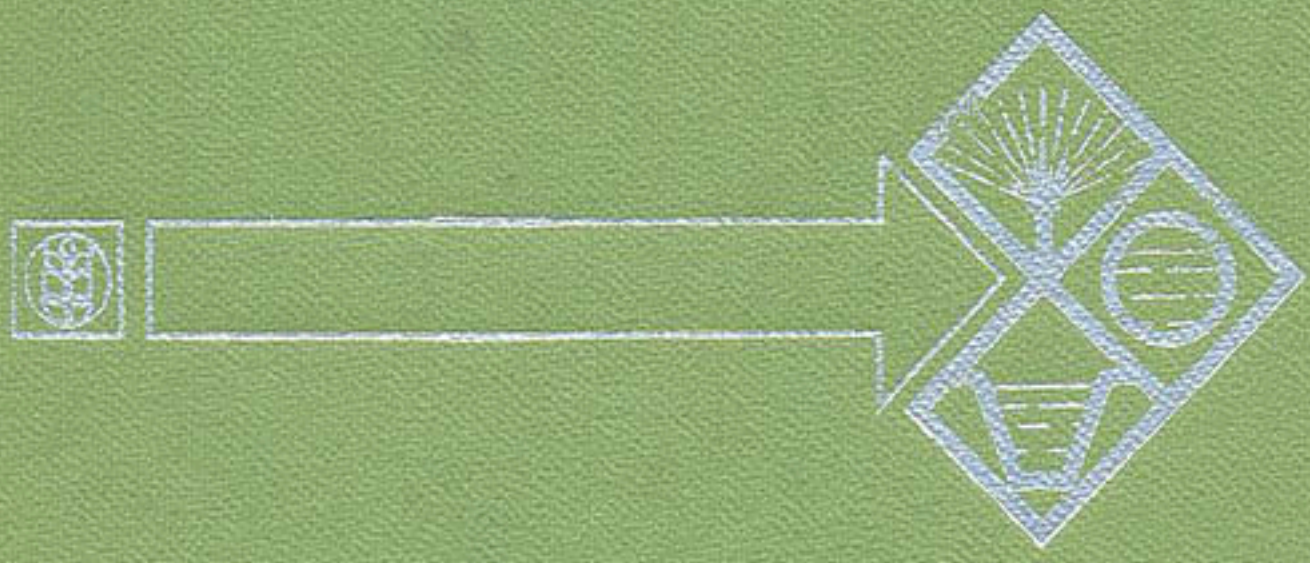
Н-4

М.Ф.Напольчук, Х.А.Ахмедов, В.И.Ольгаренко

Эксплуатация гидромелиоративных систем



К-289
631.6

УЧЕБНИКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ ДЛЯ ВЫСШИХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

М.Ф.Натальчук, Х.А.Ахмедов, В.И.Ольгаренко

Эксплуатация гидромелиоративных систем

Допущено Главным управлением высшего и среднего сельскохозяйственного образования Министерства сельского хозяйства СССР в качестве учебного пособия для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по специальности 1511 — «Гидромелиорация».

Дорогому Виктору Духовному
Дорогому Александру Полякову
На память!
Х. Ахмедов
1/IX-837.



Москва Колос 1983

ББК 40.62
Н33
УДК 631.6 : 626.81/.84](075.8)

Введение, главы I, V написаны доктором технических наук *М. Ф. Натальчуком*, глава II — доктором технических наук *Х. А. Ахмедовым*, главы III, IV — *М. Ф. Натальчуком* и кандидатом технических наук *В. И. Ольгаренко*, глава VI — *М. Ф. Натальчуком* и *Х. А. Ахмедовым*.

Рецензенты: кандидаты технических наук *Л. К. Кеншимов*, *А. А. Акжанов* (Джамбулский СХИ) и кандидат сельскохозяйственных наук *П. У. Равовой* (БСХА).

Натальчук М. Ф. и др.

Н33 Эксплуатация гидромелиоративных систем/М. Ф. Натальчук, Х. А. Ахмедов, В. И. Ольгаренко. — М.: Колос, 1983. — 279 с., ил. — (Учебники и учеб. пособия для высш. с.-х. учеб. заведений).

Изложены принципиальные положения по эксплуатации гидромелиоративных систем с учетом развития систем на базе новой техники.

Для студентов сельскохозяйственных и гидромелиоративных вузов по специальности 1511 — «Гидромелиорация».

Н $\frac{3802030000-184}{035(01)-83}$ 214—83

ББК 40.62
631.6

© Издательство «Колос», 1983

ВВЕДЕНИЕ

Мелиорация — это коренное улучшение земель для развития сельскохозяйственного производства. Эффективность ее определяется уровнем эксплуатации гидромелиоративных систем.

