ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ХЛОПКОВОДСТВА

И. ДЖУРАБЕКОВ, Н. ЛАКТАЕВ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ И МЕЛИОРАЦИИ ЗЕМЕЛЬ УЗБЕКИСТАНА

И. ДЖУРАБЕКОВ, Н. ЛАКТАЕВ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ И МЕЛИОРАЦИИ ЗЕМЕЛЬ УЗБЕКИСТАНА

ТАШКЕНТ
«УЗБЕКИСТАН»
1983

40.62
Д 42

Рецензент канд. техн. наук
В. А. ДУХОВНЫЙ

Джурабеков И., Лактаев Н.

Д42 Совершенствование оросительных систем и мелиорации земель Узбекистана.— Т.: Узбекистан, 1983.— 152 стр.

1. Соавт.

В книге кратко излагается история развития оросительных систем Узбекистана, описывается процесс совершенствования систем и повышения уровня их эксплуатации за период восьмой, девятой и десятой пятилеток. Подробно освещен современный технический уровень систем по состоянию на 1990 г. Главное внимание уделено совершенствованию их эксплуатации и мероприятиям по рациональному использованию водных ресурсов.

Рассчитана на работников водного и сельского хозяйства республики, а также учащихся средних и высших учебных заведений гидромелиоративного профиля.

ББК 40.62
631.6

Д $\frac{3803030104 \quad 60}{\text{М } 351\ (04)\ 83}$ 107—83

©Издательство «УЗБЕКИСТАН», 1983 г.

Общеизвестно, что в природных условиях Узбекистана и других среднеазиатских республик земледелие невозможно без искусственного орошения. Тысячелетняя история орошаемого земледелия Узбекистана есть одновременно история развития орошения. Успехи хлопководства, достигнутые за годы Советской власти, связаны с развитием оросительных систем. Коммунистическая партия и Советское правительство всегда уделяли и уделяют огромное внимание развитию водного хозяйства и мелиорации земель в республиках Средней Азии.

Громадное значение придавалось развитию мелиорации и в решениях майского (1966) Пленума и XXV, XXVI съездов ЦК КПСС.

Оросительные системы создаются и эксплуатируются для нужд сельского хозяйства. Их развитие определяет рост орошаемых земель и темпы повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

Подача оросительной воды на поля осуществляется сложным комплексом гидротехнических сооружений и вспомогательных устройств, обеспечивающих забор ее из источников орошения, транспортирование по сети проводящих каналов и подачу на поля в нужном количестве и в нужное время. Совокупность таких гидротехнических сооружений называется оросительной системой.

Начинается оросительная система с реки. Забор воды из реки осуществляется головными водозаборными сооружениями плотинного и бесплотинного типа (головные шлюзы-регуляторы по берегу), а также насосными станциями и насосными установками. Главная задача головных водозаборных гидроузлов состоит в поддержании необходимых уровней воды, создающих условия для забора потребного количества воды в каналы в

любое время. При этом необходимо предотвратить попадание в систему наносов, содержащихся в воде источников орошения за исключением илистых частиц, которые обычно транспортируются каналами до полей, обогащая почву. Крупные (галька) и средние (песок) наносы откладываются в каналах и перед сооружениями на каналах, уменьшая их пропускную способность и осложняя эксплуатацию системы. Борьба с наносами осуществляется с помощью различных устройств перед водозаборами, применением специальных конструкций водозаборных гидроузлов, путем осаждения наносов в отстойниках ниже водозабора, а также сочетанием этих способов. Конструкция водозаборного гидроузла должна обеспечивать его эффективную и безаварийную работу при разных режимах источника орошения от минимальных меженных расходов до максимальных паводков, превышающих первые в десятки, а иногда и в сотни раз.

Водозаборные гидроузлы подают воду в магистральные каналы. Сначала канал заглублен, т. е. проходит в глубокой выемке. Это холостой участок канала. Постепенно канал как бы «взбирается» на командные отметки, т. е. в то положение, когда горизонт воды в канале становится выше поверхности земли.

Начиная с этого места и ниже по течению, магистральный канал частями отдает воду веткам или распределителям первого порядка.

По забираемым в голове расходам воды размеры магистральных каналов могут быть самыми разными: от мелких, обеспечивающих орошение нескольких хозяйств, до таких крупных, как Южный Голодностепский, Большой Ферганский и другие каналы, расходы воды которых составляют не одну сотню $м^3/с$, а протяженность сотни километров. Эти магистральные каналы по своим размерам не уступают большинству рек Средней Азии.

Из магистральных вода поступает в распределительные каналы, обслуживающие крупные части территории оросительной системы. В этих каналах вода распределяется между хозяйствами. Далее следует последнее звено ирригационной сети — хозяйственные каналы.

Из хозяйственных каналов вода попадает во внутрихозяйственные и групповые (бригадные) распределители и затем в последнее звено постоянных оросительных каналов — участковые оросители. Из участковых оросителей вода распределяется между временными оросителями, расположенными непосредственно внутри или с краю поля.

Временная оросительная сеть внутри поля — это обычные, всем известные ок-арыки. Только в последние годы, преимущественно на землях нового орошения, ок-арыки начали заменяться переносными гибкими шлангами и полужесткими трубопроводами. Если участковые оросители недостаточно командуют над орошаемой территорией, то для подачи воды во временную сеть применяются различные поливные машины. Из ок-арыков, поливных шлангов и трубопроводов вода поступает непосредственно для увлажнения почвы путем пуска воды в поливные борозды, полосы и чеки (для полива риса). Такие способы полива имеют общее название — поверхностное орошение. Оно применяется сейчас на 98% всей территории и останется основным на перспективу (до 2000 г. и даже позже).

Часть оросительной системы от водозаборных узлов до сооружений, выделяющих воду хозяйствам (водовыделов), называется межхозяйственной оросительной системой.

Часть оросительной системы от водовыделов до полей и внутри поля называется хозяйственной оросительной системой.

Современные межхозяйственные оросительные системы — очень сложный механизм. Кроме элементов, упомянутых выше, в комплекс оросительной системы включаются сооружения, механизмы, коммуникации и устройства, предназначенные для нормальной эксплуатации (действия) оросительных систем и совершенствования их. Все элементы межхозяйственных оросительных систем стационарны и капитальны.

Подробное описание современных оросительных систем мало что даст читателю, особенно молодому. Все познается путем сравнения. Поэтому весьма важно, хотя бы в общих чертах, во-первых, проследить изменения, происшедшие в состоянии оросительных систем за последние пятьдесят лет, а во-вторых, представить себе пути дальнейшего совершенствования оросительных систем.

Оросительные системы не возникли на пустом месте, если не считать крупных массивов орошаемых земель, освоенных примерно за последние пятьдесят лет. Основная часть имеющихся сейчас земель расположена в контурах древнеорошаемых оазисов. Это староорошаемые земли, а также массивы, освоенные позднее внутри этих оазисов и по периферии. Тысячелетний опыт населения позволил выбрать и осуществить самые эф-

фективные точки водозаборов из рек, самые удачные трассы крупнейших магистральных каналов, таких как Анхор, Даргом, Нарпай, Шават и многих других. Трассы большинства крупных распределительных каналов, узлов вододеления сохранились с древнейших времен до наших дней и свидетельствуют о высоком инженерном искусстве древних ирригаторов.

В Узбекистане сохранились остатки древних каменных плотин-водохранилищ: плотина Хан-Банду в Нуратинских горах, плотина в Джизакской области (XII в.) в отрогах Туркестанского хребта, остатки кирпичного Ак-Карадарьинского гидроузла на реке Зеравшан под Самаркандом.

Однако дореволюционные оросительные системы, с точки зрения современной инженерной оценки, были несовершенными, примитивными и ненадежными. Они требовали больших затрат труда на их постоянное поддержание в рабочем состоянии. В этом нет ничего удивительного. Тогда не было бетона, железобетона, металла, машин и всего прочего, что позволяет нам теперь быстро возводить уникальные и надежные гидротехнические сооружения, каналы и вести регулирование водой нажатием кнопок на пультах управления.

В функциональном отношении дореволюционные оросительные системы решали такие же задачи, что и современные: забирали воду из рек, распределяли ее по многочисленной и сложной сети каналов, поддерживали в рабочем состоянии сеть каналов и сооружений и, наконец, подводили воду индивидуальным частным хозяйствам. Разница заключается в большем числе точек водозабора из рек по сравнению с современным состоянием, большей густотой и протяженностью сети межхозяйственных каналов и несравнимой многочисленностью водовыделов хозяйствам из межхозяйственной сети.

Ведь в среднем одно хозяйство имело всего 1,5—2 га поливных земель.

Основные трудности в эксплуатации дореволюционных оросительных систем заключались в осуществлении головных водозаборов, сложности при распределении воды по сети и между хозяйствами, больших затратах труда на очистку каналов от наносов и поддержание систем в рабочем состоянии. Все это отрицательно сказывалось на обеспечении оросительной водой посевов сельскохозяйственных культур, особенно в низовых частях систем.

Водообеспеченность была намного ниже современного уровня, а трудовая повинность на ирригационные работы ложилась особо тяжелым бременем на крестьян—бедняков и середняков.

Описанию дореволюционной ирригации, а вернее ирригации примерно до 1930 г., посвящено много работ. Тем не менее, чтобы нашему читателю легче было понять и оценить наглядно успехи развития ирригации Узбекистана за последние пятьдесят лет, необходимо сопоставить во времени техническое состояние и характер действия оросительных систем по главнейшим звеньям, составляющим современную ирригацию.

МЕЖХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ОРОСИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Реконструкция водозабора из рек

Одной из наиболее трудоемких операций, обеспечивающей успешную работу системы, были руслорегулировочные работы по забору воды из источников орошения. В руслах рек устраивались различные приспособления по забору воды: шпоры на больших реках, водосбросные сооружения для сброса излишков воды в подводящих руслах, сплошные низконапорные плотины на малых реках, береговые головные сооружения. Эти сооружения строились из стволов деревьев (так называемые сипаи), камней, хвороста, камыша, дерна (чима). Так как расходы воды в реках и уровень постоянно меняются, водозаборные узлы часто разрушались и требовали непрерывного восстановления. Без массового участия населения в работах по водозабору, а также и и по другим видам эксплуатационных работ (очистке) нормальное функционирование системы было невозможно. В периоды паводков, критического маловодья, очистки магистральных каналов примерно треть взрослого мужского населения вдали от дома (иногда за 50—80 км), в порядке трудового участия, вели водозаборные и другие работы в ущерб сельскохозяйственной деятельности на своих полях.

Одним из первых мероприятий по совершенствованию систем была реконструкция головных водозаборов и оснащение их инженерными сооружениями. Эти работы требовали больших капиталовложений и дефицитных материалов. Всего этого в двадцатые годы у государства не хватало. Тем не менее, из-за важности этого дела государство большую долю денег, цемента и металла из наличных в то время выделяло на строительство первоочередных водозаборных сооружений, самых важных и самых трудных по водозабору.

К началу тридцатых годов были построены Перво-

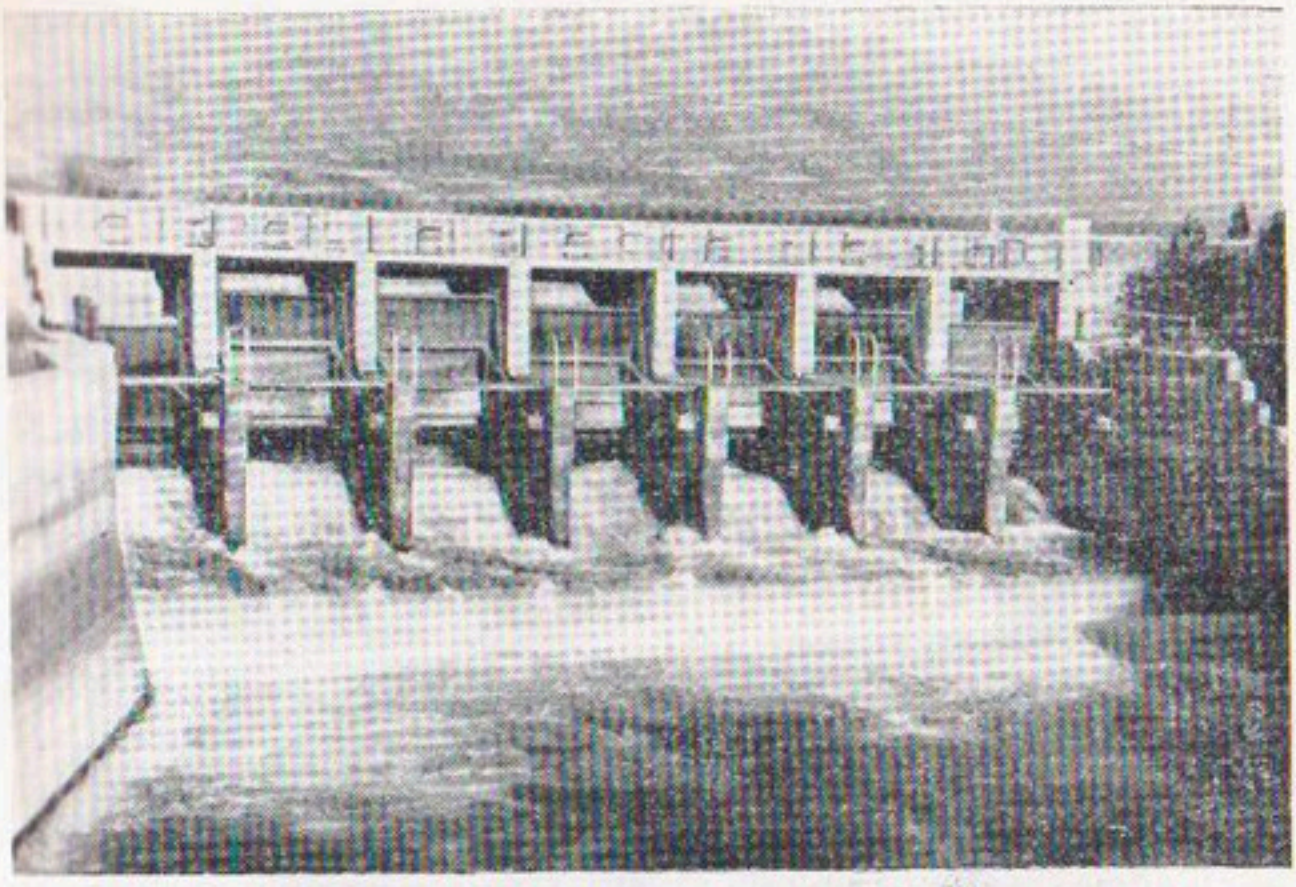


Рис. 1. Головной регулятор канала Даргом на Первомайской плотине.

майская (Раватходжинская) плотина на Зеравшане (рис. 1), Учкурганское головное сооружение на Нарыне, Дальварзинское головное сооружение на Сырдарье.

До начала Великой Отечественной войны (в тридцатые годы и в 1940—41 гг.) построены Куйганярская (рис. 2) и Кампырраватская плотины на Карадарье, Газалкентская — на Чирчике, крупное Ташсакинское головное сооружение — на Амударье. Большое число головных сооружений построено на реках предгорной зоны. Во время войны велось и закончилось строительство Фархадской плотины на Сырдарье. Эта плотина не только обеспечила водой старую зону орошения Голодной степи, но и стала основой будущего освоения 300 тыс. га земель в еще не освоенной тогда части Голодной степи.

Внимание государства к нуждам ирригации, возросшие материальные возможности, накопленный учеными и инженерами опыт проектирования и строительства уникальных сооружений позволили в послевоенные и последующие годы значительно форсировать выполнение программы повсеместного перехода на инженерные водозаборы из рек.

Реки Средней Азии вместе с водой несут большое количество наносов, начиная от гальки до мелких илистых частиц.

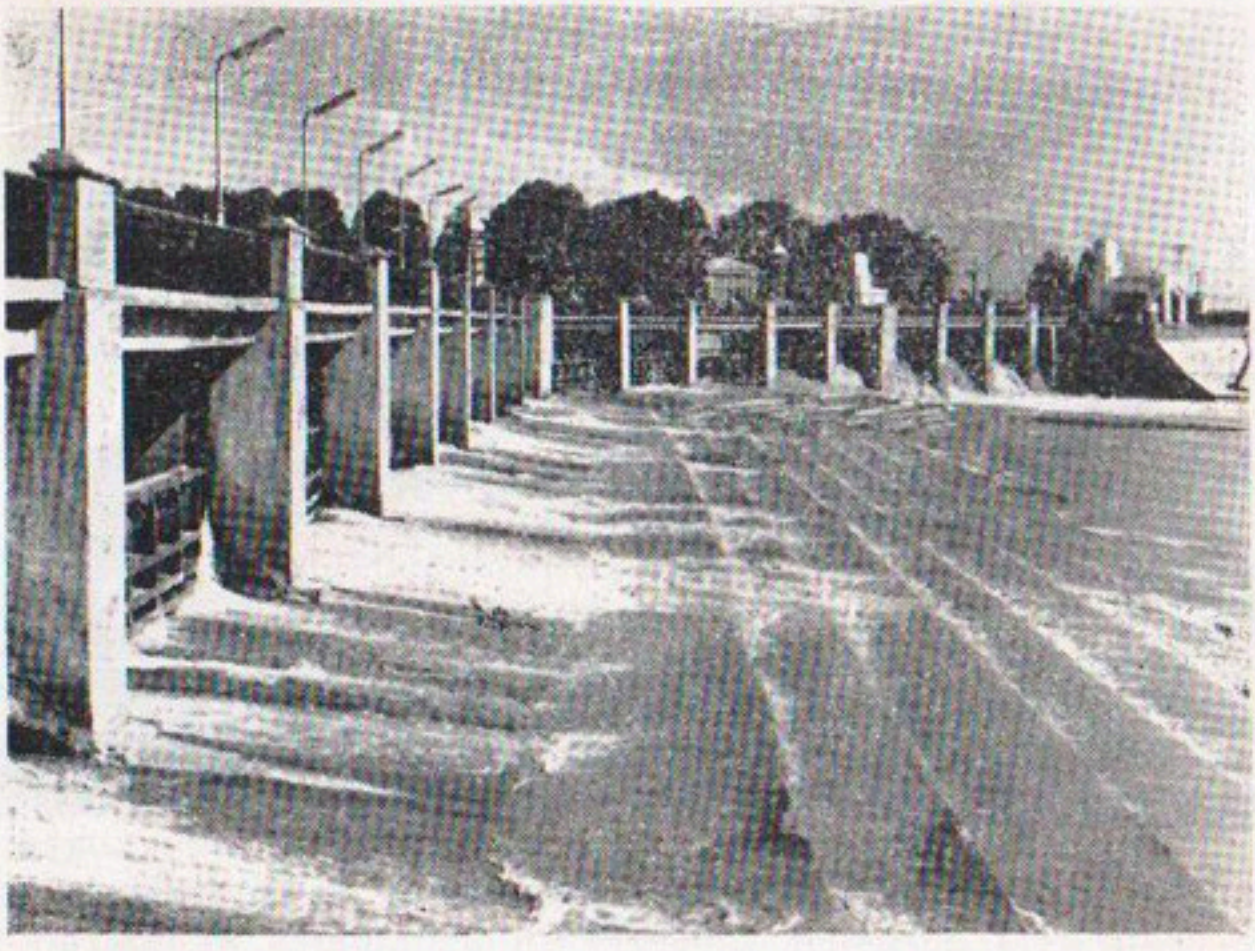


Рис. 2. Куйганярская плотина (Нижний бьеф).

Усилиями ученых и инженеров Узбекистана мировая практика гидростроения была обогащена новыми эффективными конструкциями плотин и водозаборных узлов на крупные расходы. Наибольшую известность из них получил Ферганский тип водозабора, обеспечивающий наиболее удачно головной водозабор без поступления в отводящий канал донных наносов и крупного песка.

В Ферганской долине были построены Сохский гидроузел, Тешикташская и Учкурганская плотины. На Чирчике — плотина левобережного Карасу; на Зарафшане — пять важных водозаборных гидроузлов, а в других областях — целый ряд более мелких водозаборных сооружений.

Большое народнохозяйственное значение имеют впервые построенные на крупнейшей реке Средней Азии — Амударье Тахиаташская и Тюямуюнская плотины.

В настоящее время можно считать, что все основные водозаборы в Узбекистане имеют современные надежные инженерные сооружения. Исключением являются водозаборы из Амударьи в Каршинский магистральный

канал, в Аму-Бухарский канал и некоторые каналы Хорезмской области и КК АССР.

В количественном отношении процесс упорядочения головного водозабора из рек можно выразить отношением орошаемых площадей, имеющих гарантированный водозабор через современные инженерные сооружения, к общей орошаемой площади (%), что видно из нижеприведенных данных.

	1930 г.	1940 г.	1950 г.	1960 г.	1970 г.	1980 г.
В целом по УзССР	2,5	3,6	18,6	40	74	85

В качественном отношении необходимо подчеркнуть что технические решения, заложенные в проекты осуществленных уникальных водозаборных узлов, были очень экономичными и настолько удачными, что за весь срок их эксплуатации не было ни одной серьезной аварии. Пропускная способность головных шлюзов-регуляторов назначалась с учетом освоения всех подкомандных земель в перспективе, что позволило избежать впоследствии коренных реконструкций их.

Строительство водозаборных гидроузлов одновременно решило проблему реконструкции магистрального питания, сокращения числа точек выдела на реках в системы (ликвидации многоголовья). Многочисленные мелкие параллельные магистральные каналы заменялись крупными инженерными, оснащенными регулирующими, водопроводящими и сопрягающими сооружениями. Это существенно упрощало вододеление на источниках орошения, т. е. долинное и бассейновое межреспубликанское вододеление, а также вододеление на самих магистральных каналах.

При реконструкции схем магистрального питания была увеличена пропускная способность старых магистралей, построен ряд новых каналов. Эти мероприятия резко повысили водообеспеченность существовавших орошаемых земель и способствовали освоению пока не использовавшихся в сельском хозяйстве земель в границах древних оазисов.

Создание схемы магистрального питания определили впоследствии технические решения реконструкций всей межхозяйственной сети. Такая последовательность в процессе реконструкции гидромелиоративных систем в целом позволила в значительной степени избежать излишних затрат на «бросовые» работы, т. е. затрат на строительство сооружений и каналов, которые в дальнейшем оказались ненужными.

Отличительной особенностью старых оросительных систем была очень большая протяженность оросительных каналов, сложность схемы сети в плане, многочисленность водовыделов хозяйствам, отсутствие гидротехнических сооружений для вододеления и ненадежность других водопроводящих сооружений местного типа (перепадов, акведуков и др.). Протяженность межхозяйственных каналов была громадной. Каждый кишлак старался иметь собственный канал из источника орошения или крупного магистрального канала. Поэтому иногда по узкой полосе земли в непосредственной близости друг от друга параллельно располагались холостые части пяти — семи распределителей.

Все каналы были проложены в земляном русле, сооружения сделаны из каменно-хворостяной и дерновой кладки, иногда отверстия сооружений были оборудованы простейшим каркасом из тонких бревен и кольев. Регулирование воды происходило путем добавления или уборки камней, хвороста, чима в отверстиях сооружений, внутри упомянутого каркаса. В некоторых районах, особенно в низовьях оросительных систем, из-за постоянной нехватки воды узлы вододеления между отдельными кишлаками, т. е. вододелители на мелкие расходы, устраивались из толстых бревен с прямоугольными прорезами отверстий (водосливов) на половину толщины бревен. Порог всех вырезов устраивался на одной отметке при стоячей воде, а ширина выреза соответствовала доле воды, причитающейся каждому кишлаку. Толщина переливающегося слоя воды через прорези (напор) составляла 20—25 см и была во всех прорезях равной. Представители кишлаков одновременно следили за тем, чтобы никто не закладывал в понуре чужие прорези камнем, хворостом и прочим.

В многочисленных земляных каналах большой протяженности при мелких рабочих расходах в каждом канале имели место чрезмерные потери воды на фильтрацию в грунт. Особенно большими были потери в каналах, проложенных в грунтах повышенной водопроницаемости, расположенных в галечниковых степях (дашты) и в песчаных массивах. Коэффициент полезного действия оросительных систем в то время составлял 0,40—0,45, т. е. 55—60% воды, забранной из источника орошения, терялось в каналах,

В предгорной зоне каналы или сильно размывались,

или забрасывались галькой и песком. В хвостовых частях долинных и дельтовых систем каналы сильно заиливались, что требовало больших затрат труда на их очистку. Некоторые каналы необходимо было очищать 2—3 раза в год.

Из-за перечисленных недостатков межхозяйственные оросительные системы требовали реконструкции. Следовало сократить общую протяженность каналов, число выделов воды хозяйствам; оснастить все водовыпуски и узлы вододеления инженерными сооружениями; построить новые перепады или заменить существовавшие перепады и акведуки местного типа на бетонные и железобетонные; упорядочить плановое положение и поперечные сечения каналов с целью снижения потерь и, наконец, с этой же целью постепенно заменить земляные каналы на каналы с антифильтрационными покрытиями (бетонирование).

Наша республика с древних времен — край большой ирригации. В связи с тем, что старые оросительные системы регулярного орошения нашей республики уникальны по своим масштабам, т. е. по площади, по протяженности каналов и другим показателям, программа реконструкции систем не могла быть выполнена за 5—10 лет. Реконструкция осуществлялась беспрерывно вот уже пятьдесят лет и еще окончательно не завершена, да, по-видимому, никогда и не может быть завершена, поскольку наука идет вперед, требования производства растут, а элементы оросительных систем не только физически изнашиваются, но и морально устаревают.

За прошедший период реконструкции систем было важно осуществлять правильную последовательность работ, выбирать первоочередные объекты реконструкции. В этой связи очень важным был учет степени водообеспеченности отдельных систем (маловодные — высоководообеспеченные), исходное техническое состояние отдельных систем, трудности эксплуатации их, главным образом вододеления, связанные с размерами системы, длиной магистрального канала и особенностями административного деления территории обслуживания канала и отдельных систем.

Помимо деления оросительной сети на системы (каналы) межхозяйственного и внутрихозяйственного значения, системы, исходя из административного признака, различаются: межреспубликанского, межобластного, межрайонного и внутрирайонного значений.

Каждая конкретная система может не иметь полного состава каналов этой иерархической лестницы. Но сплошь и рядом к магистральному каналу межрайонного значения подключают непосредственно хозяйственные каналы. Особенно часто это встречается на мелких каналах, но бывает и на крупных. Примером может быть БФК или СФК, имеющие много хозяйственных отводов, а также ряд других каналов. Необходимо было наладить водораспределение на системах маловодных, крупных, имеющих длинные магистрали и очень много выделов воды хозяйствам, и также на каналах более высокого административного «ранга».

В тридцатых годах начата и завершена реконструкция крупных древних магистральных каналов Нарпай, Шахруд, Бозсу. На других системах осуществлялась частичная реконструкция, армирование сооружениями отдельных узлов водораспределения. В 1939—1941 гг. методом народных строек, наряду с созданием совершенно новых очень крупных магистральных каналов, таких как БФК, СФК, ЮФК[1], Ташканал и других, реконструированы: Кировский магистральный канал, магистральные каналы Занданы, Правобережный канал Первомайской плотины, канал Ташсака, Май-Яб и некоторые другие.

В послевоенные годы наряду с реконструкцией старых крупных магистральных каналов началась реконструкция более мелких магистралей и каналов всей межхозяйственной распределительной сети, т. е. включая каналы более низких порядков. Строились узлы вододеления, отдельно стоящие водовыпуски. Заменялись на инженерный тип или строились заново сопрягающие сооружения (перепады, быстротоки, консольные сбросы) для соединения участков канала с разными отметками дна. Строились водопроводящие сооружения (дюкеры, акведуки, мосты, трубы), устраиваемые в местах пересечений каналов друг с другом, с дорогами, с естественными руслами. Общее число сооружений на межхозяйственных оросительных системах к 1980 г. достигло 31 тыс. шт.

В зависимости от рельефных и других условий число действительно необходимых сооружений в отдельных областях может быть разным. Например, в Джизакской области можно обойтись меньшим числом сооружений.

---

[1] Об этих каналах подробнее упоминается ниже.

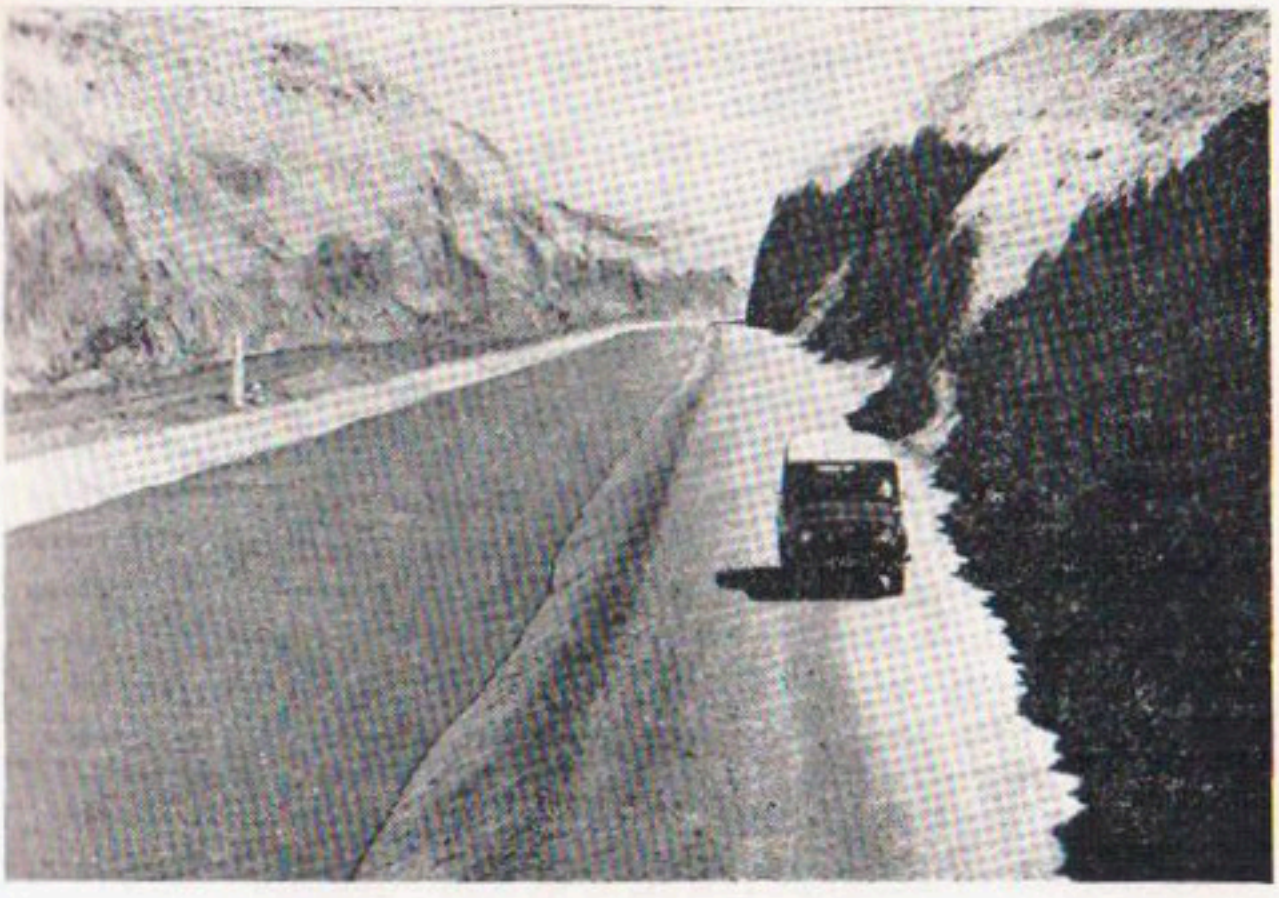


Рис. 3. Бетонированный канал.

В Ташкентской и Ферганской областях число сооружений завышено из-за сложности сети и многочисленности мелких точек выдела воды хозяйствам. Однако в целом по УзССР гидротехнических сооружений на межхозяйственной сети еще не хватает, особенно в Каракалпакии, Хорезме и старой зоне орошения Кашкадарьи. В комплексе мероприятий по реконструкции межхозяйственных систем примерно с 1960 г. осуществляется бетонирование каналов с целью снижения потерь воды на фильтрацию, т. е. повышения КПД систем (рис. 3).

До революции бетонированных каналов в Узбекистане не было. Первый бетонированный канал — это головной участок канала Янгидаргом протяженностью 6 км (1928—1929 гг.). Широкое применение бетонированных каналов началось при строительстве новых систем в Голодной степи. В 1957—1958 гг. был запроектирован и построен канал М-2 на расход 12 м/с, длиной 29 км и с объемом уложенного в облицовку бетона более 60 тыс. м^3. Первым же опытом реконструкций существующих старых межхозяйственных каналов с одновременным их бетонированием явилось бетонирование в 1958 г. каналов Джаванад и Нурсук в Ферганской области.

Рост протяженности бетонированных каналов был следующим:

1965 г.	—	263	км
1970 г.	—	1449	»
1975 г.	—	3332	»
1980 г.	—	7072	»

Одновременно с бетонированием русл исправлялись трассы каналов или каналы делали в целине рядом по новым трассам, строились перепады, водовыпуски, т. е. проводилась полная реконструкция.

Сначала бетонировали каналы в маловодных системах, проходящие в галечниковых конусах выноса. Здесь эффект бетонировки был очень большим. Потери воды сокращались в 10—8 раз. Затем выборочно бетонировали каналы на верхних террасах долины рек, руководствуясь в очередности работ размером фактических потерь воды на фильтрацию в отдельных каналах. Эффект по сокращению потерь был меньшим (7—8 раз).

Особенно высокие темпы бетонирования каналов во всех областях Узбекистана отмечались в годы девятой (1971—1975 гг.) и десятой пятилеток (1976—1980 гг.). Протяженность бетонированных межхозяйственных каналов к 1980 г. возросла до 7 тыс. км.

По отношению к общей протяженности сейчас уже забетонировано около 25% длины межхозяйственных каналов, причем имевших ранее большие потери.

В связи с развитием строительства новых бетонированных каналов и бетонированием существующих каналов на старых системах с 1960 г. значительно повысился коэффициент полезного действия межхозяйственных систем.

Особое место в реконструкции (1940—1960 гг.) крупной межхозяйственной оросительной сети занимает «кольцевание» источников орошения, которое заключается в устройстве магистральных и крупных распределительных каналов для переброски воды из источников орошения многоводных систем в системы маловодные. Эти перебросы воды могут иметь место как весь вегетационный период, так и в «критические»— особо низководообеспеченные декады и месяцы вегетации, когда на маловодных системах воды не хватает, а на соседних имеется излишек воды. Это возможно, когда соседние источники орошения имеют разные гидрологические режимы — в одной реке паводки проходят в мае-июне

(снеговое питание), а в соседней — в июле-августе (ледниковое питание).

Первым каналом для переброски воды был канал Янги-Фергана (сейчас канал им. К. Н. Синявского), затем Ляган (сейчас им. XVIII партсъезда). Наиболее значительным каналом такого рода стал Большой Ферганский канал им. У. Юсупова, осуществленный методом народных строек в 1939 г.

После БФК были построены крупные каналы ЮФК, СФК, Ташкентский. После Великой Отечественной войны с целью кольцевания систем построены каналы: Искиангар для подачи воды из Зеравшана в особо маловодную тогда Кашкадарью; Сох-Шахимарданский канал, реконструирован канал Иски-Тюя-Тартар для подпитывания системы реки Санзар из Зеравшана.

Обобщающим показателем технического совершенства межхозяйственных систем является их коэффициент полезного действия (КПД). КПД может определяться путем сопоставления стока (или среднего расхода) за отдельные отрезки времени (сутки, пятидневки, декады, месяцы) или периоды (вегетационный, невегетационный, годовой).

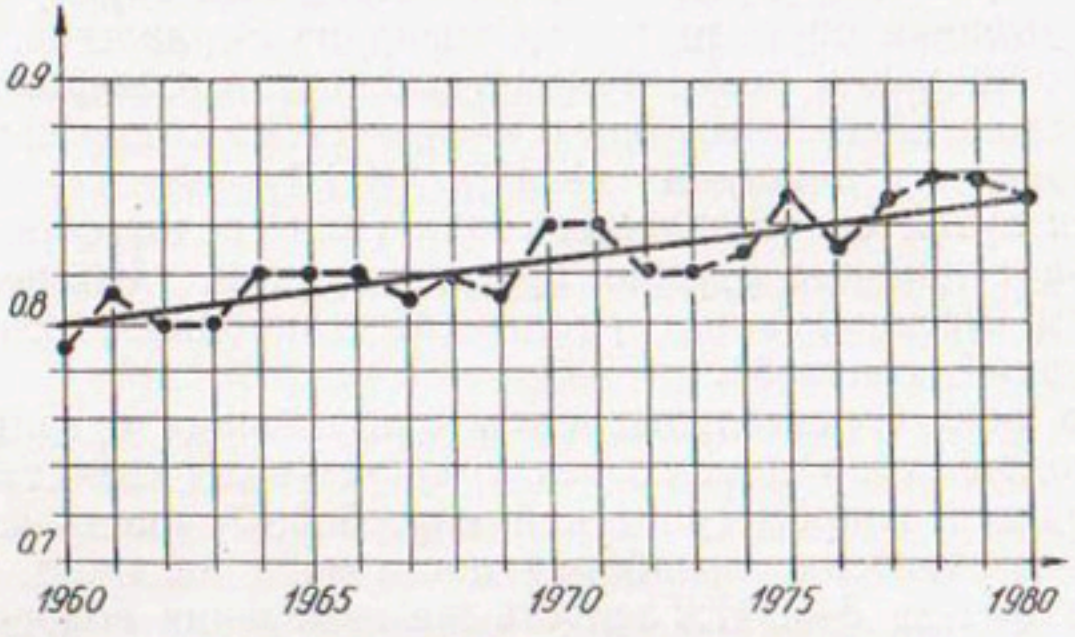
На всех оросительных системах, начиная с тридцатых годов, забор воды из рек и подача воды хозяйствам измеряется гидрометрической службой. Точность измерения головного водозабора достаточно надежна, она составляет ± 3—5%. Точность же измерения водоподачи хозяйствам по многочисленным точкам выдела воды в тридцатые годы не превышала ± 10—15%. В настоящее время она значительно повысилась и ошибки составляют не более ± 5%.

Исходя из этого точность определения КПД за короткие промежутки времени не может быть больше ± 5%, но за продолжительное время, когда число наблюдений сильно возрастает, по закону больших чисел также возрастает точность результата. При множестве наблюдений случайные отклонения в сторону плюса и минуса уравновешивают друг друга.

Однако в практике эксплуатации межхозяйственных систем в отчетности по водораспределению могут возникать небольшие систематические ошибки, заключающиеся в невольном снижении КПД, т. е. завышении размеров фактических потерь воды на фильтрацию в каналах, с целью иметь некоторый резерв воды и облегчить условия водораспределения между хозяйствами особенно в маловодные годы и периоды. Поэтому от-

четные КПД следует рассматривать как вполне надежные, имея в виду, что фактические КПД могут отличаться от расчетных только в сторону увеличения. Другими словами, оценка фактического КПД на 2—3 пункта (сотых) выше отчетного весьма вероятна. Об этом свидетельствуют максимумы в многолетнем ряду отчетных КПД. Самые минимальные значения КПД, отличающиеся от средней величины более чем на 5%, могут быть исключены из анализа, как малодостоверные величины.

Динамика изменения отчетных КПД областных межхозяйственных оросительных систем за последние годы приводится на рис. 4.



Р и с. 4. Изменение КПД межхозяйственных систем с 1960 по 1980 г.

Из рис. 4 следует, что тенденция повышения КПД за последние годы прослеживается весьма слабо, несмотря на большие затраты на бетонировании каналов и то обстоятельство, что в первую очередь бетонировались каналы, потери в которых были наибольшими. Среднереспубликанское значение современного КПД межхозяйственных систем —0,85. Значит, сейчас 15% воды теряется в межхозяйственной сети на фильтрацию. Антифильтрационные покрытия в среднем снижают потери в 5—6 раз. Это свидетельствует о том, что в результате завершения всей программы антифильтрационных мероприятий потери составят только 2,5—3%, а КПД теоретически может повыситься до 0,97—0,975.

С некоторым запасом можно принять прогнозный КПД, равный 0,95. Возможность этого уровня подтверждают современные значения межхозяйственных КПД на системах, созданных Главсредазирсовхозстроем.

Регулирование стока (создание водохранилищ)

Повышению водообеспеченности оросительных систем и увеличению площадей орошаемых земель особенно эффективно способствовало строительство водохранилищ. В период малого водопотребления (зимой) в водохранилищах накапливается сток источников орошения для использования в вегетационный период, когда потребность в воде больше фактических расходов рек. До революции водохранилищ не было.

Первенцами Узбекистана были водохранилища Касансайское на 90 млн. м³ и Каттакурганское на 600 млн. м³, которые начали строить перед Великой Отечественной войной и ввели в действие в тяжелые военные годы. Впоследствии эти водохранилища реконструировались. Укрепление народного хозяйства, оснащение строительных организаций мощной землеройной техникой позволили широко развернуть строительство ирригационных водохранилищ. Сейчас в Узбекистане действуют 14 крупных водохранилищ республиканского значения и более 8 мелких водохранилищ, имеющих общий полезный объем около 5,3 млрд. м³. Кроме того, на долю Узбекистана приходится примерно 13,7 км³ воды, накапливаемой в очень крупных межреспубликанских водохранилищах. Это составляет пока треть годового стока, или 38% головного водозабора в системе.

