, \quad (6)$$

где α, β — эмпирические коэффициенты;
 C — минерализация грунтовых вод;
 H — глубина залегания грунтовых вод;
 γ — плотность почвогрунтов;
 U_0 — урожайность сельскохозяйственных культур на незасоленных землях;

$\bar{U}(H_j, C)$ — снижение совокупного чистого дохода на единицу выращенной продукции, ц.

Для каждого варианта обеспеченности мощности вертикального дренажа определяют статистические характеристики уровней грунтовых вод и связанный с ними ущерб урожайности сельскохозяйственных культур, который находят по зависимости

$$\Delta \bar{U} = \sum_{j=1}^n \beta_j \cdot U_j(H_j, C), \quad (7)$$

где β_j — весовой коэффициент, соответствующий вероятности данного интервала уровня грунтовых вод, определяющего снижение урожайности, отвечающее уровню заданной обеспеченности.

Коэффициент β определяют по кривой обеспеченности УГВ для данного варианта мощности дренажа следующим образом. Кривые обеспеченности УГВ для каждого варианта протяженности дренажа разбивают на 7...10 интервалов. Для каждого интервала коэффициент устанавливается как разность между границами этого интервала кривой обеспеченности.

Снижение совокупного чистого дохода сельского хозяйства от недобора урожая $\Delta \bar{U}$ оценивают по формуле

$$\Delta \bar{D} = (C \bar{B} D_z - U_z + H_0) \cdot \Delta \bar{U}, \quad (8)$$

где $C \bar{B} D_z$ — совокупный чистый доход;
 U_z — издержки годовых расходов при выращивании одного центнера урожая;

H_0 — налог с оборота.

С учетом формул (1), (2), (4), (9), (7) выражение (3) можно представить в следующем виде:

$$E_{ci} = \frac{C_i}{\pi(R \pm n \sigma_R)^2} + \bar{D}_z \pm (C \bar{B} D_z - U_z + H_0) \cdot \sum_{j=1}^n \beta_j \cdot U_0 \times \\ \times \left\{ 1 - \exp \left[-\alpha \cdot \frac{C}{10\gamma H_j} \cdot (-\beta)^2 \right] \right\} \rightarrow \min \quad (9)$$

Выбор расчетного значения обеспеченности расстояния между скважинами (мощность вертикального дренажа) производится при минимальном значении показателя сравнительной эффективности (рис.2) исходя из условия (9).

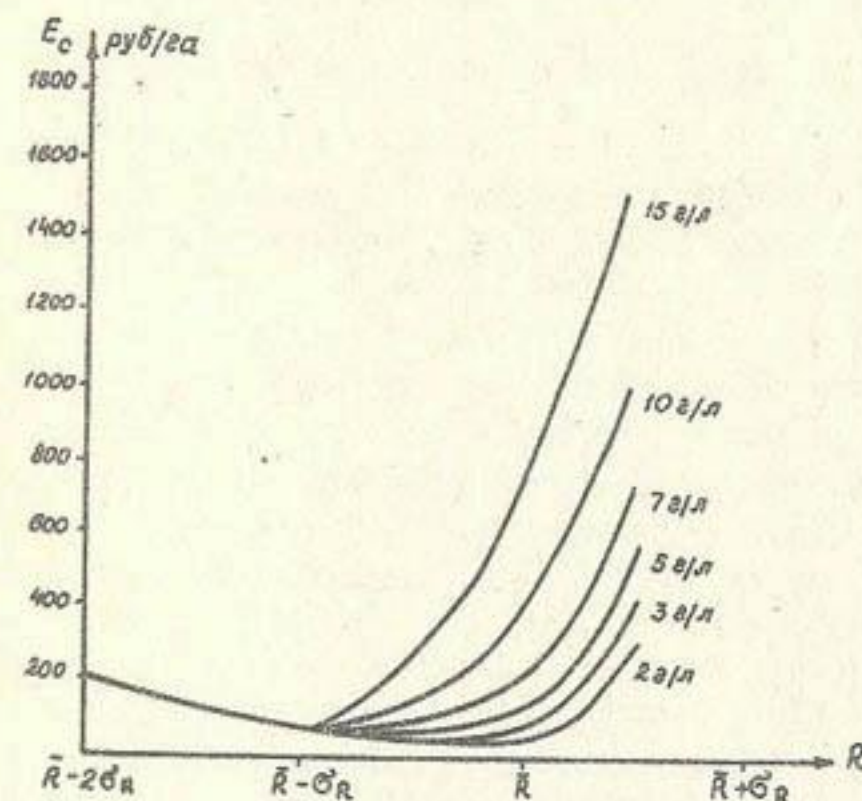


Рис.2. Зависимость экономической эффективности строительства вертикального дренажа от принятого запаса прочности междреннего расстояния при различной минерализации грунтовых вод (изменчивость исходных параметров $C_v = 20\%$).

Оценка оптимальных расчетных параметров дренажа при его проектировании проводилась по предлагаемому способу в различных природных условиях и широком диапазоне изменчивости исходных параметров (рис.2), минерализации грунтовых вод и за-

соленности корнеобитаемого слоя.

Как следует из выполненных расчетов, при минерализации грунтовых вод до 5 г/л расчетный "шаг" скважины следует принимать (независимо от изменчивости исходных параметров) исходя из математического ожидания $\bar{R}$, а при минерализации более 5 г/л — исходя из $\bar{R}-\sigma_R$.

При большой изменчивости параметров природной среды, высокой степени минерализации грунтовых вод и сильной засоленности почвогрунтов расчет оптимальной мощности дренажа рекомендуется проводить по предлагаемой методике для каждого конкретного случая.

Список использованной литературы

1. Богусевский А.А. Влияние стохастического характера коэффициента фильтрации на расчетный режим осушения. — В кн.: Режим осушения и методика полевых и научных исследований. М.: Колос, 1971. — 240с.
2. Голованов А.И. Учет изменчивости коэффициента фильтрации при расчете дренажа. — В кн.: Физическое и математическое моделирование в мелиорации. М.: Колос, 1973. — 432с.
3. Гороховский В.И. К выбору расчетных значений параметров при обосновании мелиоративных мероприятий. — В кн.: Материалы межведомственного совещания по мелиоративной гидрогеологии и инженерной геологии. М., 1972, вып. 2, ч. II, с. 108...111.
4. Давидченко Н.Н. Коэффициент фильтрации при проектировании горизонтального дренажа на орошаемых землях. — Вестник с-х науки, 1973, № 1, с. 67-73.
5. Мироненко В.А., Шестаков В.М. Теория и методы интерпретации опытно-фильтрационных работ. — М., Недра, 1978. — 325с.
6. Насонов В.Г., Карамов Ф.С. О выборе оптимальных параметров дренажа. Сб. науч. тр./Среднеаз. НИИ ирригации, 1984, вып. 172, с. 40-61.
7. Олейник А.Я., Насиковский В.П. Расчет несовершенства дренажа в однородном грунте при неустановившемся режиме фильтрации. Мелиорация и водное хозяйство, 1969. № 10. — 196с.
8. Рац М.В. Структурные модели в инженерной геологии. — М.: Недра, 1973. — 216с.
9. Шестаков В.М. Динамика подземных вод. — М.: МГУ, 1973. — 327с.

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

В.Б. Виленич, канд. физ.-мат. наук
(САНИИРИ им. В.Д. Журина)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭВМ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ МЕЛИОРАЦИИ В АРИДНОЙ ЗОНЕ

Модельно-алгоритмическое и программное обеспечение проблем мелиорации и водного хозяйства (МВХ) к настоящему времени превратилось в обширную ветвь научных и прикладных исследований /1, 2, 3 и др./. Однако разработка математического обеспечения многих направлений МВХ сохраняет актуальную научную и существенную прикладную значимость.

Ниже будут рассмотрены некоторые вопросы моделирования и численной реализации на ЭВМ задач прогнозирования и перспективного планирования развития мелиорации в Среднеазиатском регионе.

При моделировании развития МВХ в соответствии с концепциями системного подхода учитываются все важнейшие факторы и взаимосвязи, влияющие на решение проблемы. В связи с этим разработаны блоки "Водные ресурсы", "Объекты орошения", "Капиталовложения и их эффективность" и другие основные составляющие экономико-технологического описания сложной кибернетической системы МВХ, имеющие принципиально важное значение для постановки оптимизационных задач (формулировки ограничений и выбора целевой функции).

Модели построены на обширном информационном материале, собранном в различных орошаемых зонах Средней Азии. Так, для получения формулы урожайности хлопчатника в Голодной степи собраны данные за 20-летний период в двадцати совхозах этой зоны. Аналогичные выборки сделаны по различным районам Каршинской степи, на землях старого орошения.

Проиллюстрируем формирование основных компонентов модели на примере блока "Водные ресурсы".

Назначение блока — формирование различного рода гидрологической информации о текущем и прогнозном состоянии водных ресурсов бассейна и их качестве по отдельным генетичес-

ким составляющим в пределах водохозяйственных регионов речного бассейна. Характерным для блока является накопление большого количества массивов для решения прогнозных задач как по ресурсам вод, так и их качеству.

Решение задач о качестве водных ресурсов по составляющим (поверхностным, возвратным, подземным) продиктовано необходимостью учета качества воды при планировании водохозяйственного комплекса, определении оросительных норм, вододелении, прогнозе социально-экономических показателей.

Увязка составляющих блока "Водные ресурсы" производится по балансовым зонам речных бассейнов в отдельности сверху вниз. Так, в бассейне Сырдарьи рассматриваются Берховье Нарына, Ферганская долина, ЧАКИР, Среднее течение, АРТУР, Низовья. При этом выходные показатели в замыкающем створе зоны являются исходными (входными) для последующей. Поэтому детерминированная информация о водных ресурсах и их качестве для нижерасположенных створов становится динамической, определяемой изменением водохозяйственной обстановки в вышерасположенной зоне бассейна.

Решение региональной проблемы развития мелиорации и водного хозяйства на длительную перспективу в рамках единой модели затруднительно даже при использовании высокопроизводительных ЭВМ. Поэтому нами использован прием декомпозиции общей задачи на несколько субмоделей.

Первая субмодель (П1) предназначена для расчета социально-экономической эффективности заданного распределения ресурсов в отдельно взятом районе по одной доминирующей сельскохозяйственной культуре — хлопчатнику — без ограничений по капиталовложениям. При этом модифицируется алгоритм, предложенный в работе /4/.

Вторая субмодель (П2) служит для оптимизации использования земельных ресурсов (по одной сельскохозяйственной культуре) региона, состоящего из конечного числа связанных между собой природными условиями водохозяйственных районов (ВХР) речных бассейнов.

Третья субмодель (П3) позволяет выбрать наиболее выгодное распределение земельно-водных ресурсов для производства основных сельскохозяйственных культур с учетом природных и

экономических ограничений (в частности, обязательного выполнения директивных объемов производства сельскохозяйственной продукции в регионе).

Целостность модели обеспечивается единым критерием экономической эффективности, единым информационным обеспечением, взаимосвязью между программами (выходные данные одной программы могут быть исходными для другой).

Схема взаимодействия субмоделей такова.

Первоначально на основе экспертных оценок и экономико-статистической информации задается некоторый набор исходных данных. Затем по программе П1 происходит расчет задачи по ведущей сельскохозяйственной культуре — хлопчатнику — для всего региона. Расчет может корректироваться с учетом выполнения директивных показателей и располагаемых водных ресурсов. Вычисления носят первоначальный характер с целью получения приближенных количественных характеристик перспективного развития региона и, следовательно, ориентировочных параметров по каждому ВХР. Полученные данные вводятся в программу П2 и расчеты ведутся для каждого из ВХР речного бассейна.

В программе П2 могут меняться исходные данные по техническим параметрам (например, различный мелиоративный режим), а также по используемым площадям и, следовательно, по социально-экономической эффективности. Результаты оптимизационных расчетов в водохозяйственных районах суммируются по всему региону и используются программой П3.

Вначале выясняется потребное количество водных ресурсов для выполнения плановых заданий по каждой из сельхозкультур. Излишек воды планируется для использования при производстве наиболее выгодных культур. Таким образом, каждая из моделей (и, соответственно, каждая из программ) последовательно отсекает худшие в том или ином смысле варианты.

Программы П2 и П3 работают для каждого ВХР. Результаты расчетов суммируются для всего региона и при необходимости корректируются.

Дисплей дает возможность эксперту-пользователю программ П1, П2, П3 вести вычислительный процесс в режиме диалога, активно вмешиваясь в него. При наборе на клавиатуре видеотерминала информация отображается на его экране, поэтому за вводимыми

исходными данными и корректировками можно наблюдать непосредственно.