Эксплуатацию систем проводят в четырех направлениях: плановое водопользование на системах в целях создания благоприятных условий для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур; мероприятия, обеспечивающие надежную и долговечную работу систем (обслуживание и ремонты); обновление и реконструкция систем на базе новой техники, проведение научно-производственных исследований для улучшения эксплуатации и совершенствования систем; контроль за соблюдением правил водопользования и сохранением мелиоративного земельного фонда, разработка мероприятий, обеспечивающих экономное использование водных ресурсов и улучшение мелиоративного состояния земель.

Гидромелиоративные системы значительно различаются по зонам страны. В Средней Азии, Южном Казахстане и в Закавказье, где проводят систематическое сплошное орошение, преобладают оросительные системы. Имеются также обводнительные системы для подачи воды на пастбища. В засушливых районах РСФСР, Украины, Молдавии и в Северном Казахстане, где орошают часть площадей переменными нормами по годам, наиболее развиты оросительно-обводнительные системы. В районах избыточного увлажнения РСФСР, Украины, Грузии, в Белоруссии и в Прибалтийских республиках эксплуатируются осушительные и осушительно-оросительные системы.

Существуют специальные системы — рисовые, где выращивают рис и сопутствующие культуры, а также системы, использующие для орошения сточные воды городов, населенных пунктов и животноводческих ферм в течение круглого года.

Для эксплуатации гидромелиоративных систем организованы эксплуатационные управления — управления оросительных и осушительных систем (УОС), управления каналов, гидротехнических узлов, водохранилищ и др.

В состав эксплуатационных управлений входят: технические устройства, предназначенные для забора, распределения, подачи и отвода воды, — каналы, узловые сооружения, насосные станции, оросительная и осушительная сеть, коллекторы, дрены и др. Объекты эксплуатации: устройства и оснащения, при помощи которых

эксплуатируют технические устройства, — посты учета воды, скважины для наблюдений за уровнями грунтовых вод, диспетчерская связь, электрические линии, здания, машины, дороги, лесные посадки, лаборатории; эксплуатационный штат, который проводит эксплуатационные мероприятия — плановое водопользование, техническое обслуживание и реконструкцию систем.

На каждой системе имеются устав эксплуатационной службы, правила технической эксплуатации и должностные инструкции. Эксплуатацию гидромелиоративных систем проводят по звеньям; она делится на внутрихозяйственную, межхозяйственную и бассейновую.

Основоположниками науки об эксплуатации гидромелиоративных систем являются И. А. Шаров и Н. А. Янишевский.

Основные положения по эксплуатации гидромелиоративных систем, разработанные И. А. Шаровым, развиты в настоящей книге: организация оросительных систем по узловой схеме; организация эксплуатации систем на принципах диспетчеризации и автоматизации; мобильное плановое водопользование с учетом положений кибернетики; совершенные системы, надежные в эксплуатации с автоматизацией поливов и водораспределения; развитие осушительно-оросительных систем и использование местного стока в прудах и водохранилищах.

Н. А. Янишевский еще в 1927 г. составил план водопользования одной из оросительных систем в Ферганской долине. Он разработал методику планового распределения оросительной воды между массивами орошения (каналами). В методике были изложены рекомендации по составлению и проведению планов водопользования, способы установления расчетных режимов орошения (сроков и норм поливов), способы определения потерь воды и приемы расчета вододеления. Разработанные Н. А. Янишевским положения по плановому водопользованию и организации оросительных систем послужили основой для развития эксплуатации гидромелиоративных систем.

Курс эксплуатации гидромелиоративных систем тесно связан с практикой, в нем освещен опыт эксплуатации передовых систем.

В развитии науки об эксплуатации гидромелиоративных систем можно выделить три периода.

В первый период (1925...1949 гг.) на основе эксплуатационных обследований лучших оросительных систем и накопления опыта планового водопользования на системах были разработаны основные положения по их эксплуатации.

Второй период (1950...1966 гг.) характеризуется внедрением новой системы орошения и введением в эксплуатационную практику положения о планировании водопользования на основе внутрихозяйственных планов водопользования (Шаров, 1968).

В третий период (после 1966 г.) создают совершенные системы с механизацией и автоматизацией поливов и водораспределения, эксплуатацию систем переводят на индустриальную основу.

Эксплуатационные мероприятия на гидромелиоративных системах изменяются в зависимости от их технического состояния.

Наука об эксплуатации гидромелиоративных систем зарождалась в первые годы Советской власти после завершения земельно-водной реформы в районах Средней Азии и Закавказья. В 1925 г. в Ташкенте был организован Среднеазиатский научно-исследовательский институт ирригации (САНИИРИ). Институтом проводились эксплуатационные обследования оросительных систем Средней Азии и велась разработка предложений по эксплуатации систем, по переустройству старых систем и плановому водопользованию. Внедрение планового водопользования в первые годы реконструкции сельского хозяйства дало возможность значительно увеличить площади орошения за счет повышения коэффициентов полезного действия оросительных систем и улучшения водораспределения.