К наиболее крупным, построенным в послевоенные годы, водохранилищам относятся Чарвакское, Южносурханское, Чимкурганское, Пачкамарское, Каркидонское, Ташкентское, Куюмазарское. Совершенно уникальными являются крупнейшие водохранилища — Тюямуюнское на Амударье, Кайракумское на Сырдарье, Андижанское на Карадарье и Токтогульское на Нарыне. Созданные водохранилища на Сырдарье обеспечивают почти полное зарегулирование годового стока этой реки. В бассейне Амударьи водохранилищ пока недостаточно.

Водохранилища, кроме регулятора изменчивого стока рек и средства повышения водообеспеченности земель, имеют и другое народнохозяйственное значение. Многие из них, имея в составе сооружений ГЭС, обеспечивают народное хозяйство электроэнергией. Часть водохранилищ имеет существенное рыбохозяйственное значение. Кроме того, все водохранилища в условиях жаркого климата являются прекрасным местом отдыха

трудящихся. За последние годы вокруг водохранилищ создаются зоны отдыха, строятся пансионаты, пионерские лагеря и санатории.

Особое место занимают малые водохранилища, предназначенные для борьбы с селями,— селехранилища.

Селехранилище, образованное достаточно высокой плотиной, обеспечивает задержание селевого потока. Затем постепенно с помощью специальных водовыпусков накопленный в селехранилище сток спускается малыми расходами, которые не причиняют вреда. Более того, накопленную в селехранилищах воду можно использовать для орошения, повышая водообеспеченность орошаемых земель. В Ферганской долине создано значительное количество селехранилищ и других селезащитных сооружений. Уже практически полностью завершена защита города Андижана, ранее неоднократно подвергавшегося воздействию разрушительных селевых потоков.

Развитие машинного водоподъема

Проведенные мероприятия по реконструкции межхозяйственных оросительных систем значительно повысили водообеспеченность существовавших земель и позволили освоить за 1930—1960 гг. примерно 900 тыс. га новых земель. Это, конечно, большое достижение. Но потребность в сельскохозяйственной продукции поливного земледелия постоянно возрастала, что вызвало необходимость освоения целинных земель уже за пределами контуров древних оазисов. На часть предполагавшихся к освоению целинных земель, например к массиву Голодной степи, можно было подвести воду самотечными каналами, на другие же массивы (Каршинская степь, Джизакская степь, целинные массивы Бухарской области) — лишь используя машинный водоподъем. Да и в других областях оставались неиспользуемые земли, расположенные выше возможных отметок командования существующих источников орошения и магистральных каналов.

К этому времени значительно возросла энергообеспеченность республики, а отечественная промышленность освоила изготовление крупных насосных агрегатов.

Применение в стране машинного водоподъема в промышленном и коммунальном водоснабжении для обводнения больших территорий, для заполнения судо-

ходных трактов и с целью орошения стало обычным делом.

Большой размах машинный водоподъем получил и в нашей республике. Площадь машинного орошения за последние годы пятилеток составляла:

1960 г. —	150	тыс. га
1965 г. —	315	» »
1970 г. —	525	» »
1975 г. —	857	» »
1980 г. —	1311	» »

В 1980 г. доля площадей машинного орошения составила 38,5% общей орошаемой площади, из них 24,5% регулярное орошение и 14 подпитывающее. Установленная мощность насосных станций достигла 1377 квт.

Совершенно уникальными во всех отношениях являются такие крупные водные тракты, как Аму-Бухарский и Каршинский магистральные каналы, обеспечивающие подачу Амударьинской воды в ранее плохо обеспеченный водой бассейн Зеравшана и на освоение 300 тыс. га целинных земель Каршинской степи (1 и 2 очереди). Созданы две новые большие анти-реки, в которых вода течет по пути как бы вверх, а не вниз. Об уникальности созданных каскадов насосных станций этих каналов говорит такой факт, что насосные станции Аму-Бухарского канала имеют установленную мощность 330 тыс. квт, а Каршинского канала —450 тыс. квт. Это сравнимо с мощностью таких крупных гидроэлектростанций, как Чарвакская (600 тыс. квт). Таким образом, водохозяйственный комплекс республики создает электроэнергию на гидростанциях при плотинах и крупных водных трактах и одновременно является крупным потребителем этой энергии.

Насосных станций мощностью более тысячи киловатт с расходом воды более 5 $м^3$/сек и площадью обслуживания более 5 тыс. га в республике насчитывается более пятидесяти. Кроме таких крупных стационарных насосных станций, на оросительных системах республики работают:

стационарные насосные станции мощностью менее тысячи киловатт;

дизельные плавучие насосные станции для водозабора из Амударьи в Хорезме и Каракалпакии. Работа их важна в критические периоды, когда расходы Амударьи в низовьях незначительны, горизонт воды в реке сни-

жается до минимума, река меняет берега, а плавучие станции могут приспосабливаться к ее капризам;

большое число мелких стационарных насосных станций, построенных самими колхозами и совхозами. Эти станции в последние годы постепенно передаются на баланс органов водного хозяйства на местах и эксплуатируются ими;

передвижные насосные установки в хозяйствах;

скважины с глубинными насосами, откачивающие подземные воды с целью использования их для орошения;

скважины вертикального дренажа в мелиоративных целях, а в случае откачивания пресных и слабоминерализованных вод также в целях орошения.

Всего в республике по состоянию на конец 1980 г. на балансе органов водного хозяйства находились и эксплуатировались ими:

крупные насосные станции	52 шт.
насосные станции мощностью менее 1000 квт	1009 »
плавучие насосные станции	364 »
скважины для орошения	4132 »
скважины вертикального дренажа	2007 »

Ясно, что орошение самотечное намного проще и дешевле орошения, основанного на машинном водоподъеме, а также значительно надежнее. Действие систем с машинным водозабором требует бесперебойного электроснабжения, прочного оборудования, ремонтной базы и, самое главное, более высокой культуры эксплуатации. Двадцатилетний опыт развития машинного водоподъема свидетельствует о том, что эти трудности работниками водного хозяйства преодолены, а орошаемое земледелие на базе машинного водозабора оказалось надежным и рентабельным, как и при системах самотечного водозабора.

Создание и развитие межхозяйственной коллекторно-сбросной сети

Несмотря на засушливость климата Узбекистана при сочетании определенных природных условий, а также под воздействием хозяйственной деятельности человека, и в частности орошения, грунтовые воды поднимаются настолько близко к поверхности земли, что вызывают засоление и заболачивание земель. Заболо-

ченные участки значительных размеров встречались ранее в понижениях долины Сурхандарьи (Шурчинские болота), Чирчика, Ангрена, Сырдарьи, в Центральной Фергане, в Бухаре и Хорезме, где естественный отток грунтовых вод был затруднен или вовсе отсутствовал.

Там, где грунтовые воды не выходили на поверхность, интенсивное испарение их вызывало накопление солей в поверхностном слое почвы, часто настолько сильное, что нормальное развитие культурных растений становилось невозможным.

Снизить уровень грунтовых вод посредством создания достаточно развитых коллекторно-дренажных систем при отсутствии в то время средств механизации земляных работ было нельзя.

Меры, применявшиеся для ликвидации заболачивания и засоления земель, сводились к устройству редких дрен и коллекторов (зауров) и применению так называемого «сухого дренажа». «Сухой дренаж» представляет собой тип землепользования, когда преднамеренно сохраняются массивы земель, не засеваемые культурами. На эти массивы происходил отток грунтовых вод с культурной зоны и интенсивное испарение их. Это в определенной степени обеспечивало снижение уровня грунтовых вод на используемых землях. Однако для эффективного действия сухого дренажа требовалось оставлять незасеянной, т. е. неиспользуемой, около половины полезной площади.

Первые мероприятия по борьбе с заболачиванием носили более санитарный, чем мелиоративный характер. В первую очередь осушались заболоченные участки, прилегающие к населенным пунктам. Были выполнены большие работы по осушению заболоченных участков Голодной степи (1926 г.), в Бухарском и Каракульском оазисах (1930 г.), на периферии Центральной Ферганы, где выклинивались подрусловые потоки рек и саев Ферганской долины, осушены так называемые Шурчинские болота в Сурхандарьинской долине.

В последующие годы постепенно возрос экономический потенциал страны, обеспеченность сельского и водного хозяйства механизмами. Одновременно возрастала потребность в хлопке, необходимость повышения урожайности и увеличения площадей под хлопчатником. Большая часть орошаемых земель в то время была засолена в той или иной степени, что препятствовало получению высоких урожаев. Резервы земель перво-

очередного освоения были также представлены засоленными почвами. Эти обстоятельства, с одной стороны, обусловили необходимость, а с другой — создали условия для реализации многолетней программы работ по мелиоративному улучшению орошаемых земель. Началом серьезных рассолительно-мелиоративных мероприятий было создание надежных водоприемников, обеспечивающих транзит минерализованных дренажных и сбросных вод за пределы орошаемой территории. Уже в первой пятилетке были построены чирчикские коллекторы-распределители в Ташкентской области и ряд других объектов в уже упомянутых районах.

В последующих пятилетках были построены Сарасуйские и Багдадские коллекторы в Ферганской долине, Южный сбросной коллектор и Верхнебухарский сброс в Бухарской области.

В Хорезмском оазисе создана уникальная система коллекторов. Создание системы началось сооружением локальных межхозяйственных коллекторов и сбросов для отвода избыточных вод в периферийные озера. Это Диванкульский, Газават-Дауданский, Шават-Андреевский и другие коллекторы. Затем периферийные озера были объединены Озерно-Уравнительным коллектором. Его продолжение (Озерный коллектор) и, наконец, создание межреспубликанского коллектора Дарьялык общей протяженностью 359 км обеспечило отвод сбросных и дренажных вод в Сарыкамышскую впадину.

Осуществление этих мероприятий улучшило мелиоративное состояние сотен тысяч гектаров орошаемых земель и создало условия для получения рекордных урожаев хлопчатника — 40 ц/га в среднем по Хорезмской области.

Современные оросительные системы, кроме расположенных в горно-предгорной зоне, помимо оросительных каналов, имеют разветвленную коллекторно-дренажную сеть. Поэтому фактически системы являются комплексными —«гидромелиоративными», т. е. обеспечивающими мелиорацию земель, как с целью восполнения недостатка влаги в почве, так и с целью осушения земли, удаления избытка вредных солей. Однако в терминологической практике понятие «гидромелиоративная система» пока не принята, поэтому в тексте под оросительными системами, применительно к условиям Узбекистана, нужно понимать гидромелиоративные системы двойного действия.

Точно так же, как сеть оросительных каналов, кол

Рис. 5. Крупный коллектор.

лекторно-дренажная сеть разделяется на межхозяйственную и внутрихозяйственную. В первой категории можно выделить коллекторы общеоазисного (межрайонного) и внутрирайонного значения.

Многие из них по длинам и расходам представляют собой прямо реки (рис. 5). Эти коллекторы ежегодно выносят за пределы орошаемых оазисов миллионы тонн вредных солей. В этом их громадное народнохозяйственное значение. Однако они — замыкающее, конечное звено системы и самостоятельно, без наличия впадающих в них коллекторов последующих порядков и первичной дренажной сети в хозяйствах, обеспечить коренную мелиорацию земель не могли, а создали лишь основу для этого. Чисто мелиоративно-рассолительное действие крупных и достаточно глубоких коллекторов ограничивается прибрежной полосой земли шириной 0,5—1 км. В связи с этим постепенно пришлось развивать последующие звенья коллекторно-дренажной сети.

Рост протяженности межхозяйственной коллекторной сети в последние пятилетки был следующим:

1965 г.	—	14 338	км
1970 г.	—	15 979	»
1975 г.	—	18 162	»
1980 г.	—	22 372	»

Можно считать, что создание межхозяйственной коллекторной сети на используемых землях уже завершено.

Вся эта сеть представлена в виде глубоких земляных открытых каналов. Они зарастают сорной растительностью и постоянно заиливаются. Чистят их экскаваторами. Поддержание коллекторов в рабочем состоянии требует больших затрат.

Совершенствование эксплуатации межхозяйственных систем

Служба эксплуатации и ее главнейшие задачи. Состав межхозяйственных оросительных систем не ограничивается описанными выше элементами. Они только главные действующие элементы, по которым или через которые течет на хозяйственные поля оросительная вода или удаляются за пределы хозяйств и систем дренажно-сбросные воды.

Современные межхозяйственные оросительные системы включают в себя дополнительный комплекс сооружений, машин и средств, обеспечивающих нормальное функционирование и совершенствование межхозяйственных оросительных систем. В него входят: средства учета воды, служебной связи (телефон, радио, телетайп), транспортные линии электропередач, трансформаторное хозяйство, складские помещения, служебные здания, объекты жилищно-бытового и культурного комплекса (жилые дома, детсады, школы, дома культуры, дома отдыха, водопроводы, канализации и др.); крупные ремонтные предприятия, осуществляющие капитальные ремонты экскаваторов, других строительных машин, автомашин, насосов, электромоторов, заводы по изготовлению специальной аппаратуры для нужд водного хозяйства и, наконец, многочисленные предприятия стройиндустрии (гравийные карьеры, растворные узлы, бетонные заводы, заводы железобетонных изделий и др.).

Главной силой, управляющей действием межхозяйственных оросительных систем, является коллектив работников водного хозяйства. В Узбекистане это целая армия, насчитывающая почти сто тысяч человек, организованных в многочисленные управления и организации различных административных уровней разного функционального назначения. Ниже приведены перечень основных звеньев и их организационные схемы.

Бесперебойную работу межхозяйственных систем и управление ими обеспечивает специальная служба экс-

плуатации. Низовым звеном ее являются районные управления оросительных систем (РайУОС), которые подчиняются областным производственным управлениям водного хозяйства (ОПУВХ), а те в свою очередь — Министерству мелиорации и водного хозяйства УзССР. Эксплуатация каналов межрайонного значения осуществляется управлениями межрайонных каналов (УМРК), а межобластного — межобластными управлениями. Последних в Узбекистане три: Управление эксплуатации Большого Ферганского канала им. У. Юсупова (УЭБФК), распределяющее воду между Наманганской, Андижанской и Ферганской областями; Управление вододелением по Зеравшанской долине (Зердолводхоз), распределяющее водные ресурсы реки Зеравшан между Самаркандской, Навоийской, Бухарской, Кашкадарьинской и Джизакской областями; Управление эксплуатации Южного Голодностепского канала (УЭЮГК), распределяющее воду между Сырдарьинской и Джизакской областями. Для межреспубликанского вододеления по Амударье между Хорезмской областью, КК АССР и Ташаузской областью Туркменской ССР существует специальное управление, подчиненное Союзному Министерству водного хозяйства и мелиорации. В составе РайУОС и УМРК эксплуатационная служба подразделяется на эксплуатационные участки.

На рис. 6, 7 и 8 показаны схемы структуры республиканского министерства в той ее части, которая непосредственно занимается эксплуатацией оросительных и коллекторно-дренажных систем, и упрощенные типовые схемы ОПУВХ и РайУОС.

Главными задачами всех звеньев службы эксплуатации Министерства мелиорации и водного хозяйства на всех уровнях являются:

практическое осуществление распределения оросительной воды по каналам между хозяйствами; охрана и поддержание систем в рабочем состоянии;

практическое осуществление машинного водоподъема, эксплуатации насосных станций, скважин на орошение, скважин вертикального дренажа, эксплуатация линий электропередач (ЛЭП) и трансформаторного хозяйства;

наблюдение и контроль над мелиоративным состоянием орошаемых земель в пределах обслуживаемой территории (района, области), эксплуатация коллекторно-дренажных систем, осуществление мероприятий

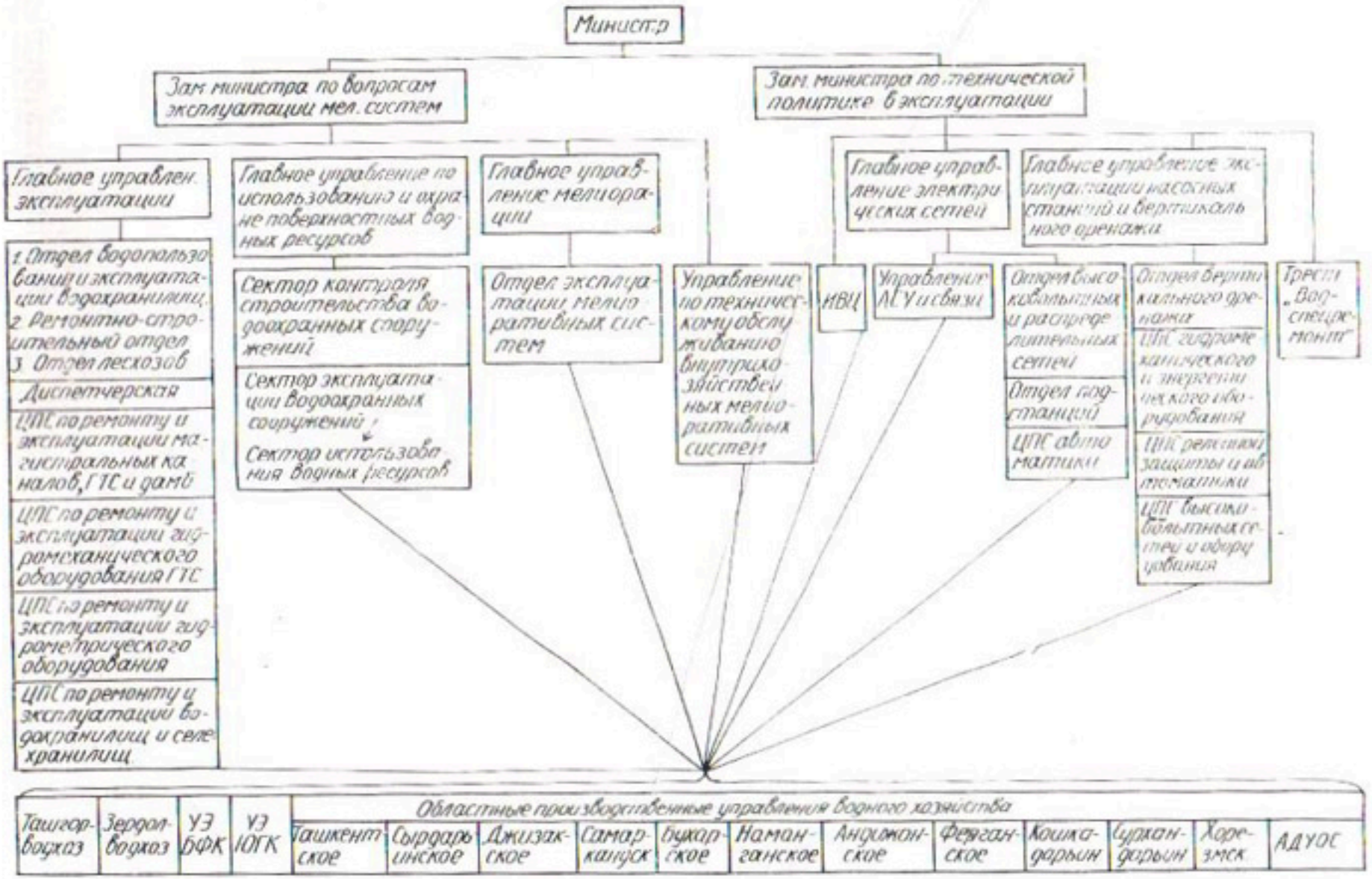


Рис. 6. Структура эксплуатационной службы ММВХ УзССР

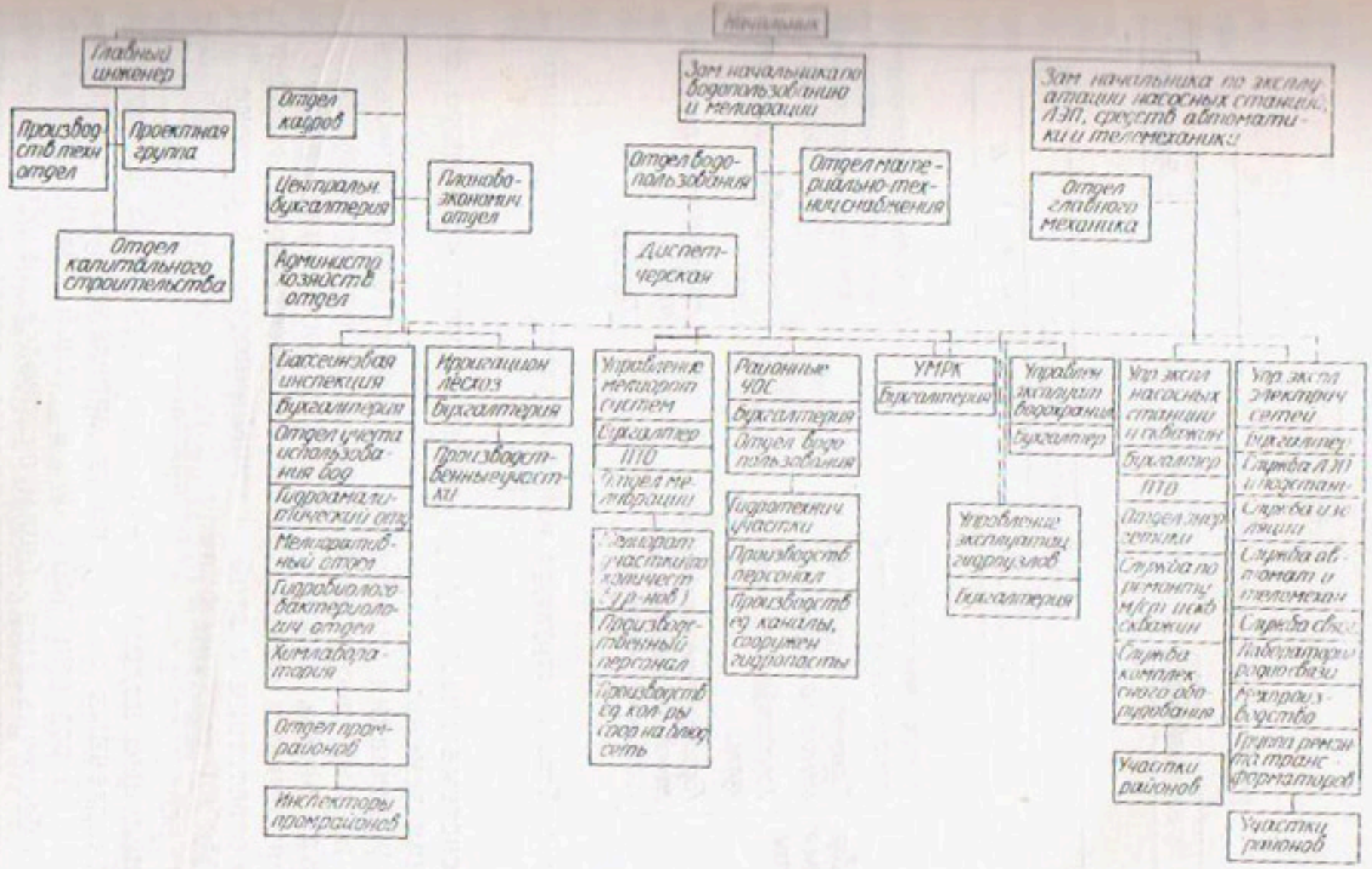


Рис. 7. Типовая структура областных производственных управлений водного хозяйства (ОПУВХ)

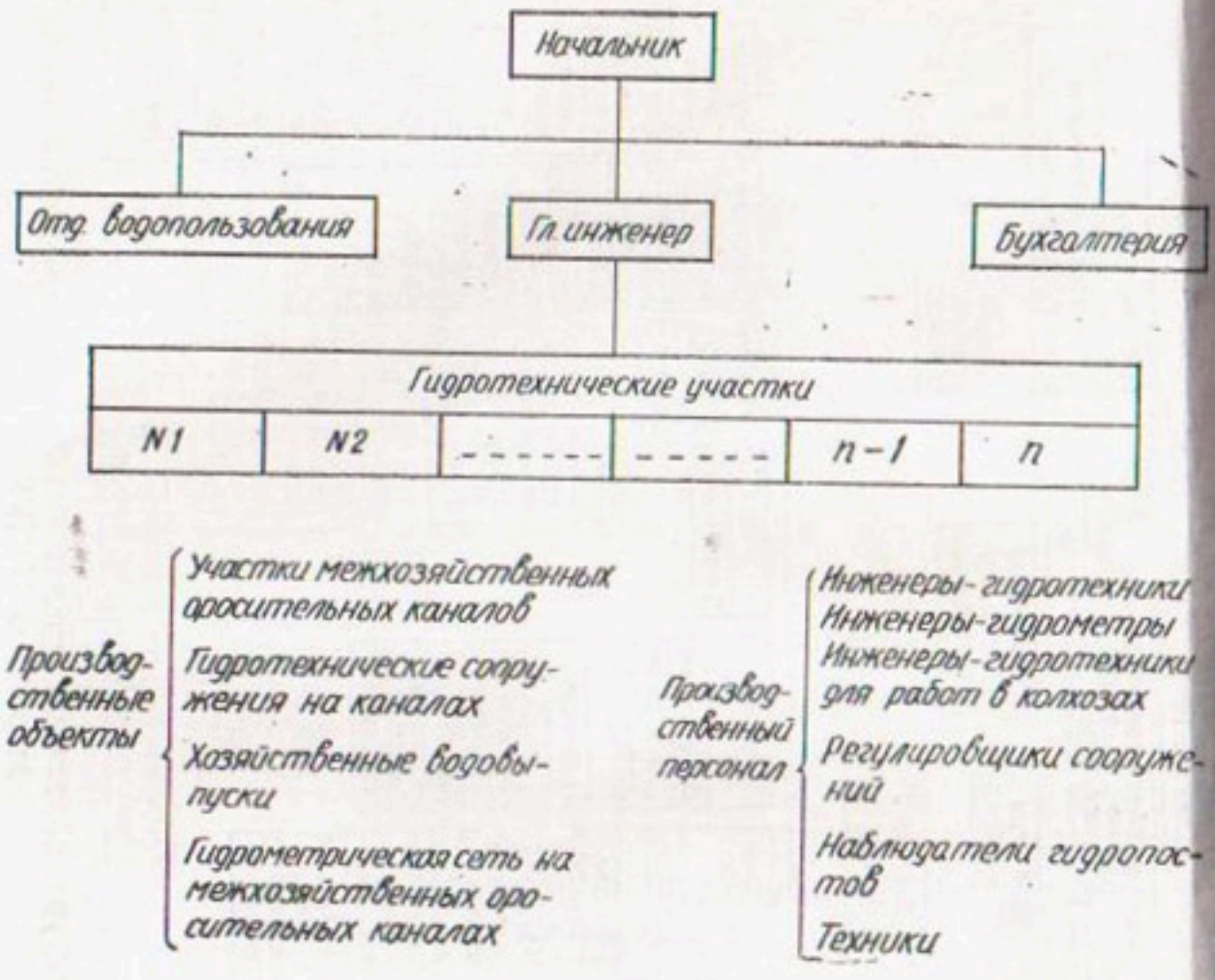


Рис. 8. Типовая структура районных управлений оросительных систем.

по систематическому улучшению мелиоративного состояния земель;

организация наиболее рационального использования водных ресурсов и охраны их от загрязнения.

Как видно, каждая из задач достаточно сложна по содержанию и объему работ, но имеет свою специфику. В соответствии с этой специфичностью в системе ММ ВХ УзССР созданы функциональные подразделения почти на всех уровнях—от Министерства до РайУОС. Функциональные подразделения, отвечающие за исполнение перечисленных задач, несут определенную ответственность, но все они работают в тесной взаимной увязке. Это обеспечивается общим руководством Министерства, а также руководителями водного хозяйства областного регионального и районного уровней.

Эксплуатационная деятельность органов водного хозяйства заключается не только в осуществлении эксплуатации систем на существующем уровне, но и постоянной заботы о совершенствовании систем и методов их эксплуатации.

Перечисленные задачи, соответствующие им подразделения не исчерпывают содержание работ и структур водного хозяйства республики. Здесь не упомянуты вопросы: финансирования, материально-технического обеспечения, работы с кадрами и подготовки их, проектирования, капитального строительства и многие другие.

В связи с тем, что все стороны деятельности Министерства водного хозяйства охватить нельзя, поэтому рассмотрим результаты и перспективные задачи только в области: межхозяйственного водораспределения; машинного водоподъема; улучшения мелиоративного состояния земель.

Водораспределение. Забор воды из источников орошения и распределение между хозяйствами — самая главная сфера деятельности органов водного хозяйства. Водораспределение осуществляется на основе плана. Метод планового водораспределения разработан еще в конце двадцатых годов ОИВХ (ныне САНИИРИ) под руководством профессора Н. А. Янишевского. В начале тридцатых годов специалистами и практиками водного хозяйства Узбекистана плановое водораспределение было внедрено на всех системах республики. Несколько позднее плановое водораспределение стало носить характер обязательного государственного мероприятия во всех оросительных системах СССР.

В количественном отношении, т. е. по объему подаваемой воды за месяц, вегетацию, невегетационный период и за год в целом, планы водораспределения, как правило, обычно выполняются и даже несколько перевыполняются, так что недостатка оросительной воды на большей части систем водопользователи не испытывают. Некоторый недостаток наблюдается на маловодных системах, например, верхних системах рек Сурхандарьи, Кашкадарьи, Зеравшана и ряда других более мелких. Однако и по вполне водообеспеченным системам бывают отдельные годы и периоды, когда фактические расходы в источниках орошения (реках) гораздо меньше, чем предусматриваемые в планах водораспределения. Эти годы называются маловодными, а отдельные отрезки времени с недостатком воды — критическими периодами.

Однако на недостаточно водообеспеченных системах, а также и на остальных системах в маловодные годы и критические периоды под действующей плановой водоподачей понимают расчетную плановую водоподачу, умноженную на фактический коэффициент водообеспе-

ченности. Последний равняется отношению фактического расхода реки (или расхода, забираемого в голове магистрального канала) к расчетному, который предусматривался при составлении плана еще весной.

Исходя из этого показателя подачу воды всем хозяйствам снижают в одинаковой степени, т. е. осуществляют принцип пропорционального планового вододеления с равным ущербом всем хозяйствам.

За последние сорок лет из года в год повышалась водообеспеченность земель. Строились каналы-переброски, водохранилища, развивался машинный водоподъем. В результате в целом по республике водообеспеченность повысилась с 65—70% (1930 г.) до 90% (1980 г.) по отношению к оптимальной потребности в воде. И это надо понимать с учетом того, что одновременно орошаемая площадь за этот же период увеличилась в два раза. Однако на ряде систем в отдельные маловодные годы и периоды все еще имеет место недостаток воды. В таких случаях органы водного хозяйства на местах устанавливают, где это целесообразно, дополнительные насосы; в большой степени используются для орошения минерализованные коллекторно-дренажные воды; бурятся дополнительные скважины на воду; исходя из имеющихся возможностей форсируется бетонирование каналов с целью сокращения потерь воды на фильтрацию в них. Но эти мероприятия больше относятся к оперативному перераспределению имеющихся водных ресурсов, т. е. прироста водных ресурсов в целом по бассейнам рек не дают.

Еще необходимо и возможно повысить водообеспеченность упомянутых выше маловодных регионов за счет перераспределения стока рек во времени — устройства водохранилищ. Программа постройки недостающих водохранилищ выполняется и будет безусловно завершена. В целом же по республике мы вступили в период 100-процентного использования водных ресурсов. При существующем темпе освоения новых земель из года в год будет возрастать дефицит оросительной воды, если техническое состояние гидромелиоративных систем, качество водораспределения на межхозяйственных системах и степень использования воды в хозяйствах останутся на современных уровнях.

Практическое осуществление планов водораспределения на ряде систем относительно просто, а на других системах очень сложно, так как связано с определенными трудностями, обусловленными характером режи-

ма источника орошения. Во-первых, фактический расход реки в какой-либо конкретный год не может точно соответствовать принятым в плане декадным расходам расчетного гидрографа, во-вторых, в течение дней декады и часов суток расход источника орошения колеблется, т. е. фактический коэффициент водообеспеченности меняется во времени.

Для количественной оценки колебания расходов источника орошения, а также расходов в важнейших створах системы (голова магистрального канала, головы распределителей, подача воды хозяйствам) САНИИРИ предложен показатель постоянства расходов, определяемый разностью между единицей и статистическим коэффициентом изменчивости ряда наблюдаемых расходов за декаду по формуле

$$П_1 = 1 - \frac{\sqrt{\frac{\Sigma(Q_{фак} - Q_{ср})^2}{n}}}{Q_{ср}},$$

где $Q_{ср}$ — среднеарифметический расход из n наблюдений за декаду,

$Q_{фак}$ — фактический расход каждого наблюдения.

Представление о степени колебаний расходов и соответствующих им показателей $П_1$ дано на рис. 9. С помощью этого показателя, по *трудности осуществления планового распределения* воды, оросительные системы разделяются на два типа:

I — системы, использующие только часть расхода источника (Дальварзин, КМК, Ташсака и подобные). Показатель $П_1$ для систем этого типа выше 0,97. Водообеспеченность таких систем высокая и заранее известная. К этому же типу относятся системы на источниках орошения с зарегулированным стоком. Водообеспеченность их может быть недостаточной, но она при оперативном водораспределении всегда известна заранее, поэтому плановое вододеление осуществлять легко.

II —системы с незарегулированными источниками (реками), в которых вся вода реки большую часть вегетационного периода полностью разбирается на орошение. $П_1$ на этих системах меньше 0,9. Водообеспеченность таких систем непостоянна и заранее неизвестна, поэтому плановое вододеление на таких системах осуществлять очень трудно. Систем такого типа остается все меньше и меньше.

Отступления фактического распределения воды между хозяйствами в вегетационный период от плана рас-

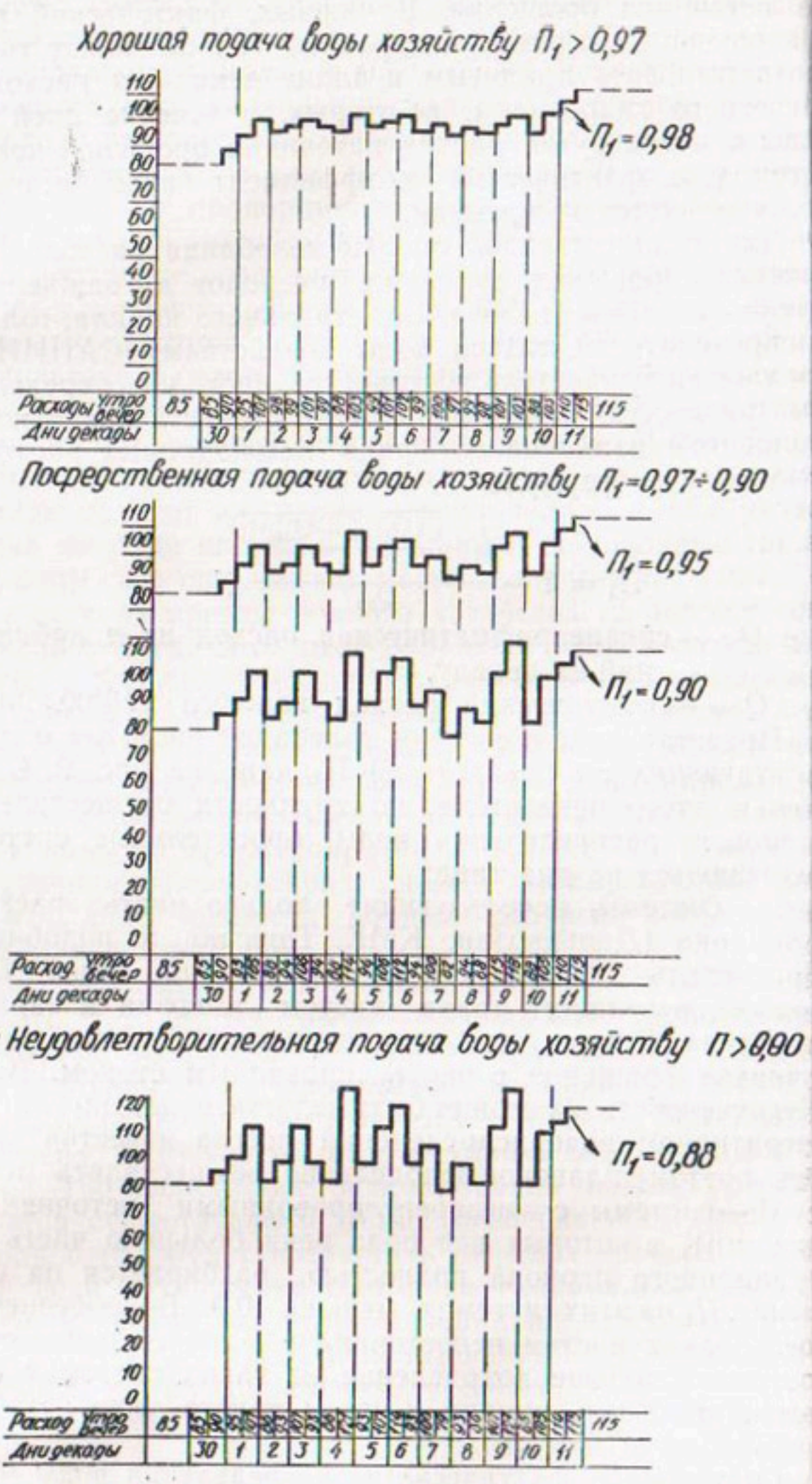


Рис. 9 Показатели постоянства расходов воды во времени (за декаду)

пределения, составленного еще ранней весной, происходит не только из-за несоответствия расходов воды в реках расчетным плановым расходам или наличного объема воды в водохранилищах плановому, но и по причине сильных отклонений метеорологической обстановки от среднемноголетнего состояния.

Если в апреле-мае выпали обильные осадки, то совершенно не обязательно подавать хозяйствам воду в размере, предусмотренном первоначальным планом. Лучше эту воду сохранить в водохранилищах.

Когда в мае-июне или в другие месяцы вегетации температура значительно выше обычной, приходится форсировать поливы сельскохозяйственных культур, подавать хозяйствам воды больше. Однако, когда система имеет водохранилище, в этом случае необходимо рассчитывать, чтобы запасенной воды хватило до конца вегетации.

Есть еще ряд причин — необходимость компенсирования большой недодачи воды ряду хозяйств за предыдущий период за счет хозяйств, перебравших воду; особенности агропроизводственной обстановки в отдельных хозяйствах, ликвидация аварийной обстановки и последствий стихийных явлений (градобитие и др.), когда водораспределение нарушается от составленного ранней весной плана.

В перспективе, когда можно будет организовать автоматизированный сбор и ввод в ЭВМ фактических и ожидаемых данных по наличию водных ресурсов, метеорологических показателей по территории системы, данных, характеризующих состояние растений и режим почвенной влаги на типичных ключевых полях (на водобалансовых станциях), появится возможность прогнозирования обстановки, увязывания наличия водных ресурсов с оптимальной потребностью. Оперативные планы водораспределения будут рассчитываться на ЭВМ автоматизированных систем управления (АСУ) и осуществляться при помощи средств телеуправления и автоматизации.

Пока же вододеление основывается на оперативных планах, главным, но не единственным основанием которого служат фактически сложившаяся водообеспеченность и принципы пропорционального снижения (реже увеличения) подачи воды всем хозяйствам.

Оперативный план водораспределения считается основой, с которой сравниваются результаты фактически достигнутого водораспределения.

По аналогии с выполнением плана какой-либо продукции на предприятиях в сфере материального производства строгое понятие выполнения государственными оросительными предприятиями (УОС) основных показателей утвержденного водораспределения можно было бы сформулировать следующим образом:

1. Понятие —«выполнение плана водоподачи какому-либо хозяйству» заключает в себе осуществление подачи воды в количестве (стоке, среднем расходе) и времени (например, за все дни вегетационного периода) в точном соответствии с утвержденным планом.

2. Понятие —«выполнение плана водораспределения по оросительной системе» заключает в себе одновременное наличие факта первого для всех хозяйств оросительной системы.

Однако такая жесткая оценка деятельности управления оросительной системы в части результатов деления живого, колеблющегося во времени, тока воды между хозяйствами-водопользователями неприемлема.

На межхозяйственных системах республики имеется более 15 тыс. точек выдела воды хозяйствам. В среднем каждое хозяйство имеет 10—12 точек выдела. Площадь, орошаемая из одной точки выдела, составляет в среднем 170 га. Конечно, это очень малые водовыпуски и каналы. На большинстве точек выдела отсутствует круглосуточная охрана, линейный штат ограничивается двухтрехразовым наблюдением в сутки. Поэтому водоподача по мелким точкам выдела регулируется самими водопользователями. Техническое несовершенство систем и недостаточная точность исходных данных, положенных в расчет плана водопользования, вполне позволяет подачу воды хозяйству за какой-либо отчетный период в пределах 90—110% плана считать благополучным фактом, не влекущим за собой отрицательных последствий для хозяйств-водопользователей. Работа отделов вододеления оросительных систем, диспетчерской и линейных служб заключается в практическом осуществлении такого водораспределения по системе, которая бы наилучшим образом соответствовала составленному плану водораспределения.