Для работы в режиме диалога пользователь должен ввести необходимую для решения задачи информацию во входной файл обрабатываемой программы. Затем при помощи специальных команд с дисплея дается задание ЭВМ на выполнение обрабатываемой программы. Результаты расчетов этой проблемной программы заносятся в выходной файл. Получив сообщение об окончании вычислений, пользователь просматривает выходной файл программы, анализирует результаты и, если необходимо, меняет те или иные данные входного файла, после чего снова дает задание на выполнение программы и т.д.

По желанию пользователя можно отпечатать все или некоторые входные и выходные файлы. Поскольку входной файл сохраняется в памяти ЭВМ, то для его модификации не требуется вводить все данные заново, а лишь внести необходимые изменения, что существенно сокращает время модификации.

ЕС ЭВМ, как правило, располагают системами математического обеспечения работы пользователя в режиме диалога. Команды этих систем достаточно просты, и эксперт-пользователь может за короткое время освоить работу с программами П1, П2 и П3 в диалоговом режиме.

При конструировании моделей широко использовалась статистическая обработка представительных совокупностей ретроспективных данных.

Статистическое моделирование состояло в выборе вида регрессионных уравнений (полиномиальных, логарифмических, экспоненциальных и т.д.), вычислении их коэффициентов, количественных оценках аппроксимации данных наблюдений различными аналитическими зависимостями (по критерию минимума стандартной ошибки отклонения и максимума корреляционного отношения).

Для сокращения затрат машинного времени, обеспечения универсальности метода при расчете одномерных и многомерных регрессий использовались полиномы Чебышева, ортогональные на дискретном множестве точек /5/. Степень уравнения регрессии обычно заранее не известна, и наиболее приемлемое уравнение находится итерационным путем по критерию Фишера (рассмотрением отношений дисперсий). Программа на языке ПЛ/I в среде ОС ЕС определяет коэффициенты регрессии и вычисляет такие характеристики аппроксимирующего уравнения, как корреляционное отношение, его индекс,

нижняя и верхняя доверительная граница, расчетное и табличное значения уровня значимости и др. В случае парной корреляции для наглядного отображения полученных зависимостей предусмотрено программное построение графиков корреляционного поля и кривых регрессии на нем.

По указанной программе найдены аналитические зависимости и построены соответствующие тренды для различных технических, экономических и социальных параметров развития мелиорации, водного и сельского хозяйства региона: урожайность хлопчатника в зонах с различным бонитетом; урожайность риса и других сельскохозяйственных культур, влияние на нее обеспеченности оросительной водой с той или иной степенью минерализации, а также удобрениями, основными фондами и ресурсами; подрусловый сток в водохозяйственных регионах речных бассейнов Аральского моря; динамика сельского населения и т.д.

Математические модели и их численная реализация на ЭВМ позволяют "проигрывать" различные варианты развития моделируемых объектов. Варьируя различными параметрами экономико-математической модели, можно выбрать наиболее целесообразные и приемлемые их сочетания и, следовательно, определить эффективную инвестиционную стратегию.

Математическая модель, объективно отражающая реальные исследуемые процессы, позволяет прогнозировать поведение технико-экономических систем в перспективе. Таким образом, ЭВМ с соответствующим программно-математическим обеспечением может служить своеобразным экспериментальным полигоном, где эксперт может выбирать те или иные варианты хозяйствования. В частности, исследуя пути развития мелиорации, можно оценить влияние различных технических решений, заложив в программу крайние технические показатели (например, полный перевод зоны на капельное орошение в автоморфных условиях, внутрисочвенное орошение в полуавтоморфных условиях и т.д.).

При моделировании развития МВХ учитываются особенности развития Среднеазиатского региона (дефицит водных ресурсов, высокие темпы роста сельского населения, хлопковая специализация агропромышленного комплекса, специфика природных условий аридной зоны).

При определении рационального соотношения между темпами

ввода новых земель и реконструкции старых оросительных систем учитываются директивные (плановые) установки по производству сельскохозяйственной продукции, возможные капиталовложения в мелиорацию, потенциальный объем располагаемых водных ресурсов в каждом из ВХР речного бассейна.

При нахождении рационального варианта хозяйствования используется определенная логика построения вычислительного оптимизатора, соответствующая экспертным рекомендациям по наиболее приемлемому в данной зоне мелиоративному режиму, прогнозу водообеспеченности и т.д.

В заключение сделаем несколько замечаний по прикладным аспектам рассматриваемого математического обеспечения. Хотя отработка моделей велась для бассейна р. Сырдарьи, применение указанной методологии к бассейнам с другой водохозяйственной структурой не вызовет принципиальных затруднений. Описанные субмодели и программы их машинной реализации дают возможность манипулирования различными вариантами хозяйствования в зоне орошения. Они использовались при разработке комплексного прогноза научно-технического прогресса в мелиорации и водном хозяйстве Среднеазиатского региона на перспективу. Некоторые приложения разработанных оптимизационных моделей обсуждаются в работе /6/. Как показывает опыт, симбиоз машинных расчетов и экспертного анализа является эффективным инструментом принятия решений при выборе стратегии рационального развития столь сложной кибернетической системы, как региональная мелиорация и водное хозяйство.

Список использованной литературы

1. Полубаринова-Кочина П.Я., Прижинская В.Г., Эмих В.Н. Математические методы в вопросах орошения. - М.: Наука, 1969. - 414с.
2. Ворович И.И., Горстков А.С. и др. Рациональное использование водных ресурсов бассейна Азовского моря. - М.: Наука, 1981. - 359с.
3. Воропаев Г.В., Исмаилов Г.Х., Федоров В.М. Моделирование водохозяйственных систем аридной зоны. - М.: Наука, 1984. - 312с.
4. Духовный В.А. Оптимизация путей развития сельского хозяйства среднеазиатских республик в связи с осуществлением переустройства оросительных систем. - Сб. науч. тр. /Среднеаз. НИИ ирригации, 1980, вып. 161, с. 3-23.

5. Виленич В.Б., Машукова А.П. Реализация одного алгоритма множественной регрессии. - Ташкент: Алгоритмы, вып. 36, 1978. - с. 38-43.
6. Духовный В.А. Водохозяйственный комплекс в зоне орошения. М.: Колос, 1984. - 255с.

А.Набиев, канд. техн. наук,
П.С.Сапаров, инженер
(СНИИРИ им. В.Д.Журина)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАКРЫТОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ДРЕНАЖА НА РИСОВЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

В решениях XXV и XXVI съездов КПСС и на октябрьском (1984 г.) Пленуме ЦК КПСС указано, что главной задачей сельского хозяйства является обеспечение дальнейшего роста сельскохозяйственного производства, всемерное повышение эффективности и интенсификации мелиорируемых земель для полного удовлетворения потребностей населения в продуктах питания и промышленности в сырье.

Большое значение для сельского хозяйства имеют освоение и мелиорация земель в низовьях Амударьи.

Огромные средства, которые государство отпускает на расширение зоны рисоводства в низовьях Амударьи, щедро окупаются. Это ясно видно из анализа роста сельскохозяйственного производства за последние 20 лет. За счет роста площадей орошаемых земель с 196 до 332 тыс. га валовый объем сельскохозяйственной продукции вырос почти в 2,4 раза, производство хлопка - более, чем в 2 раза. По уровню производства риса, его урожайности и качественным показателям рисоводы Каракалпакии вышли на одно из ведущих мест в стране /1/. Это достигнуто не только за счет освоения новых земель, но и неуклонного повышения урожайности поливного гектара - с 17,2 до 46,3 ц.

Вместе с тем дальнейшее расширение площадей возделывания культуры риса в республике в условиях возрастающего дефицита в оросительной воде и ухудшение ее качества вызывает необходимость глубокого и всестороннего изучения комплекса

вопросов, касающихся проектирования, строительства и эксплуатации инженерных рисовых систем, режима орошения и т.д.

В связи со сказанным, основной задачей исследований являлось уточнение основных расчетных параметров существующих инженерных оросительных систем и разработка рекомендаций по их усовершенствованию в целях обеспечения стабильно высоких урожаев риса при экономном использовании водно-земельных ресурсов. Исследования проводились на опытно-производственном участке в совхозе "Совет Узбекистана" Тахтакупырского района КК АССР.

Территория совхоза, расположенная в северной части приаральской дельты р. Амударьи, представлена в основном лугово-тапирными и лугово-пустынными сильноточными почвами. В литологическом строении верхней толли почвогрунтов участвуют глина, суглинок, супесь и песок.

При разработке проекта поливного режима с укороченным затоплением оросительная норма риса в зависимости от механического состава почвы принята равной 24,6...32,5 тыс. м³/га.

В табл. I приведены фактические средние оросительные нормы риса, полученные в наших исследованиях.

Т а б л и ц а I

Водный баланс опытно-производственного участка

Г-I-24, м³/га

Ст а т ь и р а с х о д а								
Номер: Тип дренажа	Оросительная	насыщение	испарение	транспирация	боковая	техническая	сброс	
карты: года	следов	учетом	посадков	грунтов	поверхности	фальт-рация	потери	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I4I- Открытый,	28388	1961	5177	5886	9176	1673	4515	
I42 1977	100	6,91	18,24	20,73	32,32	5,89	15,91	
I46- То же,	29746	2520	5678	5327	10876	1838	3507	
I47 1978	100	8,47	19,09	17,91	36,56	6,18	11,79	
I43- То же,	28355	2520	5891	5820	10484	1920	1720	
I48 1979	100	8,88	20,77	20,53	36,97	6,77	6,08	
I43- То же,	25735	2380	5545	5646	9209	78	2877	
I48 1980	100	9,25	21,55	21,94	35,78	0,30	11,18	

Продолжение табл. I

1	2	3	4	5	6	7	8	9
I43- То же,	23358	2769	5094	5440	8149	69	1837	
I48 1981	100	11,85	21,81	23,29	34,89	0,30	7,86	
I43- То же,	27354	2394	4786	8097	7568	1824	2685	
I48 1982	100	8,75	17,50	29,60	27,67	6,67	9,81	
I43- То же,	28240	2394	4596	8400	9855	1886	1109	
I46 1983	100	8,48	16,27	29,75	34,90	6,68	3,92	
I43- То же,	24791	2050	6279	7709	6591	215	1947	
I48 1984	100	8,27	25,33	31,10	26,58	0,87	7,85	
Среднее Откры-	26996	2374	5381	6541	8989	1187	2524	
за 1977-1984 гг.	100	8,79	19,93	24,23	33,30	4,40	9,35	
I4I- Закрытый,	22030	2520	4929	4779	6828	1575	1399	
I42 1979	100	11,44	22,37	21,69	30,99	7,15	6,36	
I4I- То же,	22999	2380	5833	6120	7715	42	909	
I42 1980	100	10,35	25,36	26,61	33,54	0,18	3,96	
I4I- То же,	19606	1919	5573	6255	5631		228	
I42 1981	100	9,79	28,42	31,90	28,72		1,17	
I42- То же,	20681	1919	5573	6255	5631		1303	
I42 1981	100	9,28	26,95	30,24	27,23		6,30	
I4I- То же,	20144	1919	5573	6255	5631		766	
I42 1981	100	9,53	27,67	31,05	27,95		3,80	
I4I- То же,	21155	1638	4786	8097	5475		1159	
I42 1982	100	7,74	22,63	38,27	25,88		5,48	
I4I- То же,	22730	1638	4596	8400	7685		411	
I42 1983	100	7,21	20,22	36,96	33,81		1,80	
I4I- То же,	21675	1680	6234	7709	5285		767	
I42 1984	100	7,75	28,76	35,57	24,38		3,54	
Среднее Закры-	21378	1952	5387	6734	6235	202	868	
за 1979-1984 гг.	100	9,13	25,20	31,50	29,17	0,94	4,06	

П р и м е ч а н и е. В числителе представлена оросительная норма нетто; в знаменателе - проценты.

Из таблицы следует, что оросительная норма на участке закрытого дренажа колеблется от 19606 до 22999 м³/га, а средняя за три года составляет 21378 м³/га; на фоне открытого

дренажа — от 23358 до 29746 м³/га; в среднем за период наблюдений с 1977 по 1984 год — 26996 м³/га, т.е. оросительная норма на фоне закрытого дренажа на 5618 м³/га меньше, что составляет 20,80% — один из существенных факторов экономической эффективности применения закрытого горизонтального дренажа на рисовых системах. Из данных табл.1 отчетливо видно, что оросительные нормы в 1979–1980 гг. намного больше, чем в 1981.