На основе обобщения опыта планового водопользования и организации эксплуатационных работ в 1938 г. были разработаны правила технической эксплуатации оросительных систем. В них изложены положения о диспетчеризации, о порядке водопользования и контроля за использованием воды при орошении и за мелиоративным состоянием земель.

За период с 1939 по 1941 г. проводились работы методом народных строек по улучшению водного хозяйства целых районов. За 45 дней был построен Большой Ферганский канал протяженностью 270 км. В Узбекистане были сооружены Северный Ферганский и Южный Ферганский каналы, Ташкентский канал, Каттакурганское водохранилище и др. В Таджикистане построен Большой Гиссарский канал, в Киргизии — Большой Чуйский канал, в Туркмении — Колхозбентское водохранилище, в Азербайджане — Самур-Дивичинский канал, в Ставропольском крае — Невинномысский канал.

В послевоенный период в целях борьбы с засухой начались строительство прудов, посадка полезащитных лесных полос в центральных черноземных областях, строительство оросительных систем в Ростовской и Волгоградской областях на базе Цимлянского водохранилища и Волго-Донского канала им. В. И. Ленина, обводнительно-оросительных систем в Ставропольском крае, в Крыму и на юге Украины на базе Кубань-Егорлыкского канала, Северо-Крымского канала и Каховского водохранилища. В Средней Азии увеличивались площади орошаемых земель в Ферганской долине, в Голодной степи, в зоне Каракумского канала и др. Мелкую постоянную оросительную сеть заменяли временными оросителями. На старых оросительных системах работы проводили по ликвидации густой сети постоянных каналов, укрупнению участков поливов и обработок, строительству коллекторов, дрен, водовыпусков и др.

Внедрение новой системы орошения способствовало улучшению эксплуатации оросительных систем. На осушительных системах эксплуатационные работы в основном состояли в поддержании в

рабочем состоянии каналов и водоприемников; систем двухстороннего регулирования водного режима почв было мало. В последующие годы с внедрением машин для поливов, очистки каналов и ремонтов сооружений повышался технический уровень гидромелиоративных систем.

На майском (1966 г.) Пленуме ЦК КПСС принята долговременная программа мелиорации земель в СССР. Была поставлена задача создать совершенные гидромелиоративные системы для обеспечения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур на мелиорированных землях и получения плановой сельскохозяйственной продукции независимо от погодных условий. Эксплуатационные мероприятия должны обеспечивать четкую работу гидромелиоративных систем.

Мелиоративные работы в СССР проводят комплексно с созданием необходимых условий для развития не только сельского хозяйства, но и рыборазведения и охраны природы. В комплексе учитывают требование гидроэнергетики, водоснабжения, обводнения и водного транспорта.

Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР (1980 г.) «О мерах по улучшению эксплуатации мелиоративных систем» предусмотрено увеличение роли и ответственности эксплуатационной службы за повышение продуктивности мелиорированных земель. Намечено построить для водохозяйственных организаций эксплуатационные базы, жилые дома, культурно-бытовые постройки. Планируется обеспечить выпуск новых машин для ремонта и эксплуатации систем, а также разработку головных образцов автоматических систем управления технологическими процессами. Предусмотрена также подготовка кадров высшей квалификации: инженеров-гидротехников по эксплуатации гидромелиоративных систем и инженеров-электриков по эксплуатации средств автоматизации гидромелиоративных систем, агрономов орошаемого земледелия.

Большие задачи перед мелиораторами стоят в связи с реализацией Продовольственной программы СССР на период до 1990 года, одобренной майским (1982 г.) Пленумом ЦК КПСС. За основу принят комплексный подход к осуществлению мелиорации, который обеспечит преодоление несоответствия между сооружением мелиоративных систем на современном техническом уровне и их эксплуатацией. Технически совершенные системы с механизированным и автоматизированным водораспределением должны иметь совершенную эксплуатационную службу. И задача данной книги — дать студентам теоретические знания, которые позволят им эффективно эксплуатировать гидромелиоративные системы.