Полного соответствия между плановыми и фактическими показателями по подаче воды хозяйствам во все декады планируемого периода достичь невозможно. Однако получаемые отклонения в подаче воды хозяйствам должны быть нормированы.

По предложению САНИИРИ качество водораспре-

деления на оросительных системах определяется исходя из удельного веса случаев водоподачи, укладывающихся в интервале от 90 до 110% плана, с учетом нижеследующих показателей:

$П_2$ — отношение числа хозяйств, получивших воду за вегетационный период в пределах 90—110% плана к общему числу хозяйств на системе;

$П_3$ — отношение числа случаев подачи воды хозяйствам в пределах 90—110% плана к общему числу случаев. Последнее равно произведению числа хозяйств в системе на число декад отчетного периода (вегетационного, невегетационного, а также критического). Основываясь на принятом допущении, соответствие практического вододеления утвержденному плану вододеления можно считать идеальным, если показатели $П_1$, $П_2$ и $П_3$ равняются единице. Однако в производстве пока так не получается, особенно на оросительных системах второго типа, на которых показатели, как правило, значительно ниже единицы. Обычная величина показателей $П_1 = 0{,}90—0{,}98$, $П_2 = 0{,}50—0{,}60$, $П_3 = 0{,}25—0{,}50$. Приведенные цифры это не количественное выполнение плана подачи воды в стоке, а качественная оценка деятельности УОС по водораспределению. Например, если $П_3 = 0{,}50$, то это обозначает, что в 50% случаев подача воды хозяйствам находилась в пределах 90—110% плана, а в другой половине случаев подача была или менее 90% плана, или более 110% плана. Величина и частота отклонений от плана связаны определенной закономерностью, близкой к кривой нормального распределения (рис. 10).

Системы первого типа по простоте управления ими, получаемым точности и качеству водораспределения, а следовательно, и по степени полезного использования воды как самого источника орошения, так и непосредственно в хозяйствах несравненно совершеннее систем второго типа.

Постройка головных водозаборных сооружений, обеспечивающих гарантированный водозабор в систему, специальных каналов для переброски воды из многоводной системы в маловодную (кольцевание систем), водохранилищ, реконструкция систем—вот те мероприятия, которые были проведены в республике для развития орошения, повышения водообеспеченности, улучшения качества водораспределения на системах и водопользования в хозяйствах.

До 1930 г. площадь систем 1-го типа, то есть имеющих вполне гарантированный и стабильный водозабор,

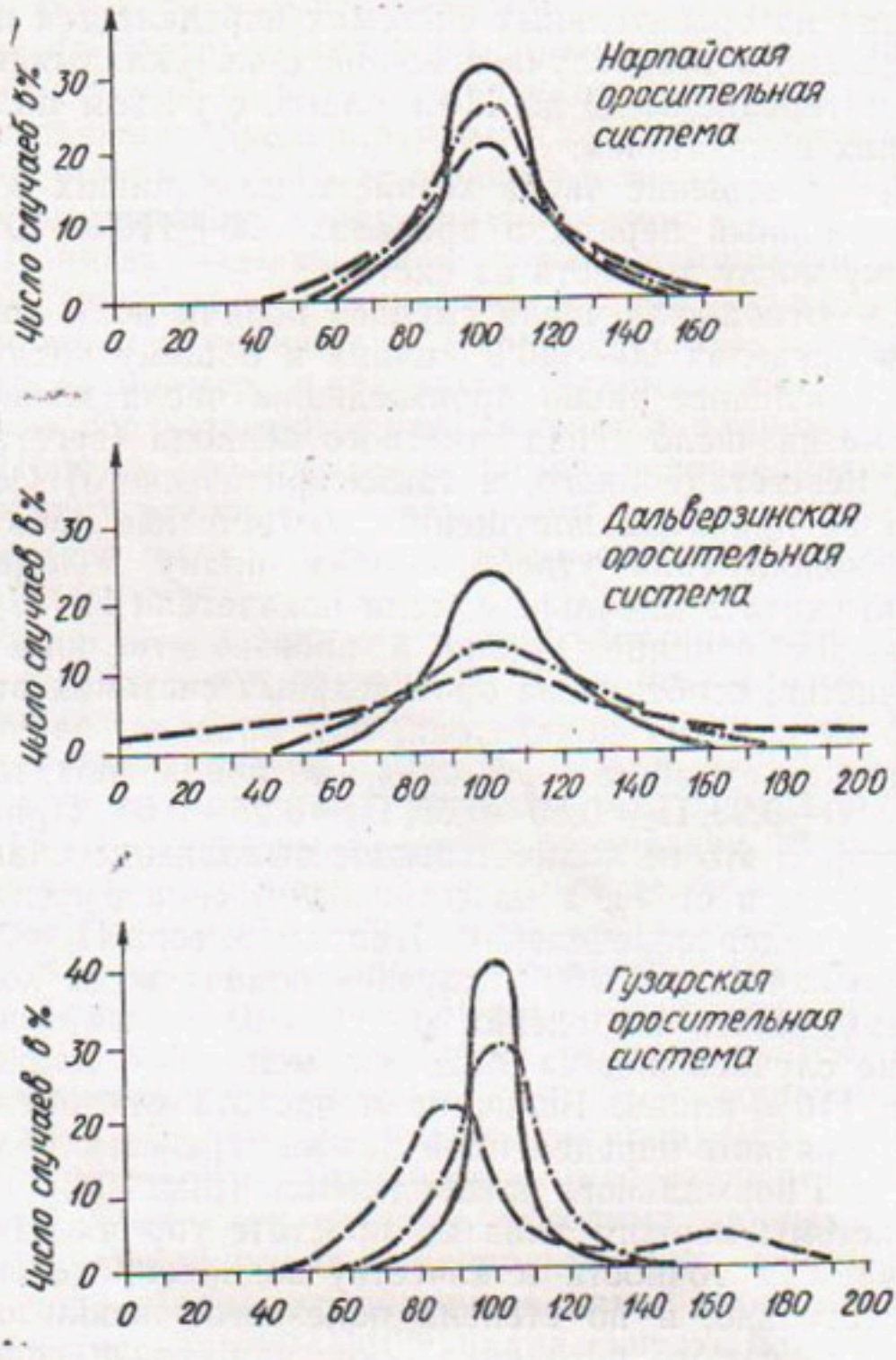


Рис. 10. Кривые распределения декадных показателей выполнения планов водоподачи (размер и повторяемость отклонений)

составляла всего 28%, а в 1980 г.— 80%. В результате несравненно легче стало забирать воду из рек в магистральные каналы, стабилизировались головные расходы этих каналов, как правило, выполняются и значительно перевыполняются планы забора и подачи воды в сток на вегетационный период (растут оросительные нормы брутто).

Однако повышение водообеспеченности не однозначно одновременному улучшению качества водораспределения. На основании последних исследований

САНИИРИ можно отметить, что хотя к настоящему времени качество водораспределения по сравнению с прошлыми десятилетиями и улучшилось, но еще не достигло желательного уровня, т. е. нормативных значений показателей

$$П_1 \geqslant 0{,}97, \quad П_2 \geqslant 0{,}75, \quad П_3 \geqslant 0{,}667.$$

В порядке иллюстрации приведем данные по $П_1$, $П_2$ и $П_3$ для оросительных систем Нарпай, Дальварзин и Гузар (табл. 1).

Как видно из табл. 1, качество водораспределения по Нарпайской системе значительно улучшилось. В связи с пуском в эксплуатацию Каттакурганского водохранилища, а затем в связи с общим повышением водообеспеченности по Зеравшану система приблизилась к категории систем первого типа.

Дальварзинская система была создана в советское время как инженерная система первого типа. По этой системе качество водораспределения улучшено в меньшей степени. Выполнение утвержденных планов водораспределения на Дальварзинской системе пытаются облегчить и подменить сверхплановым водозабором из Сырдарьи.

Приведенные данные свидетельствуют о возможности и необходимости повышения качества водораспределения. Ведь степень использования воды непосредственно в хозяйствах в большой мере зависит от качества подачи воды. Случайный «пик» водоподачи используется на полив в незначительной мере и вызывает увеличение сброса. Каждый «провал» или снижает КПД техники полива, или приводит к необходимости повторного полива, т. е. увеличивает потери. Плохая водоподача дезорганизует ход полива и агротехнических работ, связанных с ним; не позволяет хозяйству оценить свои возможности по экономии воды, повышению урожайности и освоению внутрихозяйственных земельных резервов.

Эксплуатация насосных станций. Принципиальные различия в эксплуатации и степени водообеспеченности систем с самотечным водозабором и систем с машинным водоподъемом заключаются в следующем. Системы первого рода очень надежны в эксплуатации. Прорывы каналов встречаются очень редко, а аварий головных сооружений за последнее десятилетие вообще не было.

Надежность бесперебойной работы систем с машинным водоподъемом зависит от десятка факторов, начиная от подачи электроэнергии и кончая исправностью

Таблица 1

Показатели качества водораспределения по годам

Показатель	Нарпайская система[1]				Дальварзинская система[2]				Гузарская система[3]	
	1935—1940	1947	1955	1970	1935—1940	1947	1955	1970	Среднее за 1968—1970 гг.	1971
$П_1$ в голове магистрального канала	0,80	0,86	0,94	0,91	0,97	0,97	0,98	0,97	0,96	0,98
$П_1$ в точках выдела воды хозяйствам	0,75	0,79	0,94	0,89	0,84	0,83	0,83	0,91	0,88	0,91
$П_1$ по колхозам, расположенным в хвостах распределителей	0,72	0,75	0,79	0,83	0,78	0,78	0,77	0,87	0,85	0,87
Показатель $П_2$	0,22	0,41	0,50	0,61	0,27	0,27	0,27	0,45	0,60	0,83
Показатель $П_3$	0,17	0,39	0,51	0,46	0,15	0,17	0,20	0,27	0,37	0,57

Примечания. 1. Система до 1945 г. второго типа с примитивным водозабором на р. Зеравшан с применением сипайных шпор. Межхозяйственная часть системы представляет собой магистральный канал длиной 93 км (линейная схема). Система была низкообеспеченной, с хорошей дисциплиной водопользования. С 1946 г. подача воды в систему осуществляется из Каттакурганского водохранилища, водообеспеченность Зеравшанской долины значительно повысилась, т. е. Нарпайская система приближается уже к системе первого типа.

2. Система первого типа состоит из инженерного водозабора, короткого магистрального канала и трех веток с узлами (веерно-узловая схема). Система вполне водообеспечена, дисциплина водопользования слабая.

3. Система до 1967 г. была очень маловодная, с 1968 г. после пуска в эксплуатацию Пачкамарского водохранилища и реконструкции магистральных каналов водообеспеченность резко повысилась. По условиям водопользования Гузарскую систему необходимо уже относить к системам первого типа.

какого-либо подшипника. Представьте себе внезапную остановку насосной станции на несколько дней в результате аварии линии электропередачи, поломки двигателя или насоса. Это сразу отразится на урожайности части полей, где полив запоздает от оптимального срока. Причем это не на одном поле или площади бригады. Современные насосные станции обеспечивают водой десятки тысяч гектаров. Поэтому эксплуатация насосных станций гораздо ответственней и сложней эксплуатации головных сооружений. Она требует несравнимо более высокого профессионального уровня штата, надежного энергетического и материального обеспечения, строгого осуществления системы профилактических и капитальных ремонтов и много другого.

На системах самотечных головной водозабор осуществляется, так сказать, бесплатно, или с незначительными затратами на эксплуатацию головного сооружения. Каждый кубометр поднятой насосными станциями воды требует несравненно больших эксплуатационных затрат. Особенно велики затраты на электроэнергию или горючее, а также на капитальные ремонты.

В 1980 г. всеми насосными станциями было перекачено 24 км³ воды. Израсходовано электроэнергии 2845 млн. кВт. ч и 29, 7 тыс. т дизельного топлива. Общие расходы по эксплуатации составили 69 млн. руб. Каждый кубометр воды подаваемой системы с машинным водоподъемом обходится в 10—15 раз дороже, чем на системах с самотечным водозабором. Разница же в себестоимости подачи кубометра воды непосредственно в хозяйства несколько меньшая (2—3 раза), поскольку накладываются дополнительные эксплуатационные затраты на транзит воды по межхозяйственным каналам.

Конечно, затраты на машинный водоподъем окупаются сельскохозяйственной продукцией, но чистый народнохозяйственный доход на системах с машинным водоподъемом меньше, чем на самотечных системах. Поэтому особенно желательно, чтобы вода на системах машинного водоподъема использовалась очень экономно, а эксплуатационные затраты на водоподъем были по возможности меньше. Экономия народных средств и материальных ресурсов, а к ним относится и вода,— одно из основополагающих принципов социалистического хозяйствования.

С этой целью в последние годы дизельные насосные станции переводятся на электроэнергию, так как электромоторы экономически более выгодны. Совершенст-

вуется оборудование для повышения КПД насосных станций. Создана ремонтная база.

В первые годы внедрения машинного водоподъема насосные станции работали в вегетационный период В невегетационный период было достаточно времени для капитального ремонта агрегатов и оборудования. В последние годы (1970—1980) большинство насосных станций должны были работать круглогодично, подавая воду не только на невегетационные поливы, но ак-же на бытовые и промышленные нужды. Усложнилась организация капитальных ремонтов, которые необходимо теперь делать в ограниченные сроки по строгим графикам. Упомянутые сложности эксплуатации водоподъема относятся также и к эксплуатации линий электропередач и трансформаторного хозяйства. Нельзя было развивать машинный водоподъем без одновременного создания соответствующей промышленной базы. Вообще эксплуатация современных гидромелиоративных систем во всех отраслях, а в отрасли машинного водоподъема в особенности, должна осуществляться на постоянно развиваемой индустриальной основе.

Служба мелиорации. Мелиоративная служба была организована в системе водного хозяйства в 1960—1966 гг. Сначала в Ферганском Обл.УОС был организован в 1959 г. отдел мелиорации с химической лабораторией. Руководили этим отделом первые мелиораторы республики инженеры П. В. Догонкин и Р. А. Гейнц. Впоследствии в каждой области были созданы отделы, а затем управления мелиорации. Общее число работников мелиоративной службы в целом по республике к 1980 г. возросло до 1728 человек, из них 831 инженер и техник.

В ведении мелиоративной службы, как говорят, на ее баланс, постепенно передавалась вся межхозяйственная коллекторная сеть с сооружениями на ней. Кроме того, быстро развивалась и сама сеть, ее оборудованность и численность скважин вертикального дренажа. Так, стоимость основных фондов мелиоративной службы в 1970 г. составляла 110 млн. руб., в 1975 г.—180,9 млн. руб., в 1980 г.—337,9 млн. руб., или примерно 200 руб. на 1 га мелиоративно неблагополучной площади.

В задачи мелиоративной службы входят:

эксплуатация межхозяйственной коллекторной сети и скважин вертикального дренажа;

контроль за техническим состоянием внутрихозяйственных коллекторно-дренажных систем;

учет водоотведения (количественный и качественный) с обслуживаемой территории и составление упрощенных балансов оросительной воды;

оперативная оценка мелиоративного состояния земель обслуживаемой территории;

планирование эксплуатационных и мелиоративных мероприятий на основе данных, получаемых самой мелиоративной службой.

Как видно, содержание работы мелиоративной службы весьма многогранно, да и объем вытекающих работ достаточно большой.

Сеть межхозяйственных коллекторов протяженностью около 20 тыс. км должна систематически очищаться от наносов и растительности. С этой целью служба мелиорации наблюдает за техническим состоянием коллекторов, подбирает первоочередные объекты, составляет техническую документацию, принимает выполненные подрядчиком работы. Как минимум каждый коллектор очищается экскаватором один раз в 3—4 года. В целом по республике ежегодно очистка производится на 6—6,5 тыс. км коллекторов с объемом работ около 60 млн. м³. На это затрачивается примерно 5,5—6 млн. руб.

Внутрихозяйственная коллекторно-дренажная сеть (ниже везде КДС), хотя и находится пока в ведении хозяйств, но ее техническое состояние контролируется службой мелиорации. Очистка внутрихозяйственной КДС также осуществляется экскаваторами и это тоже входит в обязанность мелиоративной службы.

Хозяйственные коллектора и дрены чистятся примерно раз в 4—5 лет. Ежегодный объем работ составляет 50 млн. м³, а затраты — 4—4,5 млн. руб. Очистка хозяйственной КДС экскаваторами была начальным элементом в организации технического обслуживания хозяйственных гидромелиоративных систем. Позднее этот зародившийся в Узбекистане метод обслуживания охватил полностью системы скважин вертикального дренажа, а также содержание и ремонт насосных станций внутрихозяйственного значения. Так, затраты на содержание и ремонт скважин вертикального дренажа и внутрихозяйственных насосных станций в 1970 г. составляли 12,5 млн. руб., в 1975 г.—29,8 млн. руб. и в 1980 г.—69 млн. руб. Теперь этот метод внедряется в эксплуатацию закрытых дренажных систем.

Для учета водоотведения по КДС и наблюдения за мелиоративным состоянием земель служба эксплуата-

ции развила сеть гидрометрических постов на КДС и наблюдательных скважин с целью измерения глубин залегания уровня грунтовых вод. Раньше гидрометрического учета сбросных коллекторно-дренажных вод вообще не было. Постепенно нарастала оснащенность КДС гидрометрическими постами.

В 1980 г. число гидрометрических постов на КДС составило 2143 шт., число наблюдательных скважин за уровнем грунтовых вод — 948 шт., на одну скважину приходится 250 га мелиоративно неблагополучной территории, охваченной дренажем.

В составе мелиоративной службы республики имеется десять гидрохимических лабораторий. В них определяется качество коллекторно-дренажных и грунтовых вод, правда, пока по ограниченному числу показателей (плотный остаток, содержание ионов хлора и SO_4).

По данным гидрометрии и анализов гидрохимических лабораторий, служба мелиорации ежегодно составляет упрощенный баланс оросительной воды на территории обслуживаемой системы: определяет поступление солей, содержащихся в оросительной воде, на территорию и вынос этих солей сбросной и коллекторно-дренажной водой за пределы. Разностью между водозабором и водоотведением определяется безвозвратное водопотребление на территории системы, т. е. суммарное испарение с используемых и неиспользуемых земель вместе. Определяется также относительное отведение (в % к водозабору), по которому можно судить о степени использования воды. Сопоставление минерализации воды источника орошения, чисто дренажных вод (по пробам воды в первичных дренах) и минерализации сбросной воды в устье главных коллекторов дает косвенное представление о доле дренажного стока в общем водоотведении или доли сбросной воды (хозяйственных потерь).

По данным наблюдений скважин ежегодно составляются две карты глубин залегания грунтовых вод и их минерализации на 1 апреля и 1 октября в масштабах 1 : 200000, 1 : 250000, поскольку число наблюдаемых скважин не позволяет составлять более подробно карты крупного масштаба. Эти карты обзорного характера дают общее представление об изменении режима грунтовых вод на территории по годам и позволяют судить о направленности гидрогеологического процесса крупных ареалов. Чем ближе залегают грунтовые воды к поверхности земли, тем более вероятность мелиоратив-

ного неблагополучия таких земель, особенно если минерализация грунтовых вод больше 10 г/л.

Благодаря развитию дренажных систем доля земель с близким залеганием уровня грунтовых вод и повышенной их минерализацией за последние десятилетия, хотя и медленно, но систематически снижается.

Основным показателем мелиоративного благополучия полей является степень засоления верхней однометровой толщи почвы. По простейшей классификации СоюзНИХИ эта степень оценивается по проценту содержания хлора к весу почвы.

Почва считается незасоленной, если содержание хлора к весу почвы менее 0,02%; слабозасоленной — при 0,02—0,05%; среднезасоленной — при 0,05—0,1%; сильнозасоленной — при 0,1—0,3%. К солончакам относятся земли, содержащие в корнеобитаемом слое почвы более 0,3% хлора.

Есть и более сложные классификации, учитывающие соотношение различных солей и региональный характер засоления.

Конечно, агроперсоналу хозяйств и специалистам мелиоративной службы хорошо было бы знать количественное содержание хлор-иона и других вредных солей на каждом поле. Тогда было бы возможным более точно планировать и доброкачественнее осуществлять промывки земель. Однако это дело будущего.

Пока точный учет состояния земельного фонда по степени засоления проводится один раз в 10—12 лет почвенными экспедициями МСХ УзССР в процессе комплексных почвенных исследований. При съемках определяется генезис почв, механический состав, водно-физические свойства; образцы почв подвергаются полному химическому анализу, в том числе устанавливается содержание вредных солей. Съемка продолжается 5—8 лет, так как охватить исследованиями все земли республики одновременно за один год невозможно. Последняя съемка была произведена в шестидесятых годах, в разных областях в различные годы. Созданные в последние годы агрохимлаборатории уже более оперативно определяют в почвенных образцах содержание питательных веществ, дают хозяйствам рекомендации по составу и нормам вносимых удобрений, но степень засоления почв не определяют.

Мелиоративная же служба учета земель по степени засоления не может пока вести на основе химических анализов образцов почв. Это очень трудоемкая и доро-

гая работа. Такой учет мелиоративной службой ведется на основе данных хозяйств, а последние оценивают степень засоления своих земель по состоянию растений и полученной урожайности. Это, конечно, не очень точные данные, но и они свидетельствуют о систематическом улучшении мелиоративного состояния земель. За последние десятилетия медленно сокращается доля засоленных земель, несмотря на то, что одновременно по преимуществу осваиваются засоленные земли (табл. 2).

Таблица 2

Мелиоративное состояние земель по степени засоления, тыс. га %

Показатель	Год				
	1960	1965	1970	1975	1980
Орошаемая площадь, тыс. га	2498,4	2773,7	2350,4	3006	3100
Ориентировочная площадь контура земель, охваченных дренажем, тыс га	1300	1500	1750	2100	2500
Площадь, на которой дренажем обеспечивается удовлетворительное мелиоративное состояние, тыс. га		436,1	434,3	609,0	1102,2
Мелиоративно неблагополучные засоленные земли, тыс. га	1287,6	945,1	1040,4	1010	970
в том числе:					
слабозасоленные, тыс. га	893,2	647,8	649,5	625,0	610
% к первой строчке	35,1	23,4	24,4	20,3	18,0
среднезасоленные, тыс. га	338,8	245,3	269,7	285	280
%	12,7	10,4	10,2	9,5	8,2
сильнозасоленные, тыс. га	55,5	52,0	109,9	100,0	80
%	2,1	1,8	4,1	3,3	2,3

В одиннадцатой пятилетке предусмотрено провести повторно почвенную съемку всех земель республики с определением степени их засоления.

Несмотря на определенное развитие мелиоративной службы водного хозяйства, нельзя сказать, что ее деятельность не имеет недостатков и не нуждается в улучшении. Самый главный недостаток — слабая достоверность показателей и отсутствие оперативности. Должно быть повышено качество гидрометрического учета, повышена частота замеров и наблюдений. Поскольку уже невозможно увеличить число наблюдательных скважин, следует более тщательно районировать по рельефным, гидрогеологическим и почвенным условиям и проводить наблюдения не по случайной схеме расположения скважин, а по строго продуманной, чтобы данные каждой

скважины давали режим грунтовых вод определенной условно привязанной к ней площади. Динамика засоления почвогрунтов более подробно должна наблюдаться на типовых участках с замерами суммарного испарения поля, фактического дренажного оттока и других составляющих водного баланса поля. Мелиоративной службе необходимо постоянно совершенствовать оборудование, методику наблюдений, использовать средства автоматики, телемеханики и вычислительную технику.

Должны систематически вестись расчеты составляющих упрощенного водного баланса в нарастающем итоге. Нельзя откладывать камеральную обработку наблюдений и составление отчетов по мелиорации. Полугодовые отчеты должны быть готовы за пять—десять дней после окончания даты гидрогеологического полугодия (31 марта и 30 сентября). При такой постановке дела материалы мелиоративной службы будут не только констатировать прошедшее, но и могут быть использованы при оперативном планировании мелиоративных мероприятий.

ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ОРОСИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Хозяйственные оросительные системы относительно проще описанных выше межхозяйственных систем, но ими реализуется главная задача оросительных систем— перевод поверхностных токов оросительной воды в состояние почвенной влаги. Каналы и сооружения хозяйственных систем относительно меньше по размерам и проще по устройству.

Система не содержит особо дорогих капитальных сооружений, часть элементов хозяйственных систем может быть временной и передвижной (временные оросители — ок-арыки, поливные устройства, дождевальные машины).

Эксплуатация хозяйственных систем на современном этапе не так сложна, как межхозяйственных. Но в последние годы в составе хозяйственных систем появились и очень сложные элементы, требующие надзора квалифицированных специалистов, системы уходов и наличия ремонтной базы (насосы, закрытые трубопроводы, вертикальный и закрытый дренаж). Хозяйственные системы, за исключением некоторых из вышеупомянутых элементов, находятся в ведении самих хозяйств и эксплуатируются ими.

Первые этапы переустройства хозяйственных оросительных систем (1930—1965 гг.)

До революции, а вернее до коллективизации, средняя площадь индивидуальных дехканских хозяйств составляла 1,5—2 га. Площадь хозяйства земляными валиками делилась на участки от 0,1 до 0,25 га, а при плохом рельефе (при больших уклонах) даже на делянки по 0,05 га. Поверхность поливных делянок была идеально спланирована под горизонтальную плоскость. Дробность полей, неправильность их конфигурации обусловливалась не только трудностями планировки, но разнообразием высеваемых культур. Под хлопчатником было занято не более 25—30% площади. Зерновые сеяли в основном для выпечки хлеба семье и продажи в городе, а также овощи и фрукты. Для содержания скота сеяли люцерну и другие кормовые сельскохозяйственные культуры. Оросительные каналы были очень маленькими по размерам, сплошь обсаженные фруктовыми деревьями и шелковицей.

Хозяйств было много, но ввиду их малости даже при развитом тогда очередном водопользовании (водообороте) хозяйство не получало ток воды более 25—30 л/с, или один «кулак», равный $^1/_6$ — $^1/_8$ «таша»[1]). Этой водой за одну очередь хозяйство полить все посевы не могло. Поскольку подача воды общинному или кишлачному каналу была очень изменчива во времени и очередность соблюдалась не строго, водообеспеченность хозяйств была недостаточна, несмотря на более низкий гидромодуль в современном понимании[2]). Низкие урожаи обусловливались не только общей экстенсивностью сельскохозяйственного производства, основанного на ручном труде и тягле, но и недостаточной водообеспеченностью.

Переустройство дореволюционных хозяйственных систем и полей началось в первые годы коллективизации. В тридцатые годы с тем, чтобы укрупнить поливные участки, уничтожали мелкие арыки, палы между делянками, вручную кетменем планировали уступы между делянками под наклонную плоскость 4 : 1—5 : 1, выкорчевывали фруктовые деревья и шелковицу. В результате этих работ площадь поливного участка увели-

[1] Расход воды в межхозяйственном канале, при котором мог работать жерновой камень водяной мельницы. В разных местах, в зависимости от веса камня, «таш» составлял 175—225 л/с.

[2] Зерновые культуры и старая гуза требуют меньше воды, чем хлопчатник современных сортов.

чилась до 0,8—1 га в среднем против 0,1—0,15 га в 1930 г. Это уже позволяло с достаточной эффективностью использовать маломощные в те годы трактора «Фордзон» и «Универсал».

В начале пятидесятых годов, в связи с постановлением ЦК КПСС и Совмина СССР «О переходе на новую систему орошения»[1], примерно до 1956 г. проходил второй важный этап переустройства. Оно осуществлялось на основе предварительно составленных инженерами проектных схем по каждому хозяйству. В схемах предусматривалось не только объединение соседних поливных участков в один более крупный, но и придание новым участкам по возможности форм правильного прямоугольника с возможно большой длиной гона трактора — 400—600 м. Принципиально новым было решение о широком внедрении временной оросительной сети — оскарыков, хотя они в середине поля применялись и ранее, а также развитии дренажной сети в мелиоративно неблагополучных хозяйствах.

В 1951 г. было намечено провести за десять лет в республике переустройство 1400 тыс. га староорошаемых земель. Этот этап переустройства был более решительным. Засыпались или спрямлялись старые арыки, строились новые каналы, была ликвидирована излишняя сеть полевых дорог. Древонасаждения пересаживались: началось сселение хуторов в поселки.

В 1951—1952 гг. с появлением в МТС бульдозеров, скреперов и малоковшовых экскаваторов были организованы специальные мелиоративно-планировочные отряды. Они выполняли работы по планировке поверхности вновь создаваемых поливных участков. Общий объем планировочных работ составил около 50 млн. м³; было спланировано приблизительно 150 тыс. га земель, но из них большая доля падала на освоение внутрихозяйственных резервов, неудобий, включая даже бугры, с целью расширения площади и упорядочения территории. Удельный объем по планировке неудобий доходил до 4—5 тыс. м³/га и более, поэтому средний удельный объем планировок хотя и составлял 300 м³/час, но на пахотной площади этот показатель не превышал 200 м³/га.

В течение двух-трех лет землеройная техника МТС износилась, а замены не поступало. В связи с этим работы по переходу на новую систему орошения к 1956—1957 г. приостановились.

[1] «Правда», 18 августа 1950 г.

Предусмотренное проектными схемами оснащение внутрихозяйственной сети мелкими гидротехническими сооружениями практически не было выполнено из-за недостатка цемента и железа.

К 1956 г. переход на новую систему орошения был осуществлен на площади 470 тыс. га (34% плана). За 1951—1956 гг. выполнено 600 млн. м³ земляных работ, построено 600 внутрихозяйственных сооружений (0,4%).

В намеченном объеме комплекс работ по переходу на новую систему орошения не выполнен. О технической эффективности проведенных работ можно судить только по косвенному показателю — размеру (площади) среднего поливного участка. Этот показатель за 1950—1958 гг. возрос в 2—2,5 раза и, по данным Узгипрозема, составил 2,5 га.

В последующие годы (1956—1965) переустройство хозяйственной оросительно-дренажной сети не прекращалось, но проводилось очень слабыми темпами. По собственной инициативе хозяйств укрупнялись поля планировочными отрядами МТС, а затем отрядами Узсельхозтехники делалась планировка поверхности поливных участков. Работы велись за счет хозяйств и частично за счет бюджетных ассигнований по линии МСХ УзССР. За этот период средний размер поливного участка на орошаемых землях республик возрос до 3,2 га.

К 1965 г. органами водного хозяйства в основном была создана межхозяйственная коллекторная сеть, которая могла обеспечить прием и отведение минерализованных грунтовых вод из хозяйственной коллекторно-дренажной сети, но в пределах хозяйств дренажная сеть еще оставалась недостаточно развитой. Мелиоративное состояние используемых земель на 50—55% площади оставалось неудовлетворительным. Из-за малой протяженности хозяйственного дренажа своевременный отвод минерализованных грунтовых вод не обеспечивался. Поверхность полей была недостаточно ровной для проведения доброкачественного полива в вегетацию и эффективных промывок зимой. Все это обуславливало завышенные затраты воды на осуществление промывного режима орошения летом и промывок в невегетационный период. Общая водообеспеченность колхозов и совхозов во многих областях и районах была недостаточной.

Вместе с тем, накопленный опыт борьбы с засолением земель в практическом и теоретическом отношениях

создал предпосылки дальнейшего совершенствования мелиоративных мероприятий, успеху которых способствовало создание индустриальной базы для выполнения этих работ. В начале шестидесятых годов создаются опытные участки закрытого и вертикального дренажа, начинается строительство новых хозяйственных систем с применением бетонированных каналов и железобетонных лотков.

Совершенствование хозяйственных гидромелиоративных систем в 1966—1980 гг.

Новый этап дальнейшего развития мелиоративных работ был намечен решениями майского (1966) Пленума ЦК КПСС. В осуществление решений XXIII съезда КПСС по ускорению темпов развития сельского хозяйства и его интенсификации майский Пленум принял постановление «О широком развитии мелиорации земель для получения высоких и устойчивых урожаев зерновых и других сельскохозяйственных культур»[1]. Наступил новый этап орошаемого земледелия, принципиально отличный от всех предыдущих. Для условий Узбекистана это означало улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель как важнейшее условие дальнейшего повышения урожайности сельскохозяйственных культур, расширение площади орошаемых земель для увеличения производства хлопка и другой сельскохозяйственной продукции.

После решений майского Пленума работы, входящие в комплекс переустройства хозяйственных оросительных систем, вновь интенсифицировались. Но переустройство осуществлялось не сплошное, а выборочное, по отдельным частям проекта. Тогда еще не представлялось возможным осуществлять переустройство комплексно и полностью из-за сложности и большого объема работ. Поэтому выбирались более эффективные объекты, от выполнения которых ожидался максимальный эффект в ближайшие один-два года.

Там, где системы испытывали недостаток воды, а техническое состояние оросительной сети затрудняло водопользование и проведение поливов, главное внимание обращалось на переустройство оросительной сети и укрупнение поливных участков. На засоленных землях, где проведением агротехнических мероприятий практи-

---

[1] «Правда», 19 июня 1966 г.

чески не могли повысить урожайность, развивалась реконструировалась коллекторно-дренажная сеть. Г реконструкции оросительной сети и укрупнении пол ных участков обязательным мероприятием была пла ровка поливных участков, которая способствовала ул шению техники полива как в вегетацию, так и г промывках, то есть повышала эффективность исполь вания оросительной воды.

Таким образом, дальнейшее переустройство хоз ственной сети шло по трем направлениям: улучшен мелиоративного состояния; планировка поверхнос полей; повышение водообеспеченности.

По этим титулам осуществлялось планирование (в бор объектов), одностадийное рабочее проектирован финансирование, строительство и отчетность.

Улучшение мелиоративного состояния земель закл чалось в дальнейшем развитии открытого горизонта ного дренажа, а также в широком внедрении прогр сивных конструкций дренажа закрытого горизонтальн и вертикального. Открытый дренаж — это обычные уры, выполняемые экскаваторами, поэтому получают они более глубокими и, к сожалению, излишне шир кими.

Для поддержания открытых дрен в нормальном со тоянии требуются большие затраты. Они зарастают со ной растительностью, заиляются: дно и горизонт во в них постепенно повышаются, т. е. они мелеют и э фект их работы — дренирующая способность со врем нем уменьшается. Последующие очистки экскаватор несколько расширяют дрены, увеличивают отвалы.

Открытая дренажная хозяйственная сеть занима в различных условиях от 5 до 10% площади хозяйств

Эта площадь остается неиспользуемой в сельскох зяйственном производстве. Наличие открытых др обусловливает возможность сброса в них оросительн воды вследствие прорывов с полей, особенно при пр мывках, зачастую возникающих излишков воды, и. просто преднамеренного сброса, т. е. способствует уху шению степени использования воды и возрастанию бе полезного водоотведения с территории оросительны систем.

Несмотря на перечисленные недостатки, открыты дренаж из-за простоты устройства является и еще до го будет служить основным видом дренажа. Устройст его не требует больших затрат. В описываемый пери обычные дрены (зауры) являлись единственным сре

ством улучшения мелиоративного состояния используемых земель и освоения новых засоленных земель. Важно было достичь необходимой удельной протяженности дренажа — основного показателя, характеризующего степень насыщенности мелиоративно неблагоприятных земель дренажем (табл. 3).

Таблица 3

Рост удельной протяженности коллекторнодренажной сети

Показатель	1965 г.	1970 г.	1975 г	1980 г.
Площадь контура поливных земель, охваченных коллекторно-дренажной сетью, тыс.га	1500	1750	2100	2500
Общая протяженность коллекторно-дренажной сети, тыс. км	37,2	55,4	73	88,3
Удельная протяженность коллекторно-дренажной сети, м/га нетто	24,8	31,7	34,7	35,4
То же, м/га брутто	14,8	19, 2	21,8	23

Для правильного определения этого показателя, особенно в последние годы, оценивать достаточность дренажа теперь уже необходимо исходя из суммарной длины открытых и закрытых дрен вместе, а также протяженности хозяйственных и межхозяйственных коллекторов в пределах орошаемой территории.

Со временем появились возможности, когда мелиорировать земли путем развития открытого дренажа стало нерациональным. Более прогрессивные виды дренажа — закрытый и вертикальный лишены недостатков открытого дренажа, хотя строительство их обходится дороже.

Закрытая дрена представляет собой зарытый на глубину 2,5—3 м трубопровод. Обычная длина дрены 0,5—1,5 км, но иногда и больше. Трубопровод состоит из отдельных звеньев перфорированных или пористых трубок. Если дрена устраивается из коротких гончарных трубок, то между отдельными звеньями в стыках оставляют небольшой зазор в 1—2 мм. Применяются трубы диаметром от 0,1—0,15 м в начале дрены до 0,25—0,50 в конце достаточно длинных дрен. Трубы бывают гончарные, асбестоцементные и из различных пластмасс. На дне траншеи будущей дрены устраивается небольшая подсыпка из гравия или шагала, на эту подсыпку укла-

дывается труба, затем она обсыпается гравием с боко и сверху. Образованная круговая обсыпка дренажно трубы служит обратным фильтром, предупреждающи поступление в трубу вместе с грунтовой водой части земли (мелкозема), то есть заиление труб. Труба вмес те с фильтровой обсыпкой засыпается грунтом, выну тым при открытии траншей. После засыпки по всей дли не над ней образовывают защитную полосу ширино 10—12 м, ограждённую с обеих сторон невысокими зем ляными валиками высотой 0,2—0,25 м.

На этой полосе два-три года нельзя ничего сеять поливать. Полоса сохраняется вплоть до уплотнени (осадки) обратной засыпки дрен. Преждевременна фильтрация воды через рыхлую обратную засыпку при водит к заилению дренажной трубы.

В последние годы начали строить закрытые дрены помощью мощных машин-дреноукладчиков. Машин вырывает узкую траншею или выдавливает щель и про изводит все последующие операции по укладке труб закрытию дренажного трубопровода.

Наибольшее развитие закрытый дренаж пока полу чил в зонах освоения целинных земель Голодной и Кар шинской степей при строительстве на них новых совер шенных гидромелиоративных систем. Но и на сущест вующих системах, т. е. на староорошаемых землях имеются уже большие площади закрытого дренажа. Хо внедрения в Узбекистане закрытого дренажа показа в табл. 4.

Таблица

Развитие прогрессивных видов дренажа

Показатель	Год			
	1965	1970	1975	1980
Протяженность закрытых дрен, км	2000	8300	17400	22400
Примерная площадь охвата закрытым дренажем, тыс. га	40	166	356	448
Доля, в % ко всей площади, охваченной дренажем	2,6	9,4	16,9	18
Число скважин вертикального дренажа, шт.	136	517	1015	2007
Обслуживаемая площадь, тыс. га	28	103	167	310
Доля, в % ко всей площади, охваченной дренажем	1,9	6,1	8	12,

* Часть дрен за это время заилилась.

Закрытый дренаж применяется в старой зоне Голодной степи, в Ферганской долине, Хорезме (в меньших масштабах) и в других областях республики. Однако подавляющая часть дренажа на землях старого орошения продолжала оставаться открытой. На землях же нового орошения — в Голодной, Сурхан-Шерабадской и Каршинской степях — закрытый дренаж стал господствующим. Развивается закрытый дренаж и в Центральной Фергане.

При определенных гидрогеологических условиях горизонтальный дренаж не обеспечивает необходимого дренирования территории. Поэтому в тех случаях, когда режим грунтовых вод испытывает воздействие напорных подземных вод, необходимо глубокое дренирование, которое может быть обеспечено только с помощью вертикального дренажа.

Вертикальный дренаж — это система пробуренных скважин различной глубины и диаметра, оборудованных трубами, перфорированными на определенной глубине и фильтровой обсыпкой (колонной). В стволе скважины на определенной глубине размещаются погружные электронасосы, при работе которых откачивается вода, поступающая в скважину с окружающего пространства грунта. При действии скважин относительно быстро снижается и поддерживается на задаваемой глубине уровень грунтовых вод. Применение вертикального дренажа особенно эффективно на землях, где верхние слои слабопроницаемых грунтов подстилаются мощными гравийно-галечниковым или песчаными отложениями. Одна скважина обеспечивает дренирование на площади до 100—200 га.

В начале шестидесятых годов на основе теоретических и экспериментальных исследований САНИИРИ, Узгипроводхоза и Ташкентского филиала Союзгипрориса были разработаны проекты систем вертикального дренажа в Голодной степи, в Бухарском оазисе и Ферганской долине. Опыт работы этих систем позволил уточнить основные теоретические положения, принципы расчета, технологию строительства и основы управления работой систем вертикального дренажа. В результате началось широкое его внедрение в зоне старого орошения и в первую очередь — в упомянутых районах.

По позиции «повышения водообеспеченности» в отчетности органов водного хозяйства нет четкого деления на работы, выполненные по межхозяйственным системам и непосредственно в хозяйствах. К этой позиции

отнесены самые различные объекты — от строительства насосных станций и подпитывающих машинных каналов до устройства отдельных скважин на воду с расходом 15—20 л/с для орошения части полей какой-либо бригады низкообеспеченного водой хозяйства. В эту же позицию включается бетонирование существующих каналов как межхозяйственных, так и хозяйственных.

За 1965—1980 гг. построено 4100 скважин на воду в целях борьбы с маловодьем. Протяженность хозяйственных бетонированных каналов в зоне старого орошения достигла к 1980 г. 6,4 тыс. км.