Сказанное объясняется тем, что в 1981 г. в устьевой части закрытого собирателя С-141-142 было построено сооружение для регулирования дренажного стока, которое позволило нам добиться снижения оросительной нормы за счет регулирования ряда статей водного баланса: во-первых, путем подъема уровня грунтовых вод до вегетационного периода потребность в оросительной воде на насыщение почвогрунтов можно снизить в среднем на 17,80% по сравнению с предыдущими годами; во-вторых, путем регулирования дренажного стока можно уменьшить величины инфильтрации оросительной воды в рисовых чеках на 19,50%. Кроме того, на закрытой части участка в 1981–1984 гг. нам удалось отрегулировать технические потери и тем самым уменьшить потерю оросительных вод на 3,50%, а также снизить величины сбросов оросительной воды на 5,30%.

Максимальное по проекту значение гидромодуля в период первоначального затопления риса 13,6...10,3 л/с с 1 га; в последующие периоды, в зависимости от фазы развития риса, варьирует от 1,2 до 3,6 л/с с 1 га. Фактические величины гидромодуля существенно отличаются от проектной (табл.2 и 3).

Как показывают наблюдения, водоподача из картового оросителя в чеках изменяется от 20,86 до 155,18 л/с, поливной модуль — от 1,31 до 5,55 л/с/га, в том числе для поддержания постоянного горизонта воды в чеках — от 1,44 до 2,85 л/с/га. Дренажный модуль колеблется от 0,85 до 1,58 л/с/га, в том числе на технические потери от 0,01 до 0,12 л/с/га, а по сбросному гидромодулю — от 1,21 до 7,94 л/с/га.

Как видно из табл.(2,3), колебания в режиме орошения риса объясняются несоответствием объема подаваемой на орошение воды биологической потребности растений, а также нестабильной работой оросителей различного порядка. Это объясняется тем, что в условиях низовьев Амударьи вода, подаваемая на поля,

Т а б л и ц а 2

Показатели работы картвых оросителей на участках открытого горизонтального дренажа по фазам развития риса за 1979–1984 гг.

фенологичес- кие фазы раз- вития риса	Про- должи- тель- ность перио- да, сут- ки	Расход, л/с гидромо- дуль, л/с/га л/с/га	В том чис- ле гор- воды в че- ках, л/с л/с/га	Дренаж- ный мо- дуль, л/с л/с/га	Гидромо- дуль тех- нических потерь, л/с л/с/га	Сброс- ной гид- ромодуль, л/с л/с/га
Сев и начало прорастания риса	II	<u>155,18</u> 5,55	<u>55,86</u> 2,00	<u>29,68</u> 1,28	<u>1,70</u> 0,01	<u>85,16</u> 4,86
Всходы — кущение	2I	<u>68,74</u> 2,46	<u>65,81</u> 2,38	<u>30,22</u> 1,30	<u>1,69</u> 0,07	<u>124,59</u> 6,80
Кущение — трубкование	19	<u>112,95</u> 4,02	<u>79,88</u> 2,85	<u>30,84</u> 1,35	<u>1,78</u> 0,01	<u>149,66</u> 7,62
Трубкование — колошение	23	<u>84,15</u> 3,00	<u>69,82</u> 2,50	<u>26,74</u> 1,18	<u>1,62</u> 0,07	—
Колошение — цветение	14	<u>55,35</u> 1,97	<u>58,09</u> 2,08	<u>23,43</u> 1,07	<u>1,76</u> 0,07	—
Цветение — молочная спелость	17	<u>50,42</u> 1,82	<u>45,07</u> 1,62	<u>22,43</u> 0,97	<u>1,62</u> 0,07	—
Молочная — восковая спелость	10	— —	<u>44,60</u> 1,59	<u>22,00</u> 0,94	<u>1,74</u> 0,07	<u>124,974</u> 6,39
Восковая — полная спелость	II	—	—	—	—	<u>6,85</u> 0,36

Т а б л и ц а 3

Показатели работы картонных оросителей на участке закрытого горизонтального дренажа по фазам развития риса за 1979-1984 гг.

Фенологические фазы развития риса	Продолжительность периода, сут.ки	Расход, л/с	В том числе: гидромо-дуль, л/с	Дренаж: модуль, л/с	Гидромо-дуль, л/с	Сброс: ромодуль, л/с
			поддерживание гор. воды в чеках, л/с		технических потерь, л/с	
Сев и начало прорастания риса	10	78,42	28,40	35,54	3,47	116,5
		4,98	1,80	1,10	0,11	3,62
Всходы - кущение	20	35,58	33,98	35,55	3,31	255,84
		2,26	1,57	1,10	0,11	7,94
Кущение - трубкование	17	56,23	36,67	48,86	3,13	68,25
		3,57	2,54	1,58	0,10	2,12
Трубкавание - колошение	23	42,53	37,36	42,26	3,13	39,12
		2,71	2,37	1,31	0,10	1,21
Колошение - цветение	14	27,25	30,72	33,91	3,13	-
		1,58	1,95	1,05	0,10	
Цветение - молочная спелость	17	20,86	22,65	27,58	3,13	-
		1,31	1,44	0,96	0,10	
Молочная - восковая спелость	8	-	23,27	27,44	3,68	76,38
			1,48	0,85	0,12	2,31
Восковая - полная спелость	10	-	-	-	-	

несет большое количество взвешенных наносов (1,7...2,2 м³ на 1 м), значительная часть которых оседает в русле оросительных каналов, что отрицательно сказывается на их пропускной способности. При такой интенсивности заиливания за период вегетации риса один-два раза приходится проводить очистку оросительных каналов, что отрицательно сказывается на режиме их работы.

Для определения составляющих оросительной нормы риса и температурного режима в совхозе "Совет Узбекистана" нами проведены специальные наблюдения при помощи сосудоиспарителей по методике В.Б.Зайцева [2] на метеостанции, результаты которых приведены в табл.4.

Т а б л и ц а 4
Фактическое водопотребление риса на 1⁰С, м³

Номер карты	Год	Тип дренажа	Календарные периоды развития риса, сутки	Сумма температур за вегетацию, $\sum t^{\circ}\text{C}$	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Урожай, т/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т	Гидро-термический коэффициент, м ³ /г
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I41	1977	Открытый Дубовский-129	15,06-5,10	2761	11063	3,74	2958	4,01
I46	1978	Открытый Узрос-59	20,05-18,09	3170	11005	2,83	3889	3,47
I47	1978	То же	20,05-18,09	3170	11005	3,20	3439	3,47
I43	1979	То же	20,05-23,09	3276	11711	2,62	4470	3,57
I44	1979	То же	15,05-16,09	3309	11711	2,34	5005	3,54
I45	1979	То же	15,05-16,09	3309	11711	2,65	4419	3,54
I46	1979	То же	20,05-21,09	3289	11711	2,64	4436	3,56
I47	1979	То же	20,05-21,09	3289	11711	2,30	5092	3,56

продолж.табл.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
I48	1979	То же	20.05-21.09	3289	II7II	2,50	4684	3,56
I43	1980	То же	12.06-15.10	3069	II953	2,89	4136	3,86
I44	1980	Открытый	14.06-8.10	2953	II038	2,81	3928	3,74
		Узбекский-5						
I45	1980	То же	8.06-2.10	3020	II038	2,17	5087	3,65
I46	1980	То же	8.06-12.10	2871	II038	2,73	4043	3,84
I47	1980	То же	18.06-12.10	2871	II038	2,41	4580	3,84
I48	1980	То же	18.06-12.10	2871	II038	2,51	4398	3,84
I43	1981	То же	3.06-25.09	2943	IO474	2,40	4364	3,56
I44	1981	То же	3.06-25.09	2943	IO546	2,53	4168	3,58
I45	1981	То же	3.06-25.09	2943	IO546	2,78	3794	3,58
I46	1981	То же	3.06-25.09	2943	IO546	2,50	4218	3,58
I47	1981	То же	3.06-25.09	2943	IO546	2,55	4136	3,58
I48	1981	То же	3.06-25.09	2943	IO546	2,46	4287	3,58
I43	1982	Открытый						
		Узрос-59	16.05-18.09	3276	I2883	2,95	4367	3,93
I43	1983	То же	18.05-20.09	3282	I2996	3,42	3800	3,95
I44	1983	То же	18.05-20.09	3282	I2996	4,20	3094	3,95
I45	1983	То же	20.05-22.09	3380	I2996	3,70	3512	3,90
I46	1983	То же	22.05-22.09	3330	I2996	3,50	3713	3,90
I43	1984	То же	16.05-17.09	3219	I3943	4,40	3169	4,33
I44	1984	То же	18.05-19.09	3205	I3883	4,80	2913	4,36
I45	1984	То же	18.05-19.09	3205	I3988	3,40	4114	4,36
I46	1984	То же	18.05-19.09	3205	I3988	3,80	3681	4,36
I47	1984	То же	20.05-22.09	3205	I3988	3,30	4239	4,36
I48	1984	То же	20.05-22.09	3205	I3988	2,9	4823	4,36
I41	1979	Закрытый						
		Дубовский-129	20.06-5.10	2695	9708	4,34	2237	3,60
I42	1979	То же	26.06-5.10	2695	9708	4,21	2306	3,60
I41	1980	Закрытый						
		Узрос-59	27.05-29.09	3309	II953	4,05	2951	3,61

продолж.табл.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
I42	1980	Закрытый						
		Узрос-59	24.05-25.09	3309	II953	4,11	2908	3,61
I41	1981	То же	22.05-22.09	3143	II828	3,18	3719	3,76
I42	1981	То же	22.05-22.09	3143	II828	3,34	3541	3,76
I41	1982	То же	10.05-12.09	3371	I2883	3,43	3756	3,88
I42	1982	То же	11.05-12.09	3315	I2883	4,05	3181	3,87
I41	1983	То же	18.05-12.09	3282	I2996	6,14	2117	3,96
I42	1983	То же	18.05-12.09	3282	I2996	5,67	2292	3,96
I41	1984	То же	16.05-17.09	3219	I3943	4,60	3031	4,33
I42	1984	То же	16.05-17.09	3219	I3943	5,47	2549	4,33
Сред- нее 1977- 1984	-	-	-	3134	I2024	3,38	3763	3,83

Как видно из табл.4, фактические температуры за вегетацию (2761-3330°C) несколько выше, чем рекомендуемые (2600-2900°C) для раннеспелых и среднеспелых сортов риса /3/, и это еще раз подчеркивает благоприятность климатических условий северной зоны КК АССР для его выращивания, а фактический коэффициент водопотребления риса в среднем за восемь лет составил 3763 м³/т.

Гидротермический коэффициент /4/ равен в среднем 3,83. При сопоставлении наших данных с полученными З.Ф.Туляковой /5/ видно, что гидротермический коэффициент, полученный Туляковой, меньше на 0,83 м³/га, т.е. на 27,67%. Кроме того, расхождения по суммарному водопотреблению риса составляют 3262 м³/га. Это еще раз подчеркивает необходимость учета особенностей климатических, почвенных и других факторов.

Большую роль играют уровень агротехники, сортность и биологические особенности самого растения. Вместе с тем данные, приведенные в табл.4, показывают, что общая закономерность изменения испарения и транспирации для различных зон рисосеяния остается одинаковой.

Расход воды на испарение в первый период развития риса значительно превышает расход ее на транспирацию; в фазу выхода в трубку расход воды на испарение уже меньше, а в

период колошения и налива зерна — еще меньше. В период восковой спелости риса испарение с водной поверхности становится почти равным расходу воды на транспирацию, что обуславливается резким уменьшением транспирации в период созревания (табл.5).

Т а б л и ц а 5

Среднесуточные расходы воды на испарение и транспирацию по фазам роста и развития риса (по данным З.Ф.Туляковой и А.Набиева), м³/га

Фазы роста и развития	Суммарное водопотребление	Транспирация	Испарение	Примечание
Сев и начало прорастания риса	52-68	9,0-11,5	43-56,5	Данные З.Ф.Туляковой/5/
Всходы — кушение	64-85	12,0-30,8	48,2-52,0	
Кушение-трубкование	84-93	44,0-52,8	40-41,2	
Трубкование-колошение и цветение	108-118	70-83	38-36	
Цветение — молочная спелость	86-103	60-68	26-40	
Молочная — восковая спелость	56-63	32-36	20-30	
Восковая — полная спелость	30-50	20-30	10-20	
Среднее	69-83	35-44,6	32,2-39,4	
Сев и начало прорастания риса	54,5-78,9	-	54,5-78,9	Данные А.Набиева
Всходы — кушение	71,1-144,8	18,6-52,3	52,5-92,5	
Кушение-трубкование	106,8-168,3	57,5-103,0	49,3-65,3	
Трубкование-колошение	108-142,7	66,2-87,4	41,8-55,3	
Колошение — цветение	69,8-129,5	47,3-76,7	22,5-52,8	
Цветение — молочная спелость	43,8-102,3	24,4-61,3	19,4-41,0	
Молочная — восковая спелость	42,4-80,4	22,9-45,6	19,5-34,8	
Восковая — полная спелость	71,3-121	-	-	
Среднее		39,5-71,1	37,1-60,1	

При этом суммарное водопотребление риса в значительной степени зависит от температуры воздуха, скорости ветра и влажности, густоты стояния, а также от биологических особенностей самих растений (табл.6).