Глава 1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

1. РАЗВИТИЕ СИСТЕМ В СССР

После майского (1966 г.) Пленума ЦК КПСС площади мелиорированных земель возросли с 16 млн. до 31 млн. га (1980 г.). Мелиоративные работы последних лет отличаются высокой технической оснащенностью, каналы строят с противофильтрационными одеждами, с помощью насосных станций воду подают на поля по трубопроводам, применяется широкозахватная дождевальная техника и др. Для предупреждения засоления на орошаемых землях строят дренаж. Осушение проводят закрытым дренажем, строят осушительно-увлажнительные системы. Для перераспределения стока воды сооружают крупные водохранилища и большие каналы — Северо-Крымский, Саратовский, Куйбышевский, Ставропольский, Амубухарский и др. Ведутся работы по орошению земель в Голодной и Каршинской степях, на Украине, в Поволжье, Молдавии и др. Так, в Саратовской области окончание строительства Комсомольской системы с подачей воды насосной станцией из р. Волги позволит оросить 160 тыс. га в 38 хозяйствах; 117 автоматизированных насосных станций из каналов будут подавать воду по трубопроводам для работы 2,2 тыс. дождевальных машин и агрегатов. Мелиорацией в широком ее смысле охвачены все республики страны (табл. 1).

1. Площади мелиорированных земель по республикам, млн. га

Союзная республика	Площадь пашни	1957 г.	1981 г.	Удельный сток рек, тыс. м³ в год на 1 км² территории
РСФСР	133,3	3,4	8,5	283
УССР	34,1	2,0	4,1	86,8
Узбекская ССР	3,6	2,6	3,3	22
Таджикская ССР	0,8	0,5	0,6	357
Туркменская ССР	0,6	0,5	0,9	0,3
Киргизская ССР	1,3	0,8	1,0	248
Казахская ССР	34,2	1,2	1,9	23,4
Азербайджанская ССР	1,3	1	1,2	82,1
Армянская ССР	0,5	0,2	0,34	200
Грузинская ССР	0,8	0,4	0,5	770
Молдавская ССР	1,9	0,1	0,2	22,3
Белорусская ССР	6,2	1,2	2,3	176
Литовская ССР	2,5	1,1	2,3	235
Латвийская ССР	1,6	0,6	1,3	261
Эстонская ССР	0,8	0,35	0,5	253

С увеличением площадей мелиорированных земель возрастает необходимость развития сети каналов, регулирования стока воды в водохранилищах, распределения стока на больших территориях. Требуется научное обоснование рационального распределения стока рек и систем по территории страны.

При малых площадях мелиорированных земель гидромелиоративные системы в большинстве случаев обособлены на источниках орошения или осушения. Многие системы забирают воду из источника орошения или сбрасывают ее в водоприемник без учета влияния на соседние системы. В маловодных районах Средней Азии и Закавказья на небольших реках организованы бассейновые эксплуатационные управления для распределения воды источника между системами. С ростом площадей мелиорированных земель источниками орошения становятся большие каналы и водохранилища. При осушении вода сбрасывается по системе каналов до крупного водоприемника. Гидромелиоративные системы становятся связанными между собой при маневрировании расходами воды, увеличиваются по площадям, совершенствуются в техническом отношении. Эксплуатация систем усложняется, и ее развитие идет по трем иерархическим ступеням: внутрихозяйственная эксплуатация устройств для орошения земель от точек выдела воды до поля и для осушения от поля до точек сброса воды в водоприемник; межхозяйственная эксплуатация от источника орошения до точек выдела воды в хозяйства или от точек сброса воды до основного водоприемника; эксплуатация источников орошения, гидроузлов на реках, водохранилищ, крупных каналов, распределение стока между системами, организация бассейновых эксплуатационных управлений.

Гидромелиоративные системы развиваются за счет следующих мероприятий.

I. Оросительные и обводнительные системы:

1. Сооружение водохранилищ в руслах рек, вне русл и на каналах для регулирования стока, что позволит оросить из водохранилищ более 50 % всех орошаемых земель. (В 1975 г. из них орошалось около 10 % таких земель.) При эксплуатации водохранилищ необходимо управлять стоком воды реки или канала. В Средней Азии на р. Сырдарье и притоках строится 17 водохранилищ, и многолетний сток реки будет зарегулирован на 80 %. В засушливой зоне зарегулированы стоки рек Днепра, Дона, Волги.

2. Строительство крупных каналов по переброске стока из больших рек в бассейны малых рек и подаче воды на орошение. Каналы в таких случаях становятся источниками орошения: в Узбекистане — Северный Ферганский и Южный Ферганский, Намаганский, Андижанский, Ташкентский, Южно-Голодностепский, Каршинский и др.; в Таджикистане — Вахшский и Гиссарский; в Туркменистане — Каракумский им. В. И. Ленина; в Киргизии — Чуйские; в Казахстане — Арысь-Туркестанский, Иртыш—Караганда и др.; в РСФСР — Невинномысский, Волго-Донской, Ставропольский, Саратовский, Куйбышевский, Волго-Урал и др.; на Украине — Каховский, Днепр—Донбасс; в Азербайджане — Самур-Апшеронский, Муганский и др.

За счет крупных каналов увеличивается протяженность гидрографической сети постоянно действующих водотоков. Так, в Ставропольском крае естественная сеть водотоков исчислялась 0.5 м/га, после строительства каналов она составит 2,5 м/га валовой площади.