В целом же по всем описанным мероприятиям за три последних пятилетки (с 1965 по 1980 г.) была охвачена площадь более 4 млн. га. Хотя затраты составили свыше 2 млрд. руб. (табл. 5), но удельные затраты на

Таблица 5

Мероприятия по переустройству хозяйственных гидромелиоративных систем и произведенные затраты (1966—1980)

Мероприятие	Годы	Площадь охвата, тыс.га	Затраты, млн. руб.	Удельн. затраты, руб./га
Улучшение мелиоративного состояния земель	1966—1970	317,7	63,5	200
	1970—1975	491,6	129,8	264
	1976—1980	481,7	200,4	406
Итого		1291	393,7	305
Планировка поверхности полей	1966—1970	198,4	79,5	400
	1971—1975	143,1	66,9	468
	1976—1980	292,9	186,1	634
Итого		634,4	332,5	524
Повышение водообеспеченности	1966—1970	200,0	600,0	300
	1971—1975	982,1	325,5	329
	1976—1980	1023,2	1065,9	1040
Итого		2205,3	1991,4	903
Всего по всем работам	1966—1970	746,1	743,0	287
	1971—1975	1616,8	522,2	320
	1976—1980	1797,8	1452,4	855
Всего		4130,7	2717,6	658

1 га были незначительными — меньше 2,5—3 тыс. руб. необходимых для радикального комплексного переустройства. Так как на одной и той же площади проводились в те или иные годы не одно, а два или три меро

приятия (дренаж плюс планировка плюс повышение водообеспеченности), то указанные 4 млн. га не представляют собой физическую площадь с приведенной в порядок мелиоративной сетью и хорошими землями, а просто отчетную площадь, как-то оценивающую размеры площади, охваченной проведенными работами.

Фактически же орошаемых земель, требующих улучшения мелиоративного состояния (планировка поверхности полей и повышение водообеспеченности), в республике еще много. Некоторая замедленность темпа мелиорации объясняется одновременным ростом орошаемых земель, введением в сельскохозяйственное использование новых земель, которые в большинстве случаев были мелиоративно неблагополучными. Эффективность мелиоративных мероприятий сказалась на систематическом повышении урожайности хлопчатника. Так, в 1961—1965 гг. средняя урожайность на мелиорируемых землях достигала 21,9 ц/га; в 1966—1970 гг.— 25,1, в 1971—1975 гг.— 28,7; в 1976—1980 гг.— 31,3 ц/га.

Рост урожайности хлопчатника, конечно, связан не только с мелиорацией земель, но мелиоративные меро-

Таблица 6

Динамика показателей, характеризующих техническое состояние внутрихозяйственных оросительных систем по годам

Показатель	1965	1970	1975	1980
Число точек выдела воды хозяйствам из межхозяйственной сети, тыс. шт.	15,2	17,5	18,7	19 2
Площадь, поливаемая из одной точки выдела, га	170	158	177	180
Протяженность оросительной сети, тыс. км*	260	230,2	222,2	228
В том числе:				
бетонированные каналы, тыс. км	0,76	2,9	3,66	9,5
%	0,3	0,87	1,65	4,2
железобетонные лотки, тыс. км	1,33	4,3	8,5	11,7
%	0,5	1,9	3,7	5,1
закрытые трубопроводы, тыс. км	0,37	0,9	1,1	1,5
%	0,14	0,4	0,5	0,7
Удельная протяженность оросительной сети, м/га	100	84	73	67
Число сооружений, тыс. шт.	15	40	70,2	75
Средний размер поливных участков, га	3,2	4,3	6,1	6.5

* Определено ориентировочно по кривой на рис. 11.

приятия являются одним из решающих факторов, влияющих на урожайность.

Проведение в 1965—1980 гг. работ по улучшению хозяйственных гидромелиоративных систем сказалось на совершенствовании дренажа и технического состояния хозяйственных оросительных систем. К сожалению, органы водного хозяйства на местах не имеют полностью данных, характеризующих уровень хозяйственных систем с необходимой подробностью и достаточной точностью. В табл. 6 приведены некоторые показатели технического состояния хозяйственных систем.

Из данных табл. 6 видно, что с годами техническое состояние хозяйственных оросительных систем в целом по республике улучшается. Однако это среднереспубликанские показатели, которые определены с учетом данных оросительных систем новых зон орошения Голодной, Каршинской и Джизакской степей, где построены более совершенные хозяйственные системы. Системы же на староорошаемых землях совершенствовались более замедленными темпами, и их современный уровень еще далек от уровня систем, строящихся в последние пятилетки на крупных массивах.

Однако в целом по республике, по данным табл. 6, можно отметить следующее:

многочисленность точек выдела воды хозяйствам и малая площадь обслуживания средней (типичной) точки выдела (это положение мы отмечали и выше, указывая на трудности планового водораспределения);

малочисленность каналов, имеющих антифильтрационные покрытия;

недостаточную оснащенность хозяйственной сети гидротехническими сооружениями;

малые размеры поливных участков и их неудовлетворительную конфигурацию на староорошаемых землях.

Следует повторно отметить недостаточное применение совершенных типов дренажа, несмотря на их быстрое развитие в последние годы.

Конечно, самым главным показателем совершенства хозяйственных оросительных систем является их коэффициент полезного действия, другими словами, относительные потери воды из каналов внутрихозяйственной сети на фильтрацию. Фактически КПД внутрихозяйственной сети является сейчас самым неизученным показателем. При водохозяйственных расчетах и составлении планов водопользования обычно пользуются нормативными значениями этих КПД. Причем в каждом

районе и области местные органы водного хозяйства подходят к назначению нормативного КПД по-разному. При этом вполне естественно желание несколько занизить КПД, т. е. иметь некоторый резерв воды. Как правило, в разгар вегетационных поливов воды не хватает, ход полива хлопчатника отстает от планового темпа, все хозяйства, и в особенности низовые, жалуются на нехватку воды. Однако такие положения создаются не из-за низких КПД хозяйственной сети, а из-за завышения фактических поливных норм по сравнению с плановыми.

Изменения в водопользовании и технике полива

В первые годы коллективизации созданные колхозы, по сравнению с существующими, имели очень малые площади—80—120 га, а бригады —12—15 га. Как указывалось выше, поливные участки были мелкими. Практика проведения поливов, естественно, сильно не отличалась от предшествующего периода существования индивидуальных хозяйств. Так как размеры участков и длина борозд были небольшими, а сами участки хорошо спланированы, то фактические поливные нормы составляли 800—1000 м³/га, что примерно соответствовало научно обоснованным поливным нормам, исчисляемым по дефициту влаги корнеобитаемого слоя. КПД техники полива был высоким.

Одновременно с процессом реконструкции территории хозяйств (каналов и полей) происходило постоянное укрупнение хлопководческих хозяйств и полеводческих бригад внутри их, исходя из площади и численности коллектива, а также количественный и качественный рост механизации хлопководства. Эти обстоятельства, естественно, отразились на внутрихозяйственном водопользовании и технике полива.

Исследования внутрихозяйственного водопользования, проведенные СоюзНИХИ и САНИИРИ в конце тридцатых и в начале сороковых годов, показали чрезмерное распыление воды в хозяйствах на мелкие токи. Даже в бригадах, в то время площадью 15—20 га, полив одновременно осуществлялся в двух-трех местах. Это обусловило низкий КПД оросительной сети хозяйств, плохое трактороиспользование из-за многочисленных холостых переездов тракторов с одного поля на другое, достаточно удаленное от первого.

В 1948—1955 гг. площади бригад увеличились до

35—40 га, в современном понимании это также небольшие бригады. Несмотря на рекомендации, межбригадный водооборот не применялся, так как бригадиры хотели иметь свой постоянный ток воды и применительно к нему организовать ручные работы в бригаде. Внедрению межбригадного водооборота мешало также сохранение хуторской системы расселения, при которой требовался постоянный пропуск небольшого расхода почти по всем каналам для бытового водоснабжения.

В то время трактора принадлежали МТС и их было недостаточно. Трактора хотя и закреплялись за колхозами, но ввиду малого размера полеводческих бригад не было возможности закрепить пропашной трактор за каждой бригадой. Трактороиспользование было неупорядоченным, поэтому своевременная послеполивная обработка хлопчатника достигалась за счет излишней затраты ручного труда, так как тракторные культивации в 65—70% случаев проводились после рыхления политого поля вручную.

Многочисленные случаи несоответствия подачи воды хозяйствам плану, особенно хозяйствам, расположенным в низовых участках систем, дезорганизовывали ход полевых работ, снижали КПД оросительной сети хозяйства и степень использования воды на полях.

В 1958 г. МТС были ликвидированы. Тракторы и все другие сельскохозяйственные машины переданы непосредственно хозяйствам. В последние десятилетия площадь полеводческих бригад возросла до 100—150 га. За каждой бригадой закреплены тракторы и прочие машины. Эти меры значительно улучшили водопользование и трактороиспользование. К настоящему времени можно считать освоенной практику одновременного полива в бригаде только одного, максимум двух полей. Это большое достижение в водопользовании. В хозяйствах принимаются более крупные сосредоточенные токи воды — 75—100 л/с, но для перспективных условий и этого недостаточно.

В земледелии Узбекистана поливы являются одним из решающих факторов получения высоких урожаев хлопчатника и других сельскохозяйственных культур. В условиях достигнутого уровня механизации в полеводстве на организацию и проведение поливов приходится 10—15% от общих трудовых затрат на возделывание сельскохозяйственных культур. Производительность труда на поливе очень низкая. Во многих хозяйствах поливальщиков не хватает. Молодые люди неохотно

называют специальность поливальщиков, считая ее не особо престижной.

Основная задача организации водопользования в хозяйстве и техники полива — осуществить на всех полях по возможности оптимальный режим орошения. Поливы должны создавать и поддерживать в почве оптимальные водные, солевые и пищевые условия для растений. Одновременно должны обеспечиваться высокая производительность труда, рациональное использование оросительной воды, условия для механизации агротехнических работ (равномерность увлажнения поля, одновременность поспевания почвы, минимум помех в движении тракторов, максимум использования пахотной площади). Современная техника полива пока недостаточно соответствует этим требованиям.

По характеру распределения воды на поля различают три основных способа орошения: поверхностное, дождевание и внутрипочвенное. В хозяйствах Узбекистана в настоящее время преобладает поверхностное орошение. Не более 0,5% площадей орошается дождеванием. Внутрипочвенное орошение находится в стадии опытно-производственных исследований.

Хлопчатник поливается по бороздам. За прошедшие полвека с тридцатого года сильно изменилась техника полива хлопчатника, от полива затоплением по делянкам быстро перешли на полив по бороздам с применением ок-арыков. Площадь поливных участков постепенно возрастала. На современных крупных полях уже невозможно ограничиваться поливными нормами 800—1000 м³/га. Фактические поливные нормы возросли в 1,5—2 раза, а местами, в условиях предгорий, и более.

Техника полива по бороздам только на первый взгляд везде одинакова, а фактически она очень меняется в зависимости от природных условий, в первую очередь от водопроницаемости почв и уклонов полей.

Процесс полива по бороздам можно разделить на три стадии: движение струи до конца борозды; впитывание воды по всей длине борозды при сбросе или некотором подпоре ее в концевой части (при малых уклонах); впитывание накопленной воды после прекращения подачи.

В зависимости от условий поля (уклон, водопроницаемость почвогрунтов, обработка почвы, длина борозд) и расхода воды в начале борозды продолжительность той или иной стадии и значение их в процессе увлажнения будут различны. Многочисленные факторы и

неодинаковые условия обусловливают в хлопководческих хозяйствах разнообразие сочетаний элементов техники полива. Из всех существующих сочетаний элементов техники полива опишем лишь полив в зоне больших, средних и малых уклонов на почвах средней водопроницаемости.

В зоне больших уклонов ($i>0{,}007$) поливают малыми расходами по проточным бороздам со сбросом, длина борозд задана условиями рельефа. Продолжительность полива большая, иногда доходит до шести-семи дней. Поливные нормы велики (2500 м³/га и более). Сброс составляет 20—35% поливной нормы. Воду сбрасывают маленькими расходами в тальвег. Продвигаясь по тальвегу вниз, она испаряется и фильтруется вглубь. Однако, если на нижней границе поля есть постоянно действующий арык, если хлопковое поле, расположенное ниже, поливается одновременно, если ниже расположены люцерна или сад, то сбросную воду часто используют. Есть примеры, когда в нижней части тальвега ставят маленькие насосы и перекачивают воду на водораздел. Долю повторно используемой сбросной воды точно учесть трудно. По нашим наблюдениям, эта доля не превышает 40—50%.

В зоне средних уклонов ($i=0{,}00375—0{,}007$) поливают также по проточным бороздам, но с меньшим сбросом (10—20%). Применяют значительно большие расходы, обеспечивающие более быстрое продвижение воды по борозде и лучшую равномерность увлажнения вдоль борозды. Продолжительность полива сокращается до одного-двух суток. В результате поливные нормы уменьшаются до 1500—2000 м³/га. Сбросная вода не используется.

В зоне малых уклонов ($i=0{,}001—0{,}00375$) хлопчатник поливают по тупым бороздам без сбросов. В конце поливаемого участка создается подпор примерно на 5 см ниже корневой шейки. Подпор распространяется вверх к середине участка на длину, определяемую уклоном. Это обстоятельство, как считают поливальщики, способствует выравниванию увлажнения вдоль борозды. Если подпор больше, то лишнюю воду в конце поля сбрасывают в соседнюю дрену, или уменьшают подачу воды на поле. В этой зоне расходы в борозду самые большие (0,7—1 л/с). Поливные нормы составляют 1250—1750 м³/га.

В зоне слабоуклонных и безуклонных земель ($i<0{,}001$) первые два полива хлопчатника, когда расте-

ния еще малы, осуществляют по тупым бороздам без сброса. Последующие поливы напоминают полив затоплением, хотя борозды и сохраняются. Подпор распространяется на 250—300 м. На полях с пониженной и слабой водопроницаемостью поливают в два-три приема с разрывом в четыре-пять суток. Культивация в этот период невозможна. Потери на испарение достигают больших величин. Поливные нормы составляют 1250—1500 м³/га.

Почвы Средней Азии по сравнению с каштановыми и черноземными почвами менее водопроницаемые, поэтому они требуют малых расходов и большой продолжительности полива. Типичные сероземы предгорной зоны сильно подвержены эрозии при поливах, в связи с этим здесь расходы меньше (0,05—0,1 л/с) вместо оптимальных по условиям водонепроницаемости этих почв 0,5—0,7 л/с. Это, в свою очередь, увеличивает продолжительность полива.

В некоторых хозяйствах первые поливы хлопчатника и особенно «вызывные» дают не в каждую борозду, а через борозду, что снижает поливную норму, которая в данный момент не должна быть особенно большой, и уменьшает продолжительность этого срочного и важного полива. На полях с почвами повышенной водопроницаемости воду пускают в борозды, по которым прошли колеса тракторов и уплотнили почву, а на полях с пониженной водопроницаемостью, наоборот, по бороздам с рыхлой не уплотненной колесами почвой.

На почвах с повышенной водопроницаемостью полив осуществляется нормой «добегания», обеспечивающей полив без сброса, то есть вторая стадия доувлажнения получается очень короткой.

Основная затрата труда при поливе приурочена к началу полива, когда подготавливают участок, заправляют оголовки борозд (дерном, бумажными или другими лоскутами), распределяют воду между бороздами. Дальше поливают с меньшей интенсивностью труда (пассивное наблюдение). Полив начинают утром или вечером. В жаркое время полив нового участка не начинают. Для небольшого числа поливальщиков при сменной организации труда важно примерное уравнение затрат труда отдельными членами. Поэтому в практике полив (работу) не передают в любой стадии. Пуск воды в новую серию борозд (новый участок) приурочивается к сменам. Этим предопределяется продолжительность пуска воды в борозду. Организация труда прямо

влияет на технику полива. Обычно к кратности смен подбирают продолжительность полива и приспосабливают расход воды в борозды.

На водообеспеченных системах некоторые опытные поливальщики осуществляют полив «переменной струей» с индивидуальным регулированием.

Один поливальщик идет по верху, а другой — по низу поля и сигналами показывает, в какой борозде надо сократить или прибавить ток воды. Такая визуальная связь возможна на расстоянии не более 250 м. На некоторых участках применяют полив с переменной подачей воды. После добегания ее до конца всех борозд или после небольшого подпора ее в конец поля подача воды на поле сокращается на 30—50%. Этим ликвидируется или снижается сброс с поля, лучше сохраняются внесенные удобрения, уменьшаются фактические поливные нормы. Однако это не значит, что появляющийся излишек воды используется на полив соседнего или близлежащего участка хозяйства. Поливальщики, самовольно снижая водоподачу на поле, излишек воды транзитно направляют вниз по каналу к нижерасположенному водопользователю, где к приему этого излишка не готовы. Если же точка водозабора далека от поливаемого поля, то излишек воды направляют непосредственно в сброс.

На водообеспеченных системах примерно с 22 до 6 часов полив осуществляется без поливальщика, но перед уходом для доброкачественности ночного полива он снижает расход воды наполовину, направляя излишек нижерасположенному водопользователю или в сброс. На системах, расположенных в нижней части р. Амударьи, водовыпуск из магистральных и распределительных каналов по ночам несколько прикрывают. Происходит аккумуляция воды в верхних бьефах перегораживающих сооружений, но этот процесс совершенно не изучен.

На маловодообеспеченных же системах Кашкадарьинской, Сурхандарьинской, Самаркандской и Наманганской областей даже при ночных поливах регулируют воду по бороздам и наблюдают за добеганием и увлажнением в конце поля.

Применяемый в настоящее время способ полива хлопчатника и других пропашных культур по бороздам требует больших затрат труда на подготовку поля к поливу: на устройство ок-арыков и на распределение воды по бороздам. На полив одного гектара хлопчатника затрачивается 1—2 чел.-дня, однако при этом не обеспе-

чивается достаточно равномерное увлажнение почвы на поле, что приводит к пестроте развития хлопчатника и недобору значительного количества урожая.

Трудность полива и производительность труда при поливе в разных местах Средней Азии очень различны. Особенно тяжело поливать в зоне предгорий на сложном адырном рельефе с легкосуглинистыми почвами повышенной водопроницаемости и на малоуклонных равнинах, где поля должным образом не спланированы, имеют сложный микрорельеф и густую сеть временных оросителей. Здесь длина борозд диктуется не нормативами, а микрорельефом поля. Обычно в таких условиях по бороздам поливают только до конца июля, а затем переходят на полив затоплением.

Таким образом, существующая техника полива хлопчатника в Средней Азии пока несовершенна:

элементы техники полива в большинстве случаев применяются без учета уклона, водопроницаемости почв. Это приводит к завышению поливных норм, увеличению сброса и к неравномерности увлажнения поливного участка;

в производственных условиях весьма трудно добиться оптимальных сочетаний q, $l_б$ T. Время T, как выше было сказано, определяется не оптимальной продолжительностью, а организацией труда. На длину борозды ($l_б$) влияют мезо- и микрорельеф. Поэтому поливальщик приспосабливается к условиям конкретного поля только варьированием расхода, который тоже сильно меняться не может;

в зоне больших уклонов наблюдается эрозия почв;

низка производительность труда на поливе.

Как видно из обзора существующей техники полива, фактические поливные нормы значительно превышают плановые. Несмотря на проведение больших работ по повышению водообеспеченности оросительных систем, на увеличение головного удельного водозабора на 10—15% в хозяйствах продолжает ощущаться как бы недостаток оросительной воды. Большие поливные нормы обусловливают снижение темпа полива, запаздывание поливов по сравнению с оптимальными сроками, сокращают общее число поливов за вегетацию, что отражается на равномерности водного режима полей и, в определенной степени, на урожайности хлопчатника. Кроме того, это создает трудности и лишние споры в процессе вододеления, что заставляет зачастую на водообеспеченных

Нормативные элементы техники
КПД полива для различных природных

Уклон, индексы i сред.	Водопроницаемость, индексы	Длина борозд, м	Расход, л/с	Время, часы			m брутто, м³/га	m нетто, м³/га	КПД техн. полива	Потери в	
				добега	полива	всего				испарение	фильтрацию
		Для междурядий 0,6 м									
I	А	40	0,1	5,7	1,4	7,1	1070	600	56	0,9	40
	Б	75	0,1	8	6	1,4	1120	750	65	1,5	27
0,04	В	125	0,1	10,2	17	27,2	1310	900	68,5	2,5	8
	Г	150	0,05	26	52	78	1560	1000	64	6,5	11,5
	Д	175	0,05	16	108	124	2110	1100	52,5	12,5	7
II	А	100	0,5	1,1	2,5	3,6	1070	600	60,2	0,8	34
	Б	125	0,25	4,5т	5	9,5	1150	750	66,5	1,3	23
0,01	В	200	0,25	6	11	17	1280	900	70,3	2,2	15
	Г	200	0,1	14	35	49	1470	1000	68,1	5,7	10
	Д	200	0,05	26	79	105	1614	1100	67	11	6
III	А	175	0,75	2,8	0,8	3,6	900	600	64,4	0,6	30
	Б	275	0,75	3,5	3	6,5	1050	750	71,4	1,1	20
0,005	В	325	0,5	5,5	7,5	13	1200	900	74,8	1,9	13
	Г	400	0,25	14	23,8	36,8	1318	1000	72,5	5	8,5
	Д	375	0,1	40	61	101	1620	1100	68	10,5	5,5
IV	А	225	1,5	1,15	0,95	2,1	840	600	71,5	0,5	28
	Б	300	1	3,2	1,8	5	970	750	77,6	0,9	18,5
0,00175	В	350	0,5	8	5,2	13,2	1130	900	79,5	1,6	11,5
	Г	400	0,25	20,8	11,9	32,7	1230	950	77,4	4,3	7,5
	Д	400	0,125	34	37,5	71,5	1350	1000	74	8	5
V	А	150	1	1,8	0,3	2,1	815	600	73,6	0,4	26
	Б	250	0,75	4,85	0,15	5	900	750	83,3	0,7	16
0,0005	В	350	0,5	10,3	9,2	19,5	1060	900	84,5	1,5	10
	Г	400	0,25	10,8	9,4	30,2	1140	950	83,5	3,5	7
	Д	400	0,1	42	43	85	1270	1000	78,5	9	4,6

Примечание. А, Б, В, Г, Д — индексы водопроницаемости повышенной, средней, слабой водопроницаемости и почв слабово

Таблица 7

бороздкового полива и полученные условий аридной зоны

% на сброс	Длина борозд, м	Расход, л/с	Время, часы: добега	Время, часы: долива	Время, часы: всего	m брутто, м³/га	m нетто, м³/га	КПД техн. полива	Потери, в % на: испарение	Потери, в % на: фильтрацию	Потери, в % на: сброс
Для междурядий 0,9 м, при уклонах 0,00375 и менее											
3,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10,3	400	0,5	10,2	12,8	23	1150	900	78,5	2,8	10,5	8,2
14	400	0,25	20,5	29,5	50	1250	950	76	5,5	6,5	12,0
16	400	0,125	70	44	114	1420	1000	70,5	11,8	5	12,7
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	400	1,2	4,1	3,8	7,9	950	750	79,2	0,9	16	3,8
7,4	400	0,6	8,7	10	18,7	1120	900	80,6	2,3	10	7,1
10,8	400	0,25	23,7	24,3	4,8	1200	950	79	5,4	6	8,6
13	400	0,15	36	54	90	1340	1000	74,5	9,6	4,5	11,4
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	400	0,6	10,6	7	17,5	1050	900	86	2,2	8	3,8
6	400	0,35	17	13,3	30,3	1060	950	85	3,7	5	6,3
8	400	0,2	22,5	39,5	62	1250	1000	80	6,5	4	9,5

почвогрунтов соответственно для почв: сильноводопроницаемых, допроницаемых.

системах идти на сверхплановый водозабор в головах систем и сверхплановую водоподачу ряду хозяйств.

Завышение фактических поливных норм против плановых свидетельствует о существовании КПД техники полива, который определяется отношением фактических норм к плановым. Среднее значение этого КПД для подавляющей части площадей составляет 0,67—0,70, но его величина в зависимости от природных условий колеблется в пределах 0,47—0,80. Низкие значения КПД—0,47—0,55 относятся к очень редким сочетаниям условий, имеющим малое распространение. Это КПД—при поливах на супесчаных или, наоборот, очень слабоводопроницаемых глинистых почвогрунтах на больших уклонах.

Поливы здесь связаны с большими потерями воды, в первом случае — на глубинную фильтрацию, а во втором — на сброс за пределы поля. Повышенные КПД техники полива имеют место в условиях малых уклонов при гидроморфных или полугидроморфных почвах пониженной водопроницаемости, когда сбросов нет, а часть поливной воды, профильтровавшейся в грунтовые воды в межполивные периоды, поступает вверх по капиллярам и используется растениями.

Низкие КПД техники полива свидетельствуют о возможности экономии воды непосредственно на полях. Для этого необходимо достичь хорошей планировки поверхности поля, применять оптимальные сочетания элементов техники полива, указанные в табл. 7. Только от этих двух мероприятий возможно ожидать повышение КПД техники полива на 10—12%.

КПД хозяйственных оросительных систем

Основным показателем технического состояния хозяйственной оросительной сети является ее коэффициент полезного действия (КПД). Этот КПД определяется отношением количества воды, поданной непосредственно на поля, к количеству воды, полученному хозяйством из межхозяйственных каналов через его точки выдела.

Пока точные значения фактического КПД каждого хозяйства неизвестны. Поскольку числовые значения КПД совершенно необходимы для расчета плановой водоподачи хозяйствам, то КПД принимаются приближенными, исходя из субъективной оценки природных условий и технического состояния ирригационной сети. При этом значение КПД, как правило, занижается, что

объясняется несоответствием фактических поливных норм плановым, т. е. недоучетом КПД техники полива.

В связи с тем, что нет реальной возможности быстро определить значения фактических КПД всех хозяйств постановкой специальных исследований, то следует принимать в планах водопользования более обоснованные нормативные КПД.

К факторам, определяющим величину КПД, относятся:

фильтрационные свойства почвогрунтов;

размер площади орошаемой из точки выдела воды хозяйству;

удельная протяженность оросительной сети и связанная с ней степень развития сети в плановом отношении (контурность землепользования), характеризуемая размером среднего поливного участка;

доля протяженности сети с антифильтрационными покрытиями;

глубина залегания грунтовых вод;

мутность оросительной воды;

режим водораспределения в хозяйстве — степень рассредоточения воды.

Имеющийся в управлениях оросительных систем исходный материал по оценке этих факторов имеет самую различную достоверность, а по некоторым факторам информаций не имеется.

Основываясь на собственном знании природных условий системы, используя имеющиеся гидрогеологические и почвенные карты, персонал оросительных систем с достаточной точностью может выделить на картах площади распространения грунтов сильной, средней и слабой водопроницаемости и отнести оросительные системы хозяйств (или их частей) к той или иной категории. Существенных ошибок при этом не возникает.

Площади точек выдела воды хозяйству из межхозяйственной сети известны. Следует отметить, что важна не орошаемая площадь хозяйства в целом, а именно число точек выдела и средневзвешенная площадь точки выдела. Иной большой совхоз площадью 5 тыс. га имеет 25 точек выдела. КПД такого хозяйства очень высок, ведь в среднем каждая точка орошает 200 га и КПД таких маленьких оросительных систем не может быть низким. Если же другой равновеликий по площади совхоз имеет одну точку выдела из магистрали в свой единственный крупный распределитель, то КПД этого хозяй-

ства относительно низок и несопоставим с КПД предыдущего совхоза с одинаковой площадью.

В РайУОС и ОПУВХ имеются сведения об общей и удельной протяженности оросительных каналов каждого хозяйства. Однако эти сведения занижены. В ряде случаев в общую протяженность не включают длину временных оросителей и даже длину каналов внутрибригадного значения. Более точны сведения землеустройства по числу контуров (участков) и средней площади поливного участка. Удельная протяженность ороси-

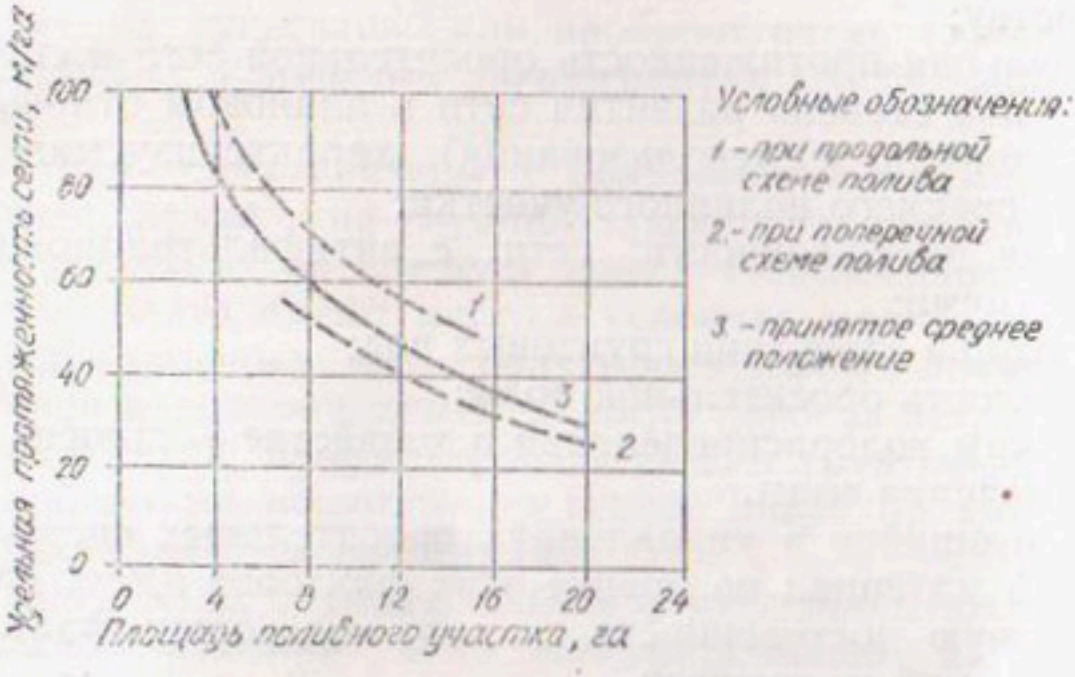


Рис. 11. Связь между удельной протяженностью оросительной сети и площадью среднего поливного участка

тельной сети и площадь среднего поливного участка взаимосвязаны. Эта связь показана на рис. 11.

По графику можно уточнить удельную протяженность сети, исходя из площади среднего поливного участка и наоборот. Протяженность каналов, имеющих антифильтрационные одежды, известна.

Доля этих каналов пока очень небольшая, но впоследствии будет ежегодно нарастать, существенно влияя на значения КПД. Для того чтобы ежегодно не подсчитывать измененные значения КПД в связи с бетонированием какого-либо хозяйственного канала, можно откорректировать старый КПД, пользуясь упрощенной формулой

$$\eta_{\text{нов.}} = \eta_{\text{зем. кан.}} + \frac{L_{\text{бет.}}}{L_{\text{общ.}}} \text{Э} \ (1 - \eta_{\text{зем. кан.}}),$$

где $\eta_{\text{оз.}}$ — новое значение КПД при переводе части

оросительной сети в бетонированные каналы;

$\eta_{\text{см·кан.}}$ — исходное значение КПД (когда все каналы земляные);

$L_{\text{бет.}}$ — протяженность бетонированных каналов;

$L_{\text{общ}}$ — общая протяженность оросительной сети;

Э — показатель эффективности антифильтрационных покрытий (для бетона примерно равный 0,75—0,80, т. е. фильтрация снижается в 4—5 раз).

Глубина грунтовых вод приближенно известна по картам глубин залегания грунтовых вод по интервалам более 3 м, 2—3 , 1—2 и менее 1 м. Потери воды в каналах снижаются с повышением уровня грунтовых вод, так как процесс свободной фильтрации переходит в процесс подпертой фильтрации, следовательно, несколько возрастает КПД.

Переход от нормативных КПД (рис. 13, 14 и 15), рассчитанных для условий автоморфных почв ($H>3$ м), к КПД в гидроморфных условиях (например, для рисовых систем) можно сделать по формуле

$$\eta' = \eta + \frac{1}{e^{1,5H}}\ (1 - \eta),$$

где η' — искомый КПД в гидроморфных условиях при $H \leqslant 3$ м;

η — нормативный КПД;

e — основание натуральных логарифмов;

H — глубина грунтовых вод меньше 3 м.

Количественные показатели состава наносов, режим мутности воды, подаваемой хозяйствам, и закономерности влияния процессов кольматации на КПД хозяйственной сети неизвестны, поэтому учитывать эти факторы пока невозможно. Этим обеспечивается некоторый запас, т.е. расчетные КПД заведомо назначаются несколько ниже, чем они будут в конце июля, в августе после кольматации русла канала.

Степень рассредоточения воды в хозяйстве оценивается числом мест (полей) одновременного полива. Такого учета нет. Число мест одновременного полива в хозяйстве не должно быть больше числа полеводческих бригад. В периоды маловодья, когда должен осуществляться внутрихозяйственный водооборот, число мест полива сокращается вдвое при двухтактном водообороте, втрое — при трехтактном. При назначении нормативных КПД степень рассредоточения воды не должна учиты-

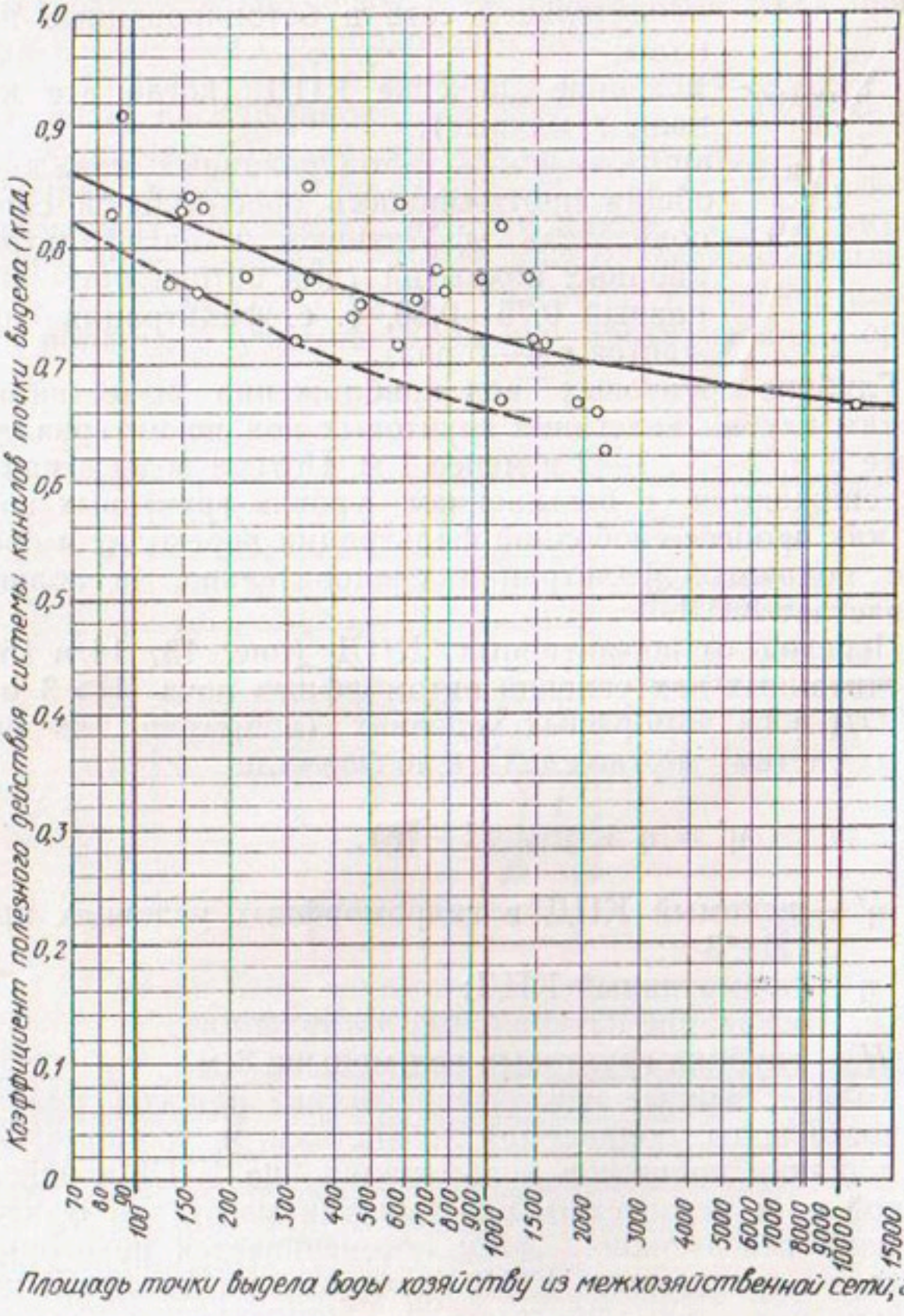


Рис. 12. Связь между значениями фактических КПД хозяйственной сети и площадями точек выдела.

ваться, все хозяйства должны соблюдать нормальный режим водораспределения, не распыляя воду по каналам, поливая одновременно в бригаде три-четыре и более полей.

Результаты полевых исследований по определению КПД, проведенных САНИИРИ и другими научно-исследовательскими институтами, изображены на рис. 12.

График подтверждает закономерность понижения КПД при увеличении площади точки выдела. КПД ирригационной микросистемы тем ниже, чем больше площадь, обслуживаемая каналом точки выдела. Впервые такая теоретически вполне объяснимая закономерность проиллюстрирована результатами измерений фактических КПД при гидромодульных исследованиях в тридцатых годах под руководством проф. Н. А. Янишевского. Оценка Н. А. Янишевского изображена на рис. 12 пунктирной кривой. С тех пор затрачено много средств на постепенное совершенствование хозяйственных систем. В результате проведения работ по переустройству, укрупнения поливных участков и планирования полей удельная протяженность каналов значительно сократилась, а площади участков и подаваемые к ним рабочие расходы увеличились. Эти факторы и обусловили повышение КПД хозяйственной сети по сравнению с тридцатыми годами на пять-шесть пунктов.

В результате анализа материалов исследований, камеральных расчетов и принимая кривую на рис. 12 за основу, САНИИРИ дает нормативные значения КПД хозяйственной сети в зависимости от водопроницаемости почвогрунтов, площади точки выдела и среднего размера поливного участка или связанной с ним удельной

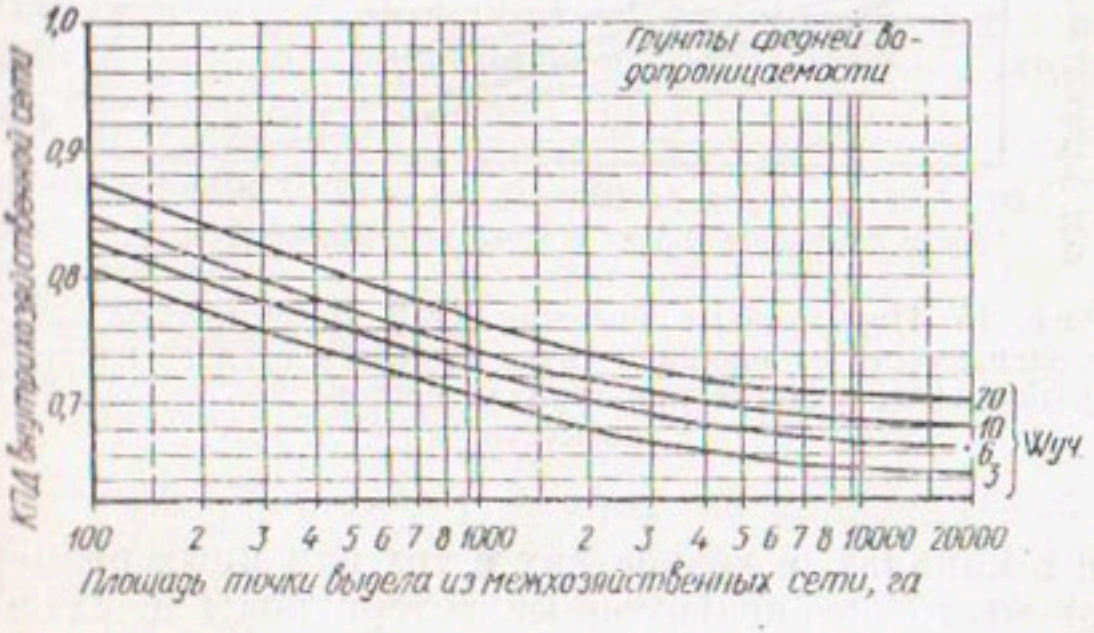


Рис. 13. Нормативные значения КПД хозяйственной сети в зависимости от площади точки выдела и средней площади поливного участка при грунтах средней водопроницаемости

протяженности по рис. 11. КПД рекомендуется определять по графикам (рис. 13, 14, 15).