Т а б л и ц а 6

Водопотребление риса в различных районах СССР

Год исследования	Район исследования	Суммарное водопотребление, тыс. м ³ /га	Испарение с водной поверхности, тыс. м ³ /га	Транспирация, тыс. м ³ /га	Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления	Примечание
1958-1969	Кубань	6,5-9,4	3,0-3,5	3,5-6,8	30-50	217-188	Данные З.Ф.Туляковой/5/
1957-1972	Низовья Дона	6,0-9,0	3,7-4,8	3,9-4,4	35-48	171-188	
1960-1961	Низовья Волги	9,2-10,9	5,5-5,7	5,2-6,3	38-48	242-227	
1964-1965	Северная часть Сарпинской низменности	10,7-11,0	4,8-5,0	5,7-6,2	32-42	334-265	
1966-1977	Дельта Терека	7,8-11,0	3,8-5,0	4,0-5,0	30-50	260-220	
1970-1973	Гудерменский массив Чечено-Ингушской АССР	8,3-9,3	1,3-5,0	4,0-4,3	31-46	265-202	
1958-1973	Среднее	8,1-10,1	4,02-4,83	4,38-5,50	32,7-47,3	248-215	
1977	Массив совхоза "Совет Узбекистана" Тахтакупирского района КК АССР	11,06	5,18	5,88	38,26	289	Данные А.Набиева

1	2	3	4	5	6	7	8
1978	Массив совхоза "Совет Узбекистон" Тахтакупрского района КК АССР	11,01	5,68	5,33	30,49	361	
1979	" "	11,71	5,41	6,30	31,99	366	
1980	" "	11,04	5,38	5,66	33,69	328	
1981	" "	10,86	5,34	5,52	29,02	374	
1982	" "	12,89	4,79	8,10	37,74	371	
1983	" "	13,00	4,60	8,40	44,24	294	
1984	" "	13,97	6,30	7,67	40,91	341	
Среднее		11,94	5,34	6,60	35,42	341	

Как видно из табл.6, в условиях засушливого климата суммарное водопотребление риса выше, чем при более влажном климате. При сопоставлении видно, что коэффициент водопотребления риса по нашим данным в 1,47 раза выше, чем у З.Ф.Туляковой.

При орошении рисового поля в солевом режиме почвогрунтов происходят существенные изменения. Как показала солевая съемка опытного участка, по степени засоления почвогрунты до орошений характеризовались слабым и сильным засолением (табл.7).

Т а б л и ц а 7

Исходное содержание солей (процент по плотному остатку) в почвогрунтах опытного участка

Горизонт, см	Номера карт							
	I41	I42	I43	I44	I45	I46	I47	I48
0-5	1,600	1,120	1,871	1,180	0,890	3,236	0,910	0,194
5-20	1,848	1,348	0,373	0,650	1,280	3,470	2,082	0,155
20-40	1,460	1,536	0,350	0,330	0,660	4,756	2,986	0,163
40-60	1,580	1,444	0,397	0,390	0,050	1,481	1,910	0,397
60-80	1,836	2,656	0,447	0,410	1,460	1,247	0,841	0,724
80-100	1,364	0,270	0,288	0,300	1,710	1,130	0,807	1,169
100-150	0,860	0,100	0,522	0,350	1,500	1,364	0,467	1,170
150-200	0,764	0,076	0,405	0,380	1,280	2,082	0,942	0,990

Наблюдения после первого и второго года возделывания риса показали, что наиболее интенсивно, в первую очередь, вымываются хлориды. В количественном отношении сульфаты значительно превалируют над хлоридами.

На основании данных водного баланса (1977-1980 гг.) составлены для расчетного слоя (0-2 м) солевые балансы по картам и в целом по рассматриваемому участку (табл.8).

Необходимо отметить, что освоение засоленных земель через культуру риса началось в 1977 г. на площади 32,31 га на картах I41 и I42. В 1978 г. вся площадь опытного участка (132,5 га) была возделана под рис. К началу вегетационного периода 1979 г. между картами I41 и I42 было завершено строительство закрытого горизонтального дренажа протяженностью 1780 м. На остальных картах до настоящего времени существует открытая дренажная сеть.

Анализ солевого баланса при различных типах дренажа по годам освоения (1979 и 1980 гг.) показал, что вынос солей с дренажно-сбросным стоком в двух вариантах не очень велик - 60,71 и 62,09 т/га, в 1979 г.; 47,29 и 45,35 т/га в 1980 г. Для того, чтобы правильно оценить мелнирирующую роль риса при различных типах дренажа, необходимо сопоставить не только объем вынесенных солей, но и величину сработки грунтовых вод, модуль дренажного стока.

Несмотря на простоту устройства и небольшие капитальные затраты, идущие на эксплуатацию открытой дренажной сети, закрытый дренаж - более совершенная, достаточно экономичная конструкция благодаря снижению эксплуатационных затрат, повышению КЗИ.

Из приводимого солевого баланса в целом по опытному участку (табл.9) следует, что количество солей, поступивших с оросительной водой, в 1977 г. составило 17,50 т/га; 1978 - 17,35; 1979 - 17,10; 1980 г. - 15,60 т/га соответственно.

Анализ воды, взятой как из головного, так и картонных оросителей, показал, что минерализация ее за весь период возделывания риса варьирует с незначительными колебаниями от 0,480 до 0,816 г/л.

Вынос солей с дренажно-сбросным стоком составил в 1977 г.

Т а б л и ц а 8

Солевой баланс по картам при различных типах дренажа по годам освоения

Тип дренажа	Номера карт	Годы освоения	Приходные статьи, т/га			Расходные статьи, т/га			Неувязка
			поступление солей в солей: почвогрунт: с оро: тах до оро: сител: шения	содержание солей в почвогрунт: тах до оро: шения	итого	вынос солей: в дренаж: в почву: в грунт: после орошения	содержание солей: в дренаж: в почву: в грунт: после орошения	всего	
Открытый	I4I-I42	1977	17,50	332,35	349,85	72,60	218,84	291,44	-58,48
		1978	15,70	234,00	249,70	58,95	143,04	201,99	-47,71
Закрытый	I4I-I42	1979	15,90	157,60	173,50	60,71	91,50	152,21	-21,29
		1980	15,50	106,70	122,20	47,29	71,91	119,20	-3,0
Открытый	I43-I44	1979	17,35	116,10	133,45	62,09	60,04	122,13	-11,32
		1980	16,40	72,50	80,90	45,35	42,30	87,65	-1,25

№ 0

Т а б л и ц а 9

Солевой баланс зоны аэрации опытного участка по годам освоения

Годы освоения	Приходные статьи, т/га			Расходные статьи, т/га			Неувязка
	поступление солей в солей: почвогрунт: с оро: тах до оро: сител: шения	содержание солей в почвогрунт: тах до оро: шения	всего	вынос солей: в дренаж: в почву: в грунт: после орошения	содержание солей: в дренаж: в почву: в грунт: после орошения	всего	
1977	17,50	332,35	349,85	71,05	218,84	291,44	-58,41
1978	17,35	234,00	251,35	63,03	153,78	218,36	-32,99
1979	17,10	135,70	152,80	60,08	82,48	144,05	-8,75
1980	15,50	89,90	105,40	42,72	58,20	102,47	-2,93

21

71,05 т/га; 1978 - 63,03; 1979 - 60,08; 1980 - 42,72 т/га; в среднем по участку минерализация дренажного стока достигала в первоначальный период затопления риса 6,8 г/л, затем снизилась до 2,3 г/л и увеличилась к концу вегетации до 4,5 г/л во время сработки.

Данные солевого баланса (табл.9) показывают, что в основном вынос солей происходит за счет дренажно-обросного стока, а вынос их через стебли растения за период вегетации невелик /6/. Содержание солей за 4 года (1977-1980 гг.) орошения по сравнению с исходным (332,3 т/га) снизилось до 58,2 т/га, т.е. почти в 6 раз; а хлора в 8,9 раз. Это еще раз доказывает перспективность возделывания риса на исходно сильно-засоленных землях низовьев Амударьи.

Список использованной литературы

1. Камахов К. Каракалпакия ждет Сибирскую воду. - Гидротехника и мелиорация, № 12, 1982, - с.42-44.
2. Зайцев В.Б. Рисовая оросительная система. - М.: Колос, 1968. - 35 с.
3. Жапбасбаев М. Агроклиматические условия произрастания риса в континентальном климате. - Л.: Гидрометеорологическое изд-во, 1969, - 160 с.
4. Шаров И.А. Эксплуатация гидромелиоративных систем. - М.: 1952. - 433 с.
5. Тулякова З. Рис на засоленных землях. М.: Колос, 1978, - 337 с.
6. Ярмизин Д.В. и др. Исследование солевого баланса рисовых чеков на юге Украины. Агрохимия и почвоведение, 1967, с.162-163.

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

М.А. Якубов
(САНИИРИ им.В.Д.Журина)

ДИНАМИКА ВОДНО-СОЛЕВОГО РЕЖИМА ПОЧВОГРУНТОВ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ВОД НА ОРОШЕНИЕ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ФЕРГАНЫ^х)

Наряду с водным дефицитом в Средней Азии наблюдается рост минерализации речных стоков за счет поступления в них возвратных дренажных вод. Наглядный тому пример - бассейн р.Сырдарьи. В этих условиях одним из источников повышения водообеспеченности и снижения роста минерализации речного стока является использование коллекторно-дренажных вод на местах их образования.

Перспективным районом для повторного использования коллекторно-дренажного стока на орошение и промывку являются земли Центральной Ферганы, расположенные в верхнем течении р.Сырдарьи. Здесь формируется 10...12 км³/год слабоминерализованных коллекторно-дренажных вод, большая часть которых обрасывается в р.Сырдарьи.

В ряде хозяйств Центральной Ферганы, расположенных в концевых частях оросительных систем, а также на землях нового освоения дренажные воды для орошения используются автономно, без научного обоснования.

К настоящему времени накоплен определенный материал по вопросу влияния орошения минерализованными водами на состояние почвы и урожайность сельскохозяйственных культур в различных почвенно-климатических зонах, а также по промывкам засоленных почв коллекторно-дренажными водами. Однако до сих пор не выяснено, как влияет длительное использование минерализованных вод на мелиоративный режим и почвенные процессы, а также урожайность сельскохозяйственных культур. В частности, необхо-

^х) Работа выполнена под руководством А.У.Усманова, канд.с.-х. наук

димо решить вопросы технологии промывок сильнозасоленных земель и критериев применимости дренажных вод для этих целей, количественной и качественной оценки коллекторно-дренажного стока, формирующегося на крупных гидромелиоративных системах с совершенными типами дренажа.

В связи с этим нами проведены экспериментальные исследования (1978–1984 гг.) по установлению возможности длительного использования минерализованных вод на орошение сельскохозяйственных культур. Опыты проводились на двух ОПУ, расположенных на новосоздаваемых землях Центральной Ферганы. На первом участке площадью 102 га (опытный) полив и промывки производились дренажной водой с минерализацией 2...4,4 г/л, на втором площадью 97 га (контрольный) – пресной водой с минерализацией 0,5...0,9 г/л.

Основная возделываемая сельскохозяйственная культура на участках – хлопчатник. На первом участке он занимает от 53 до 69% от общей площади, на втором – от 48 до 64%. Почвенно-мелиоративные и водохозяйственные условия указанных участков типичны для большинства территорий данной зоны.

Почвогрунты участков представлены суглинистыми грунтами, переслаивающимися по профилю песками, супесями, встречаются также уплотненные заглипированные прослойки (мохи, арыки), водно-физические свойства которых приведены в таблице.