3. Использование насосных станций для подачи воды на новые земли. Площади орошаемых земель с подачей воды насосными станциями из источников орошения составят более 50 %. В РСФСР, на Украине и в Молдавии вода для орошения забирается в основном насосными станциями; большие площади новых земель орошаются таким способом в Средней Азии и Закавказье.

4. Освоение естественно-засоленных земель за счет строительства дренажа и коллекторной сети, проведение капитальных промывок земель в начале освоения и периодических в процессе эксплуатации систем. Большие массивы осваивают в Узбекистане (Голодная степь, Центральная Фергана), в Азербайджане (Кура-Араксинская низменность). Удельная протяженность дренажной сети для промывки земель составляет 40... 80 м/га.

5. Использование подземных вод для орошения за счет строительства скважин вертикального дренажа на маловодных системах. Много таких скважин построено в Таджикистане (Ленинабадская область), в Голодной степи,

Азербайджане, Армении и др. Вода из скважин поступает в оросительную сеть в критические периоды недостатка воды.

6. Совершенствование существующих систем — повышение КПД каналов, внедрение совершенной техники полива; за счет снижения потерь воды освоение новых земель в контуре существующих систем. КПД при этом повышается с 0,5...0,6 до 0,7...0,85, КЗИ — с 0,4...0,5 до 0,7...0,85.

За период с 1965 по 1975 г. изменились удельные показатели на оросительных системах СССР: протяженность коллекторной и дренажной сети возросла с 15 до 34 м/га; число гидросооружений на 1 000 га — с 29 до 65; площади земель, орошаемых дождеванием, — с 6 до 32 %; затраты на эксплуатацию межхозяйственной сети — с 8,6 до 18,2 р/га.

7. Значительное увеличение площадей орошаемых земель в засушливой зоне — Поволжье, на Северном Кавказе, юге Украины и в Молдавии. В 1967 г. в этой зоне орошалось 2,4 млн. га, а будет орошаться 11 млн. га. Системы в этих районах с бетонированными каналами, с трубопроводами и насосными станциями, с дождевальной техникой.

8. Строительство рисовых систем и систем, использующих сточные воды для орошения земель вокруг крупных населенных пунктов, животноводческих ферм и больших городов.

II. Осушительные системы:

1. В районах избыточного увлажнения повсеместное строительство простых систем для локального осушения земель. Основная задача этих систем — сбросить избыточные воды в водоприемники. Основные эксплуатационные работы на таких системах направлены на поддержание дрен, каналов и водоприемников в рабочем состоянии. Простые осушительные системы преобладают в Прибалтийских республиках и в Белоруссии. В большинстве случаев они обслуживают малые площади и сбрасывают воду в малые речки; регулирование стока здесь не проводится. Для сброса воды строят дрены, коллекторы, нагорные и магистральные каналы, шлюзов почти нет.

2. Строительство осушительно-оросительных систем с целью двухстороннего регулирования влажности на полях. Эти системы размещают в основном в поймах речек, где строят защитные дамбы, насосные станции, шлюзы, водохранилища и осушительные устройства — дрены, коллекторы и каналы; проводят регулирование стока в водохранилищах, задержание стока в каналах шлюзами, подачу на орошение или сброс избыточной воды за дамбы насосными станциями. Такие системы строят вокруг городов и промышленных центров в европейской части СССР и в Сибири. В Московской области имеются системы двухстороннего регулирования водного режима почвы — Яхромская, Раменская и др. Новые системы строят с учетом двухстороннего регулирования стока, такие системы будут преобладать.

В Нечерноземной зоне РСФСР за 1975...1980 гг. площадь осушенных земель достигла 1,6 млн. га, орошаемых — 646 тыс. га.

3. Строительство систем на обвалованных землях (дельты рек, районы крупных водохранилищ), где уровни воды в водоприемнике выше осушаемых земель. На этих системах дамбы высотой 2...5 м защищают земли от затопления. За дамбами строят дрены, каналы и насосные станции, которые откачивают воду и поддерживают уровни грунтовых вод на заданной глубине. Такие системы называют польдерными. Здесь регулирование влажности на полях достигается за счет отвода поверхностных вод и изменения глубины грунтовых вод. Насосные станции автоматически откачивают воду из каналов за дамбы в водоприемники. Затопленные земли глубиной до 2 м водохранилищами на Волге и Днепре будут обвалованы с последующим строительством польдерных систем. При строительстве Саратовской ГЭС у г. Балаково площадь затопленных земель была более 160 тыс. га, в том числе массив земель у г. Чапаевска недалеко от г. Куйбышева — более 60 тыс. га. В перспективе этот массив будет обвалован. Много польдерных систем в дельтах рек Латвии и Калининградской области.