Это КПД технические, учитывающие только потери на фильтрацию. Кроме фильтрационных потерь на по-

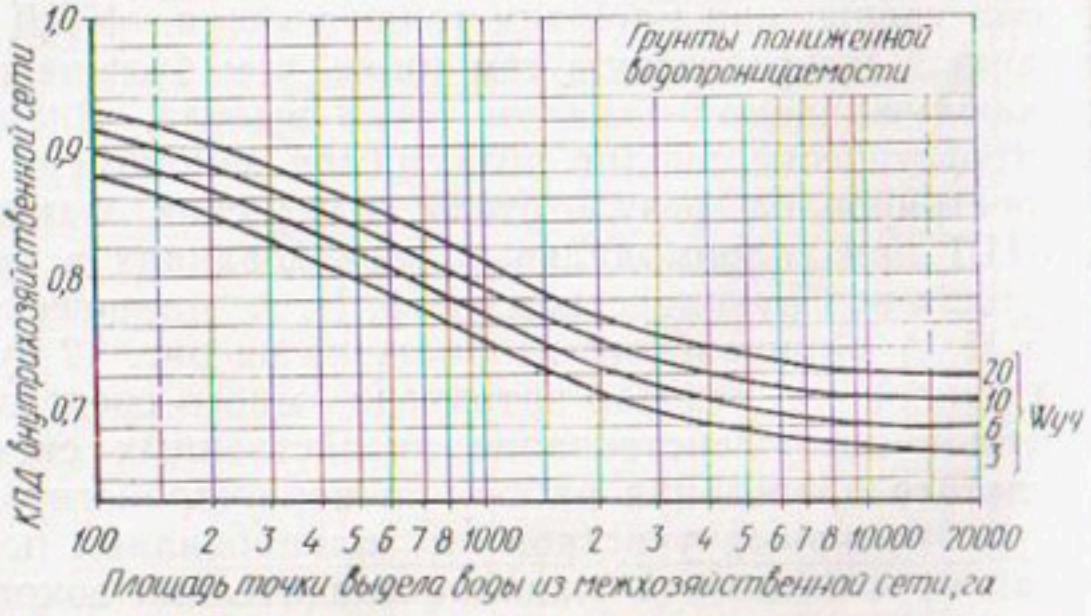


Рис. 14. Нормативные значения КПД хозяйственной сети в зависимости от площади точки выдела и средней площади поливного участка при грунтах пониженной водопроницаемости.

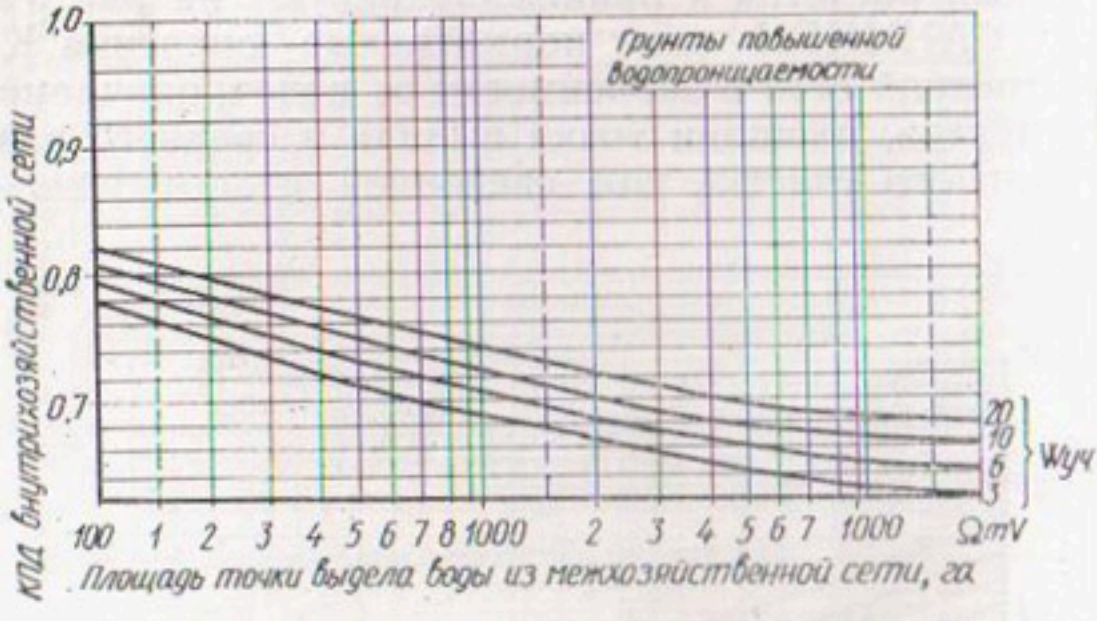


Рис. 15. Нормативные значения КПД хозяйственной сети в зависимости от площади точки выдела и средней площади поливного участка при грунтах повышенной водопроницаемости.

лях и в каналах, в хозяйствах в тех или иных размерах имеют место организационные потери воды и, следовательно, организационный КПД.

Выше указывалось на то, что подача воды хозяйствам непостоянна во времени. Если колебания подачи

превышают величину ±10%, то хозяйству трудно приспособиться к ним. Происходят выключения из полива хвостовых участков или появляются сбросы. На эти колебания влияют изменения потребности в воде, возникающие в самих хозяйствах:

во-первых, рабочий расход воды для группы поливальщиков зависит от размера поливаемого поля, если желают достичь одновременного поспевания почвы;

во-вторых, начало ручного полива требует достаточно продолжительного времени, в течение которого рабочий расход меняется скачками;

в-третьих, в хозяйствах, хорошо обеспеченных водой, в первую половину вегетации, чтобы не затопить молодой хлопчатник, ночью подача воды на поля сокращается на одну треть, а то и наполовину;

в-четвертых, темп полива хлопчатника за вегетационный период непостоянен: наблюдаются пики поливов и некоторые снижения темпов.

Кроме того, зачастую и дисциплина водопользования находится на недостаточном уровне, иногда просто плохо используется вода ночью и в праздничные дни.

Величина организационных потерь, потерь, возникающих из-за несоответствия во времени расхода воды, подаваемой хозяйству с общим расходом, поступаемым на одновременно поливаемые поля, зависит от степени водообеспеченности хозяйства и от числа поливальщиков. Организационные потери практически отсутствуют в хозяйствах с низкой водообеспеченностью, но достаточно велики в хозяйствах с высокой водообеспеченностью. По исследованиям САНИИРИ, размер организационных потерь и организационного КПД в вегетационный период оценивается следующими данными

Водообеспеченность хозяйства в % к плану водопользования	70	80	90	100	110	120	125
Организационные потери, % от получаемой воды	1	3	5	8	12	15	20
Организационный КПД	0,99	0,97	0,95	0,92	0,88	0,85	0,80

В невегетационный период организационный КПД значительно ниже. В какой-то степени в настоящее время организационные потери неизбежны и с ними надо считаться. Но в будущем, в условиях возрастающего дефицита водных ресурсов, необходимо принять меры к их значительному сокращению.

Таблица 8

Пределы и средние значения эксплуатационных КПД внутрихозяйственной сети в земляных каналах

Условия, определяющие величину потерь КПД	КПД		
	учитывающий только потери на фильтрацию	учитывающий организационные потери	общий эксплуатационный
Благоприятные Каналы проходят в слабоводопроницаемых грунтах, грунтовые воды залегают на глубине 1,5—2 м, средняя точка выдела обслуживает менее 100 га, КЗИ более 0,9, удельная протяженность каналов 35—40 м/га, средняя площадь поливного участка более 10 га	0,83	0,92	0,76
Средние	0,77	0,92	0,71
Неблагоприятные Каналы проходят в сильноводопроницаемых грунтах, грунтовые воды залегают глубже 5 м средняя точка выдела обслуживает более 500 га, КЗИ менее 0,6 м удельная протяженность каналов 80—100 м/га, средняя площадь поливного участка 2—2,5 га	0,72	0,92	0,66

Если к фильтрационным потерям прибавить организационные, то получим общие потери в хозяйственных оросительных системах.

Пределы и средние значения эксплуатационных КПД приведены в табл. 8.

Перевод эксплуатации на промышленную основу

За полвека сильно изменились технический уровень и характер деятельности органов водного хозяйства. Раньше поддержание оросительных систем в рабочем состоянии было относительно простым делом. К этим так называемым эксплуатационным работам в первую очередь относились: очистка оросительной сети, очистка коллекторно-дренажной сети, восстановительные работы по водозаборам из рек (регулировочные, противо-

паводковые) и ремонты сооружений. Выполнялись они населением вручную, путем так называемых хашаров.

Затем органы водного хозяйства вплотную занялись коренной реконструкцией и развитием оросительных систем. Это описанные выше работы по повышению водообеспеченности, улучшению мелиоративного состояния, капитальной планировке и переустройству. Началось строительство водохранилищ, крупных гидротехнических узлов, уникальных насосных станций, внедрение вертикального дренажа. Все строительно-монтажные и эксплуатационные работы стали проводиться за счет госбюджета. Строительно-монтажные и эксплуатационные работы были механизированы. Постепенно в составе ММ ВХ УзССР создалась развитая система строительно-монтажных организаций (трестов, строительно-монтажных управлений, передвижных механизированных колонн и проч.).

Кроме эксплуатационных работ, а также упомянутых выше видов работ и постройки сооружений, строительные организации министерства вели строительство новых систем на целинных землях. Самым крупным объектом этого рода является освоение земель Центральной Ферганы на площади 97 тыс. га. Но освоение целинных земель, хотя и на меньших по площади объектах, осуществлялось в каждой области[1]. Общий ввод орошаемых земель силами Министерства мелиорации и водного хозяйства УзССР за минувшие годы после Великой Отечественной войны составил более 600 тыс. га, в том числе только за десятую пятилетку 215 тыс. га, т. е. более трети.

Ирригационная подготовка целинных орошаемых земель — это тоже большая работа.

Далее появилась необходимость строительства жилья, дорог, коммунально-бытовых объектов, просвещения и здравоохранения непосредственно для рабочих и служащих водного хозяйства.

Таким образом, значительно расширились функции Министерства, быстро возросла масштабность работ, их абсолютный объем, но, главным образом, их разнообразие, техническая сложность и новизна в области эксплуатации.

В строительстве во всех отраслях народного хозяй-

---

[1] Для строительства особо крупных сооружений и освоения крупных массивов земель (Голодная степь, Каршинская степь и другие объекты) был создан Средазирсовхозстрой.

ства Советского Союза еще с тридцатых годов начала внедряться механизация.

В стране было организовано собственное машиностроение экскаваторов, бульдозеров, скреперов, бетономешалок и других машин общестроительного назначения. Производство этих машин особенно быстро стало увеличиваться в послевоенные годы.

У нас в республике механизация строительства получила широкое развитие в первую очередь именно в водном хозяйстве. Основные виды работ — земляные и бетонные выполнялись механизмами. Годовые объемы земляных работ составляли сотни миллионов кубических метров в год, а к 1980 г. возросли до 2 млрд. м³ в год[1], из них по организациям ММВХ УзССР 770 млн. м³. Только по очистке оросительной и коллекторно-дренажной сети выполняется более 250 млн. м³ земляных работ

Что такое два миллиарда? Обычно средняя выработка на хашарных работах составляла три кубометра. Если разделить два миллиарда на три, а затем на 250 рабочих дней в году (за исключением выходных дней и зимы, когда работы не велись из-за погоды), то число ежедневно занятых рабочих должно составить 2,67 млн. человек.

Общий парк основных строительных машин к 1980 г. составил 8281 единицы в том числе:

экскаваторов	3030
бульдозеров	2687
скреперов	1828
грейдеров	101
бетономешалок	635

Использование строительной техники было невозможно без создания мощной ремонтной базы. В 1955 г. был создан первый крупный промышленный объект в системе ММВХ УзССР — Ташкентский ремонтно-экскаваторный завод. Затем в разные годы начали действовать: Ургенчский ремонтно-экскаваторный завод, Нукусский «Ремстройдормаш».

Возрастал также объем бетонных работ, особенно быстро в шестидесятых годах, когда началось бетонирование каналов. Сначала на строительстве применялись

---

[1] Включая объемы работ, выполняемые организациями Главсредазирсовхозстроя и Госкомводстроя.

бетономешалки, затем стали привозить бетон из временно сооружаемых бетонных заводов, а в конце шестидесятых годов начала развиваться сеть заводов железобетонных изделий — ЗЖБИ. К 1980 г. число ЗЖБИ возросло до 14 шт. Такие заводы построены в каждой области, а в 1980 г. введен в действие домостроительный комбинат в Джамбае.

Развитие машинного водоподъема, вертикального дренажа потребовало создания промышленной базы для ремонта крупных насосов, другого оборудования насосных станций, погружных насосов, скважин вертикального дренажа и запасных частей для этого сложного хозяйства.

С этой целью с конца шестидесятых годов началось создание ремонтно-производственных специализированных предприятий. В 1971 г. введена в действие Центральная база экспериментального специализированного ремонтно-производственного предприятия (ЦБЭСРПП) в Ташкенте. Затем были созданы территориальные СРПП в городах Гулистане, Бухаре, Тахиаташе, каждая из которых специализирована на ремонтах определенного вида машин.

Так постепенно управление водного хозяйства к чисто административной службе присоединило функции мощной строительной организации, а затем создало крупную промышленную базу.

Однако перевод эксплуатации оросительных систем на современную индустриальную основу не исчерпывается созданием системы предприятий, обеспечивающих нормальную эксплуатацию используемой техники, нового оборудования и сложных сооружений. Это уже пройденный и освоенный этап эксплуатации.

В значительной степени уже созданы межхозяйственные системы достаточно высокого технического уровня. Там, где технический уровень сооружений и каналов еще следует поднять, ясно, каким путем и когда это можно сделать. Гораздо трудней повысить уровень управления гидромелиоративными системами.

Уже давно управление системами, в первую очередь водораспределение на системах, было основано на диспетчеризации. Связь с головными сооружениями, крупными пунктами вододеления (узлами) поддерживалась телефоном. Сначала телефонные линии были построены вдоль крупных магистральных каналов. Постепенно связь развивалась и совершенствовалась (селекторная связь, радиосвязь, телетайпы). Однако до сих пор еще

не все гидротехнические сооружения, гидрометрические посты и другие необходимые пункты охвачены связью и не на всех имеется электроэнергия, позволяющая, используя телемеханику, регулировать затворами сооружений из диспетчерского пункта. Еще очень много выделов воды хозяйствами не охраняются. Необходимые сведения поступают к диспетчерам с опозданием.

Такое положение приводит к тому, что диспетчеры не имеют иногда полного и правильного представления о ходе водораспределения (недостаточная информация), или не могут активно вмешиваться с целью исправления положения. На некоторых сложных системах для принятия правильных решений в управляющие пункты должно поступать столько информаций, что диспетчер уже не имеет возможности ее усвоить и не имеет времени для принятия правильных решений. Многие системы и каналы стали трудноуправляемы, возникали трудности при прогоне вод в низовья, на системах появлялись организационные сбросы воды.

Дальнейшее совершенствование управления гидромелиоративными системами требовало внедрения в эксплуатацию достижений автоматики, телемеханики, кибернетики, применения вычислительных машин с тем, чтобы создать автоматические системы управления водохозяйственными комплексами всех уровней (АСУ ВК). Работа в этом направлении была начата в конце пятидесятых годов.

Тогда еще не было первичных приборов, на которых должна основываться автоматизация и телемеханизация управления, не было так называемых датчиков, а линий связи было недостаточно.

Первые датчики, зачастую неудачные, изготавливались и испытывались кустарным образом. Постепенно появились более надежные датчики положений затворов гидротехнических сооружений (ДПЗ), датчики уровня воды («телерейка») и комплекс устройств «Темир» для телемеханизации крупных гидротехнических узлов и водных тракторов.

В 1962 г. был пущен завод ирригационного приборостроения — первое предприятие такого профиля в системе Минводхоза СССР. На базе завода и конструкторского бюро позднее было создано специальное проектно-конструкторское предприятие «Узводприборавтоматика». Оно занимается разработкой и совершенствованием упомянутых датчиков, контрольно-измерительной аппаратуры, средств автоматики, нестан-

дартного оборудования; подготавливает техническую документацию, изготавливает опытные образцы, создает оснастку и технологию для серийного производства и, конечно, изготавливает эти приборы для нужд водного хозяйства республики.

Деятельность «Узводприбораавтоматика», развитие связи и электрификации гидротехнических узлов позволили на наиболее ответственных из них внедрить дистанционное, автоматизированное и телемеханическое управление и приступить к осуществлению комплексной автоматизации крупных водных трактов (Большой Ферганский канал, канал им. Кирова, Большой Андижанский канал, водный тракт Зиадин — Шафиркан — Хархур—Бешарык и др.).

При Минводхозе создан информационно-вычислительный центр (ИВЦ), а в Самаркандском Обл. УОС, институтах Узгипроводхоз и Ферганагипроводхоз были созданы Вычислительные Центры (ВЦ).

В последние годы проводятся крупные организационные проектные работы, дооборудование и реконструкция сооружений с целью внедрения автоматических систем управления с применением ЭВМ. С привлечением научно-исследовательских и специализированных организаций разрабатываются методы планирования, управления и контроля водохозяйственными комплексами. В первую очередь эксплуатация гидромелиоративных систем на базе АСУ будет внедрена для вододеления по реке Зеравшан.

ОСВОЕНИЕ КРУПНЫХ МАССИВОВ ЦЕЛИННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Планомерному освоению земель крупными массивами способствовало постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 6 августа 1956 г. «Об орошении целинных земель Голодной степи в Узбекской ССР и Казахской ССР для увеличения производства хлопка»,[1] где предусматривалось освоение 300 тыс. га новых земель, в т. ч. 200 тыс. га в Узбекистане.

Для выполнения этих работ была создана единая строительная организация нового типа, оснащенная высокопроизводительной техникой и базами стройиндустрии.

---

[1] «Решения партии и правительства по хозяйственным вопросам», М., Политиздат, 1968, стр. 314.

В основу строительных работ по орошению и освоению целины были заложены принципиально новые исходные положения, основными из которых являлись:

комплексное планирование, проектирование и строительство;

индустриализация всех процессов строительства и внедрение в производство новой техники;

освоение земель в ходе строительства и сдача их в эксплуатацию в законченном, отработанном виде.

Установка на комплексное осуществление освоения Голодной степи означала переход от ранее практиковавшегося разрозненного, преимущественно водохозяйственного строительства, к законченному комплексу своевременно проводимых мероприятий по созданию высокоразвитых районов хлопководства в необитаемой ранее пустынной зоне.

Конкретно это выразилось в том, что наряду со строительством оросительной и коллекторно-дренажной сети, гидросооружений, подготовкой поливных площадей и т. п. одновременно строились дороги, создавались объекты стройиндустрии, энергоснабжения, водоснабжения, газификации, теплофикации, ремонтных и разнообразных промышленных предприятий — всего, что обеспечивало нормальную производственную деятельность вновь создаваемых совхозов. Кроме того, выполнялись большие объемы работ по планировке, лесопосадкам, строительству благоустроенного жилья, объектов торговли, общественного питания, культуры, образования, здравоохранения и т. д.

Новое комплексное направление работ породила и новую форму их организации, в основу которой был положен принцип создания при Главсредазирсовхозстрое (до 1963 г. Главголодностепстрой) специализированных строительных подразделений по основным видам выполняемых работ:

строительство ирригационных объектов, сооружений и облицовка каналов, планировка земель;

строительство дренажа, коллекторов и скважин вертикального дренажа;

промышленно-гражданское строительство в совхозах и поселках;

строительство баз стройиндустрии;

организация и выполнение всех монтажных, сантехнических, электротехнических и пусконаладочных работ.

Кроме того, в состав Главсредазирсовхозстроя входили проектный институт Средазгипроводхлопок, на-

правляющий и координирующий весь комплекс необходимых проектных работ, Государственное специальное конструкторское бюро по ирригации с отделом внедрения новой техники полива, дирекции строящихся предприятий и трест Промстройматериалы.

Обслуживание, содержание и организацию вододеления на строящихся и передаваемых в эксплуатацию каналах осуществляло Управление оросительных систем, а их текущие и капитальные ремонты — специализированные ремонтные подразделения.

Голодная степь являлась своеобразной лабораторией по разработке и массовому внедрению новой техники и технологии водохозяйственного строительства и эксплуатации оросительных систем. В научно-исследовательских работах принимало участие свыше десяти различных научных и конструкторских организаций, среди которых весомый вклад внесли Средазгипроводхлопок, САНИИРИ, Всесоюзный научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации, СоюзНИХИ.

В результате использования достижений отечественной и зарубежной науки и техники, проводимых в Голодной степи исследований в проектах и при строительстве представилось возможным внедрить новые конструкции оросительных систем и узлов, строительные машины и новую технологию производства работ, что позволило значительно поднять КПД оросительной сети, создать совершенную оросительную систему, обеспечивающую надежное управление водным, воздушным и солевым режимом при минимальных затратах воды, ускорить строительство и поднять производительность труда сельскохозяйственного производства.

К наиболее значительным научно-техническим разработкам следует отнести:

конструкцию распределительной оросительной сети в бетонной облицовке на пленке, железобетонных лотков и асбоцементных труб;

конструкцию горизонтального закрытого и вертикального дренажа, способы их строительства и эксплуатации;

способы капитальных промывок засоленных земель;

полив по длинным бороздам с помощью гибких поливных трубопроводов;

принцип проектирования и осуществления планировочных работ.

Комплексный подход к освоению земель, высокий уровень организации и индустриализации работ, внед-

рение совершенных научно-технических достижений обусловили значительную экономическую эффективность освоения Голодной степи.

Там, где в недалеком прошлом трудно было встретить человека, создано 48 новых хозяйств, выросли города: Янгиер, Ширин, Гагарин, где трудится более 500 тыс. человек.

Создан новый район орошаемого земледелия, производящий ежегодно 800 тыс. т хлопка-сырца, десятки тысяч бахчевых, фруктов, зерна, винограда и другой продукции. По уровню механизации, производительности труда, внедрению новой техники и технологии Голодная степь является образцом в нашей стране.

Созданная здесь ирригационная система имеет самый высокий коэффициент полезного действия (0,8—0,85), коэффициент земельного использования (0,9) и самые низкие удельные затраты воды в стране.

Зона нового орошения превратилась в мощный индустриальный район, суммарное валовое производство в котором достигло почти 500 млн. руб.

Велико и социальное значение Голодной степи, которая обеспечила занятость значительного излишка трудовых ресурсов из густонаселенных районов республики, что повысило жизненный уровень не только переселенцев, но и тех, кто остался в этих районах.

Освоение целинных земель Голодной степи способствовало также комплексному развитию народного хозяйства ряда областей Узбекистана. Наиболее ярко это иллюстрируется на примере развития Сырдарьинской и Джизакской областей.

Площади орошаемых земель по этим двум областям в современных границах удвоились, а производство хлопка-сырца увеличилось в 2,2 раза. Значительно увеличилось и производство другой сельхозпродукции, на базе которой построены и строятся предприятия обрабатывающей, легкой и пищевой промышленности. По сути дела, в обеих областях, а в Джизакской области в особенности, идет создание и развитие совершенно новых многоотраслевых народнохозяйственных комплексов.

Практические результаты сельскохозяйственного производства в Голодной степи показывают высокую экономическую эффективность капиталовложений. В новую зону вложено более 1,7 млрд. руб. С начала освоения, т. е. с 1961 г. по 1974 г., государству сдано 2088 тыс. т хлопка, от которого получено 546 млн. руб.

дохода. Голодная степь окупила себя и с 1972 г. приносит ежегодно более 60 млн. руб. прибыли.

Опыт орошения Голодной степи и создание здесь нового экономического района позволили приступить к выполнению еще более сложной и масштабной задачи — освоению Каршинской и Джизакской степей.

Объекты освоения возводятся индустриальным методом, т. е. с высокой степенью заводской готовности строительных конструкций и деталей.

В больших масштабах ведется строительство промышленных баз, жилья, школ, производственно-хозяйственных центров, автомобильных дорог, линий электропередач и т. д.

В 1975 г. закончено сооружение уникального Каршинского магистрального канала с каскадом насосных станций и введено 76 тыс. га новых земель, с которых получено первые 110 тыс. т хлопка-сырца.

В перспективе, по завершении всех работ в Каршинской степи, будет производиться свыше 1,3 млн. т хлопка-сырца, в том числе около 600 тыс. т ценных тонковолокнистых сортов, 350 тыс. т зерна и другой сельскохозяйственной продукции. Орошение Каршинской степи позволит организовать здесь 23 новых сельских района со средней площадью орошаемых земель 35 тыс. га, выделить из состава Кашкадарьинской две новые области с соответствующими административными, хозяйственными и культурными центрами.

Генеральной схемой на территории Джизакской степи предусмотрено освоение свыше 200 тыс. га новых земель, где намечено создать 30 совхозов, из них 22 хлопководческих. Эти совхозы будут ежегодно производить 250—300 тыс. га хлопка-сырца, 30 тыс. т зерна. 100 тыс. т овощей, 50 тыс. т фруктов и винограда, 100 тыс. т молока, 10 тыс. т мяса и другой продукции.

Подача воды из Сырдарьи осуществляется через Южный Голодностепский канал, откуда каскады насосных станций из четырех ступеней поднимают воду на высоту 180 м.

Орошение и освоение земель намечается в четыре этапа, начиная от равнины к предгорьям. Оросительная сеть будет полностью состоять из закрытых трубопроводов и открытых железобетонных лотков, дренажная сеть — из закрытых горизонтальных дрен и вертикального дренажа.

Крупными объектами освоения новых земель явля-

ются Сурхан-Шерабадский массив и низовья Амударьи в Каракалпакской АССР.

Завершение строительства Южно-Сурханского водохранилища первой очереди емкостью 400 млн. м³ в 1962 г. позволило планомерно приступить к освоению Сурхан-Шерабадского массива, где намечено оросить 114 тыс. га. Эти земли должны орошаться из двух магистральных каналов — Шерабадского с крупной насосной станцией и Занга. За прошедшее время увеличена емкость Южно-Сурханского водохранилища до 800 млн. м³ с насосной станцией производительностью 110 м³, построен Сурхан-Шерабадский канал, Зангский г/узел на р. Сурхандарья, реконструирован канал Занг, построены совхозные поселки со всеми коммуникациями и жилищно-бытовыми условиями. Это позволило освоить более 80 тыс. га новых земель и увеличить производство хлопка-сырца в области на 150 тыс. т.

Строительство Тахиаташского гидроузла создает благоприятную возможность для орошения 900 тыс. га ниже расположенных земель, из которых 300 тыс. га планируется использовать для производства риса. После майского (1966) Пленума ЦК КПСС в Каракалпакской автономной республике введено в эксплуатацию 83,7 тыс. га новых земель, из которых под рисом занято 55 тыс. га. Создано 17 рисоводческих совхозов. В результате производство риса в 1979 г. увеличилось почти в 9 раз по сравнению с 1965 г. и составило 240 тыс. т, а урожайность выросла более чем в 2,2 раза.

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Водные ресурсы республики составляют поверхностные воды рек, грунтовые или подземные воды. Главный водный ресурс — это вода в реках, текущих с гор. Основной потребитель этой воды — орошаемое земледелие. Оно потребляет 90% всех ресурсов. Коммунальным хозяйством потребляется 1%, промышленностью — 8% и рыбным хозяйством — 1%.

Когда рассуждают о количествах воды, необходимых для орошения тысяч и сотен тысяч гектаров, и сопоставляют эту потребность с наличием воды в реках, то обычно оценивают и измеряют воду в миллионах и даже миллиардах кубических метров. Как физически представить себе объем воды в миллион кубических метров?

Это заполненный водой квадратный хауз со сторонами в 100 м и глубиной тоже 100 м. Миллиард в тысячу

Таблица 9

Осредненные данные по наличию водных ресурсов, водозабору из рек, удельному водопотреблению

Показатель	Среднее, от—до
Среднемноголетние водные ресурсы всех рек бассейна Аральского моря, км³ в год	126,9
Среднемноголетний годовой сток рек: км³ в год	
Пяндж »	35
Вахш »	21,2
Нарын »	13,4
Карадарья »	3,8
Зеравшан »	5,1
Чирчик »	7,0
Сурхандарья »	3,7
Кашкадарья »	1,5
Ахангаран »	1,1
Водозабор из рек всеми оросительными системами Узбекской ССР в 1976—1980 гг., км³ в год	50—55
Водозабор административной области при средней площади 300 тыс. га,	4,5—5
Подача воды административному району при средней площади 20 тыс. га, млн. м³ в год	300—350
Подача воды хозяйству за год площадью 5 тыс. га, млн. м³ в год	66—75
2 » »	25—30
1 » »	12,5—15
Удельные показатели (на 1 га площади)	
Водозабор из рек, тыс. м³ га в год	15—17
В том числе:	
в вегетационный период то же с 1. 04 по 30.09	12—13
в невегетационный период отчетного года то же с 1. 10 предыдуще по 31. 03 отчетного года	от 0 до 3—4
КПД оросительных систем, безразмерная величина или %	0,6 или 60%
Подача на поля:	
годовая, тыс. м³/га	9—10,5
в вегетационный период (оросительная норма) »	6—6,5
в невегетационный период »	от нуля до 3—4
Подача на рисовое поле »	35—50
Затраты воды на одноразовый полив поля (фактическая поливная норма), м³/га	13 0—1500

раз больше. Миллиард кубометров уже совсем трудновообразимый хауз глубиной в 1 км и со сторонами тоже по 1 км. Это очень большое число, поэтому миллиард кубометров часто заменяют равновеликой единицей — кубическим километром.

Потребность хозяйства в воде, подача воды админи-

стративным районам, годовой сток (наличие воды) относительно небольших рек, объемы наполнения воды в малых водохранилищах обычно выражают в миллионах кубометрах. Переходя к расчетам потребности в воде административных областей с орошаемым земледелием, к оценке количества воды в средних и крупных реках, а также в бассейнах рр. Сырдарьи и Амударьи, в целом пользуются самой крупной единицей измерения — кубическим километром.

Весьма интересна экономическая оценка одного 1 км³ воды, данная академиком АН УзССР К. И. Лапкиным. По его расчетам, 1 км³ воды позволяет получить 112 тыс. т хлопка-сырца, 116 тыс. т овощей и бахчевых, 41 тыс. т фруктов и винограда, 7 тыс. т мяса в убойном весе, 114 тыс. т молока и 400 т коконов. Это орошение 65 тыс. га; это 50 тыс. рабочих мест; это работа и жизнь 300-тысячного населения.

В табл. 9 приводятся данные по стокам основных рек, общим и удельным водозаборам, чтобы нагляднее представить описанные выше единицы измерения, количественные значения имеющихся в Средней Азии водных ресурсов и основных показателей водного хозяйства Узбекистана.

Водные ресурсы формируются в горных областях в виде ледников и снега, питающих большие и малые реки. Величина осадков в горах, запасы снега и льда, интенсивность их таяния несколько меняются по годам в зависимости от метеорологических факторов. Годовые стоки рек, т. е. величины водных ресурсов бассейна Аральского моря, ежегодно меняются. В табл. 9 показаны среднемноголетние данные. Это значит, что половину лет стоки рек меньше указанных в таблице, а половину лет больше. Естественно, бывают годы с катастрофическими паводками, а также очень маловодные. Созданные за последние годы крупные водохранилища помогают смягчать неблагоприятные последствия резких колебаний годовых стоков р. Сырдарьи. По Амударье водохранилищ пока недостаточно. В целом же расчетные водные ресурсы рек на территории среднеазиатских республик в десятилетнем и вековом плане различают по обеспеченности (50%, 75% и 90%) и считаются величинами постоянными.

Другое дело водозабор из рек оросительными системами. Хотя размер водозабора может колебаться по годам в зависимости от водоносности рек, но в основ-

ном водозабор определяется развитием орошаемого земледелия. За последние пятьдесят лет водозабор республики возрос в 2—2,5 раза и в годы десятой пятилетки составил в среднем 50—55 км³. В маловодные годы воды стало не хватать. Кроме нарастающего дефицита воды и необходимости ее экономии, в последние годы возникла проблема сохранения качества воды.

С гор в реки поступает хотя порой и очень мутная, но химически чистая и вкусная вода. Содержание растворенных веществ составляет не более 0,3—0,4 г/л. Вниз по течению рек минерализация воды, как правило, увеличивается. Особенно это видно на примере р. Сырдарьи. В верхнем течении (Нарына, Карадарьи и Сырдарьи) оросительными системами горной и предгорной зон Киргизии и крупными магистральными каналами Ферганской долины разбирается почти вся чистая горная вода, а в Сырдарью начинают поступать возвратные воды, образующиеся из потерь воды на фильтрацию из каналов оросительных систем долины, из потерь воды на фильтрацию непосредственно на сельскохозяйственных полях и в угодьях, из сбросов воды при поливах, из очищенных и пока, к сожалению, еще не вполне очищенных сбросов промышленности и коммунального хозяйства. Основной объем возвратных вод образуется в сильно развитой в Ферганской долине коллекторно-дренажной сети и поступает по крупным коллекторам в реку. Но и само русло р. Сырдарьи является мощной естественной дреной территории долины. В дне и берегах русла реки выклинивается часть возвратных вод.

Объем возвратных вод, поступающих обратно в реку, составляет примерно 35—40% водозабора. Но по качеству это уже не та вода. Минерализация ее 2—2,5 г/л. Она содержит вредные соли, вынесенные из толщи почвогрунтов орошаемой территории при промывках и вегетационных поливах. Так как какая-то часть горной воды еще доходит до среднего течения р. Сырдарьи, то минерализация воды в Чардарьинском водохранилище составляет пока 1—1,3 г/л. Такая вода еще вполне пригодна для орошения. Ее используют на орошение хозяйства Сырдарьинской и Джизакской областей и нижерасположенные по Сырдарье хозяйства Казахской ССР.

От плотины Чардарьинского водохранилища до Аральского моря минерализация воды в Сырдарье увеличивается и достигает в устье 3 г/л, а иногда доходит до 5 г/л. Но в самом море минерализация воды пока равна 1,3—1,4 г/л, поскольку большую часть воды Арал

получает от Амударьи, в устье которой минерализация составляет 1 г/л. Но когда-то Арал был практически пресным водоемом, богатым ценными видами рыб. Соленость его составляла всего 0,8 г/л.

Нельзя считать, что воды в Сырдарье при ее современной минерализации и воды большинства коллекторов якобы не пригодны для орошения. САНИИРИ разработал следующую примерную классификацию пригодности воды для орошения (табл. 10.) Сопоставляя вышеприведенные данные минерализации воды в Сырдарье с данными табл. 10, можно отметить, что оросительные системы Ферганской долины пользуются хорошей водой, а по остальным системам качество воды находится в пределах нормы.

Таблица 10

Категория вод по пригодности для орошения

Категория вод по качеству	Общая минерализация, г/л	Содержание хлора, г/л
Хорошее	0,4	0,07
Удовлетворительное	1,0	0,20
Малоудовлетворительное	2,5	0,50
Практически не пригодная	5,0	1,00

По Амударье и другим рекам качество воды пока значительно лучше, чем в Сырдарье.

По решениям Партии и Правительства в шестидесятых годах в составе республиканских министерств мелиорации и водного хозяйства организованы главные управления по использованию и охране водных ресурсов, а в большинстве областей — бассейновые инспекции по охране водных ресурсов с гидрохимическими лабораториями. Водным законодательством СССР запрещен сброс загрязненных стоков в водоемы.

Руководителям предприятий и других хозяйств, использующих воду, было предложено построить соответствующие сооружения по очистке загрязненных сбросных вод и организации оборотного водоснабжения. С этой целью предприятиям и организациям нашей республики в девятой пятилетке государство выделило 145,8 млн. руб., а в десятой пятилетке — 254,9 млн. руб.

Советом Министров УзССР утверждено положение об органах водного надзора, в котором значительно расширены функции контроля и обязанности службы

охраны водных ресурсов. Пользуясь представленными полномочиями и правами, эта служба может принимать меры вплоть до закрытия предприятий, продолжающих сбрасывать загрязненные отработанные воды. За 1976—1980 гг. бассейновые инспекции приостановили работу 122 предприятий.

Службы охраны водных ресурсов провели большую работу по учету объектов, загрязняющих водотоки, анализу сбрасываемой воды и изучению минерализации воды в реках, водоемах, каналах, коллекторах. Взято на учет более 9 тыс. предприятий и хозяйств-водопользователей. Но учет и санкции — это, конечно, не главное. Результат работы предприятий, хозяйств и сотрудников службы охраны водных ресурсов за девятую и десятую пятилетки показан в табл. 11.

Таблица 11

Основные показатели работы по охране водных ресурсов по годам

Показатель	1971	1976	1980
Ежегодный объем загрязненных стоков, км³	1,10	1,22	1,37
Годовой сброс стоков без очистки, км³	0,29	0,26	0,16
То же, в % к первой строчке	27	21	12
Годовой сброс стоков после очистки, км³	0,81	0,96	1,21
То же, в % к первой строчке	73	79	88
Число очистных сооружений, шт.	240	462	575
Годовой объем стоков, направляемых в очистные сооружения, км³	—	1,13	1,46
Мощность оборотного водоснабжения, км³ в год	1,78	3,03	3,27

Данные табл. 11 свидетельствуют о некоторых достижениях республики в области охраны водных ресурсов. Однако в этом деле еще имеется много недостатков, и, чтобы полностью обеспечить требования законодательства, предстоит еще большая работа. Рядом министерств и ведомств не выполняются планы капитального строительства очистных сооружений на действующих, вновь строящихся и реконструируемых предприятиях; сооружений по очистке коммунально-бытовых стоков в городах и населенных пунктах республики. Мощность

созданных сооружений зачастую недостаточна, и качество очистки воды порою неудовлетворительное.

Промышленные сточные воды и хозяйственно-бытовые сбросы, хотя и вредные по составу, но составляют все-таки меньшую часть возвратных вод. Несравненно большим по объему является сброс коллекторно-дренажных систем.

В коллекторно-дренажной воде всегда присутствовали вредные для растений соли (содержащие натрий, хлор, магний и др.), в количестве зачастую не позволяющем повторного использования ее для орошения нижерасположенных земель (3—5 г/л и более, см. табл. 10). Среднее же содержание таких солей в водах коллекторно-дренажной сети 1,2—1,5 г/л.

Технология очистки коллекторно-дренажных вод от вредных солей и ядов еще не создана, это очень сложное дело. Но уменьшить поступление ядохимикатов в дрены и коллектора можно. Для этого надо широко внедрить биологический метод борьбы с вредителями, заменить обработку полей самолетами на наземные способы внесения ядохимикатов, более аккуратно готовить смеси, не допуская их разлива, улучшить технику полива, не допуская сбросов воды с полей.

Объемы воды, отводимые коллекторно-дренажными системами, очень велики как по абсолютному значению, так и по отношению к водозабору (табл. 12).

Максимальное относительное водоотведение коллекторно-дренажными системами наблюдалось в шестидесятые годы в связи с повышением водообеспеченности и некоторым снижением дисциплины водопользования вплоть до 1970 г. Относительное водоотведение составляло тогда 40—45% к водозабору. После нескольких маловодных лет в семидесятые годы относительное водоотведение снизилось до 35% и в настоящее время составляет по областям величины, указанные в табл. 12.

Сток коллекторно-дренажных систем Андижанской, Наманганской, Ферганской, Ташкентской областей попадает в Сырдарью и используется ниже по течению. Половина стока КДС Сырдарьинской области попадает в Сырдарью, а половина — в Арнасайское понижение в Кызылкумах. Сток КДС Джизакской области сбрасывается в Арнасай. Возвратные воды Самаркандской области поступают в нижнее течение Зеравшана. Сток коллекторно-дренажных вод северной части Сурхандарьинской области почти полностью используется в южной зоне; сбросы в Амударью незначительные. Сброс

Таблица 12

Забор воды из источников орошения и сток коллекторно-дренажных систем (среднегодовые данные за 1976—1980 гг.)

Область	Среднегодовой забор воды, км³	Сток КДС, км³	%стока к водозабору
Каракалпакская АССР	9,48	2,71	28,6
Андижанская	4,78	1,51	31,60
Бухарская	5,01	1,59	31,50
Джизакская	2,16	0,56	25,9
Кашкадарьинская	3,97	0,46	11,6
Наманганская	3,97	1,51	38,1
Самаркандская	3,75	0,46	12,3
Сурхандарьинская	4,21	1,28	30,4
Сырдарьинская	3,01	1,42	47,1
Ташкентская	6,15	1,68	27,3
Ферганская	5,85	2,10	35,9
Хорезмская	5,75	2,81	48,8
Всего по УзССР	58,07	18,18	31,3

КДС Кашкадарьинской области поглощается пустыней, а Бухарской области — частично окружающей пустыней, а частично по коллекторам поступает в Амударью. 90% стока КДС Хорезмской области направляется в пустыню Каракум в Сарыкамышское понижение. Сток КДС Каракалпакской АССР поступает в Амударью, в протоки ее дельты, а затем поступает в Аральское море.

Таким образом теряется без последующего использования для орошения большая часть стоков Кашкадарьинской, Бухарской, Хорезмской областей и Каракалпакской АССР, а также часть сбросов Джизакской и Сырдарьинской областей. В связи с этим в указанных областях в первую очередь необходимо осуществлять организационные и технические меры по снижению водоотведения, т. е. по повышению технического и организационного КПД этих систем, по развитию использования коллекторно-дренажных вод внутри этих систем. Вообще в Узбекистане воды дренажной (заурной) сети издавна использовались для орошения сельскохозяйственных культур. На заурах устанавливались запруды (туганы). Вода деривацией подавалась на командную отметку или периодически подпиралась в нужное для посевов время, поднимая уровень грунтовых вод под полями прибрежной полосы.

Наиболее широко дренажные воды применялись на территории Ферганской долины и на системах левого берега р. Чирчик. До 1946 г. дренажная вода не являлась существенной частью водных ресурсов. В связи с развитием коллекторно-дренажных систем и обеспечением хозяйств средствами машинного водоподъема (насосами) использование дренажных вод на орошение получает все большее распространение.