Т а б л и ц а

Водно-физические свойства почвогрунтов ОПУ

Грунт	Удельная масса, г/см ³	Объемная масса, г/см ³	Пористость, %	Коэффициент фильтрации, м/сут
Пески и супеси	2,70–2,72	1,25–1,43	50	1,01–2,0
Легкие и средние суглинки	2,73–2,75	1,42–1,53	46	0,23–0,8
Тяжелые суглинки	2,74–2,75	1,56–1,75	40	0,01–0,07

Исходное содержание легкорастворимых солей в 3-метровом слое почвы составляло 0,8...1,9% по плотному остатку и 0,04...0,2% по иону хлора. Тип засоления сульфатно-кальциево-натриевый, со значительным перевесом иона сульфата. В исход-

ном состоянии на основной площади (60...80%) опытных участков минерализация грунтовых вод составляла 4...10 г/л, а на 27...40% – от 10 до 45 г/л при глубине залегания грунтовых вод 1,5...2,5 м. Первый опытный участок дренирован открытыми горизонтальными дренами, с удельной протяженностью 45 м/га, второй – закрытыми, протяженностью 40 м/га. На глубине 20...25 м минерализация подземных вод колебалась в пределах 0,9...3,0 и очень редко до 3,9 г/л. Величина пьезометрического напора находилась в пределах 0,05...1,0 м.

Емкость поглощения изучаемых почв в корнеобитаемом слое изменялась от 5 до 10 мг.экв на 100 г почвы. Количественное соотношение следующее: преобладание иона кальция – 50...60% от емкости поглощения, катион магния – 35...40%, ион натрия не превышает 5...10%, в основном находится в интервале 1...3%, что не вызвало солонцеватости по обменному натрию.

Содержание гумуса в почве очень низкое – 0,28...0,32%, карбонатов – 18,3...20,9%, общего азота, фосфора, а также подвижного фосфора – 0,14, 0,19 и 6,04 мг/кг, соответственно по компонентам.

За период вегетации было произведено 5...7 поливов нормой 660...2000 м³/га при оросительной норме 5930...7960 м³/га (нетто) на первом и 6844...8918 м³/га на втором участках. Нормы осенне-зимних промывок составили 3140...3330 м³/га. Общая водоподача (нетто) в поле за семилетний период исследований колебалась от 7650 до 10800 м³/га в год на первом участке, от 8484 до 11500 м³/га на втором. В вегетационный период и в период промывок уровень грунтовых вод поднимался до 1,20...1,50 м, а в осенне-зимний период опускался до 2,5...2,80 м, т.е. в годовом разрезе режима ГВ существует два пика максимума и два минимума (рис.1).

Величина дренажного стока изменялась от 2760 (июнь-декабрь 1978 г.) до 5560 м³/га на первом участке и от 5380 до 6810 м³/га на втором. Среднегодовые дренажные модули колебались, соответственно, в пределах 0,087...0,18 и 0,17...0,22 л/с/га. В разгар вегетационных поливов (июль-август) и в период промывок (декабрь-февраль) отмечалось увеличение их до 0,57 л/с/га на первом и до 0,61 л/с/га на втором участке. Средняя величина суммарного испарения за семь лет достигла 9086 и 8840 м³/га,

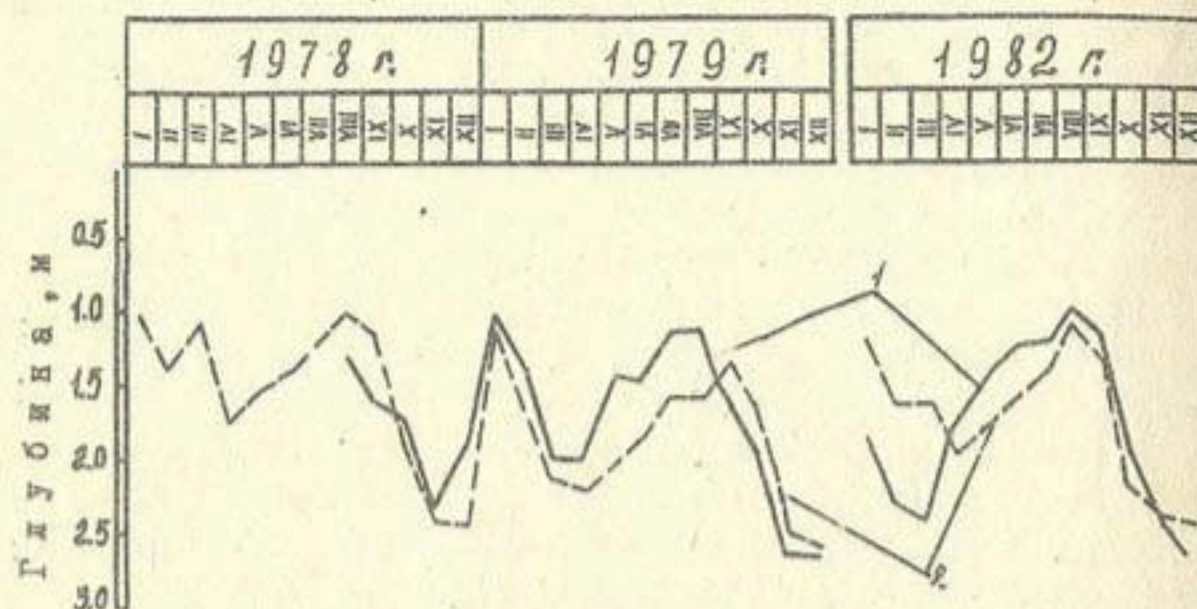


Рис. 1. Режим уровня грунтовых вод на опытных участках:

- 1 — на первом ОПУ;
2 — на втором.

соответственно по участкам.

Отмечено, что в результате длительного орошения минерализованными водами емкость поглощения в корнеобитаемом слое почвогрунтов изменялась незначительно: от 6,4 до 6,8 мг-экв, на контрольном варианте от 5,95 до 6,83 мг-экв, и лишь по отдельным точкам от весны к осени было заметно уменьшение относительного содержания кальция — 50...40%, что сопровождалось увеличением магния (45...55%) и натрия (1...8%). Содержание карбонатов в слое 0...40 см увеличилось также незначительно: от 16,5 до 7,7%, а в нижнем 40-100 см слое и на контрольном варианте изменений практически не наблюдалось.

Результаты исследований по установлению элементов водно-солевого баланса показывают, что на ОПУ складывался отрицательный баланс и поддерживался промывной режим орошения (рис.2). Отношение водоподачи вместе с осадками к суммарному испарению составляло от 1,1 до 1,35 на первом участке и от 1,1 до 1,43 — на втором. Средняя водоподача (брутто) на территории была на уровне 12253 м³/га на первом участке и 12376 м³/га на втором; атмосферные осадки равнялись, соответственно по участкам, 1378 и 1595 м³/га. В расходной части

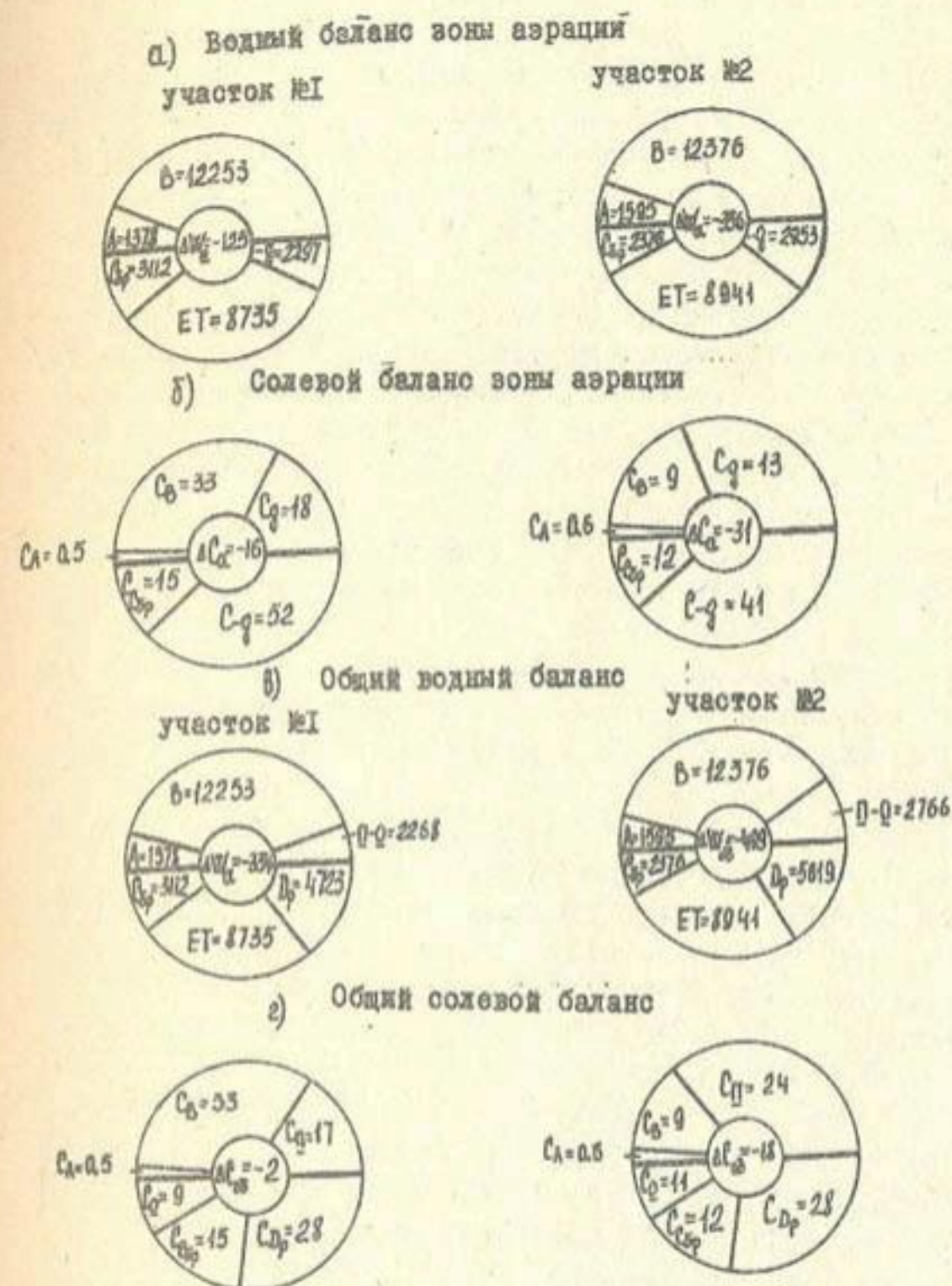


Рис.2. Диаграммы статей общего и частичного водно-солевого баланса, м³/га (среднее за 1978-1983 гг.): B — водоподача; A — осадки; (-q) — нисходящий ток поливных вод через зону аэрации орошаемого поля; Dp — дренажный сток; ET — эвапотранспирация; П-Q — разность подземного притока и оттока; ΔW — изменение запасов влаги в расчетном слое; Ca, Mg, Na, K, Ca±q, Mg±q, Na±q, K±q — поступление или вынос солей соответствующими элементами водного баланса; Ca, Ca±q — суммарное изменение запасов солей в зоне аэрации и на территории.

баланса превалировало суммарное испарение: $8735 \text{ м}^3/\text{га}$ на первом участке и $8941 \text{ м}^3/\text{га}$ на втором. Таким образом, на ОПУ в зоне аэрации обеспечивался рассоляющий расход ($-q$) на первом участке $2297 \text{ м}^3/\text{га}$, более интенсивный на втором — $2953 \text{ м}^3/\text{га}$. Ежегодный вынос солей при этом составлял 16 и 31 т/га, соответственно по участкам (рис. 2 а, б). Запасы влаги (ΔW_a) в зоне аэрации также имеют отрицательные величины — 129 и $356 \text{ м}^3/\text{га}$, соответственно по участкам.

Общий баланс территории показал, что на участках существует подземный приток, равный в среднем $2268 \text{ м}^3/\text{га}$ на первом участке и $2766 \text{ м}^3/\text{га}$ на втором; а величина подземного притока, рассчитанная по данным пьезометрических наблюдений, колеблется в пределах $1500 \dots 3200 \text{ м}^3/\text{га}$, что подтверждает результаты, полученные балансовым методом.

За период исследований на ОПУ дренажный сток в среднем составил 4723 и $5619 \text{ м}^3/\text{га}$, соответственно по участкам. Кроме того, с орошаемых полей излишки поливных вод сбрасываются. Величина сбросов на первом участке достигла в среднем $3112 \text{ м}^3/\text{га}$, а на втором несколько меньше, так как здесь проложены закрытые горизонтальные дрены и вода сбрасывается только в открытый собиратель.