4. Работы по осушению больших заболоченных территорий (Полесье, Мещера, Волго-Ахтубинская пойма, Барабинская низменность), где система мероприятий рассчитана на десятки лет.

В Полесье заболочено 13 млн. га земель. Осушительно-оросительные системы необходимо построить на 4,6 млн. га. Здесь необходимо провести руслоныправительные работы на 400 речках, построить 37 водохранилищ и сеть каналов на 25 тыс. км. Работы в Полесье ведутся с 1965 г.

В Мещере (Рязанская область) более 500 тыс. га земель заболочено, осушение затруднено вследствие подтопления систем водоприемниками. В настоящее время осушают отдельные участки земель за счет обвалования и откачки воды насосными станциями.

В Волго-Ахтубинской пойме и дельте более 1 млн. га земель, где требуется обвалование и строительство систем двухстороннего регулирования водного режима почвы. В настоящее время орошают отдельные участки земель, расположенные между эриками.

В Барабинской низменности в осушении земель с комплексом регулировочных мероприятий нуждаются более 300 тыс. га земель.

2. СОВЕРШЕННЫЕ СИСТЕМЫ. ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМАМИ

Общие вопросы управления системами изучаются в кибернетике. С этой целью проводят анализ и синтез звеньев, составляющих системы, моделируют поведение систем при воздействиях. На основании положений кибернетики гидромелиоративные системы следует отнести к сложным, большим.

В техническом отношении оросительная система состоит из четырех согласованно действующих звеньев: головного участка, осуществляющего забор воды в систему из источника; межхозяйственной сети каналов, распределяющих воду между хозяйствами по точкам выдела; внутрихозяйственной сети каналов, лотков, трубопроводов, подающих воду на поля для поливов; поливной техники, выполняющей поливы заданными нормами в агротехнические сроки. Управление системой ведется по трем иерархическим ступеням: внутрихозяйственная служба эксплуатации, в ведении которой находится хозяйственная сеть и поливная техника; межхозяйственная служба эксплуатации, в ведении которой межхозяйственная сеть и головной участок на источнике; бассейновая служба эксплуатации, распределяющая воду между системами с учетом водных ресурсов источников орошения.

Для оросительной системы (рис. 1) вход X — это объем воды, забираемой из источника (норма забора воды на 1 га — $M_{бр}$), выход $У$ — это объем воды, подаваемой на поле (норма подачи воды на 1 га — $M_н$), в целях получения плановой продукции при орошении. Отношение объема воды, поданной на поля, к забранной из источника называется коэффициентом преобразования. Коэффициент преобразования — это общий КПД системы, учитывающий потери воды в каналах, на сбросы, на глубинную фильтрацию и др.: $\eta_{общ} = M_н/M_{бр}$. При существующих условиях на старых системах этот коэффициент равен 0,4...0,5 и менее. На новых системах за счет бетонирования каналов, внедрения полива из трубопроводов и механизации поливов он составляет 0,75...0,8. На технически совершенных системах такой коэффициент должен быть не ниже 0,85...0,9.

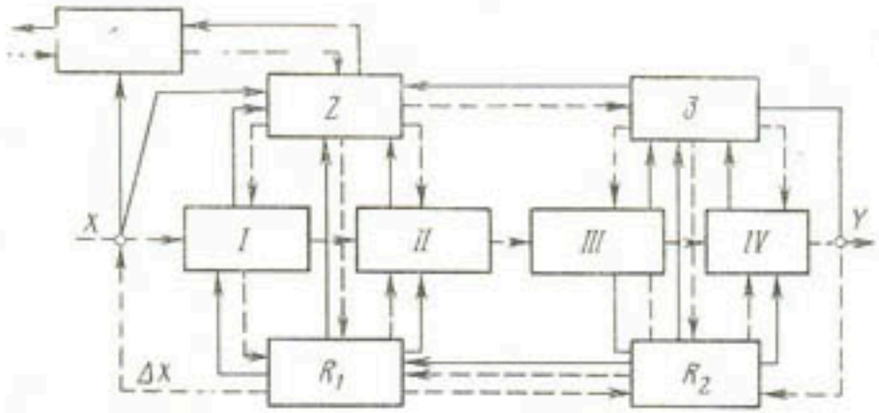


Рис. 1. Кибернетическая схема системы:
I — головной участок; II — межхозяйственная сеть и сооружения; III — хозяйственная сеть и сооружения; IV — техника полива на поле; *1* — бассейновое управление; *2* — управление системой (УОС); *3* — хозяйственная служба; *R*, R_2 — резервы системы (регуляторы); *X* — вход системы; *У* — выход; сплошная линия — связь, пунктирная — воздействие.

С учетом принципов кибернетики основные положения о совершенных оросительных системах изложены ниже.