Однако объем использования этих вод и орошаемые ими площади многие годы в количественном отношении никем не определялись и оставались неучтенными внутренними резервами хозяйств и областей. Примерно с 1960 г. начал развиваться гидрометрический учет на КДС и учет водозаборов на ней.

Современное использование на орошение коллекторно-дренажных вод показано в табл. 13.

Таблица 13

Использование на орошение коллекторно-дренажных вод (средний показатель за 1976—1980 гг.), **млн. м³, %**

Область	Использование на орошение, млн. м³	% от водозабора	% от стока КДС
Каракалпакская АССР	77.7	0,07	2,9
Андижанская	547,1	11,4	36,1
Бухарская	44,7	0,9	2,8
Джизакская	90.9	4,2	16,2
Кашкадарьинская	10,2	0,35	2,2
Наманганская	53,8	1,35	3,6
Самаркандская	46.5	1,2	10,1
Сурхандарьинская	96,8	2,3	7,5
Сырдарьинская	160,5	5,3	11,2
Ташкентская	315,5	5,1	18,7
Ферганская	135,5	2,3	6,4
Хорезмская	115,0	2,0	4,1
Всего по УзССР	1698, 4	2,9	9,3

Использование коллекторно-дренажных вод на орошение при контроле химического состава этих вод, а в случаях необходимости с предварительным смешиванием этих вод с практически пресными оросительными водами, забираемыми из рек, дело безусловно полезное с точки зрения полноты использования водных ресурсов. Представляется, что в перспективе вдоль

крупных коллекторов будут проведены линии электропередачи, через определенные расстояния будут построены перегораживающие сооружения с автоматическими насосными станциями, перекачивающие коллекторную воду по трубопроводам в ближайшие оросительные каналы.

Следует отметить, что водными ресурсами являются также подземные воды. Действительно, запас подземных вод в рыхлых отложениях верхних пористых слоев земной коры очень велик. Запас ее исчисляется сотнями кубических километров. Обновляется он благодаря фильтрации поверхностных вод из различных водоемов, каналов и с орошаемых полей, а также благодаря фильтрации части выпадающих на землю осадков. Таким образом, подземные воды так же, как и возвратные воды КДС, не являются первичным или самостоятельным водным ресурсом. Они образуются поверхностными водами и осадками. В природном водообмене подземные грунтовые воды тратятся на выклинивание в реки, саи, коллекторную сеть, а также на испарение с поверхности грунтовых вод, вернее, с капиллярной каймы. Эксплуатационный запас подземных вод, который может быть использован на хозяйственные нужды без ущерба для сохранения поверхностных водных ресурсов, не так уж велик и при современной гидрогеологической обстановке определяется 6—7 км³. При массовом развитии антифильтрационных мероприятий на оросительных каналах и совершенствовании техники полива на полях эта цифра должна уменьшаться.

В 1980 г. всеми скважинами на территории Узбекистана откачено примерно 6,6 км³ из них:

на хозяйственные нужды	— 2,5 км³
на орошение	— 3,1 »
на производственные нужды	— 0,9 »
на пастбища	— 0,1 »

Доброкачественные глубинные подземные воды являются лучшими водами для целей коммунально-питьевого водоснабжения. Поэтому в перспективе они должны быть зарезервированы только на эти цели, учитывая, что численность населения в республике к 2000 г. может возрасти в полтора-два раза.

Площадь орошаемых земель увеличилась не только в Узбекистане, но и во всех других среднеазиатских республиках. В результате роста водозабора на ороше-

ние постепенно уменьшалось поступление воды в Аральское море по рр. Сырдарья и Амударья.

До 1950 г. в Аральское море ежегодно поступало 50—60 км³ воды. Резкое снижение стока в море наступило в шестидесятые годы, а в последнее десятилетие (1970—1980 гг.) сток снизился до 15—17 км³. В отдельные маловодные годы последнего десятилетия поступление воды в море сокращалось до 10—12 км³, в том числе по р. Сырдарье сток практически прекращался.

Ввиду дальнейшего увеличения орошаемых земель и отбора воды на орошение из рр. Сырдарьи и Амударьи снижение горизонтов воды в Аральском море и уменьшение объема воды в нем будет продолжаться и даже ускоряться. Море является сейчас громадным аккумулятором, запасающим тепло летом и отдающим его зимой. Ученые предполагают, что снижение уровня воды в море и уменьшение общего объема воды приведет к похолоданию климата на окружающей территории. Весенние заморозки в северной Каракалпакии будут более поздними, а осенние — более ранними. Из-за сокращения периода с эффективными температурами зона хлопкосеяния отступит на юг до Тахиаташа. Интенсивнее будет развиваться процесс опустынивания в прилежащей к морю территории, снижающий ее естественный хозяйственно-производительный потенциал и ухудшающий условия жизни населения в этом регионе. Начнется усыхание дельт рр. Амударьи и Сырдарьи. При сокращении акватории моря на берегах уже образовались и будут образовываться новые массивы суши, сложенной солевыми отложениями, которые по мере обсыхания будут подвергаться развеиванию и переносу солей относительно далеко от моря на культурные земли.

Высыхание моря приведет к повышению минерализации воды в море и в протоках дельты. Грунтовые воды на территории дельты также понизятся. Все это вызовет определенный ущерб рыболовству и пушному промыслу.

Наибольший интерес представляют данные не по абсолютным водозаборам, а по так называемым удельным водозаборам, т. е. по заборам из рек и подаче воды непосредственно на поле в расчете на 1 га орошаемой площади.

В табл. 14 приведены среднереспубликанские показатели за десятую пятилетку. Но эти показатели в зависимости от природных условий, технического совер-

шенства оросительных систем, мелиоративного состояния земель (КПД систем), техники полива в отдельных областях, районах и хозяйствах различны.

Таблица 14

Удельные водозаборы по областям УзССР, тыс. м³/га (среднее за 1976—1980 гг.)

Область	Годовой водозабор	В т. ч.	
		в невегетационный период	в вегетационный период
КК АССР	32,80	11,20	21,60
Андижанская	13,36	3,72	9,64
Бухарская	15,62	4,88	10,04
Джизакская	10,90	3,36	7,54
Кашкадарьинская	14,06	3,06	11,00
Наманганская	16,50	4,34	12,16
Самаркандская	11,18	2,22	8,96
Сурхандарьинская	17,20	3,84	13,36
Сырдарьинская	13,2	4,74	8,46
Ташкентская	15,54	2,54	23,00
Ферганская	16,88	4,76	12,12
Хорезмская	29,98	8,46	21,52
По УзССР	17,60	50,14	12,46

Из данных табл. видно, что удельный водозабор из Амударьи системами Каракалпакской АССР и Хорезмской области достигает 29—32 тыс. м³/га в год. Самый малый водозабор наблюдается по Джизакской области, в зоне нового освоения Сырдарьинской области, также по Самаркандской и Кашкадарьинской областям.

Удельный водозабор в тридцатых годах составлял в среднем 10—12 тыс. м³/га. В особо маловодных системах (Сурхандарья, Кашкадарья) он снижался до 8—9 тыс. м³/га; на водообеспеченных системах повышался до 12—14 тыс. м³/га, только в низовьях Амударьи, из-за больших затрат воды на промывку земель, удельный водозабор составлял 15 тыс. м³/га. В результате осуществления большой программы работ по повышению водообеспеченности, которая в тридцатых годах была очень низкой и не обеспечивала необходимой урожайности хлопчатника, а также в связи с развитием рисосеяния удельные водозаборы постепенно возрастали (табл. 15.).

Из вышесказанного следует, что уменьшить водозабор при сохранении существующей площади орошения, или, другими словами, сэкономить оросительную воду для

Таблица 15

Изменение удельных водозаборов по системам УзССР по годам

Показатель	1965	1970	1975	1980
Общий водозабор, км³	35	42	45,5	66,3
Орошаемая площадь, тыс. га	2589	2776	3006	3400
Удельный водозабор, тыс. м³/га	13,5	15,2	15,2	19,5
Осредненный КПД систем	0,57	0,58	0,60	0,6
Подача воды на поля, тыс. м³/га	7,7	8,8	9,0	11,7

вовлечения в сельскохозяйственное использование новых земель возможно: путем снижения водоподачи посредством совершенствования техники полива и, в некоторой степени, внедрением научно обоснованного режима орошения; путем повышения КПД оросительных систем.

Подсчитано, что при сохранении сложившегося в девятой и десятой пятилетках темпа освоения новых земель, а замедлить этот темп по социально-экономическим причинам нельзя, водные ресурсы р. Сырдарьи будут полностью использоваться в 1985 г., а Амударьи примерно в 1990 г. Развитие орошаемого земледелия республики может происходить только на основе коренной реконструкции и совершенствования оросительных систем.

Однако реконструкция не может увеличить водные ресурсы. Она будет способствовать повышению степени использования их, что позволит расширить орошаемые площади. Другими словами, реконструкция систем и совершенствование эксплуатации должны быть направлены на снижение бесполезных и безвозвратных потерь имеющейся воды.

ПУТИ ЭКОНОМНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Забранная в гидромелиоративные системы оросительная вода предназначена и расходуется на вегетационные поливы сельскохозяйственных культур и угодий. Большая часть этой воды через растения и поверхность почвы испаряется в атмосферу. Это безусловно полезная трата оросительной воды. При расчете водохозяйственных балансов специалисты называют эту основную статью баланса продуктивным безвозвратным

водопотреблением. Но часть воды, поданной на поля фильтруется ниже корнеобитаемого слоя, поступает в грунтовые воды, а также сбрасывается с полей, увеличивая размеры водоотведения.

Рассуждая о режиме орошения хлопчатника, обычно начинают с определения продуктивного водопотребления, которое агрономы и мелиораторы привыкли называть суммарным водопотреблением хлопкового поля, физиологи растений называют эту величину эвапотранспирацией. В суммарное водопотребление входит транспирация, т. е. испарение воды через листовую поверхность, и испарение с поверхности поля. Величина суммарного испарения зависит от биологических особенностей культурных растений и условий внешней среды.

Средний размер водопотребления отдельных видов растений, например хлопчатника, при хорошей агротехнике, нормальном развитии растений установлен достаточно определенно. Многочисленными опытами изучен ход изменения водопотребления хлопчатника от сева до созревания и суммарное водопотребление за сезон. Различия в водопотреблении отдельных сортов одного и того же вида менее определенны, поскольку они менее существенны, незначительны количественно и трудно улавливаются в опыте. По отношению к хлопчатнику установлено, что длинноволокнистые сорта по сравнению со средневолокнистыми потребляют воду на 7—8% больше.

По отношению к внешней среде водопотребление хлопкового поля увеличивается с повышением температуры, снижением влажности воздуха, усилением ветровой деятельности. Особую роль играет степень увлажнения почвы, т. е. размер и частота водоподачи (поливов). Нормальный режим влажности почвы обеспечивает хорошее развитие растений, высокий урожай. В итоге водопотребление поля увеличивается до оптимального предела. С другой стороны, в условиях излишней водоподачи или при близком залегании грунтовых вод (1—1,5 м) водопотребление поля еще более увеличивается. В определенных границах водоподача и водопотребление взаимно связаны. Сначала увеличение первого ведет к увеличению второго, в результате чего урожайность возрастает. Однако чрезмерная водоподача увеличить водопотребление не может, так как последнее лимитируется энергетическими факторами, а приводит к заболачиванию и снижению урожайности. При недополиве водопотребление снижается потому, что ограничено наличие влаги и урожайность резко падает.

Чрезмерная водоподача и недополив — это как раз те случаи, для которых нет надобности делать расчеты водопотребления.

Суммарное водопотребление в поле измеряется несколькими методами:

теплового баланса;

выращивания хлопчатника в лизиметрах;

измерения составляющих водного баланса хлопкового поля, с косвенным определением водопотребления по разности баланса.

Все эти методы очень сложны, трудоемки и доступны только научно-исследовательским организациям. Но на основании многочисленных исследований по определению суммарного водопотребления, проведенных СоюзНИХИ, САНИИРИ, Средазгипроводхозом на опытных полях, удалось установить связь между суммарным водопотреблением хлопкового поля (физико-биологический процесс) и испарением с открытой водной поверхности (физический процесс), поскольку оба эти процесса зависят от одних и тех же внешних факторов (климатических). На основе многолетних определений испаряемости, температуры и других климатических показателей установлены связи между ними и предложен ряд эмпирических формул для расчета испаряемости. Для зоны Средней Азии испаряемость рассчитывается по формуле Н. Н. Иванова с поправкой Л. А. Молчанова (коэффициент 0,8).

$$E_0 = 0{,}0012 \times 0{,}8(25 + t)^2(100 - r), \qquad (1)$$

где E_0 — испаряемость за месяц, мм. Для выражения испаряемости или осадков не в слое воды (мм), а в м³/га требуется умножить величину слоя на десять — E_0 (м³/га) $= 10E_0$ (мм);

t — среднемесячная температура воздуха, град.;

r — среднемесячная относительная влажность воздуха, %.

Суммарное водопотребление, исходя из испаряемости, может определяться двумя зависимостями.

Первая из них

$$W = K_в E_0, \text{ м}^3/\text{га}, \qquad (2)$$

где W — суммарное водопотребление;

E_0 — суммарная испаряемость за месяцы вегетации культуры;

$K_в$ — биоклиматический коэффициент сельскохозяйственной культуры, полученный опытным путем из соотношения $K_в = WE$ при проведении опытов в стандартных (основных) условиях

Для хлопчатника K_w определяли на опытных полях со среднесуглинистыми незасоленными почвами при глубине грунтовых вод более 3 м (автоморфные условия). Значение биоклиматических коэффициентов сельскохозяйственных культур хлопкового севооборота, по данным СоюзНИХИ, показано в табл. 16.

Таблица 16

Биоклиматические коэффициенты сельскохозяйственных культур хлопкового севооборота

Культура	Период вегетации, месяцы	K
Зона средневолокнистого хлопчатника		
Хлопчатник	IV—IX	0,65
Люцерна	III—X	0,85
Кукуруза на зерно весеннего сева	IV—VIII	0,70
— » — летнего сева	VI—X	0,65
Зона длинноволокнистого хлопчатника		
Хлопчатник	IV—IX	0,70
Люцерна	III—X	0,90
Кукуруза на зерно весеннего сева	IV—VIII	0,75
— » — летнего сева	VI—X	0,70

Вторая формула перехода от испаряемости к суммарному водопотреблению предложена Средазгипроводхлопком

$$W = \Sigma \frac{E_0^{1,58}}{31,62} \qquad (3)$$

По этой формуле биоклиматический коэффициент для хлопчатника в целом за сезон получается таким же, как в табл. 16, но ход суммарного водопотребления по месяцам и декадам будет несколько иным. По формуле (2) суммарное водопотребление прямо пропорционально испаряемости и K_w постоянный за сезон. По формуле (3) испаряемость берется в степени 1,58, K_w по месяцам различен, хотя в целом за сезон в величине суммарного испарения, рассчитанной по формуле 2 и 3, разницы почти не будет.

С целью учета различий в природных условиях (климатических, геоморфологических, гидрологических, почвенных, мелиоративных и др.) крупная территория Средней Азии разделена по определенной системе. Так,

исходя из климатических факторов, площадь Средней Азии Средазгипроводхлопком разделена на широтные климатические зоны.

С учетом метеорологических данных по среднемесячным температурам и относительным влажностям суммарное водопотребление хлопкового поля при залегании грунтовых вод глубже 3 м будет составлять:

в северной зоне хлопководства — 6500 м³/га
в центральной зоне — 7000 м³/га
в южной зоне — 8000 —»—

Ход суммарного водопотребления хлопкового поля за вегетационный период изображен на рис. 16.

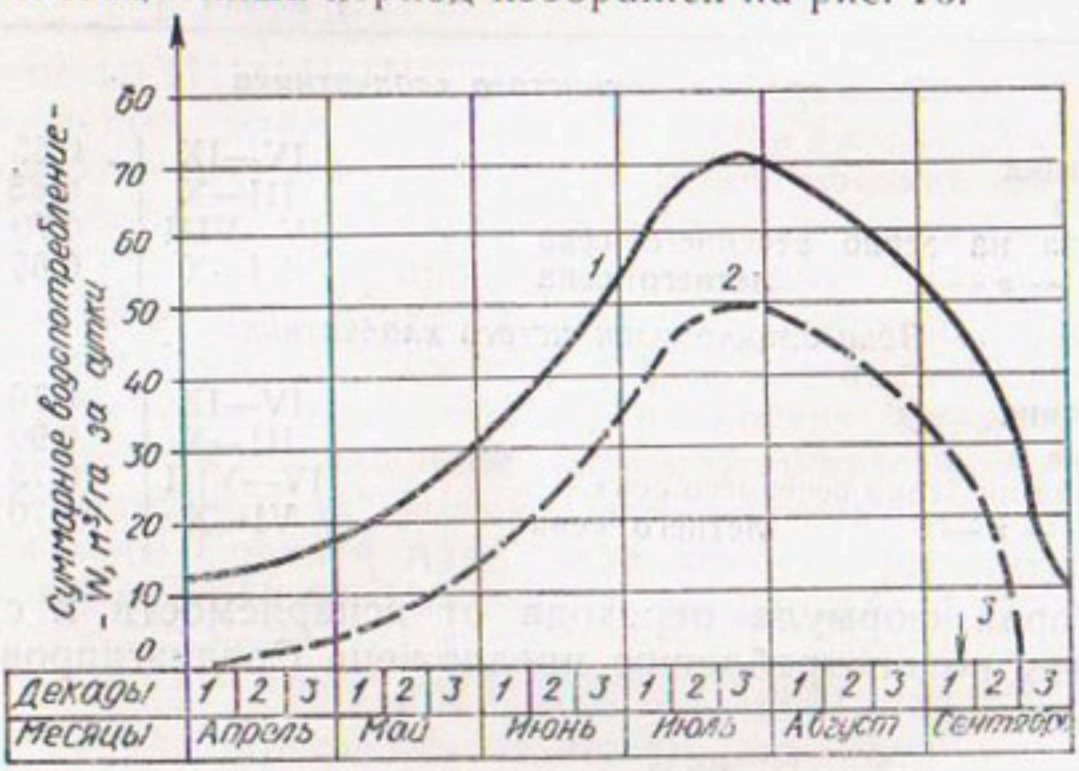


Рис. 16. Ход суммарного водопотребления хлопкового поля: (кривая 1), в том числе транспирация (2).

По исследованиям СоюзНИХИ, примерно 65% суммарного водопотребления составляет транспирация растений, 35% — испарение почвы.

Все водобалансовые расчеты и планирование водопользования в мелиоративном деле ведутся по гидрологическим полугодиям. Невегетационный период считается с 1 октября прошлого года до 31 марта текущего года, а вегетационный — с 1 апреля по 30 сентября. В начале апреля хлопчатник может быть еще не посеян, но суммарное водопотребление уже началось (испарение почв). Соотношение между транспирацией и испарением почвы в вегетационный период меняется. В апреле-мае большую долю суммарного водопотребления составляет испарение почвы.

В условиях близкого залегания грунтовых вод суммарное водопотребление несколько увеличивается из-за интенсификации испарения почвой и транспирации, так как зеркало грунтовых вод и капиллярная кайма приблизились к поверхности земли и к наиболее активному корнеобитаемому слою (0,3—0,5 м.) Другими словами, возрастает биоклиматический коэффициент, сначала медленно, а затем быстрее согласно следующей приближенной зависимости:

$$K_w = \frac{W}{E} = 0{,}039H_{гр.\,в.} + 0{,}234H_{гр.\,в.} + 1, \qquad (4)$$

где K_w — биоклиматический коэффициент; отношение суммарного водопотребления к испаряемости;

$H_{гр.\,в.}$ — глубина грунтовых вод меньше 3 м.

Согласно формуле (4) при условном повышении уровня грунтовых вод до поверхности земли величина суммарного водопотребления совпадает с испаряемостью, а $K_w = 1$.

Исходя из определенного выше суммарного водопотребления хлопкового поля по формуле акад. А. Н. Костякова рассчитывается необходимая оросительная норма

$$M = \frac{(W - W_{з.п.в} - W_{гр.в} - O)\,K_м}{КПД_{тп}}, \qquad (5)$$

где M — необходимая оросительная норма;

W — суммарное водопотребление, определенное выше по формуле, как $W = f(E_o \cdot K_w)$ с учетом формулы (4);

$W_{з.п.в.}$ — используемый на эвапотранспирацию запас почвенной влаги в зоне аэрации (до 3 м), созданный на 1 апреля;

$W_{гр.\,в.}$ — использование грунтовых вод в случаях гидроморфных и переходных условий до $H_{гр.\,в.} \leqslant 3$ м;

O — осадки (апрель-май 75% обеспеченности);

$K_м$ — коэффициент больше единицы, предусматривающий увеличение оросительной нормы с целью осуществления промывного режима орошения. Это дополнительно планируемая вода для отвода ее в дренаж;

$КПД_{т.\ п.}$ — коэффициент полезного действия техники полива по табл. 7, различный в зависимости от водопроницаемости почв и уклона поля. Это коэффициент, дополняющий известную формулу акад. А. Н. Костякова.

Используемый запас почвенной влаги — это разность между наличием почвенной влаги в зоне аэрации, созданной к 1 апреля осенне-зимними и ранневесенними осадками, запасными и промывными поливами, и содер-

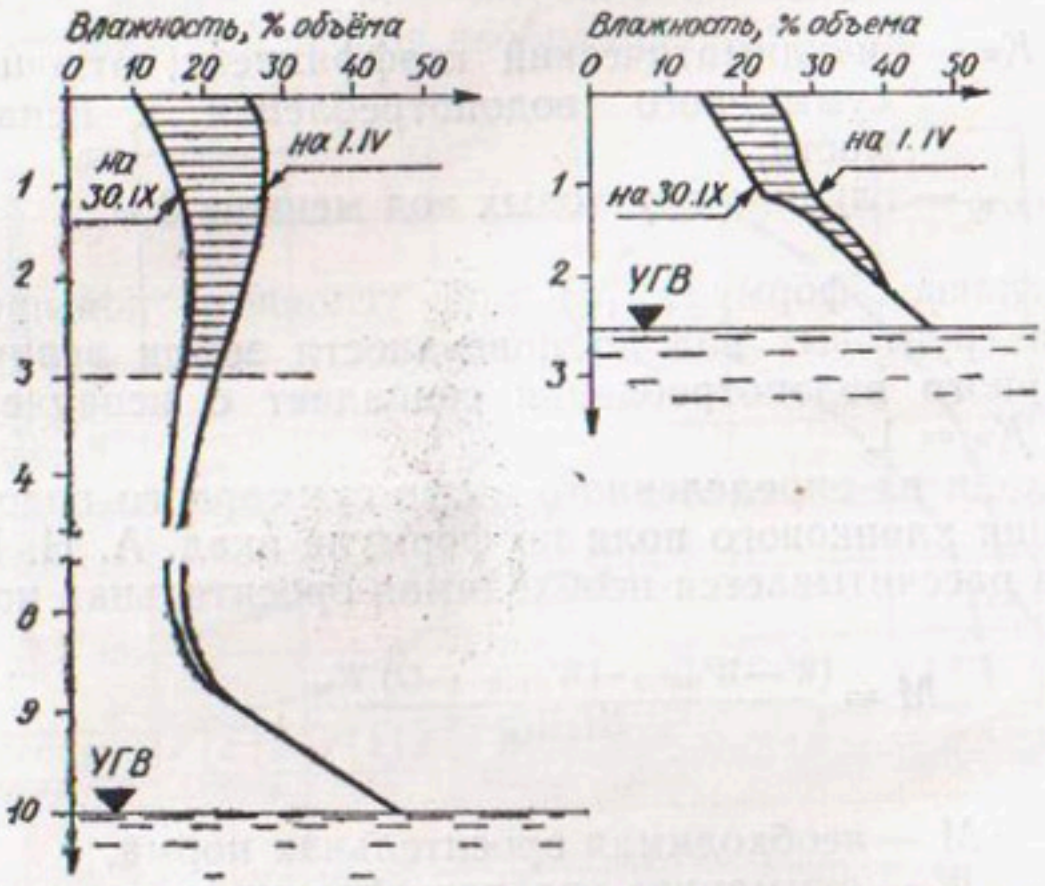


Рис. 17. Эпюры влажности почвогрунтов на 1.04 и 30.09.

Таблица 17

Использование запасов почвенной влаги с 1 апреля по 30 сентября при различной глубине грунтовых вод, м³/га

Осредненная оценка мехсостава почвогрунта в зоне аэрации	Глубина грунтовых вод, м						
	1	1,5	2	2,5	3	3,5	5
Супеси	550	800	950	1050	1000	900*	600*
Легкие суглинки	750	1050	1300	1400	1450	1400	1100
Средние суглинки	900	1200	1500	1650	1700	1650	1500
Тяжелые суглинки	1050	1400	1750	1900	1950	1850	1800
Глины	1200	1600	1900	2050	2110	2050	1900

* В слое — 0—3 м.

жанием влаги в том же слое на 30 сентября. Графически это изображается разностью эпюр влажности на упомянутые даты (см. рис. 17).

Используемый запас почвенной влаги в зависимости от мехсостава почв и глубины залегания грунтовых вод показан в табл. 17 и на рис. 18.

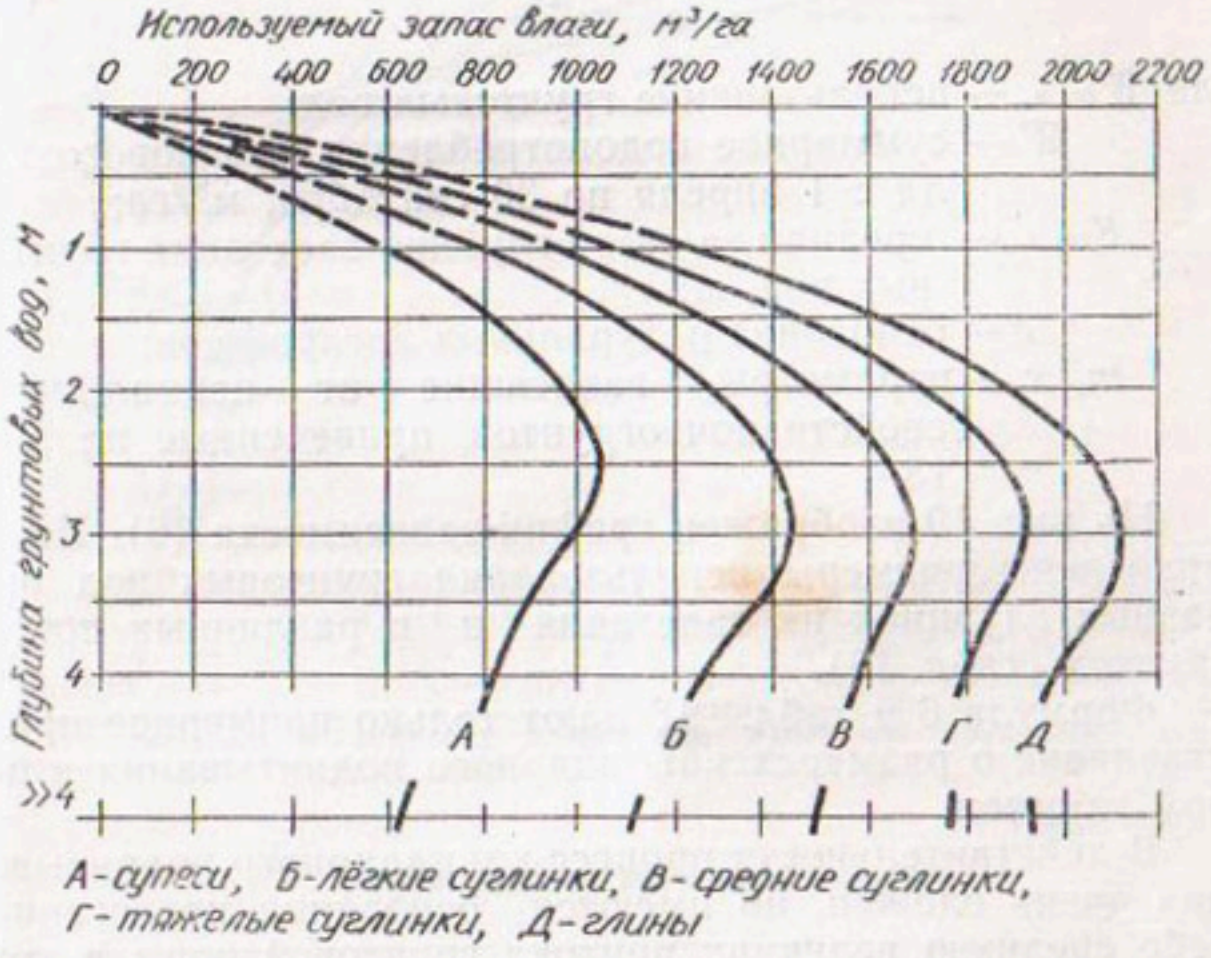


Рис. 18. Используемый запас почвенной влаги при различной глубине грунтовых вод.

С 1 апреля до первого полива суммарное водопотребление происходит за счет использования запасов почвенной влаги. За этот период используется запас верхней толщи (0—0,5 м в супесях, до 0,—0,8 м на тяжелых почвах) и расходуется полем до первого полива 600, 750, 900, 1050, 1150 м³/га на почвах в последовательности, принятой в табл. 17. Остальной запас более глубоких слоев используется в предполивные дни последующих поливов и в сентябре. К 1-му октября влажность зоны аэрации, при отсутствии в конце сентября сильных дождей, снижается до 12—13% (объемные). Такое иссушение создает достаточный объем свободных пор в почве для лучшей аккумуляции осадков за октябрь — март.

Использование грунтовых вод в силу их капиллярного поднятия в зоне аэрации зависит от капиллярных свойств почвы, скорости расходования почвенной влаги

на испарение и транспирацию, т. е. степени иссушения почвы в верхнем (0—0,5 м) слое.

Ориентировочная оценка использования грунтовых вод за вегетационный период дается по формуле С. Н. Харченко

$$W_{\text{гр.в}} = \frac{100W}{e^{mH_{\text{гр}}\ \text{хэ}}}, \qquad (6)$$

где $W_{гр.\,в.}$ — использование грунтовых вод;

W — суммарное водопотребление хлопкового поля с 1 апреля по 30 сентября, м³/га;

$K_{гр.\,в.}$ — средняя за сезон глубина залегания грунтовых вод, м;

e — основание натуральных логарифмов;

m, x — параметры, зависящие от капиллярных свойств почвогрунтов, приведенные на рис. 18.

На рис. 19 изображен график зависимости (6). Ниже приведены размеры использования грунтовых вод при разных глубинах их залегания и в различных почвогрунтах (табл. 18).

Формула 6 и табл. 18 дают только примерное представление о размерах капиллярного подпитывания в целом за сезон.

В действительности процесс капиллярного подпитывания очень сложен, но имеются основания представить себе среднюю величину притока грунтовой воды в корнеобитаемую зону. Действительно, глубина грунтовых вод не остается стабильной, т. е. $H_{\text{гр.в}}$ в формуле (6) — величина переменная во времени. После полива грунтовые воды несколько поднимаются, но зато слои почвы в 0—0,5 м имеют максимальную влажность. Перед последующим поливом зеркало грунтовых вод снижается, но градиент влажности возрастает. Если из 183 дней вегетационного сезона 83 дня почвенная влага находится в слабоподвижном состоянии, тратится на месте в корнеобитаемом слое или движется вниз (фильтрация), то суточный приток грунтовой воды к корнеобитаемому слою по капиллярной кайме в среднем составит величину в 100 раз меньшую $W_{\text{гр.в}}$, чем приведенная в табл. 18.

Несмотря на то, что высота капиллярного поднятия самая большая у глин (4,5—5 м), скорости и расходы капиллярного восходящего потока у них незначительны, о чем свидетельствует рис. 19. Капиллярное поднятие при глубине грунтовых вод больше 2,5 м можно не учитывать.

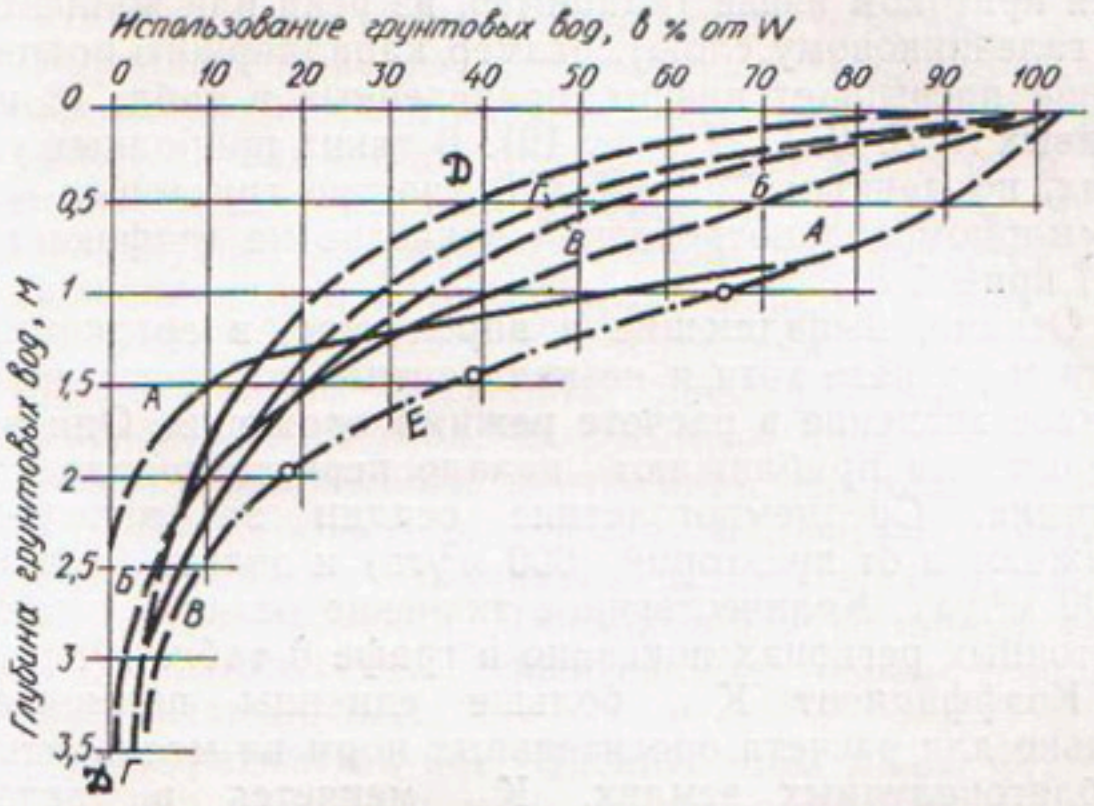


Рис. 19. Использование грунтовых вод по формуле С. Н. Харченко. Почвогрунты:
А — супеси — m —0,6;; x — 2,5; Б — легкие суглинки — m — 0,8; x — 1,5; В — средние суглинки — m — 1; x — 1; Г — Тяжелые суглинки — m — 1,33; x — 0,75; Д — Глины — m — 1,75; x — 0,67; Е — Средн. суглинки в условиях пойм или напорных грунтовых вод (по СоюзНИХИ).

Таблица 18

Использование грунтовых вод, м³

Почвогрунты по мех. составу и литологическ. строению	При глубине грунтовых вод, м					
	% от W	W грунтовых вод при W=8750	% от W	W грунтовых вод при W=7400	% от W	W грунтовых вод при W=7000
	1		2		3	
Мощные супеси	54,8	4800	3,33	246	0,8	нет
Легкие и средние суглинки, облегчающие книзу	45	3930	10,4	770	1,56	109
Средние суглинки однородные	37	3230	13,5	1000	4	280
Тяжелые однородные и средние суглинки, утежеляющие книзу	26	2270	10,7	790	4,8	335
Глины	17,4	1520	6,3	465	2.6	180

В особых гидрогеологических условиях, когда грунтовые воды напорные или когда стабильно близкий к поверхности земли уровень грунтовых вод обеспечива-

ется притоком извне (например, из реки или коллектора по галечниковому слою), размер капиллярного подпитывания превышает цифры, приведенные в табл. 18 и на кривых *А, Б, В, Г, Д* (рис. 19). В таких природных условиях, по данным СоюзНИХИ, участие грунтовых вод в суммарном водопотреблении показано на графике (рис. 19.) кривой *Е*.

Осадки, выпадающие в апреле-мае, в среднемноголетнем разрезе хотя и незначительны, но имеют определенное значение в расчете режима орошения. Они оттягивают или приближают начало первого полива хлопчатника. Среднемноголетние осадки за апрель-май снижаются от предгорий (600 м³/га) к дельте Амударьи (200 м³/га). Количественное значение осадков в промежуточных регионах показано в графе 6 табл. 19.

Коэффициент $К_м$ больше единицы применяется только для расчета оросительных норм на мелиоративно неблагополучных землях. $К_м$ меняется в пределах 1,10.....1,35. Чем больше степень засоления почв, тяжелее мехсостав, выше минерализация грунтовых вод, хуже условия дренированности (недостаточная протяженность дренажа, мелкие, малоуклонные или безуклонные зауры), тем больше коэффициент $К_м$ и наоборот. Излишняя водоподача с целью уменьшения концентрации почвенного раствора в корнеобитаемом слое, торможение поднятия минерализованных грунтовых вод по капиллярам, опреснение верхнего слоя грунтовых вод, из которых происходит капиллярное поднятие, ослабляет реставрацию засоления к концу сезона (августа) и способствует увеличению урожайности.

Результат расчета вегетационных оросительных норм для основных наиболее типичных природных условий, встречающихся в Узбекистане, приведен в графах 2—9 (табл. 19). Все цифры этой таблицы основаны вышеприведенными графиками, формулами. Расчет сделан только для почв среднего мехсостава, средней водопроницаемости и средними капиллярными свойствами для условий центральной климатической зоны хлопкосеяния.

Из графы 9 видно, что нормативные оросительные нормы изменяются в пределах от 2090 до 7130 м³/га. Правда, площадь применения малых поливных норм — 2090—4150 м³/га, по сравнению с общей орошаемой площадью, незначительна. Это земли в зонах выклинивания грунтовых вод и пойменные земли с близким залеганием пресных грунтовых вод. Если исключить эти особые условия, где оросительные нормы необычно малы

и хлопчатник в основном использует грунтовые воды и запас почвенной влаги, то следует считать, что минимальные затраты оросительной воды возможны на автоморфных почвах с глубиной грунтовых вод 3 м и на полуавтоморфных почвах при глубине их 2,5 м. Этот интервал глубин залегания грунтовых вод является самым благоприятным с точки зрения экономии воды.

В большинстве областей республики фактические оросительные нормы несколько превышают величины, указанные в графе 9 табл. 19. Это объясняется несовершенством техники полива, завышением фактических поливных норм. Только в условиях маловодных систем (Самаркандская и Сурхандарьинская области, часть систем Кашкадарьинской, Джизакской и Наманганской областей) фактические оросительные нормы меньше расчетных оптимальных.

Теперь обратимся к потреблению воды в невегетационный период. В зоне поливного земледелия за невегетационный период выпадает от 600 (предгорья) до 100 мм (низовья Амударья) осадков, но изменчивость по годам большая. Из выпавших осадков часть испаряется за тот же период (октябрь—март), часть идет на пополнение запасов почвенной влаги и грунтовых вод. К невегетационным поливам относятся: поливы с целью промывки засоленных земель, запасные, предпахотные и, местами, предпосевные. Проводимые на 35—40% площади Узбекистана промывки засоленных земель одновременно являются и запасными поливами, создающими к 1 апреля необходимый запас влаги. На оставшейся площади, в той или иной мере, в зависимости от количества выпавших осадков и состояния влажности почвы, приходится осуществлять запасные, предпахотные и предпосевные поливы нормами 1200—1500 м³/га. Эти поливы, как правило, обязательны на маломощных почвах, сильноводопроницаемых супесчаных и легкосуглинистых почвах предгорной зоны. На пойменных землях и в зонах выклинивания грунтовых вод невегетационных поливов не делают. Своевременно поднятая зябь и осадки в виде снега обеспечивают сохранность запасов влаги в почве к севу хлопчатника.

Средневзвешенные нормы водоподачи в невегетационный период по зонам, выделенным в графе 1 табл. 19, показаны в графе 10 и 11, а годовые затраты воды на орошение — в графе 12.