На фоне общего солевого баланса, составленного в соответствии с водным балансом, видно, что солевой баланс на ОПУ отрицательный (рис. 2 в, г).

Анализ составляющих элементов баланса показывает, что в приходной части основную роль играют оросительные воды. На первый участок с оросительными водами (брутто водоподачи) поступает в среднем 33 т/га солей в год, с подземными — 17 т/га, а атмосферными осадками — совсем незначительное количество — в среднем 0,5 т/га в год.

В расходной части баланса основное место принадлежит дренажному стоку, которым ежегодно отводится 31 т/га солей, а включая сбросные воды — еще 16 т/га. С подземным оттоком дополнительно выносится в среднем 9 т/га солей. В итоге на участке складывается отрицательный солевой баланс — разность между поступлением и выносом составляет 2 т/га в год.

На втором участке пресной водой ($0,5 \dots 0,9 \text{ г/л}$) ежегодно поступает 9 т/га солей, а с подземной — на 15 т/га больше.

Основная часть солей (39 т/га) выносится с территории дренажной сетью — 28 т/га в год, остальная — сбросными. Определенная часть солей выносится с подземными водами — в среднем 12 т/га. Это способствует более интенсивному выносу солей с территории второго участка, и поэтому разность между приходными и расходными статьями баланса составляет 18 т/га.

На основании расчетов общего солевого баланса опытных участков построены графики (рис. 3), из которых следует, что для стабилизации общего солевого содержания в рассматриваемом балансовом слое отношение дренажного стока к водоподаче должно быть не менее 0,39, а отношение водоподачи (вместе с осадками) к испарению — не менее 1,15 на первом участке и не менее 0,35 и 1,05 на втором (при поливе пресной водой). Анализ водно-солевого баланса во внутригодовом разрезе указывает на тесную связь баланса с существующими комплексами ирригационно-хозяйственных факторов.

Таким образом, в годовом разрезе обеспечивается отрицательный водно-солевой баланс, однако в отдельные месяцы вегетации, в зависимости от приходных и расходных частей баланса в зоне аэрации, величина " q " имеет положительные значения — на первом участке от 560 (1979 г.) до $1900 \text{ м}^3/\text{га}$ (1980 г.), а на втором — от 1026 до $1716 \text{ м}^3/\text{га}$, что способствует сезонному накоплению солей (рис. 4). Общий водно-солевой баланс подтверждает этот вывод.

Отмечено, что в летнее время (июнь-август) испарение превалирует над водоподачей (вместе с осадками), в результате чего на территории складывается положительный баланс, а поступление солей в количестве $0,15, 3,87 \text{ т/га}$ (1979 г.) на первом и $1,91, 3,98 \text{ т/га}$ на втором участке приводит к незначительному засолению почв к концу вегетации.

Вынос солей на участках осуществляется в основном в осенне-зимний период за счет осенне-зимних промывок нормой $2000 \dots 3400 \text{ м}^3/\text{га}$, что обеспечивает отрицательный баланс в годовом разрезе (рис. 4).

При описанных выше режимах водопоступлений на орошаемое поле солевой режим участков складывается по типу медленного рассоления (рис. 5). Запасы солей в I-метровом слое уменьшились с 183 до 144 т/га по сумме солей и с 6,4 до 2,1 т/га по иону

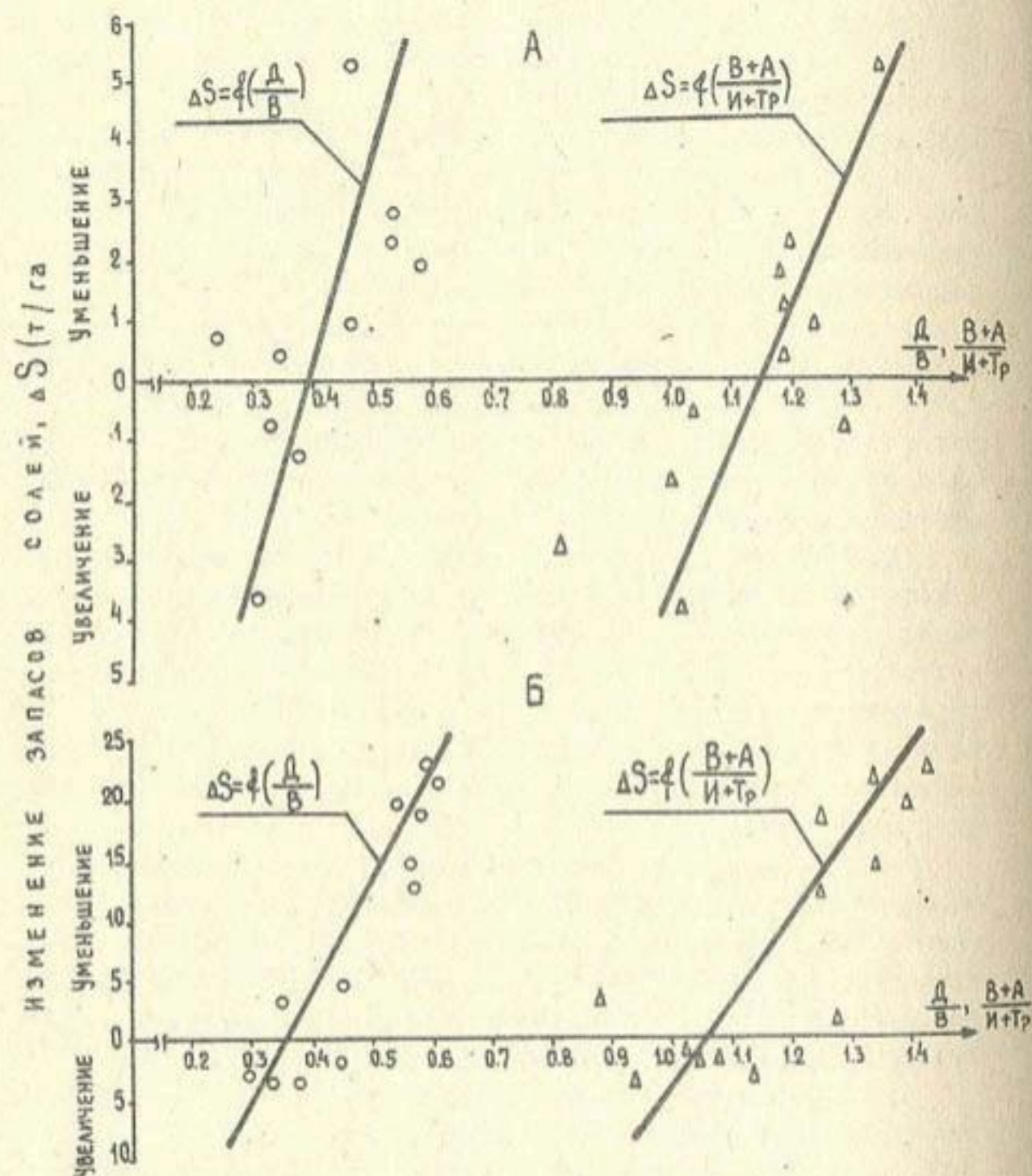


Рис. 3. Изменение запасов солей в расчетном балансовом слое от величины отношения дренажного стока к водоподаче (A/B) и водоподаче и атмосферных осадков к суммарному испарению ($\frac{B+A}{И+Тр}$) на опытных участках;
 А - на первом; Б - на втором (контрольном).

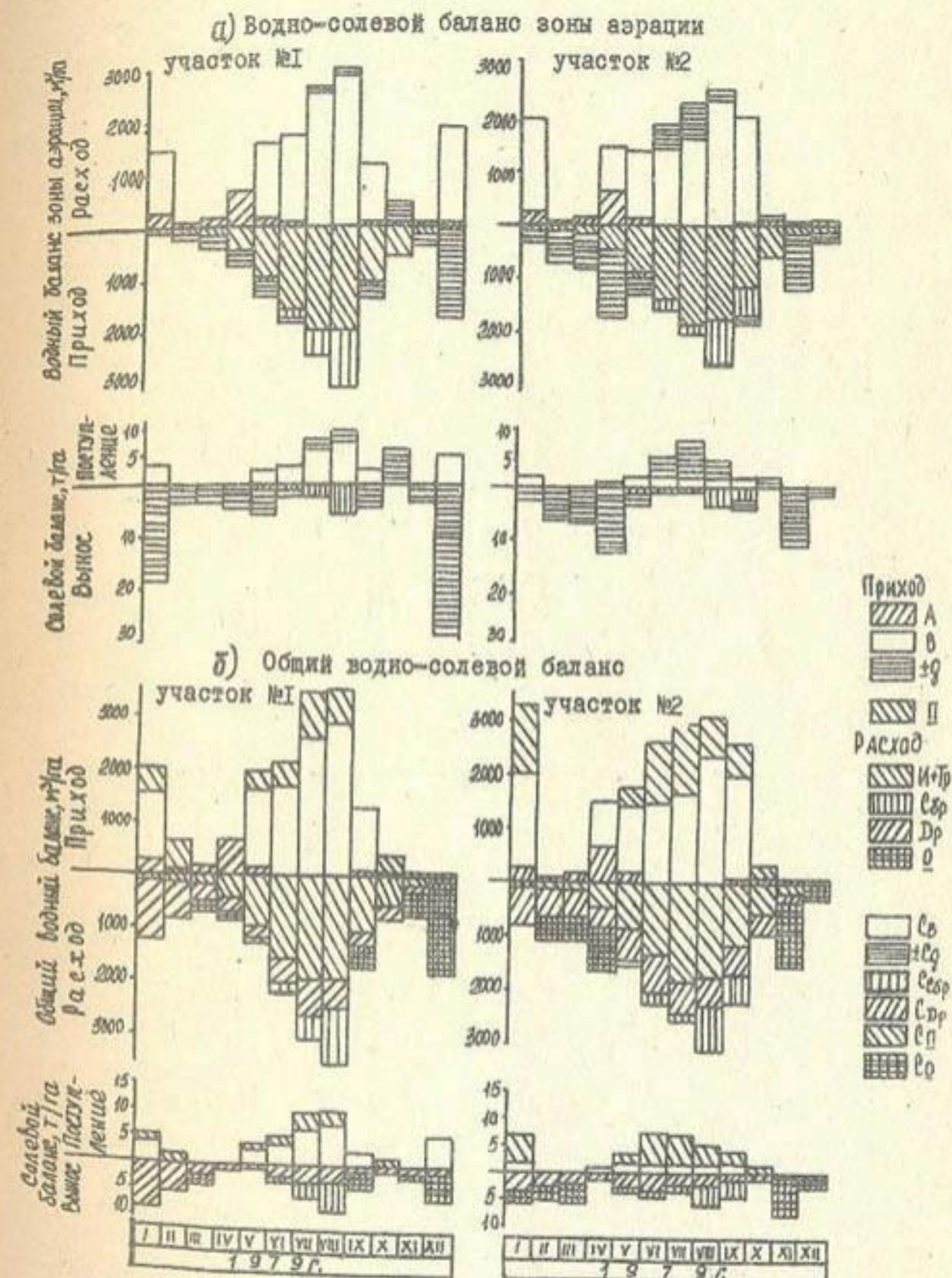


Рис. 4. Характерное внутригодовое распределение статей общих и частных водно-солевых балансов на ОПУ в Центральной Фергане: А - атмосферные осадки; В - водоподача; ±q - водообмен между зоной аэрации и грунтовыми водами; П - приток подземных вод; Q - отток подземных вод; Спр - сброс с полей; Др - дренажный сток; (И+Тр) - суммарное испарение; Св, ±Сq, Сср, Сп, Сдр, Со - поступление и вынос солей соответствующими элементами водных балансов.