1. Между звеньями системы необходимо четко распределить функции, добиться, чтобы действия в одном звене приводили к изменениям в сочлененном звене. Выделить головной участок системы и службы эксплуатации на участке, в задачу которой входит плановый забор воды из источника и проведение мероприятий по повышению оросительной способности источника орошения, а также межхозяйственную сеть и службу эксплуатации, задача которой распределять воду по точкам выдела и контролировать использование воды в хозяйствах, совершенствовать систему с учетом имеющегося опыта. Организовать систему по узловой схеме с сооружениями — узлами командования через 10...30 км, узлами распределения через 3...5 км и точками выдела воды в хозяйстве — 1...2 точки на 1000 га. Узловая схема системы — начальный этап на пути совершенствования диспетчеризации и автоматизации учета воды и водораспределения (рис. 2). При узловой схеме на сооружениях можно иметь связь, водомерность, электроэнергию, здания и эксплуатационный штат. При узловой схеме системы показатели использования воды при орошении на 10...15 % выше, чем при неорганизованной. Внутрихозяйственную эксплуатацию надо так организовать, чтобы на каждые 1...1,5 тыс. га орошаемых земель приходилось 1...2 гидротехника и 2...4 рабочих (водные объездчики).

Задача внутрихозяйственной службы — осуществлять плановое водопользование, содержать в рабочем состоянии систему и совершенствовать устройства для орошения, внедрять новую поливную технику. Поливы следует проводить силами специализированных бригад, добиваться круглосуточного использования воды и согласования подачи воды с поливами. По мере внедрения поливов из

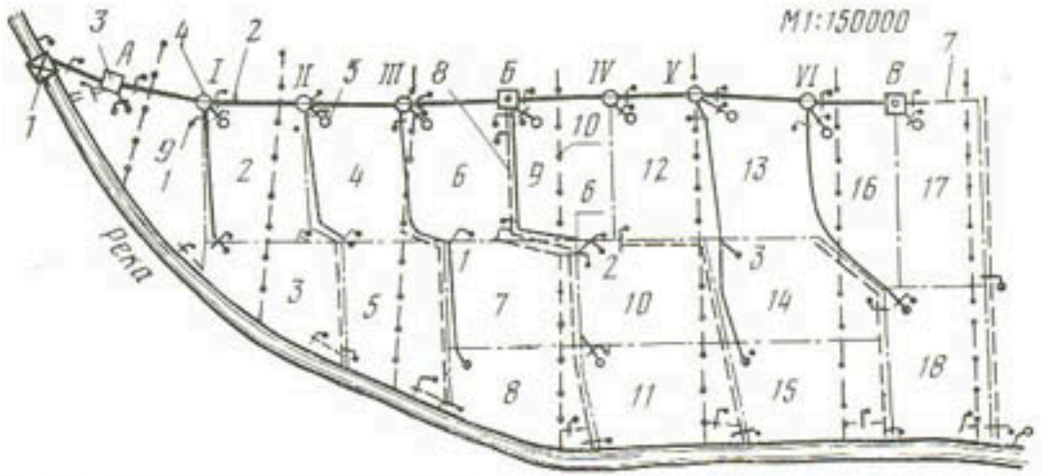


Рис. 2. Схема межхозяйственной оросительной системы хлопковой зоны:

1 — головное сооружение; *2* — магистральный канал; *3* — узлы командования *А*, *Б*, *В*; *4* — узлы распределения I, II . . . , VI; *5* — точки выдела воды 1 . . . 18; *6* — пропорциональные ососделители 1, 2, 3; *7* — сбросы; *8* — межхозяйственные распределители; *9* — посты учета воды; *10* — скважины для наблюдений за грунтовыми водами.

трубопроводов и дождевальных машин повышаются требования к надежности работы поливной техники.

2. Наличие развитых обратных связей на системе, обеспечивающих поступление информации о выполненной работе, а также корректирование действий звеньев при диспетчерском управлении. На оросительных системах обратная связь — это учет воды по звеньям, а также учет политых площадей, оценка оросительной способности расходов воды. Автоматизировать учет воды и проводить водораспределение в точки выдела воды в зависимости от работы поливной техники и выхода политых площадей. Под контролем эксплуатационной службы должна быть оросительная вода и политые площади. Установить достоверное соотношение подаваемой воды на поливы и расчетной площади поливов и соблюдать его в процессе водопользования. Развитие обратных связей способствует внедрению автоматизации водораспределения и учета воды. На старых оросительных системах при поливах из временной сети на каждые 1000 га орошаемых земель следует иметь 6...8 постов учета воды на межхозяйственной сети и 10...15 трубчатых водовыпусков-водомеров в хозяйствах. Обратные связи по звеньям гарантируют надежную и долговременную работу системы.

3. Для устранения вынужденных отклонений от расчетных система должна иметь резервы (регуляторы) по звеньям. При изменениях расходов, забираемых в систему, а также при затруднениях в проведении круглосуточных поливов необходимо иметь водохранилища, пруды и резервную технику — насосы, поливные машины и др.