По данным табл. 19, можно построить график (рис. 20) изменения суммарного водопотребления, оросительь-

Расчет вегетационных оросительных норм хлопчатника; осреднен земель хлопкового

Основные природные особенности			Глубина грунтовых вод, м	Суммарное водопотребление	Использ емая почвенная влага	Использование грунтовых вод	Осадки апрел-мая
1			2	3	4	5	6
Предгорья	Почвы автоморфные	Темные и типичные сероземы	⩾4	7000	1550	—	600
		Типичные и светлые сероземы	>4	7000	1600	—	500
		Светлые сероземы	⩾4	7000	1600	—	400
			3,5	7000	1650	—	350
			3	7000	1700	280	350
Долины	Переходного ряда	Лугово-сероземные, незасоленные	2,5	7200	1650	655	300
		Сероземно-луговые, засоленные разной степени; грунтовые воды минерализованы	2,5	7200	1650	655	300
			2	7500	1500	1000	300
			1,5	7900	1200	1770	300
Низовья Амударьи	Почвы гидроморфные	Луговые незасоленные, грунтовые воды пресные, зоны выклинивания, поймы рек	2	7500	1500	1500	300
			1,5	7900	1200	3080	300
			1	8670	900	5800	300
		Пустынные, засоленные. Грунтовые воды минерализованы	2	7500	1500	1000	200
			1,5	7900	1200	1770	200
			1	8670	900	3230	200

Таблица 19

ные невегетационные и годовые подачи воды на гектар орошаемых комплекса, м³/га

Коэффициент, Км	КПД техники полива	Оросительная норма, м	М невегетац. средневзвещен.		М годовая		№ точек на рис. 20
			на промывки засоленных земель	прочие невегет. поливы	общая водоподача за год	в т. ч. на промывные цели	
7	8	9	10	11	12	13	14
1,0	0,68	7130	—	1000	8130	—	1
1.0	0,70	7100	—	900	7900	—	2
1 0		6670	—	800	7470	—	3
1,0	0,75	6670	—	700	7370	—	4
1,0		6230	—	600	6830	—	5
1,0		5740	—	500	6240	—	6
1,1		6320	1500	—	7820	2100	7
1,15	0,80	6760	2000	—	8760	2700	8
1,2		6950	2500	—	9450	3430	9
1,0		5250	—	—	5250	—	10
1,0	0,80	4150	—	—	4150	—	11
1,0		2090	—	—	2 90	—	12
1,2		6860	3500	—	10360	4460	13
1,25	0,84	7040	4000	—	11040	5180	14
1,35		6980	4500	—	11480	7070	15

ных норм хлопчатника и годовых затрат воды на орошение.

На графике еще отчетливее, чем в табл. 19, выявляется минимум годовых затрат на полях при глубине грунтовых вод 2,5—3 м и совсем мизерные затраты при глубинах 1—2 м, если почвы незасоленные, а грун-

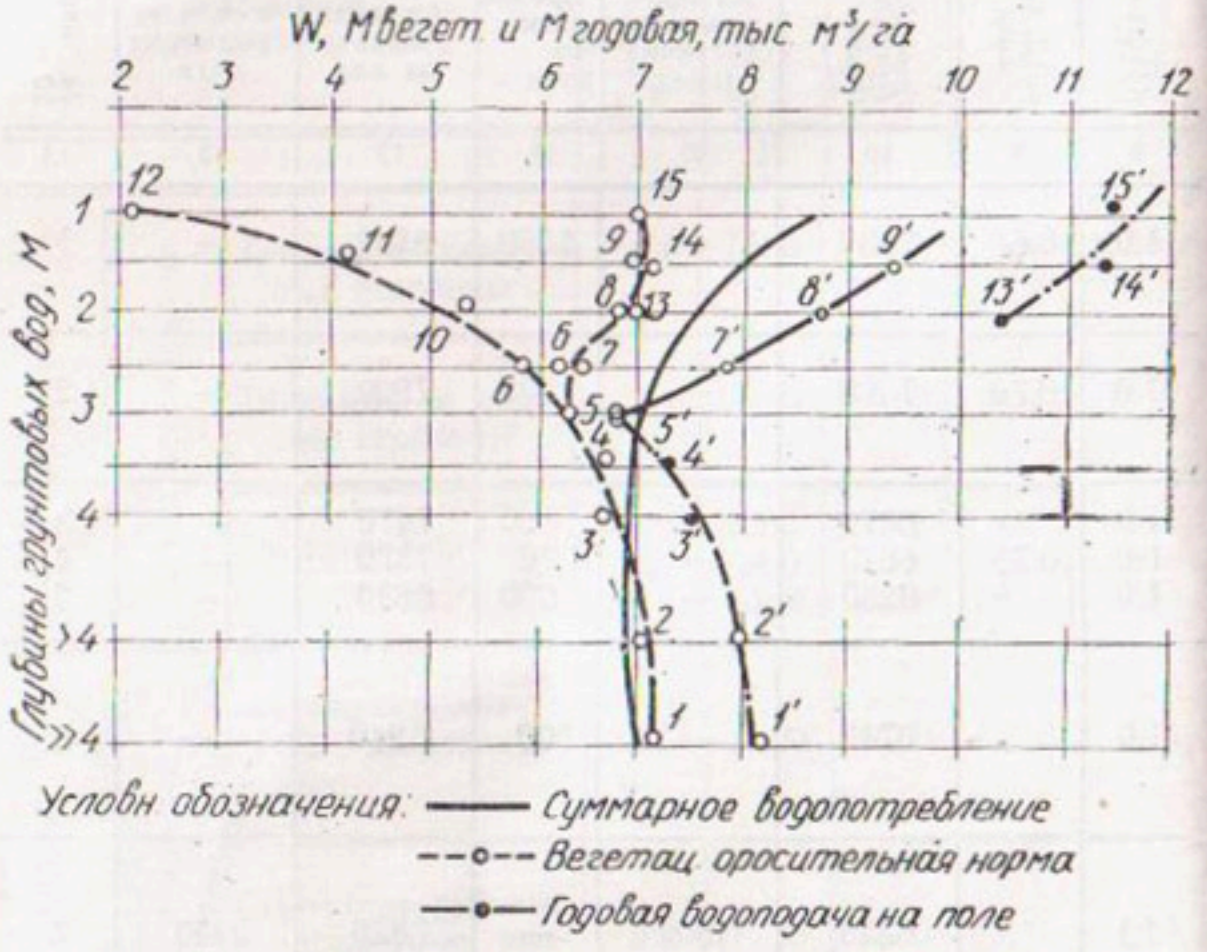


Рис. 20. График к таблице 19.

товые воды пресные. Максимум невегетационных и годовых затрат воды так же, как и максимум оросительной нормы, и по теоретическим расчетам приходится на низовья Амударьи, где из-за засоления грунтовых вод и их близкого залегания осуществляется промывной режим орошения и промывки грузными нормами.

Показатели граф 10 и 11 табл. 19, однако, не совпадают с фактическими производственными данными. Площади, на которых производятся невегетационные поливы (в долях от общей площади) и водозаборы невегетационного периода по областям Узбекистана, показаны в табл. 20.

Данные табл. 20 свидетельствуют о том, что удельные водозаборы и поливные нормы невегетационных поливов за последние годы значительно возросли и пре-

Таблица 20

Невегетационные поливы, удельный водозабор из источников орошения и средневзвешенные нормы невегетационных поливов по областям УзССР

Область	Доля охвата поливами от общей орошаемой площади, %			Удельный водозабор в невегетационный период, м³/га		КПД систем в невегетационный период	Средневзвешенная поливная (промывная) норма, м³/га	
	запасные, предпахотные предпосевные	промывные	итого	среднее за 1971—1975 гг.	среднее за 1976—1980 гг.		за 1971—1975 гг.	за 1976—1980 гг.
Каракалпакская АССР	—	80	80	7380	11200	0,50	3690	5600
Андижанская	49	20	69	1870	3720	0,63	1340	2340
Бухарская	5	70	75	4790	4880	0,50	2400	2440
Джизакская	30	30	60	2370	3360	0,72	1710	2500
Кашкадарьинская	40	20	60	1640	3060	0,63	1030	1930
Наманганская	35	17	52	1510	4340	0,63	960	2730
Самаркандская	30	3	33	1250	2220	0,52	650	1150
Сурхандарьинская	50	10	60	2580	3840	0,60	1550	2300
Сырдарьинская	16	45	61	3450	4740	0,57	1965	2700
Ташкентская	20	3	23	690	2540	0,59	406	1500
Ферганская	38	48	86	4480	4760	0,59	2650	2800
Хорезмская	—	95	95	8200	8460	0,53	4340	4480
Среднее по УзССР	28,9	36,1	65	2960	5140	0,55	1630	2820

вышают нормативные, особенно в Каракалпакской АССР, Хорезмской и Ферганской областях.

Каковы же меры снижения затрат оросительной воды? Во-первых, это возможное снижение глубины грунтовых вод дренажем до 2,5—3 м, поскольку суммарное водопотребление при этом несколько снижается; во-вторых, радикальное рассоление почв, в результате чего может отпасть необходимость или снизится потребность в осуществлении промывного режима орошения и промывок; в-третьих,— повышение КПД техники полива, переход на прогрессивную технику полива; в-четвертых, своевременное проведение агротехнических работ по сохранению влаги как после поливов, так и осадков, рачительное использование оросительной воды в невегетационный период. Надо всегда помнить, что зимнюю воду можно сберечь в водохранилищах на лето.

Теоретически возможно селекцией вывести сорта хлопчатника с более пониженной транспирацией, а агротехническими мероприятиями например искусственным мульчированием, снизить испарение воды почвой, то есть снизить само суммарное водопотребление (эвапотранспирацию).

Мелиоративные и организационные меры по снижению затрат воды первоочередны и более эффективны. Особенно эффективными эти меры будут в низовьях Амударьи. Сейчас там оросительные нормы хлопчатника составляют 7,5—8 тыс. м³/га, а промывные нормы — 4,5—5 тыс. м³/га (см. табл. 20). Если бы удалось в низовьях повсеместно снизить грунтовые воды в среднем до 2,5 м, тщательно спланировать земли и радикально рассолить верхний слой почвогрунта, то можно было бы обойтись оросительными нормами в 6—6,5 тыс. м³/га и промывными нормами в 2—2,5 тыс. м³/га, т. е. сэкономить 1,5+2,5=4 тыс. м³ на каждом гектаре непосредственно в поле, а с учетом изжития сбросов воды в коллекторную сеть сэкономить в головном водозаборе до 9—10 тыс. м³/га.

Расчет свидетельствует, насколько важны с точки зрения экономии воды как в вегетационный, так и в невегетационный периоды эффективно действующий дренаж, планировка поверхности полей и доброкачественная промывка. Этими мероприятиями можно сильнозасоленные земли перевести на постоянно в разряд среднезасоленных, среднезасоленные — в слабозасоленные, а имеющиеся в настоящее время широко распро-

страненные слабозасоленные земли — в разряд рассоленных земель.

Сейчас за невегетационный период забирается из источников орошения 17—18 км³ воды, на каждый гектар посевов осредненно приходится 5—5,5 тыс. м³ в водозаборе, а непосредственно на поле подается 2,8—3 тыс. м³/га. После завершения комплексной реконструкции всех систем, имея в виду главным образом внедрение прогрессивного дренажа и доброкачественные планировки, можно перейти на промывки более сниженными нормами и обойтись значительно меньшими объемами воды. Конечно, профилактические промывки, запасные, предпахотные и предпосевные поливы придется осуществлять, особенно в зимы с недостаточными осадками, но расчеты показывают, что комплекс мелиоративных мероприятий позволит в невегетационный период сэкономить до 4—5 км³ воды, зарезервировав их в водохранилищах на лето.

Поливные нормы. По акад. А. Н. Костякову, поливная норма должна равняться дефициту влаги корнеобитаемого слоя, т. е. разности между предельной полевой влагоемкостью и допустимым иссушением корнеобитаемого слоя перед поливом, но при условии, когда этот полив не запаздывает, а дается в оптимальные для растений сроки. Опытами СоюзНИХИ установлено, что предполивная влажность корнеобитаемого слоя хлопкового поля не должна опускаться ниже 70—65% предельной полевой влагоемкости. Величина поливной нормы по «дефициту влаги» для почв различного мехсостава показана в графе 2 табл. 21. Эти величины действовали в планах водопользования тридцатых-сороковых годов. Раньше как-то не учитывалось, что с момента взятия почвенных образцов на влажность перед поливом до момента бурения скважин на взятие образцов после полива проходит определенное время. За это время верхний слой поля, который был увлажнен до полной порозности, подсох, а хлопчатник транспирировал воду. Эти неизбежные затраты должны входить в расчетную норму. Из чего составляется расчетная поливная норма нетто показано в табл. 21.

Приведенные в табл. 21 поливные нормы принимаются в последние годы для расчета планов водопользования, однако для реального планирования и осуществления в производстве и такие величины поливных норм тоже недостаточны. В процессе бороздкового полива хлопчатника имеют место потери воды на фильтрацию

Таблица 21

Расчет поливной нормы нетто, м³/га

Осредненная характеристика метрового слоя почвогрунта по механическому составу	Норма по дефициту влаги в метровом слое	Прибавка на			Получаемая поливная норма	
		перевлажнение и высыхание поверхности слоя	транспирацию в дни полива		по расчету	принятая с округлением
			суток	м³/га		
Почвы легкого механического состава (супесь), мощность 1 м с малой полевой влагоемкостью, возможно оскелеченные	525	50	0,5	20	595	600
Легкие суглинки	625	75	1	40	740	750
Средние суглинки	750	100	1,5	60	910	900
Тяжелые суглинки	800/750	125	2	80	1005/955	1000/950
Глины	850/750	150	2,5	100	1100/1000	1100/1000

Примечание. Для тяжелых суглинков и глин в числителе данные для автоморфных почв и переходного ряда; в знаменателе — для гидроморфных почв.

(утечку) нижекорнеобитаемого слоя, на сброс за пределы поля, на завышенное испарение. Эти потери весьма различны и зависят от крутизны уклона поля и водопроницаемости почвогрунтов и учитываются введением в расчет так называемого КПД техники полива. Величина этого КПД для почвогрунтов различной водопроницаемости и разных уклонов показана в графе 10 табл. 7 и повторена в графе 8 табл. 19.

Реально выполнимые поливные нормы хлопчатника брутто при поливе по бороздам показаны в графе 8 ранее приведенной табл. 7. Если полученную расчетом для соответствующих природных условий оросительную норму (по методике, примененной в табл. 19) разделить на указанные в табл. 7 поливные нормы брутто, то частное, с округлением до ближайшего большего целого числа, покажет достаточное и реально выполнимое число поливов хлопчатника в этих природных условиях.

СоюзНИХИ при разработке режима орошения хлопчатника дает исчерпывающие указания по проведению

поливов во времени вегетации. Например, схема 1:3.2 указывает, что один полив должен даваться в период бутонизации хлопчатника, три полива — в период цветения-плодообразования и два полива — в созревание. Основная задача хлопкоробов республики по улучшению режима орошения хлопчатника состоит в возможном увеличении числа поливов не за счет повышения оросительных норм, а за счет сокращения фактических поливных норм. Повсеместное увеличение числа поливов за сезон хотя бы на один полив создало бы более благоприятный режим влажности почвы на каждом поле и способствовало значительному росту урожайности хлопчатника.

Технические средства решения этого вопроса заключаются в планировке поверхности полей, совершенствовании техники бороздкового полива хлопчатника, внедрении автоматизации и механизации полива, т. е. в повышении КПД техники полива, который в настоящее время в хозяйствах примерно на 10% ниже возможных, указанных в табл. 7.

Конечно, важно также сокращение организационных потерь воды в хозяйствах, повышение дисциплины водопользования.

Внедрение прогрессивных типов дренажа

В последние годы начал испытываться комбинированный дренаж, т. е. закрытый вид дренажа в сочетании с вертикальным. Конструкция его заключается в том, что рядом с закрытой дреной через 200—250 м дополнительно устраиваются самоизливающиеся скважины — усилители глубиной 15—20 м. Устраивать такой дренаж можно не везде. Он должен строиться только там, где подземные воды на глубине 15—20 м располагаются в достаточно водопроницаемых слоях и имеют избыточный напор по отношению к уровню грунтовых вод. Расход каждой скважины невелик, но зато в отличие от скважин вертикального дренажа вода поступает самотеком без затрат энергии. Достаточное число скважин-усилителей вдоль закрытой дрены значительно увеличивает расход последней, т. е. повышает эффективность ее действия. В результате протяженность закрытых дрен снижается в 2.5—3 раза, по сравнению с протяженностью дрен без скважин-усилителей, а междренные расстояния могут быть большими. В связи с этим устройство комбинированного дренажа на единицу пло-

Таблица 22

Сравнительная эффективность различных типов дренажа, рассчитанная для территории одинаковой дренированности по проработкам САНИИРИ (Духовный В. А., Якубов Х. И., Насонов В. Г. и др.)

Показатель	Тип дренажа			
	открытый	закрытый	вертикальный	комбинированный
Коэффициент земельного использования, %	87–90	95–96	98–99	96–97
Увеличение орошаемой площади за счет внедрения совершенного дренажа, %	—	8	10–11	9
Улучшение дренированности земель за счет обеспечения стабильной глубины дренажа и увеличения скорости снижения уровня грунтовых вод, %	—	15–25	25–35	20–30
Диапазоны регулирования уровня грунтовых вод, м	1,5–2	1,5–3	любой	2–3
Продолжительность мелиоративного периода, лет	15–20	5–8	3–5	4–6
Ускорение темпов рассоления почвогрунтов за счет создания оптимального мелиоративного режима (увеличения свободной емкости почвогрунтов), раз	1	1,25–1,3	1,5–2,5	1,3–2
Экономия воды за счет создания лучшего мелиоративного режима и ускорения темпов рассоления, %	—	15–25	25–40	25–30
Ликвидация поверхностного сброса	—	10	15–20	10–15
Затраты на строительство, руб/га	100	450	100–150	170
Затраты на эксплуатацию, руб/га в год	15–20	15–20	30–50	10–15

щади должно обходиться в 2—2,5 раза дешевле, чем строительство закрытого дренажа без усилителей.

Прогрессивные типы дренажей позволяют регулировать в определенных пределах уровень грунтовых вод в зависимости от потребности растений и сообразуясь с наличной минерализацией верхних слоев грунтовых вод. При вертикальном дренаже это достигается режимом откачек, а при закрытом и комбинированном дренажах — искусственным подпором при помощи гидрантов-заглушек.

Исследованиями САНИИРИ доказана сравнительная условная эффективность всех трех типов дренажа (закрытого, вертикального, комбинированного) по отношению к обычному дренажу из открытых земляных каналов (табл. 22).

Однако, как выше было сказано, применение вертикального и комбинированного дренажей возможно только в особых гидрогеологических условиях, поэтому САНИИРИ проведено районирование существующей и перспективной территории республики, нуждающейся в создании искусственной дренированности, по типам дренажа. Ожидается, что в перспективе орошаемая площадь республики возрастет до 4500 тыс. га. Из этой площади 3630 тыс. га должны иметь дренаж, имея в виду, что большинство вновь осваиваемых земель мелиоративно неблагополучны.

Если площадь, где требуется дренаж, принять за 100%, то закрытый дренаж будет создан на 59,7% этой мелиоративно неблагоприятной площади; вертикальный дренаж — на 26,8%, а комбинированный — на 13,5%.

Совершенствование техники полива

Совершенствование техники полива способствует снижению затрат труда на полив и повышению урожайности сельскохозяйственных культур. Полив хлопчатника по бороздам еще долгое время будет служить основным способом полива. Поскольку этот обычный способ полива сопровождается излишними затратами воды, не может обеспечить достаточного равномерного увлажнения поля желательными нормами в 700—900 м³/га и очень трудоемок, ученые и производственники усиленно работают над совершенствованием бороздкового полива.

Однако из-за многообразия природных условий и тонкостей технологии ручного бороздкового полива задача эта очень сложная. Она будет решаться постепен-

но, главным образом методом испытаний различных устройств и машин на многочисленных опытных участках в производственных условиях.

Осуществление на практике автоматизированных и механизированных поливов на всей площади требует продолжительного времени и больших затрат.

Несмотря на трудности, за последние годы полив хлопчатника и других сельскохозяйственных культур по бороздам постепенно совершенствуется путем внедрения в производство простейших средств распределения воды с помощью трубочек-сифонов, гибких трубопроводов и поливных машин.

Полив хлопчатника с помощью трубочек-сифонов по удлиненным бороздам несколько облегчает труд поливальщиков по распределению воды по полю, повышает качество полива; достигается небольшая экономия оросительной воды, одновременно возрастает производительность труда поливальщика (на 15—25%).

При применении трубочек-сифонов отпадает необходимость нарезки распределительных борозд (башмаков), что экономит 1—1,5% площади поля. Трудоемкая работа, связанная с заготовкой, транспортировкой, разноской чима (дерна) по полям и заправкой оголовков борозд чимом, заменяется более легкой разноской и заделкой трубочек. Возможности применения трубочек-сифонов в орошаемом земледелии большие, но этот способ не решает перспективной задачи автоматизации полива, поэтому он может рассматриваться временным приемом, облегчающим проведение поливов.

Гибкие поливные трубопроводы возможно применять на специально построенных системах из лотковых железобетонных оросителей, а также и на старых системах, при условии коренной реконструкции подводящей сети, так как в голове поливных трубопроводов требуется напор минимум 70—80 см.

Применение поливных трубопроводов в условиях Голодной и Каршинской степей из лотков и закрытых трубопроводов наиболее эффективно. Они обеспечивают повышение производительности труда в два раза, снижают потери воды на 4—5% за счет уменьшения фильтрации из временной сети на поле, ликвидируют потери площадей на устройство ок-арыков в размере до 2—5%. При предварительной планировке поверхности поля полив из трубопроводов значительно улучшает качество полива. Однако задача механизированной сборки трубопровода с мокрого поля еще остается не решенной.

При отсутствии в подводящих к полям каналах необходимых напоров полив из гибких трубопроводов можно осуществлять только при помощи поливных машин ППА-165 и других. Так как на машине есть насос, поэтому можно подавать воду на полив поля как из оросительной, так и из коллекторно-дренажной сети.

Машина ППА-165 в комплекте с тележкой ТШП-400 по идее должна обеспечить механизацию раскладки и сборки трубопроводов с мокрого поля для переноса трубопровода на следующую позицию. Однако в производственных условиях механизация последней операции (сборки) пока не достигается. Тем не менее производительность труда при поливе машиной ППА-165 возрастает до 3 га в смену и более благодаря увеличенному рабочему расходу, подаваемому в шланг. Показатели по улучшению использования воды и земли остаются такими же, как при поливе гибкими трубопроводами самотечно из лотков.

В последние годы в Узбекистане стало внедряться дождевание. Важнейшим условием успешного применения дождевания является соответствие интенсивности дождя впитывающей способности почвогрунта. Наши среднеазиатские сероземы менее водопроницаемые, чем каштановые и черноземные почвы более северных широт, поэтому дождевание в Средней Азии внедряется с большими трудностями.

Более подходящими почвами для применения дождевания являются супесчаные и легкосуглинистые. На средних суглинках осуществлять дождевание сложнее, а на тяжелых суглинках в наших условиях дождевание неприемлемо, так как уже при подаче 300 м³/га образуются лужи и начинается поверхностный сток с поля. Широкому внедрению дождевания мешает также ветровая деятельность.

Производственный опыт внедрения дождевания в Узбекистане свидетельствует о том, что оно наиболее эффективно на луговых почвах с глубиной залегания пресных или слабоминерализованных грунтовых вод до 2 м от поверхности.

Исследования, проведенные СоюзНИХИ в колхозе «Северный маяк» Среднечирчикского района Ташкентской области и совхозе «Пайарык» Самаркандской области, показали, что на луговых почвах затраты оросительной воды при дождевании снижаются, а урожай возрастает на 1,5—3,5 ц/га. Производительность труда при дождевании достигает 4—5 га за смену, тогда как

при поливе по бороздам она не превышает в среднем 0,75 га.

Высокая эффективность дождевания отмечается также на подверженных засолению луговых почвах с близким залеганием слабоминерализованных грунтовых вод.

Примером этого является опыт совхоза «Пахтаарал» (Южноказахстанской области), где дождевание применяется уже 20 лет на площади 4—5 тыс. га, а урожайность достигает 40 ц/га. Однако непременным условием высокой эффективности дождевания на таких почвах является ежегодное проведение профилактических промывных поливов, создание «пресной подушки» грунтовых вод и большого запаса влаги в зоне аэрации.

В колхозах Узбекистана имеется более 250 дождевальных агрегатов, но площадь, орошаемая дождеванием, составляет всего 5 тыс. га. Применяются дождевальные агрегаты ДДН-70, ДДН-100, ДДА-100 А, «Волжанка», «Фрегат». Наиболее надежными для полива хлопчатника зарекомендовали себя в работе машины ДДА-100 МА и «Волжанка».

Несмотря на то, что имеется много дождевальных машин, технологические, организационные и экономические трудности задерживают широкое применение дождевания. Главная трудность — несоответствие интенсивности дождя меняющимся условиям впитывания воды в почву во времена полива и ветровая деятельность. КПД техники полива при дождевании выше, чем при бороздковом поливе, и составляет в среднем 0,8—0,85. Однако при высоких температурах и ветрах со скоростью более 2,5—3 м/с возникают большие потери воды на испарение в процессе полета струи от насадки до земли, а также снос капель за пределы орошаемой полосы. КПД дождевания снижается до 0,65—0,70. Большим недостатком дождевания является также необходимость затраты энергии (горючего). Учитывая эти обстоятельства, перспективная площадь возможного и целесообразного применения дождевания ограничивается 10% общей орошаемой площади — преимущественно супесчаными, легкосуглинистыми автоморфными и среднесуглинистыми полугидроморфными почвами.

Кроме вышеописанных более совершенных способов полива хлопчатника, уже применяемых в хозяйствах, в ряде организаций (САНИИРИ, Главсредазирсовхозстрой, ГСКБ по ирригации, Средазгипроводхлопок, СоюзНИХИ, САИМЭ, Узгипроводхоз и др.) ведется ра-

бота по созданию принципиально новых способов орошения и улучшению существующих. Новые предложения находятся в стадии проверки на экспериментальных участках.

В 1977 г. САНИИРИ было предложено опытное намоточное устройство, предназначенное для дистанционной уборки шлангов с мокрого поля без заезда трактора на поле методом «выворачивания» шланга (предложение В. М. Масленникова и др.). Создан опытный экземпляр машины на тракторе хлопковой модификации и проведены его испытания в совхозе имени Пятилетия УзССР. Испытания показали хорошие результаты. Предложенное устройство сводит к минимуму ручные операции по сборке, перемещению и раскладке поливных трубопроводов. В 1980 г. изготовлено пять таких машин, а в 1981 г. они пройдут производственные испытания, в том числе одна из них пройдет государственное испытание на Среднеазиатской машиноиспытательной станции. Предполагается, что машина может обслуживать полив шлангами на площади до 300—400 га.

САНИИРИ и САИМЭ испытывают лотки автоматизированного полива. Лотки располагают на верхней, «командной» границе поля, длина борозд должна быть 300—400 м, поэтому полив из подобных лотков возможен лишь на средне- и тяжелосуглинистых почвах. Короткие лотки с малыми рабочими расходами (до 125—150 л/с) должны иметь горизонтальное дно, более длинные лотки с большими расходами — переменный уклон. Высотное положение дна отдельных лотков определяется гидравлическим расчетом. При точном монтаже с отклонениями от проекта не более ± 2 см по высоте лотки обеспечивают гидравлическую автоматизацию водораспределения между бороздами. Вода поступает в борозды одновременно по фронту полива через отверстия, насадки или сифоны с одинаковыми расходами, так как при точном исполнении сооружения обеспечивается равенство напоров над всеми отверстиями или водовыпусками.

Лотки могут быть очень длинными и работать не только в поливном режиме, но и в транзитном. Для этого лоток устраивается отдельными секциями с перепадами между ними, имеющими затворы. По окончании полива из первой секции в результате открытия затвора горизонт воды падает, отверстия или насадки автоматически

выключаются. Происходит наполнение второй секции, а затем и полив из нее и т. д.

Производительность труда при поливе из автоматизированных лотков возрастает примерно в 5—6 раз, поскольку маневрирование щитами занимает несколько минут. Полив может происходить безнадзорно, поэтому такой способ полива весьма перспективен, надо только обеспечить высокую точность монтажа лотков. Это требование несколько снизится, если отверстия и насадки заменить регулируемыми водовыпусками. Ручное манипулирование водовыпусками позволит скомпенсировать неточности монтажа.

Московским гидромелиоративным институтом, Всесоюзным научно-исследовательским институтом гидротехники и мелиорации, Всесоюзным научно-исследовательским институтом механизации и техники полива и другими институтами для зоны хлопкосеяния предложен ряд устройств и даже систем, основанных на идее гидравлической автоматизации на базе закрытой сети и поливных трубопроводов (в земле), а также открытых каналов-лотков.

Разновидностей поливных автоматизированных систем имеется много. Окончательный выбор лучших вариантов определят сравнительные испытания на опытных участках.

ГСКБ по ирригации, кроме вышеупомянутых гибких поливных трубопроводов, оборудования к ним и машины ППА-165, создало ряд машин и устройств, облегчающих полив. Это неразряжающиеся сифоны, легкие полужесткие трубопроводы с регулируемыми отверстиями, призванные заменить ок-арыки, машины ТТН-250 для транспортировки, раскладки по полю и сборки полужестких трубопроводов. Сейчас налаживается серийное производство этих устройств, а машина ТТН-250 прошла государственные испытания.

САНИИРИ испытывает полив из дюралюминиевых трубопроводов, волочимых с позиции на позицию трактором. Такие трубопроводы предназначены только для поперечной схемы полива на системах, построенных из железобетонных лотков на опорах (Голодная, Каршинская и Джизакская степи).

Узгипроводхоз испытывает автоматизированный полив горизонтально спланированных участков из однооборотных оросителей. Этот способ применим на безуклонных или малоуклонных территориях (поймы рек, низовья Амударьи).

САИМЭ работает над совершенствованием дождевальной машины «Волжанка». Основная цель — снизить интенсивность дождя и облегчить ее перемещение по хлопковому полю.

Совершенно новым способом орошения является внутрипочвенное орошение (ВПО). При этом способе полива вода вместе с питательными растворами подается не сверху поля, а непосредственно в корнеобитаемую зону почвогрунтов через уложенные в землю перфорированные полиэтиленовые трубочки — увлажнители. Диаметр их — 20 мм, глубина залегания — 40—45 см. Перфорационные отверстия пробиваются в стенке трубок через 20 см. Таким образом под землей на поле устраивается целая система параллельных трубок-увлажнителей, закольцованная рамкой распределительных трубопроводов диаметром 8—10 см. Вода может поступать из рядом идущего канала любой конструкции, но должна быть осветленной, т. е. без наносов, что достигается устройством отстойников.

В совхозе им. Волкова Сырдарьинской области Главсредазирсовхозстроем создана самая крупная в стране экспериментальная система внутрипочвенного орошения на площади 140 га.

С 1974 г. ведутся исследования этой системы САНИИРИ, Средазгипроводхлопком, СоюзНИХИ, Почвенным институтом им. Докучаева и ГСКБ по ирригации. Последнее является главным конструктором, строителем и эксплуатационником этой экспериментальной системы. ГСКБ по ирригации в последние годы решает также задачу механизированной укладки трубок-увлажнителей.

В результате многолетних исследований установлено, что при внутрипочвенном орошении КПД техники полива возрастает до 0,90, благодаря чему снижаются общие затраты воды (на 20—25%) за счет уменьшения испарения почвой и ликвидации сбросов с поля; улучшаются водный, воздушный питательный и температурный режимы почвы; снижается до минимума число междурядных обработок; снижаются затраты на минеральные удобрения; получается устойчивая прибавка урожая по сравнению с обычным бороздковым поливом на 10—12 ц/га; обеспечивается урожайность на уровне 45—50 ц/га; производительность труда поливальщика увеличивается в 4 раза и более; КЗИ пахотной площади возрастает на 5—6%.

Основным недостатком систем ВПО являются заиление и зарастание трубок-увлажнителей, необходимость осветления воды, трудности увлажнения поля в сухие весны, когда верхний слой почвы сильно пересушивается, а корневая система хлопчатника еще слабо развита и не достигла глубины 40—45 см. Исследования по совершенствованию систем ВПО, ликвидации имеющихся недостатков, механизации строительства и снижению капитальных затрат продолжаются.

САНИИРИ проведено районирование существующих и перспективных орошаемых земель республики по применению наиболее целесообразных видов прогрессивной техники полива (табл. 23).

Таблица 23

Предполагаемое распространение различных видов техники полива по УзССР на перспективу (данные САНИИРИ)

Способ орошения и техника полива	Площадь	
	тыс. га	%
Перспективная орошаемая площадь, в том числе ожидаемая площадь внедрения прогрессивной техники полива	4500 3000	100
Разновидности дождевания	300	10
Специальными системами с искусственным напором	24	0,8
Стационарными системами с естественным напором	21	0,7
Широкозахватными машинами, работающими в движении (ДДА, «Фрегат»)	105	3,5
Широкозахватными машинами, работающими позиционно («Волжанка»)	250	5
Разновидности поверхностного орошения	2667	88,9
Подземными поливными трубопроводами из закрытой сети	42	1,4
Лотками автоматизированного полива	651	21,7
Гибкими трубопроводами из закрытой сети	453	15,1
Гибкими трубопроводами из лотков на опорах	342	11,4
Гибкими трубопроводами, машинами типа ДДА-165 из заглубленных каналов	318	10,6
Передвижными полужесткими и жесткими трубопроводами из закрытой сети	300	10
Передвижными полужесткими и жесткими трубопроводами из лотков на опорах	153	5,1
Полуавтоматизированный полив горизонтально спланированных участков	120	4
Ручной полив с применением трубочек и неразрядающихся сифонов	180	6
Автоматизированные и полуавтоматизированные рисовые системы	108	3,6
Внутрипочвенное орошение	18	0,6
Капельное орошение	15	0,5

Конечно, трудно точно предвидеть темпы внедрения прогрессивной техники полива. Многое зависит от форсирования производственных исследований и осуществления внедрения новой техники на промышленной основе. Поэтому желательно, чтобы внедрением в хозяйствах автоматизированных и механизированных поливов в первые годы занималось специальное научно-производственное объединение.

Внедрение прогрессивной техники на землях нового освоения будет происходить согласно техническим решениям проектов и смет. Внедрение новой техники полива на староорошаемых землях, как правило, требует предварительного переустройства хозяйственных гидромелиоративных систем в части окончания работ по организации территории и завершения планировочных работ на новых поливных участках.

Без хорошей планировки поверхности полей даже самые совершенные устройства по автоматизации или механизации поливов не повысят качества поливов и не сэкономят воду.

Совершенствование рисовых оросительных систем и режима орошения риса

Расходы воды на возделывание риса в республике велики. В Хорезмской области и Каракалпакской АССР они составляют даже солидную зону водозабора, а при намеченном развитии рисосеяния в перспективе потребуют миллиарды кубических метров воды. Причины завышенного водопотребления рисовых полей кроются: во-первых, в традиции выращивать рис с обязательной избыточной «проточностью» воды в чеках, во-вторых, в техническом несовершенстве существующих рисовых систем.

В табл. 24 дано сопоставление современных оросительных норм риса с возможными на совершенных системах при правильном режиме орошения.

Данные в табл. 24 современные оросительные нормы отнюдь не завышены. Есть хозяйства, в которых они составляют 60 и даже 70 тыс. м³/га. Это явное расточительство воды. Опыты же орошения риса в Краснодарском крае и других местах свидетельствуют о возможности снижения оросительных норм до 15—25 тыс. м³/га.

Совершенные рисовые оросительные системы представляют собой идеально спланированные крупные прямоугольные поля с надежным ограждением, автоматизированные устройства для подачи воды широким

фронтом заполнения, закрытый регулируемый дренаж, редкие открытые дрены с устройствами, позволяющими повторно использовать дренажную воду, как правило, очень слабоминерализованную, на орошение нижерасположенных массивов.

Сейчас имеется 125 тыс. га риса. Для орошения данной площади при КПД подводящих каналов, равном

Таблица 24

Оросительные нормы риса и их составляющие для условий центральной климатической зоны хлопководства, тыс. м³/га

Показатель	Современное состояние			Перспектива		
	Супесчаные почвы	Средние суглинки	Тяжел. суглинки и глины	Супесчаные почвы	Средние суглинки	Тяжелые суглинки и глины
Оросительная норма						
В том числе	50	40	32,5	37	28	21
Первоначальное насыщение почвы в гидроморфных условиях	1,5	2	2,5	1,5	2	2,5
Создание слоя воды	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Фильтрация и утечки через борта поля	27,5	15	5	22	11,5	3
Сбросы с целью проточности и замены воды	8,5	10,5	12,5	0,5	2	3
Эвапотранспирация	11	11	11	11	11	11
Сброс перед уборкой	Вошел в создание слоя воды					
КПД техники орошения риса	0,22	0,28	0,31	0,30	0,38	0,50

0,6, из рек забирается 8,3 км³ воды. Это составляет 14—15% общего водозабора республики. А что будет, когда, согласно плановым наметкам, площадь рисосеяния увеличится в 2—2,5 раза и достигнет 300 тыс. га? Тогда, если не заняться совершенствованием систем и режима орошения, потребуется для риса тратить 20 км³ воды.

Применение совершенных систем и правильного режима орошения позволит сэкономить 12 тыс. м³/га подачи воды на поля.

С учетом КПД подводящей сети, равного 0,7, снижение удельного водозабора из реки составит 17 тыс. м³/га. При развитии рисосеяния до 300 тыс. га экономия водных ресурсов составит 5 км³.

Пути повышения использования водных ресурсов

На системах, расположенных в предгорных условиях, потери воды на фильтрацию из каналов и полей грунтовым потоком поступают в подземный бассейн нижерасположенных территорий. Они составляют существенную часть динамических запасов подземных вод, откачиваемых скважинами для коммунально-бытового и промышленного водоснабжения.

В долинах и дельтовых системах оросительная вода из рек, строго говоря, доставляется не только к используемым землям, но и распределяется на всем контуре территории систем и даже отчасти поступает за пределы системы на периферийные земли. Это происходит в силу того, что фильтрационные потери из каналов и на полях под землей растекаются по всей территории системы, включая неиспользуемые земли, пополняя бассейн грунтовых вод. Расход же грунтовых вод происходит не только путем выклинивания в дренажно-коллекторную сеть, но и за счет физического испарения грунтовых вод с неорошаемых земель в контуре системы, а также путем оттока за границы системы в периферийные земли, пустыни или еще неосвоенные массивы, где эта вода также испаряется.

Интенсивность испарения грунтовых вод с неиспользуемых земель зависит от глубины их залегания,

Таблица 25

Примерные величины испарения с используемых земель в зависимости от глубины грунтовых вод, %

Показатель	Глубина грунтовых вод, м					
	0—0,5	0,5—1	1—1,5	1,5—2	2—2,5	2,5—3
Испарение, в % от испаряемости	100	50	35	25	15	7
В % от суммарного водопотребления хлопкового поля (вегетационный период)	—	75	55	37	25	10
Примерная абсолютная величина для средних условий, тыс. м³/га в год	10	5	3,6	2,4	1,6	0,65

капиллярных свойств верхнего слоя почвогрунта и вида дикой растительности (табл. 25).

В настоящее время коэффициент земельного использования в равнинных и дельтовых системах составляет примерно 0,6. 40% земель пустует, но из них много земель с близким залеганием грунтовых вод, с которых, согласно данным таблицы, идет бесполезное испарение. Сельскохозяйственное использование части этих земель, повышение КЗИ до 0,85, хотя и потребует дополнительные затраты воды, но одновременно существенно снизит относительную долю непродуктивного водопотребления в общем балансе оросительной воды.

По тем же соображениям будет полезным сельскохозяйственное освоение неиспользуемых земель в поймах Сырдарьи и Амударьи. Земель таких несколько сотен тысяч гектаров, а испарение с пойм, по ряду гидрологических исследований, оценивается несколькими кубическими километрами.

Зарегулирование стока рек позволит упорядочить русла рек, исключить блуждение русла и смывы прибрежных пойменных земель. Это и позволит освоить поймы под интенсивное земледелие за исключением заповедных и специальных территорий. Значительно снизятся бесполезные потери воды на транспирацию дикой растительности и на испарение со свободной поверхности пойм, т. е. относительное непродуктивное водопотребление в общем балансе водных ресурсов бассейнов рек.

Снижение потерь воды от вышеперечисленных мероприятий не является чистым приростом водных ресурсов. В очень отдаленной перспективе, когда комплекс этих мероприятий будет полностью выполнен и КПД всех видов будет иметь максимально возможные значения, подводимый на поля объем воды увеличится на 20%, но одновременно объем возвратных вод сократится на 75% против существующих размеров. В особых регионах, где возвратные воды сбрасываются в пустыню (Хорезмская область и часть ККАССР), повышение КПД всех видов дает абсолютную экономию водных ресурсов. В целом же по республике прямая экономия водных ресурсов составит, примерно, 5,9 млрд. м^3.

ПРЕДСТОЯЩАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

По регулированию стока рек, реконструкции головных водозаборов и межхозяйственных гидромелиоративных систем имеются крупные достижения и приобре-

тен большой опыт. Конечно, в этой области еще не все сделано, но программа дальнейших работ ясна и особых трудностей в реализации этой программы не предвидится. Намеченные работы можно завершить в 2—3 пятилетки.

К этому виду работ относится строительство водохранилищ, крупных гидротехнических узлов на Амударье и Сырдарье, головных сооружений, насосных станций. Особенно дорогим и сложным является строительство крупных сооружений межреспубликанского значения, таких как Рагунское водохранилище, Кызылаякский и Чарджоузский гидроузлы на Амударье. К концу века полностью зарегулируется сток не только Сырдарьи, но и Амударьи. Все водозаборы из этих рек будут инженерными.

Необходимо построить и водохозяйственные объекты внутриреспубликанского значения.

На всех малых реках, бывших когда-то притоками Сырдарьи, и даже на саях будут построены водохранилища. Наиболее крупные из них: Туполангское, Допулинское, Сохское, Бостанлыкское, Гавасайское, но общее число их, включая мелкие водохранилища на саях, превысит 50 штук.