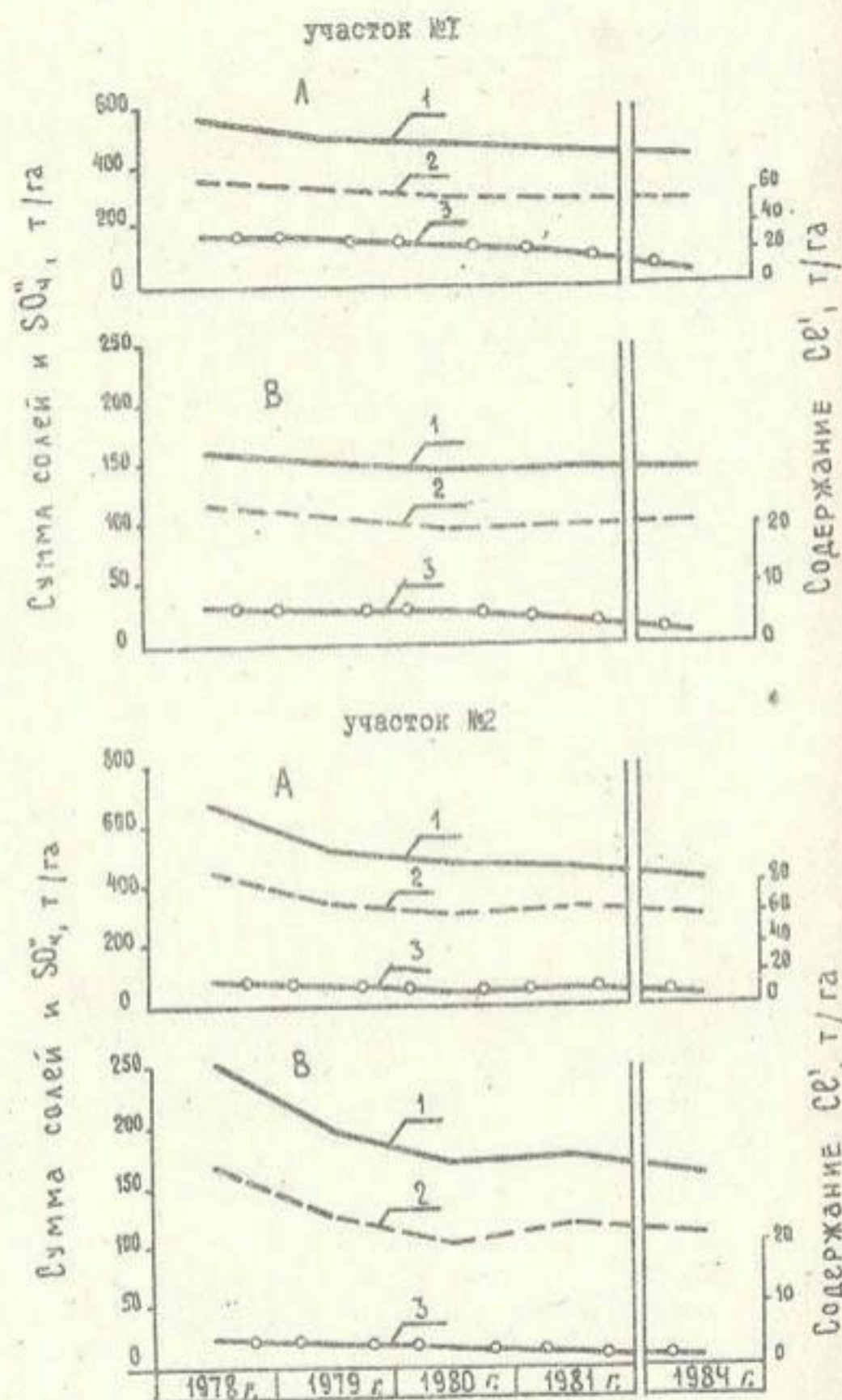


Рис.5. Интенсивность опреснения почвогрунтов на ОПУ, т/га
А - в 3-метровом слое; Б - в 1-метровом слое;
1 - сумма солей; 2 - сульфат-ион; 3 - ион хлора.

хлора. В 3-метровом слое за семь лет орошения запасы солей также уменьшились с 580 до 421 т/га, или вынесено с каждого гектара 156 т солей.

На контрольном участке, где полив сельхозкультур осуществлялся пресной водой, наблюдался несколько ускоренный темп рассоления почв. За период с 1978 по 1984 год в 1-метровом слое содержание солей с 256 уменьшилось до 162 т/га по сумме солей и с 5 до 1,5 т/га по иону хлора. В 3-метровом слое запасы солей с 687 сократились до 417 т/га по сумме солей и с 16 до 5 т/га по хлор иону. Содержание легкорастворимых солей также уменьшилось с 1,54 до 0,931% по сумме солей и с 0,035 до 0,011% по иону хлора, в среднем по участку - с 1,273 до 0,932% по сумме солей и с 0,072 до 0,017% по иону хлора в 3-метровом слое (5,6). Динамика рассоления почвогрунтов по содержанию легкорастворимых солей в многолетнем разрезе по характерным солевым точкам приведена на рис.6.

Несмотря на общее рассоление в годовом разрезе, в вегетационный период происходит реставрация засоления почв. Так, весной в 1978 г. сумма солей в верхнем метровом слое составляла 1,25%, а к осени она увеличилась до 1,35%, содержание иона хлора при этом возросло от 0,032 до 0,05%. В 1979 г. содержание солей за вегетационный период увеличилось в метровом слое от 1,20 до 1,33% и от 0,026 до 0,14%, соответственно по сумме солей и иону хлора. Таким образом, сезонное накопление от весны к осени в 3-метровом слое за 1978 г. достигло 23 т/га, а в 1979 г. - 190 т/га. Аналогичный процесс повторяется из года в год на обоих участках, хотя на втором участке сезонное накопление составляет незначительную величину, а в отдельные годы вообще отсутствует. Этот процесс отражен на примере характерных точек по участкам (рис.7).

Реставрация засоления ликвидируется осенне-зимними промывками, проводимыми в декабре-феврале нормой 2000...34000 м³/га.

За исследуемый период отмечено медленное опреснение поверхностного слоя грунтовых вод. Карта минерализации грунтовых вод показывает, что на первом участке в исходном состоянии (весной 1978 г.) площади с минерализацией более 10 г/л составляли 26 га (25,5%), а на остальной площади - 75,8 га (74,5%) - минерализация грунтовых вод колебалась в пределах 5...10 г/л. За исследуемый период отмечено, что при поливе дренажной водой при указанных выше режимах водопоступления на орошаемое поле и водоотведения с территории к весне 1984 г. площади с мине-

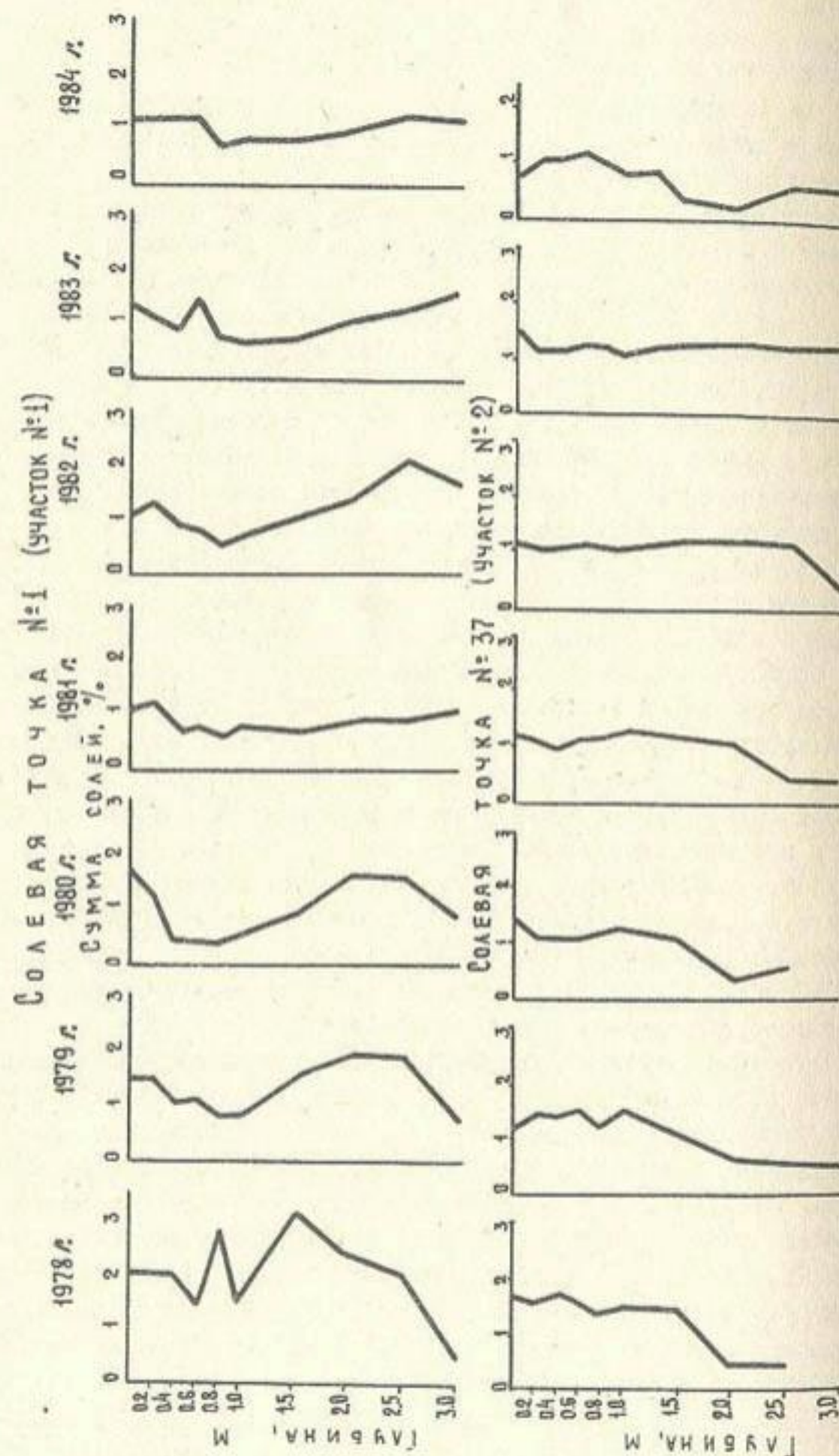


Рис. 6. Динамика рассоления почвогрунтов на ОПУ по характерным солевым точкам.

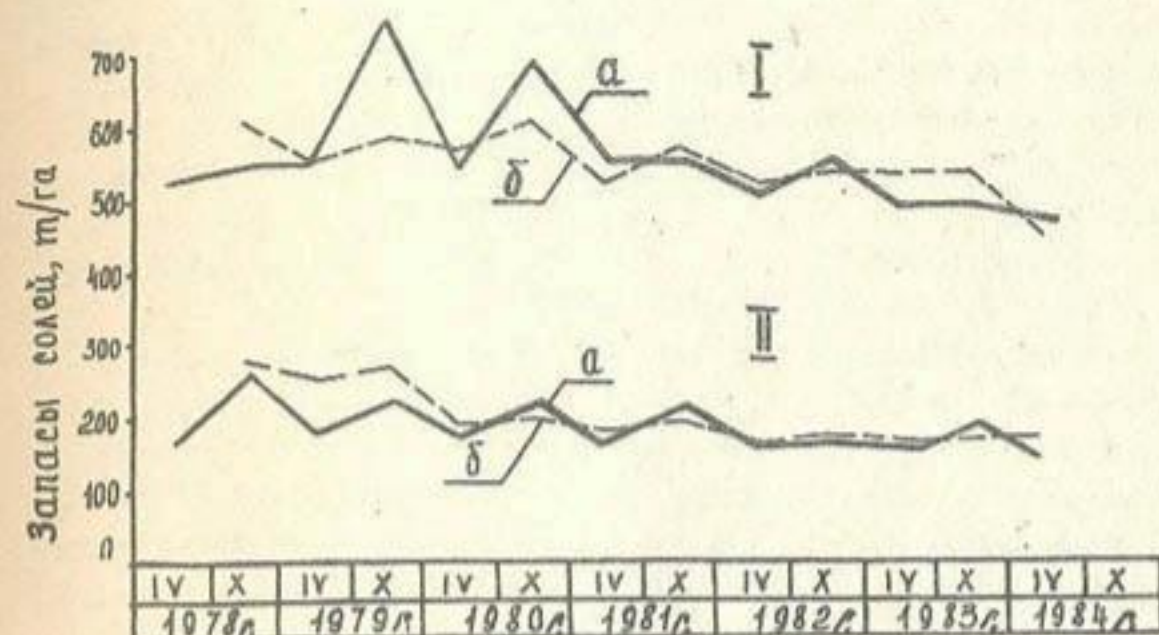


Рис. 7. Солевой режим почвогрунтов во внутригодовом разрезе: I – изменение запасов солей в 3-метровом слое; II – то же, в метровом слое; а – на участке № 1 (солевая точка № 2); б – на участке № 2 (солевая точка № 200)

рализацией более 10 г/л снизились до 12 га (12%), уменьшились также площади, имеющие минерализацию 5...10 г/л, до 22,8 га (22,4%) и появились более опресненные площади (68 га, или 67%) с минерализацией 3...5 г/л.

На втором участке наблюдался аналогичный процесс. Здесь площади с минерализацией более 10 г/л составляли больший процент по сравнению с первым участком – 42,3 га (43,5%), с минерализацией 5...10 г/л – 22 га (22,6%) и на 33 га (33,9%) минерализация составляла 3...5 г/л. Таким образом, площадей с минерализацией более 10,0 г/л здесь было больше, чем таковых на первом участке.

К весне 1984 г. на втором участке земель с минерализацией более 10 г/л практически не осталось; часть (63,5 га, или 65,4%) перешла в другую категорию – с минерализацией 5...10 г/л, другая – с минерализацией 3...5 г/л – уменьшилась до 17,9 га (18,4%), за счет чего 15,8 га (16,2%) перешли в

категорию с минерализацией 1...3 г/л.

Данные показывают, что на первом участке на небольших площадях, около 10...12 га (10...12%), минерализация составляла более 10 г/л, однако следует отметить, что здесь в начальном состоянии минерализация грунтовых вод в некоторых скважинах достигала в отдельные периоды от 10 до 45 г/л. Это точки, имеющие более плотные грунты и высокое начальное засоление (стационарные точки № 1 и 2). На этих точках в последние годы минерализация грунтовых вод снизилась до 15...20 г/л против 28...45 г/л в исходном состоянии.

На втором участке также существуют отдельные площади, где минерализация в исходном состоянии колеблется до 38 г/л (точки № 38 и 44). Отмечено, что после семилетнего орошения пресной водой только на одной точке — скважине №38 минерализация составляла 19 г/л. Это говорит о тесной взаимосвязи опреснения грунтовых вод и солевого режима почвогрунтов, а также о влиянии работы дренажных систем.

За исследуемый период на участках наблюдалось также постепенное снижение минерализации дренажных вод. На первом участке средняя минерализация уменьшилась с 5,50 до 4,14 г/л, а на втором — от 6,96 до 4,04 г/л. Изменился соответственно и химический состав дренажных вод. Урожайность хлопчатника при этом возросла до 23,8 ц/га (на контроле 24,5 ц/га) по сравнению с 7...9 ц/га в начале освоения этой территории.

Длительное применение минерализованных вод на орошение и промывки земель позволило сделать следующие выводы:

водно-солевой баланс орошаемых земель как в многолетнем, так и годовом разрезах складывался отрицательно;

на обоих участках в 3-метровой толще наблюдался процесс рассоления почвогрунтов, но несколько интенсивнее на контрольном участке при существовавшем промывном режиме орошения;

отмечалось постепенное опреснение грунтовых и дренажных вод, что взаимосвязано с солевым режимом почвогрунтов, режимом орошения и другими факторами.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Духовный В.А., Виленич В.Б., Умарджанов Д.К., Дмитриева М.М. Научно-технический прогресс и развитие орошения в Средней Азии	3
2. Якубов Х.И., Икрамов Р.К. Принципы расчета и корректирования режима работы вертикального дренажа в целях ускорения эффективности мелиорации	19
3. Легостаев В.М. О строительстве горизонтального дренажа на почвах, подверженных засолению	35
4. Якубов Х.И., Икрамов Р.К., Азенов М.У. Прогноз влияния ухудшения работоспособности вертикального дренажа на мелиоративное состояние земель и обоснование мероприятий по его повышению	49
5. Усманов А.У., Бекмуратов Т.У., Ганиев А.М. Улучшение эксплуатации систем вертикального дренажа в условиях Андижанской области ...	59
6. Бекмуратов Т.У. Эффективность промывок засоленных земель минерализованной водой в условиях Ферганской области	66
7. Якубов М.А. Изменение качественного состава дренажных вод при длительном использовании минерализованных вод на орошение	75
8. Усманов А.У., Паренич Р.И. Оптимальные пределы использования грунтовых вод	83
9. Насонов В.Г., Карамов Ф.С. Выбор оптимальных параметров вертикального дренажа в условиях случайной неоднородности природной среды	93
10. Виленич В.Б. Математическое обеспечение ЭВМ для решения задач оптимального развития мелиорации в аридной зоне	101
11. Набиев А., Сапаров П.С. Эффективность закрытого горизонтального дренажа на рисовых оросительных системах	107
12. Якубов М.А. Динамика водно-солевого режима почвогрунтов при длительном использовании минерализованных вод на орошение в условиях Центральной Ферганы	123
Рефераты к сборнику	139

Св.план 1985 г., поз.2

РЕФЕРАТЫ К СБОРНИКУ

Проблемы мелиорации орошаемых земель в Средней Азии

Р е д а к т о р ы:

Возродина Д.Х., Меркина А.С., Ялфимова Е.Я.

Техредактор Попова Р.Ф.

Р-03462 Подписано в печать 9/УП-85г. формат бумаги 60х90/1/16
Уч.-изд.л 6,0 Заказ 1400. Тираж 400 экз. Цена 75 коп.

Картфабрика института "Узгипрозем", Ташкент, Муками, 176.

УДК 631.67:001.89

Научно-технический прогресс и развитие орошения в Средней Азии. Духовный В.А., Виленик В.Б., Умарджанов Д.К., Дмитриева М.М.

Сборник научных трудов, Ташкент, САНИИРИ, 1985, вып. 173

Дана общая картина водопотребления в стране. Показано, что основным водопотребителем является орошаемое земледелие. К значительному снижению удельного водопотребления приводит совершенствование систем орошения как староорошаемых, так и вновь осваиваемых земель.

Исследования в области водного и сельского хозяйства, социально-демографической и других сферах, проведенные на основе анализа экономико-технологической информации и использования математико-статистических методов обработки данных, показали, что в Средней Азии и Южном Казахстане отмечаются тенденции, характерные для страны в целом, но выражены более резко, что обусловлено особенностями климата аридной зоны. Рекомендуются определенные направления в научно-техническом прогрессе, которые в будущем будут способствовать положительному решению водобеспеченности региона.

Иллюстр. I, табл. 4, библи. 2.

УДК 626.862.4:338.94

Принципы расчета и корректирования режима работы вертикального дренажа в целях ускорения эффективности мелиораций. Х.И. Якубов, Р.К. Икрамов

Сборник научных трудов, Ташкент, САНИИРИ, 1985, вып. 173

Излагаются пути улучшения вопроса проектирования эксплуатации вертикального дренажа. На основании обобщения многолетних исследований САНИИРИ на участках действия крупных систем вертикального дренажа сформулированы общие принципы назначения,

методика расчета и корректирования режима их откачек. Приведены расчетные формулы и укрупненная блок-схема алгоритмов расчета программ для ЭВМ.

УДК 626.862.4:631.445.52

О строительстве горизонтального дренажа на почвах, подверженных засолению. В.М. Легостаев

Сборник научных трудов, Ташкент, САНИИРИ, 1985, вып. 173

Предлагается рассоление земель производить не сверху вниз, а снизу вверх, за счет грунтовых вод. Так как наибольшее количество солей уже в растворенном виде сосредоточено выше первого водопроводящего слоя, от которого, в основном под напором, осуществляется питание верхних слоев грунтовых вод и почв, то целесообразней помочь существующему напору "выдавливать" соли вверх, а не "вдавливать" их вниз орошением и промывными поливами. Обоснована целесообразность применения постоянно действующего закрытого горизонтального дренажа. Ставится под сомнение использование глубокого (более 3 м) дренажа с междренными расстояниями 200...400 м.

Иллюстр. 2

УДК 626.862.4

Прогноз влияния ухудшения работоспособности вертикального дренажа на мелиоративное состояние земель и обоснование мероприятий по его повышению. Якубов Х.И., Икрамов Р.К., Азенов М.У.

Сборник научных трудов, Ташкент, САНИИРИ, 1985, вып. 173

Рассматривается влияние снижения дренированности территории из-за процессов физико-химической коагуляции фильтров

скважин на показатели мелиоративного состояния земель на основе многолетних ежемесячных прогнозных расчетов общих и частных водно-солевых балансов. Расчеты выполнены по программе, составленной на ЭВМ типа ЕС. Излагаются принципы и методический подход для обоснования сроков и объемов, необходимых для восстановления дебита скважин системы вертикального дренажа. Приводятся результаты расчета сроков и объемов восстановительных работ для системы вертикального дренажа Джетысайского района.

Иллюстр. 4, библиограф. 6.

УДК 626.862.4 (575.1)

Улучшение эксплуатации систем вертикального дренажа в условиях Андижанской области. Усманов А.У., Бекмуратов Т.У., Ганиев А.М.

Сборник научных трудов, Ташкент, САНИИРИ, 1985, вып. 173.

В статье приводятся фактические показатели работы систем СВД и их мелиоративная эффективность, а также основные показатели составленных режимов откачек, способствующие улучшению эксплуатации ВД по системам Балыкчинского и Избаскентского районов Андижанской области.

Табл., 2, иллюстр. 1, библиограф. 3.

УДК 631.445.52

Эффективность промывок засоленных земель минерализованной водой в условиях Ферганской области. Бекмуратов Т.У.

Сборник научных трудов, Ташкент, САНИИРИ, 1985, вып. 173.

В статье анализируются количественные и качественные изменения легкорастворимых солей, питательных элементов в грунтовой воде и почвогрунтах под влиянием промывок засоленных земель минерализованной и пресной поверхностной водой.

Табл. 4.

УДК 631.67.036.4 (575.1)

Изменение качественного состава дренажных вод при длительном использовании минерализованных вод на орошение новоосвоенных земель Центральной Ферганы. Якубов М.А.

Сборник научных трудов, Ташкент, САНИИРИ, 1985, вып. 173.

В статье по результатам длительных натурных исследований показано влияние полива минерализованной водой на изменение качественного состава солей в дренажных водах в условиях новоосвоенных земель Центральной Ферганы.

Иллюстр. 4, библиограф. 1.

УДК 556.38:631.67

Оптимальные пределы использования грунтовых вод. Усманов А.У., Паренчик Р.И.

Сборник научных трудов, Ташкент, САНИИРИ, 1985, вып. 173.

В статье анализируются многолетние опытные данные по участию грунтовых вод в общем водопотреблении в различных природно-хозяйственных условиях. Обработка экспериментальных данных методом математической статистики позволила установить оптимальные пределы использования грунтовых вод в зависимости от глубины их залегания.

Полученные результаты могут быть использованы при назначении и оперативной корректировке оросительных норм.

Табл. 1, иллюстр. 5.

УДК 626.862.4

Выбор оптимальных параметров вертикального дренажа в условиях случайной неоднородности природной среды. Насонов В.Г., Карамов Ф.С.

Сборник научных трудов, Ташкент, САНИИРИ, 1985, вып. 173.

Разработана и обоснована методика расчета систематического вертикального дренажа и его оптимальных параметров с учетом случайной неоднородности природной среды.

Иллюстр. 2, библи. 9.

УДК 631.5:519.2

Математическое обеспечение ЭВМ для решения задач оптимального развития мелиорации в аридной зоне. Виленчик В.Б.

Сборник научных трудов, Ташкент, САНИИРИ, 1985, вып. 173.

Статья носит информационно-методологический характер.

Приводятся результаты автора по моделированию и численной реализации задач перспективного планирования развития мелиорации в аридной зоне. Развивается концепция эффективности симбиоза формализованных и экспертных подходов для достоверного прогнозирования.

Библи. 6.

УДК 626.862.4:633.18

Эффективность закрытого горизонтального дренажа на рисовых оросительных системах. Набиев А., Сапаров П.С.

Сборник научных трудов, Ташкент, САНИИРИ, 1985, вып. 173.

С целью выявления мелиорирующей роли риса при различных типах дренажа. Произведена оценка мелиорирующей роли риса

при эксплуатации различных типов дренажа, при этом сопоставлен не только объем вынесенных солей, но и величина сработки грунтовых вод, модуль дренажного стока. Выявлена перспективность возделывания риса на сильнозасоленных землях низовьев Амударьи при использовании закрытого горизонтального дренажа.

Табл. 9, библи. 6.

УДК 631.67.0.36.4 (575.1)

Динамика водно-солевого режима почвогрунтов при длительном использовании минерализованных вод на орошение в условиях Центральной Ферганы. Якубов М.А.

Сборник научных трудов, Ташкент, САНИИРИ, 1985, вып. 173.

В результате длительного применения минерализованных вод на орошение и промывки земель пришли к выводу, что водно-солевой баланс складывается отрицательным как в многолетнем, так и в годовом разрезе; в 3-метровой толще наблюдается процесс рассоления почвогрунтов; отмечается постепенное рассоление грунтовых и дренажных вод.

Табл. 1, иллюстр. 7.