Для повышения водообеспеченности существующих земель и орошения новых земель будет развиваться машинный водоподъем на основе строительства крупных электрических насосных станций.

Все существующие крупные магистральные каналы, включая даже такие сверхмагистрали, похожие на реки, как БФК, СФК, Шарихансай, канал им. Ленина, БАК, Даргом, Кызкеткен и многие другие, будут реконструированы с целью повышения их КПД и внедрения полной автоматизации водораспределения. Большинство каналов межхозяйственного значения будет забетонировано.

Построены и реконструированы крупные коллекторы для упорядочения сброса воды за пределы орошаемых земель Джизакской, Каршинской, Бухарской областей. Особенно важное значение для улучшения мелиоративного состояния земель Каракалпакии и сохранения Аральского моря будет иметь реконструкция коллекторов в дельте Амударьи, а также постройка коллекторов, переключающих коллекторно-дренажные воды Хорезмской области в Амударью.

В предстоящие пятилетия широко будет внедряться телеуправление системами на базе АСУ, значительно

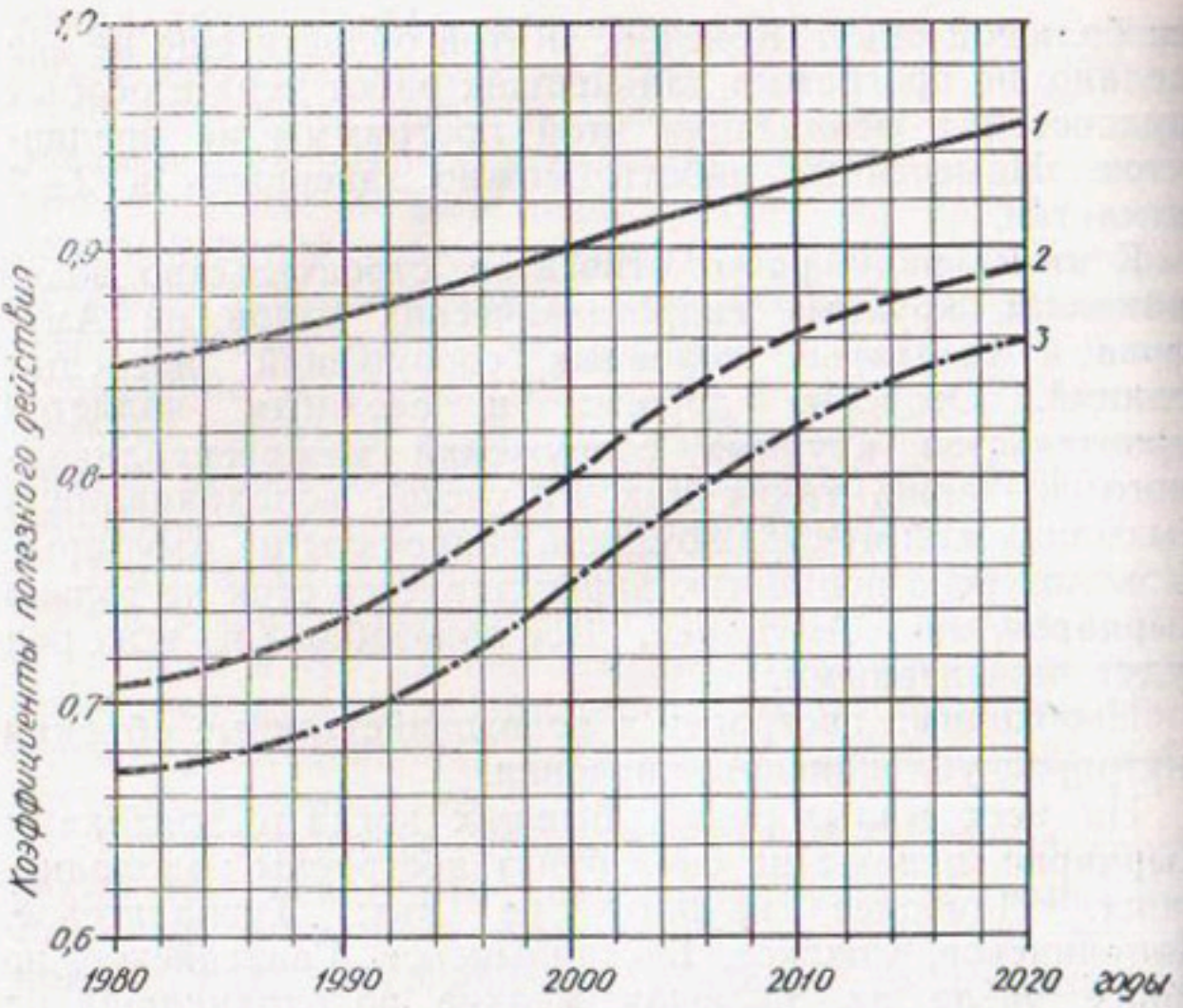


Рис. 21. Прогноз возрастания КПД:

1 — межхозяйственной сети, 2 — внутрихозяйственной сети, 3 — техники полива.

расширена индустриальная база эксплуатации систем.

Ожидаемый рост КПД межхозяйственных систем показан на рис. 21.

Намного сложнее реконструкции межхозяйственных гидромелиоративных систем переустройство существующих внутрихозяйственных систем. Не потому, что сложнее объекты, подлежащие переустройству, наоборот, эти объекты мелки, а потому, что они действующие. Переустройство должно вестись в действующих хозяйствах на используемых полях, где создается сельскохозяйственная продукция. Естественно, что работа по переустройству связана с определенными помехами сельскохозяйственному производству.

Выше было сказано, что переустройство внутрихозяйственных систем велось недостаточно целеустремленно — выборочно, случайно, без специально составленных генеральных планов. Каковы же задачи предстоящего

этапа переустройства? В результате переустройства полей и внутрихозяйственной оросительно-дренажной сети должны быть пространственные условия, и такое техническое состояние каналов и сооружений, при которых было бы возможно на староорошаемых землях:

завершить окончательно мелиорацию неблагоприятных земель;

повысить КПД и КЗИ;

повсеместно использовать на полях мощные высокоскоростные тракторы с широкозахватными машинами;

внедрить автоматизацию полива и прогрессивные типы дренажа.

Все это направлено на то, чтобы увеличить валовой сбор и урожайность сельскохозяйственных культур, снизить затраты воды на единицу урожая, повысить водообеспеченность как отдельных хозяйств, так и всех хозяйств оросительной системы, повысить производительность труда в орошаемом земледелии и сократить производственные затраты.

При проектировании и осуществлении переустройства в первую очередь следует руководствоваться требованиями рациональной организации территории хозяйства. Оросительные и дренажные каналы, как правило, должны быть прямолинейными, поливные участки — крупными, правильной конфигурации с идеальной для полива и агротехнических работ (главным образом точного сева) поверхностью.

Поэтому важно вести все работы, хотя и поочередно, на основе принятого для перспективы генерального плана, т. е. не отходя от него.

Основной и самый объемный вид работ по переустройству — это земляные работы по реконструкции каналов, дренажа и планировке поверхности участков. Эти работы могут считаться первоочередными. Они не требуют больших затрат и дефицитных материалов, назовем это первым этапом переустройства.

Новая, упорядоченная и сокращенная по длине внутрихозяйственная сеть на этой стадии может выполняться в виде обычных земляных каналов. Только закончив эти работы на каком-либо массиве, можно приступать ко второму этапу. Он включает постройку закрытого дренажа, устройство антифильтрационных одежд, трубопроводов и внедрение новой техники полива, т. е. самые дорогие по затратам и важные по эффективности мероприятия. Но если их осуществить раньше упорядочения организации территории, то впоследствии обязательно

появятся бросовые работы и необходимость всевозможных переделок. Другими словами, последующее бетонирование каналов или установка лотков, устройство закрытых трубопроводов, внедрение автоматизированных поливов и прогрессивного дренажа не должны изменять границы поливных участков и вызывать повторных планировок полей.

Характер и степень изменения внутрихозяйственной сети при переустройстве зависят от значимости звена. Для распределительной межбригадной сети, положение которой обусловлено рельефом, необходимо предусматривать только спрямление трасс на отдельных участках. Главное при реконструкции межбригадной сети — это упорядочение продольного профиля канала, оснащение канала сооружениями, обеспечивающими надлежащее командование и учет воды, подаваемой полеводческим бригадам.

Положение каналов внутрибригадного значения может устанавливаться заново, без учета малых элементов рельефа (мезорельеф). Устройство этого звена сети, а также дрен и коллекторов тесно увязано с созданием намеченной схемы сети и поливных участков в плане, с окончательной планировкой поверхности земли, прилегающих поливных участков на долгие годы.

Осуществляя работы по исправлению поверхности поливных участков, необходимо стремиться к максимальному сохранению существующей поверхности полей. Повышать отметки земли в местах западин и тальвегов нужно в первую очередь завозом грунта из неудобий, расположенных поблизости, отвалов дрен и коллекторов, излишних дамб и кавальеров оросительной сети, полос, где предусматривается прокладка новых дрен и коллекторов, их спрямление. Понижать отметки земли в повышениях микрорельефа нужно отвозкой грунта в расположенные поблизости неудобья (заболоченные места, выработки, карьеры, отдельные ямы, резервы вдоль оросительных каналов, не исключая используемые для посевов риса), а также в подушки новых каналов и дорог, на места предполагаемых спрямлений каналов и засыпаемых коллекторов, в наиболее пониженные угловые части проектных поливных участков, где, как правило, для создания проектной поверхности необходимы сравнительно большие подсыпки на относительно небольшой площади. Возможно конечную часть участка планировать в виде горизонтальной плоскости на длину до 100 м

(1/5—1/6 общей длины участка), т. е. уполаживать продольный уклон поливных участков к концу его.

Конечно, после планировок в местах подсыпок из-за уплотнения почвы механизмами, а в местах больших срезок из-за увоза верхнего гумусного слоя плодородие почв сильно ухудшается и три-четыре года урожайность бывает низкой. Вообще же сероземные почвы при надлежащем уходе (дифференцированное внесение органических удобрений, азотобактера, сев люцерны, запашка сидератов и др.) довольно быстро восстанавливают структуру и плодородие. На этот период возможно на переустроенном массиве, где проводились планировки, осуществлять не формальное чередование культур по схеме севооборота, а оперативный плодосмен, исходя из хозяйственных соображений.

Осуществление работ по переустройству не может выполняться сразу по всей территории хозяйства. Очевидно, полное переустройство хозяйственной гидромелиоративной системы займет 15—20 лет и будет выполняться поочередно по частям территории хозяйства. Проще всего для организации и форсирования работ выделять временно незасеваемые части — мелиоративные поля. Однако в большинстве хозяйств с высокими КЗИ это будет вряд ли возможно.

Объекты, требующие отчуждений небольших полос или площадок (постройка спрямляющих участков каналов, дрен, гидротехнических сооружений), могут выполняться круглогодично, т. е. и в вегетационный период. Эти отчуждения не должны весной засеваться, а то как хлопчатник взойдет, никакими силами не заставишь ликвидировать даже десять сотых гектара. Строительство упомянутых объектов летом может быть связано с необходимостью устройства временных сооружений: обводных русл, лотков через водоводы, мостов.

Основные по значимости и объемам взаимосвязанные земляные работы, включающие: планировку полей с одновременным улучшением их конфигурации, с ликвидацией или реконструкцией коллекторов или каналов должны выполняться одновременно и комплексно в невегетационный период, а при наличии мелиоративных полей и в вегетационный период. Можно также выделять сезонные мелиоративные поля — определенную площадь не засевать весною, работать на ней до августа, а затем засеять поздними культурами, травами или озимыми. Можно вести работы с середины лета, после уборки озимых или ранних культур.

Имея генеральный план, руководство хозяйством может даже в очень сложных условиях найти возможности для ведения переустройства, в определенные периоды привлечь к этим работам колхозников и рабочих совхоза, организовав массовый выход для выполнения части работ (земляные работы на мелких объектах, строительство сооружений, помощь в монтаже). Конечно, немедленного экономического эффекта работы по переустройству не дают. Эффект будет позднее. Делается переустройство для того, чтобы отдалить время наступления дефицита водных ресурсов и ослабить его влияние на рост благосостояния сельского населения республики. Государство будет выделять много средств для осуществления переустройства, окажет существенную помощь хозяйствам через проектные и строительные организации. Но и сельское население не должно стоять в стороне, необходимо организовать массовое движение за экономию не только водных ресурсов, но и земельных. В результате упорядочения организации территории, снижения протяженности оросительно-дренажной сети, замены открытого дренажа закрытым, приведения в порядок полос отчуждения каналов и коллекторов (засыпка резервов, развозка кавальеров), освоения других неудобий коэффициент земельного использования повысится на 9—10%.

В целом по республике это 325—350 тыс. га, как бы найденных на месте новых земель, без строительства магистральных и других каналов, дорог, линий электропередач, поселков, больниц и прочего необходимого при освоении целины.

Однако эффект переустройства сразу снизится, а само переустройство как мероприятие дискредитируется, если не обеспечить доброкачественного строительства и культурной эксплуатации новых сооружений. Сейчас уже есть большие массивы, где построены закрытый дренаж, участковые оросители из закрытых трубопроводов и лотковых каналов. Опыт последних десятилетий показывает, что половина закрытых дрен из-за брака при строительстве и засорения смотровых колодцев мусором не работает: половина закрытых трубопроводов забита наносами, так как после полива сразу не промывают трубопроводы для предохранения от заиливания; лотки сбиваются тракторами, полоса около лотков шириной до 20 м не используется и зарастает камышом. Так как использовать землю нужно, то восстанавливаются земляные каналы.

В табл. 26 даны основные показатели (охватываемая переустройством площадь, необходимые капитальные вложения и др.) на перспективу. Данные эти, конечно, ориентировочные, за исключением показателей 1981—1985 гг.

Таблица 26

Ожидаемый ход развития переустройства хозяйственных гидромелиоративных систем

Показатель	Всего	На 1981—1985 гг	На перспективу
Общая площадь орошаемых земель, подлежащих реконструкции, тыс. га	2310	100	2210
Потребные затраты, млн. руб.	7280	317	6973
Экономия оросительной воды, км^3	4,70	0,3	4,40
Увеличение орошаемой площади на повышение КЗИ, тыс. га	285,6	1,6	284,0

Экономия воды при переустройстве получается в результате, во-первых, внедрения совершенного дренажа, что коренным образом улучшит мелиоративное состояние земель, снизит потребность в воде на промывку в невегетационный период и промывной режим орошения в вегетацию; во-вторых, антифильтрационных мероприятий, которые уменьшат потери в каналах, повысят КПД сети; в-третьих, прогрессивных способов орошения, что повысит КПД техники полива, снизит потери воды на полях.

Повышение КПД хозяйственных оросительных систем достигается устройством каналов в антифильтрационных одеждах и заменой мелких хозяйственных земляных каналов закрытыми трубопроводами. В результате полной реконструкции хозяйственных оросительных систем их КПД может быть очень высоким (табл. 27). Но этот процесс во времени будет идти медленно. Полное завершение работ по устройству антифильтрационных покрытий и максимально-возможное значение КПД следует ожидать на 2000 год. На первом этапе повышение КПД будет результатом сокращения протяженности хозяйственной сети и бетонирования основных хозяйственных каналов на старых землях, а также

Таблица 27

Перспективные значения КПД внутрихозяйственных оросительных систем

Этапы переустройства, условия, определяющие величину потерь в земляных каналах, типы оросительной сети совершенных конструкций	КПД временной сети на полях	КПД низового звена с расходами 200 л/с и менее обслуживающие			КПД высшего звена внутр. хоз. сети с расходами более 400 л/с	КПД организационный, учитывающий технологические сбросы	КПД хоз. системы в целом, равный (2)×(5)×(6)×(7) или (5)×(6)×(7)
		мелкохоз. подразделения с площ. 100 га	полеводческ. бригадам хлопковых севооборотов				
			150 га	200—250 га			
1	2	3	4	5	6	7	8
Промежуточный этап — осуществлено бетонирование межбригадных каналов, КПД каналов низшего звена повышен за счет сокращения их протяженности, но эти каналы остаются в виде земляных русл							
благоприятные условия, грунты слабоводопроницаемые	0,96	0,97	0,96	0,95			0,83—0,85
средние условия, грунты средневодопроницаемые	0,94	0,95	0,94	0,93	0,95—0,97	0,96	0,80—0,82
неблагоприятные условия, грунты сильноводопроницаемые	0,91	0,90	0,89	0,88			0,73—0,75
Результаты полного переустройства — реконструированы все каналы, внедрена прогрессивная техника полива, временная сеть на полях отсутствует							

Закрытые трубопроводы из высоконапорных металлических или асбестоцементных труб		0,99	0,985	0,98			0,91—0,93
Закрытые трубопроводы из низконапорных армоцементных, центрифугированных, железобетонных и др. труб, а также каналы со сборной облицовкой с погребенной полиэтиленовой пленкой		0,985	0,98	0,97			0,90—0,92
Железобетонные лотки промышленного изготовления		0,97	0,965	0,96	0,95—0,97	0,98	0,89—0,91
Сборные облицовки без пленки		0,96	0,955	0,95			0,88—0,90
Монолитный бетон		0,955	0,95	0,94			0,87—0,89
Другие антифильтрационные мероприятия на каналах, проходящих в сильноводопроницаемых грунтах: кольматация, глинистые и бентонитовые экраны, погребенные пленки с учетом разрывов в ряде мест из-за пробивки пленки корнями сорняков и землероями		0,95	0,94	0,93			0,86—0,88

применения современной сети при будущем освоении новых земель, т. е. повышения доли таких земель. Более быстрыми темпами будут возрастать КПД хозяйственных систем на староорошаемых землях, когда закончится первый этап переустройства, связанный с упорядочением организации территории и оросительной сети, а темп осуществления антифильтрационных мероприятий и внедрения закрытых трубопроводов возрастет.

Динамика роста КПД хозяйственных систем в среднем по республике показана на рис. 21.

С целью повышения КПД хозяйственных оросительных систем необходимо принять меры по налаживанию дисциплины водопользования, т. е. сокращению организационных потерь, особенно в период промывных поливов, когда вода часто прорывается через валики, ограждающие промываемые поля, в коллекторно-дренажную сеть, а то и прямо из хозяйственных каналов направляется на сброс.

Для самих хозяйств экономия воды будет гораздо большая, чем указано в табл. 26. Повышение хозяйственных КПД всех видов, т. е. комплексное переустройство в целом, конечно, снизит объемы сбросов в коллекторно-дренажную сеть, т. е. сток возвратных вод. Это обстоятельство нами учтено, поэтому показанный в табл. 26 размер экономии водных ресурсов в 4,7 км^3, хотя он методически и трудно поддается точному расчету, следует считать минимальным.

В целом же качество водных ресурсов, имея в виду главным образом степень минерализации возвратных вод, должно оставаться на современном уровне.

Укрупнение поливных участков и придание им правильной конфигурации способствуют улучшению условий использования сельскохозяйственной техники, повышению производительности тракторов, снижению удельных затрат горючего, а также производственных издержек и затрат ручного труда. Получаемую экономию в денежном выражении подсчитать пока трудно, но все это, безусловно, скажется на снижении себестоимости сельскохозяйственной продукции.

Важным эффектом переустройства следует считать также повышение урожайности от улучшения мелиоративного состояния земель, создания более благоприятного режима влажности в результате увеличения числа поливов. Эти факторы, а также повышение КЗИ, обеспечат увеличение поливной площади, валовой сбор хлопчатника и другой продукции полеводства.

Описанные предстоящие работы по реконструкции гидромелиоративных систем научно обоснованы, имеют достаточный опыт проектирования, строительства и проверены в производственных условиях. Но придет время, когда намеченный новый технический уровень гидромелиоративных систем, оценивая его с позиций будущих достижений науки и учитывая материальные возможности общества, окажется устаревшим. Снова встанет вопрос о дальнейшем совершенствовании систем.

Главным техническим показателем совершенства гидромелиоративных систем является их общий КПД от головного водозабора до полей. На рис. 22 показан ход изменения этого КПД в прошлом и в перспективе, как иллюстрация того, какой мы прошли путь в развитии гидромелиоративных систем до современного положения и каким должны быть результаты предстоящей реконструкции.

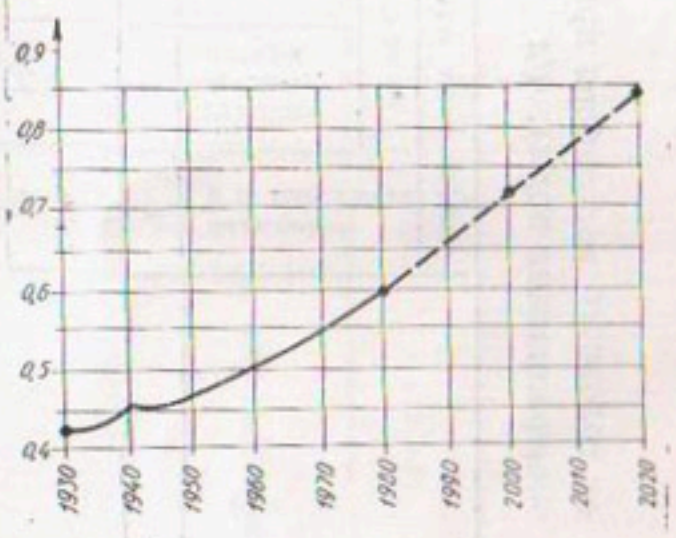


Рис. 22. Изменение КПД оросительных систем с 1930 по 1981 г. и прогноз его роста

Конечно, созданные плотины, бетонированные каналы, большинство сооружений будут еще служить не одну сотню лет. Однако уже сейчас можно предвидеть существенные принципиальные изменения во внутрихозяйственной мелиорации. Можно представить себе полностью закрытые автоматические хозяйственные системы, наличие на каждом поле датчиков, дающих сигналы о потребности растений в воде и в удобрениях, наличие в каждом хозяйстве автоматизированных систем управления (АСУ) полеводством. Эти АСУ будут управлять агротехническим процессом хозяйства в целом. Поскольку проведение поливов в орошаемом земледелии является неотъемлемой частью всего агротехнического комплекса, то АСУ хозяйств будут иметь непосредственную связь с АСУ эксплуатации межхозяйственных систем. АСУ хозяйств на основе сигналов многочисленных датчиков с полей будут составлять сначала оптимальные прогнозы агротехнических работ на ближайшие дни, посылать в АСУ эксплуатации систем заявки на необходимое количество воды по хозяй-

Таблица 28

Использование оросительной воды (в % от головного водозабора при современном положении, в скобках минерализация воды), **ч/л**

Наименование показателей	Современное положение			Перспектива			Соотношение гр.5 / гр.2
	величины в % или долях	В том числе		величины в % или долях	В том числе		
		используемые потери	безвозвратные потери		используемые потери	безвозвратные потери	
1	2	3	4	5	6	7	8
Забор воды из источника орошения	100(0.4)	—	—	85[x] (0,43)			0,85
Потери в межхозяйственной сети	15	14	1	4 3	3,7	0,6	0,29
в т. ч.: фильтрация и испарение	14	13,5	0 5	3,85	3,45	0,4	0,27
технические сбросы	1	0,5	0,5	0,45	0,25	0,2	0.45
КПД межхозяйственных систем	0,85	—	—	0,95	—	—	1,12
Подача воды хозяйствам	85	—	—	80,7	—	—	0,95
Потери во внутрихозяйственной сети	25	22,5	2,5	8,7	7,85	0,85	0,95
в т. ч.: фильтрация и испарение	18	17,5	0,5	7,4	7	0,4	0,41
организационные сбросы	7	5	2	1,3	0,85	0,45	0,2)
КПД внутрихозяйственной сети	0,71	—	—	0,89	—	—	1,25
КПД ирригационных систем (до полей)	0,60	—	—	0,845	—	—	1,41
Подача воды на поля	60	—	—	72	—	—	1,20
Потери на полях	20	10,9	9,1	10	8,3	1,7	0,5
в т. ч.: испарение в процессе полива	1,8	—	1,8	1,7	—	1,7	0,94
фильтрация в грунтовые воды	8.9	8,9(3)		8,3	8,3(4)	—	0,93
сбросы при поливах	9,3	2(1)	7,3	—	—	—	нет

КПД техники полива	0,67	—	—	0,86	—	—	1,29
КПД системы орошения	0,40	—	—	0,727	—	—	1,82
Суммарное водопотребление с/х культур — эвапотранспирация	40	—	—	62	—	—	1,55
площадь системы брутто, %	100	—	—	100	—	—	1
поливаемые земли, %	60	—	—	80	—	—	1,33
неполиваемые земли, %	40	—	—	20	—	—	0,5
среднее значение КЗИ	0,6	—	—	0,8	—	—	1,33
Отношение испарения неиспользуемых земель к водопотреблению поливных земель	0,5	—	—	0,4	—	—	0,8
Испарение грунтовых вод с неиспользуемых земель	—	—13,3	+13,3	—	—6,2	+6,2	0,46
Возвратные воды: дренажные, выклинивающие в руслах рек, прямые сбросы и общие потери на непроизводительное испарение	—	34,1(1,2)	25,9	—	13,65 (2,3)	9,35	0,4—0,36

*Учет изменения водозабора в системы нижнего течения рек***

Водозабор возвратных вод	34,1 (1,2)	—	—	13,6 (2,3)	—	—	0,40
Водозабор за счет повышения КПД систем верхнего и среднего течений (транзитный прогон)	—	—	—	15 (0.45)	—	—	—
Итого	34,1 (1,2)			28,6 (1,3)			0,84

Продолжение табл. 28

1	2	3	4	5	6	7	8
В продолжении расчета показатели от 2-ой до 14-ой строчки остаются прежними, но за 100% принимаюгся величины 34,1 и 28,6 соответственно. В результате будем иметь:							
Подача воды на эвапотранспирацию	13,6	—	—	20,8	—	—	1,53
Орошаемые площади низовых систем, % от 13а	20,8	—	—	27	—	—	1,3
Неиспользуемые сбросы, подземный отток за пределы и непродуктивное испарение	—	11,6 (3,5)	8,9	—	4.6*** (>5)	3,2	0,4/0,36
Всего орошаемых земель	80,8	—	—	107	—	—	1,32
Народнохозяйственное значение коэффициента использования водных ресурсов (без учета потерь в поймах рек, водохранилищах и межреспубликанских каналах)	0,536	—	—	0,828	—	—	1,54

Примечание. * 15% сэкономленной воды должны транзитом направляться в низовья с целью снижения минерализации вод, используемых для орошения в низовых системах.

** К ирригационным системам зоны Каракумского канала и низовьев Амударьи этот раздел таблицы не относится. Для них расчет окончен.

*** Использование этой воды повышенной минерализации не учитывается в запас расчета. До решения проблемы опреснения она должна сбрасываться в Арал и пустыни.

ственным водовыделам; получать от АСУ эксплуатации систем надежные сведения о возможной предстоящей подаче воды хозяйству; повторно рассчитать краткосрочный план агротехнических работ и выдать соответствующие команды.

Высокоэффективные комплексные удобрения с включением необходимых микроэлементов будут вноситься через особые смесители в оросительные трубопроводы и по ним подаваться на поля. Возможно в необходимых случаях, при ожидающих заморозках или для форсирования всходов, оросительная вода на несколько градусов будет подогреваться.

В общем проведение поливов на всех полях будет осуществляться с помощью автоматики в оптимальные сроки на основе точного и беспрерывного учета объективных физиологических показаний растений на каждом поле.

Уже сейчас ряд институтов под руководством ВАСХНИЛ начали исследования по проблеме разработки рациональных методов и технологических основ управления водно-воздушным, солевым, пищевым и тепловым режимами почвогрунтов, обеспечивающих в дальнейшем переход к комплексному регулированию факторов жизни растений в целях получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

Представляется, что в будущем хозяйственные дренажные системы будут замыкаться в хозяйствах. Дренажные расходы будут минимальными; в устьях систем устроены опреснители воды и только очищенная вода будет сбрасываться в реки или даже перекачиваться обратно в оросительную сеть хозяйства и использоваться для поливов.

В табл. 28 показывается: как используется вода сейчас, какие есть виды используемых и бесполезных потерь, как формируются возвратные воды, сколько воды доходит до полей и даже до растений и какими могут быть эти показатели в отдаленной перспективе.

Сложной является проблема смягчения неблагоприятных последствий от снижения уровня воды в Аральском море.

Ученые предполагают, что проведением ряда мероприятий в принципе возможно в значительной мере уменьшить последствия усыхания моря. К таким мероприятиям относятся:

постройка дамб и гидротехнических сооружений с целью разделения акватории на отдельные водоемы с проточным или сбросным режимом;

баражирование дельты путем сооружения низконапорных плотин в основном русле реки, на протоках дельты и перегораживающих сооружений на коллекторах.

Новая песчано-солончаковая суша, образующаяся по берегам Арала, должна немедленно и активно рекультивироваться путем применения фитомелиоративных мероприятий и др. Эти площади не должны превращаться в бесплодные земли — очаги дальнейшего опустынивания прилегающей территории в результате солевого и пылевого выноса и передвижения песков, напротив, их необходимо превращать в пастбищные угодья для пустынного животноводства.

Переброска части стока сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан в какой-то мере улучшит положение Приаралья.

Первая очередь переброски (объемом 25 км^3) не спасает положение Аральского моря, так как все эти предусматривается использовать на орошение существующих и новых земель в низовьях Амударьи и Сырдарьи.

В отдаленной перспективе предполагается увеличить водоподачу из сибирских рек до 60 км^3. Это вторая очередь переброски. Она сможет помочь преодолению последствий процесса опустынивания и развитию производительных сил Приаралья.

Тогда может быть будет полезным заменить синий цвет Арала на карте зеленым цветом, которым обычно окрашивают орошаемые, используемые в сельском хозяйстве территории. Переходя от метафоры к техническому решению, это предложение заключается в следующем:

по мере освобождения от воды акватории моря на новой суше устраиваются совершенные автоматизированные гидромелиоративные системы;

основной элемент этих систем — закрытый дренаж с автоматами в устьях, обеспечивающими отвод вод только с минерализацией свыше 2—3 г/л и прекращающими отвод при более слабой минерализации, например, во время поливов, дождей, таяния снегов и зимой;

полугидроморфный режим орошения обеспечивает выращивание полезных сельскохозяйственных культур или насаждений с минимальными нормами и водами несколько повышенной минерализации, поступающими

из дельт Амударьи и Сырдарьи, а при необходимости с подпитыванием или попусками пресной воды из канала переброски (Обь — Иртыш — Амударья).

Направление сельскохозяйственного использования требует многолетней опытной проверки и возможно во многих вариантах, начиная от выращивания полезных солеустойчивых культур и кончая выращиванием риса на гидроморфном фоне.

Автоматизированные системы, особо разработанные режимы орошения должны обеспечить высокий КПД техники полива с минимумом потерь на фильтрацию, отсутствием потерь на сброс и проточность. В таком случае можно обойтись оросительными нормами порядка 12—14 тыс. м³/га, т. е. даже меньшими, чем нормами, приведенными в табл. 24.

РАБОТЫ В ОДИННАДЦАТОЙ ПЯТИЛЕТКЕ (1981—1985 гг.)

Деятельность всех предприятий и хозяйств в нашей стране подчинена плановому началу.

Производственные управления водного хозяйства, водохозяйственные предприятия, строительные тресты и другие подразделения имеют также пятилетние и годовые планы своей деятельности. В этих планах детально разработан перечень мероприятий, определены объекты, сроки исполнения, потребные финансовые средства и материальное обеспечение по всем областям и районам республики. Нет возможности и надобности подробно описать содержание пятилетнего плана водохозяйственных и мелиоративных мероприятий. Упомянем только ожидаемые результаты на конец пятилетки по самым главным мероприятиям и особенности нашей деятельности в текущей пятилетке.

В одиннадцатой пятилетке будет:

освоено новых орошаемых земель	450 тыс. га
проведено улучшение мелиоративного состояния	400 » »
капитально спланировано	300 » »
реконструировано межхозяйственных систем и повышена обеспеченность на площади	870 » »
открытый дренаж будет заменен закрытым на площади	50 » »
внедрен вертикальный дренаж на площади	120 » »
комплексно переустроено оросительная и коллекторно-дренажная сеть на староорошаемых землях на площади	100 » »

Отличительной особенностью деятельности органов водного хозяйства в одиннадцатой пятилетке является:

укрепление эксплуатационных организаций, создание специального объединения по эксплуатации ирригационно-мелиоративных систем и машинного водоподъема, развитие сети подрядных организаций по ремонтно-эксплуатационным работам, создание при областных производственных управлениях водного хозяйства новых отделов для ремонта и технического обслуживания внутрихозяйственных мелиоративных систем в колхозах и совхозах республики.

В этой пятилетке должна быть завершена передача насосных станций внутрихозяйственного подчинения, скважин вертикального дренажа и закрытых дрен из ведения хозяйств в ведение органов водного хозяйства.

Эксплуатация этих сложных элементов гидромелиоративных систем будет вестись специализированными организациями на средства хозяйств на основе хоздоговорных отношений.

Предусмотрено дальнейшее развитие производственной базы эксплуатации гидромелиоративных систем. Намечено реконструировать ряд имеющихся и построить новые предприятия по ремонту гидромеханического и электротехнического оборудования и заводы по производству водоизмерительных приборов и средств автоматики.

Это позволит в текущей пятилетке значительно расширить работы по реконструкции, автоматизации и телемеханизации крупных каналов, водохранилищ и гидротехнических узлов.

Будет завершена реконструкция крупных магистральных каналов протяженностью 763 км и забетонировано 1930 км внутрихозяйственных каналов более низших порядков, переведено на электромеханический подъем 1260 сооружений, построено 3840 километров линий диспетчерской и телемеханической связи с переводом на телеуправление 1700 объектов, реконструировано 155 насосных станций, а 210 дизельных станций переведены на электропривод, построено и реконструировано 2069 км инспекторских дорог.

Расширение производства электротехнического оборудования, приборов, средств автоматизации, проводимые работы по реконструкции систем позволят впоследствии по всем межхозяйственным гидромелиоративным системам республики внедрить АСУ эксплуатации. В одиннадцатой пятилетке должны быть введены в действие АСУ эксплуатации по пяти крупным водохозяйственным объектам.

В книге так часто указывалось на возрастающий дефицит оросительной воды, что у авторов возникли опасения: как бы читатель не вообразил, что дальнейший рост поливных площадей и, вообще, развитие орошаемого земледелия, в первую очередь хлопководства, должно замедлиться или даже прекратиться до осуществления полной комплексной реконструкции межхозяйственных и внутрихозяйственных оросительных систем и переброски вод сибирских рек. Такой вывод не верен.

11 сентября 1981 г. на третьем пленуме ЦК КП Узбекистана тов. Ш. Р. Рашидов сказал: «Орошаемые земли — ценнейшее богатство страны... Особенно бережно мы должны относиться к орошаемым землям, которые обладают наиболее высокой отдачей и в освоение которых вложены крупные народные средства... Несмотря на то, что в каждом пятилетии мы осваиваем около полумиллиона новых орошаемых земель, количество их в расчете на душу населения в связи с быстрым ростом рождаемости из года в год уменьшается. Если двадцать лет назад у нас в среднем на человека приходилось 0,30 гектара орошаемых угодий, то в 1970 году уже 0,23, а в 1980 г. — 0,22 гектара.

Вот почему... надо заботиться о том, чтобы не уменьшались, а постоянно увеличивались площади продуктивных угодий»[1].

Вследствие ежегодного роста населения республики прирост сельского населения необходимо обеспечить работой. Потребность страны в хлопке и других продуктах орошаемого земледелия также будет возра-

---

[1] «Правда Востока», 1981, 12 сентября.

стать. Следовательно, мы должны, улучшая свои оросительные системы, всячески экономя имеющуюся воду, одновременно продолжать высокими темпами освоение новых земель по 450—500 тыс. га за пятилетия доведя на перспективу площадь орошаемых земель до 5,5–6 млн. га.

В то же самое время, несколько снижая водообеспеченность, мы можем увеличивать общую площадь орошаемых земель. Что из этого получится показывает расчет в табл. 29.

Таблица 29

Возможный рост орошаемых площадей, изменение урожайности хлопчатника и валового сбора хлопка-сырца при снижении водообеспеченности (относительные цифры)

% водообеспеченности	Осредненная оросительная норма м³/га	Урожайность хлопчатника		Возможная к орошению площадь, % к первой строке	Валовой сбор, в % к первой строке	Удельные затраты воды на поле, м³/ц	Продуктивность 1000 м³ воды, ц хлопка
		ц/га	% к максимуму				
100	6500	40	100	100	100	162	6,15
95	9170	39,4	98,5	105.3	104	156	6,38
90	5850	38,8	97	111	108	151	6,63
80	5200	36,6	91,5	125	114,4	142	7,04
70	4550	33,6	84	143	120	135	7,40
60	3900	30	75	167	125	130	7,70
50	3250	27	65	200	130	120	8,30

Закономерность, показанная в табл. 29, подтверждается многолетним производственным опытом хозяйств на плохо водообеспеченных системах (Зеравшан, Верхняя Кашкадарья, Верхняя Сурхандарья). Там в условиях маловодья получают урожайность незначительно сниженную по сравнению с хозяйствами на вполне водообеспеченных системах, а зачастую и равную. Правда, в условиях маловодья, то есть при малых удельных водозаборах из рек, возрастают производственные затраты, так как надо обрабатывать относительно большую посевную площадь. Несколько снижается рентабельность производства по отношению к возможному максимуму. В сделанном расчете мы приняли во внимание только водный фактор. Совершенствование агротехники, селекции, семеноводства пока осталось в запасе расчета как неиспользованный резерв.

Примерно такая же закономерность наблюдается между водообеспеченностью и урожайностью и по другим поливным сельскохозяйственным культурам.

Снижение водообеспеченности до 80—85%, очевидно, будет вполне допустимым с точки зрения оптимального использования земли, воды и трудовых ресурсов. Более того, такое снижение водообеспеченности даже неизбежно к сроку подачи первой очереди воды из сибирских рек. Сибирская вода сразу возьмет на себя орошение 15—20% уже освоенных и используемых площадей с наличием людей, поселков и всего прочего. Даже после этого освоение целинных земель не остановится, так как вслед за первой очередью переброски последует вторая, а сами оросительные системы будут все совершеннее и совершеннее.

Вот почему наряду с необходимостью реконструкции оросительных систем, улучшения мелиоративного состояния земель, проведения организационных мер по экономии воды нельзя ослаблять темп освоения целинных земель. Партия и правительство уделяли и уделяют большое внимание и всегда оказывали большую помощь развитию ирригации Узбекистана. Узбекским ирригаторам не занимать опыта в деле освоения целинных земель и совершенствования существующих систем. Многотысячный коллектив работников водного хозяйства республики с честью выполнит крупные перспективные задачи по развитию ирригации в республике.

Авторы надеются, что книга поможет широкому кругу работников водного хозяйства республики сознательнее и успешнее решать конкретные задачи по поднятию технического уровня и совершенствованию эксплуатации своих систем и участков.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3
Межхозяйственные оросительные системы 8
Реконструкция водозабора из рек 8
Реконструкция межхозяйственной сети каналов 12
Регулирование стока (создание водохранилищ) 19
Развитие машинного водоподъема 20
Создание и развитие межхозяйственной коллекторно-сбросной сети 22
Совершенствование эксплуатации межхозяйственных систем 26
Хозяйственные оросительные системы 47
Первые этапы переустройства хозяйственных оросительных систем (1930—1965 гг.) 48
Совершенствование хозяйственных гидромелиоративных систем в 1966—1980 гг. 51
Изменения в водопользовании и технике полива 59
КПД хозяйственных оросительных систем 68
Перевод эксплуатации на промышленную основу 76
Освоение крупных массивов целинных земель 81
Водные ресурсы и их использование 86
Пути экономного использования водных ресурсов 98
Внедрение прогрессивных типов дренажа 117
Совершенствование техники полива 119
Совершенствование рисовых оросительных систем и режима орошения риса 127
Пути повышения использования водных ресурсов 129
Предстоящая реконструкция мелиоративных систем . . . 130
Работы в одиннадцатой пятилетке (1981—1985 гг.) . . .
Заключение . . . . . .

Исмаил Хакимович Джурабеков,
Николай Тимофеевич Лактаев

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ И МЕЛИОРАЦИИ ЗЕМЕЛЬ УЗБЕКИСТАНА

Редактор *Р. Рахманова*
Художник *Г. Просвиров*
Худож. редактор *И. Кученкова*
Техн. редактор *В. Демченко*
Корректор *М. Вяткина*

ИБ № 2516

Сдано в набор 19. 11. 82. Подписано в печать 25. 02. 83. Р 03730. Формат 84×108¹/₃₂. Бумага типографская № 1. Гарнитура «Литературная». Печать высокая. Усл. печ. л. 7,98. Усл. кр. отт. 8,40. Уч.-изд. л. 8,48. Тираж 3000. Заказ № 6. Цена 1 р. 30 к.

Издательство «Узбекистан». 3-700129, Ташкент, Навои, 30. Изд. № 161—82.

Типография № 2 Ташкентского полиграфического производственного объединения «Матбуот» Государственного комитета УзССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 702800, г. Янгиюль, ул. Самаркандская, 44.

1р. 30к.

„УЗБЕКИСТАН"