Расчетные режимы работы каждого звена могут осуществляться при наличии резервов, которые зависят от колебания расходов воды в системе и надежности осуществления расчетного водораспределения (табл. 2).

2. Значения резервов в зависимости от колебаний расходов и надежности в долях от среднего

Надежность P	Колебание расходов C_v			
	0,05	0,1	0,15	0,2
0,95	0,08	0,16	0,24	0,32
0,9	0,06	0,13	0,19	0,26

При отсутствии автоматизации поливов в хозяйствах должны быть пруды.

4. Возможность каждого звена системы изменять положение (действовать) по дискретным величинам (шаги действия). При дискретности действий вырабатывается автоматизм поведения системы, обеспечивается поточность и непрерывность ее работы. На оросительных системах для планового водопользования необходимо проводить водораспределение по точкам выдела воды в хозяйства по дискретным величинам — поливным токам, обеспечивающим проведение поливов по участкам в 8...20 га в сутки за дискретные периоды — пятидневки. Осуществление водораспределения по точкам выдела поливными токами по пятидневкам обеспечит надежную работу поливной техники и согласование поливов с обработками. Дискретные величины — расходы воды, площади полива и продолжительность подачи воды на поливы устанавливают при автоматизации поливов и водораспределения.

5. На каждом звене системы вводят допуски отклонений от расчетных величин, которые зависят от технического состояния звеньев. Допуски отклонений определяют надежность расчета. При водораспределении и поливах на совершенных системах отклонения расходов воды будут составлять ±5 %. Для повышения надежности планового водопользования необходимо внедрять автоматизацию водораспределения и поливов, при которых устанавливаются пределы допустимых отклонений расчетных величин.

6. Возможность совершенствоваться в процессе эксплуатации с учетом опыта. На каждой системе необходимо вести производственные исследования в целях улучшения эксплуатации и совершенствования звеньев системы, иметь опытные участки совершенной поливной техники, испытывать опытные конструкции водовыпусков-автоматов, устройств для учета воды и др. С учетом своего опыта внедрять новые предложения по совершенствованию системы. На основе производственных исследований эксплуатационная служба составляет для каждой системы перспективный план развития.

Для оценки работы систем в кибернетике принимают следующие показатели, которые могут быть применены и для гидромелиоративных систем:

техническое состояние систем, которое оценивают по баллам: хорошее (4), удовлетворительное (3), недостаточное (2), неудовлетворительное (1). Оценку проводят по условиям управляемости

звеньев системы и возможности выполнения заданных режимов. Совершенные системы имеют хорошую оценку;

организованность системы, оцениваемую по формуле информационной энтропии $H = -\sum_{1}^{n} P_i \log_2 P_i$ (P_i — вероятность поведения системы, n — число возможных исходов). Чем выше вероятность выполнения заданий каждым звеном системы, тем меньше энтропия. Этот показатель может оценивать степень организованности системы при различной надежности (вероятности) работы составляющих звеньев. Значения энтропии H в зависимости от надежности работы одного звена системы P_i: при $Pi=0{,}5$ $H=1$; при $Pi=0{,}6$ $H=0{,}97$; при $Pi=0{,}7$ $H=0{,}88$; при $Pi=0{,}8$ $H=0{,}72$; при $Pi=0{,}9$ $H=0{,}47$; при $Pi=0{,}95$ $H=0{,}27$; при $Pi=0{,}98$ $H=0{,}14$; при $Pi=1$ $H=0$. Например, при четырех звеньях системы с надежностью 0,9 каждого звена общая энтропия составит 1,88, а при надежности 0,95—1,08;

надежность действия системы или вероятность (P) выполнения расчетных режимов за определенное время (t), которую определяют для каждого звена системы по интенсивности отказов $P=e^{-\lambda t}$. Отказы — это нарушения ритма работы, отклонения от заданного режима сверх допусков и простои в работе. Надежность системы определяется как произведение надежностей составляющих звеньев $P_c=P_1P_2P_3P_4$. Суммарные допуски отклонений от расчетных значений для системы определяют по зависимости $a_c = \sqrt{a_1^2+a_2^2+a_3^2+a_4^2}$ (a_c, a_1, a_2, a_3, a_4 — допуски в долях единицы);

графики работы систем, составляемые по периодам (часовые, суточные, пятидневные, декадные, месячные, сезонные, годовые). Определяют ординаты — максимальные, минимальные, средние, оценивают отклонения от расчетных значений и скорости восстановления расчетных значений при управлении (воздействии).

Принципы управления системами включают следующее (пункты 1...6):

1. Управление системами проводят в трех направлениях: обеспечение действия всех звеньев по плану (расчету); долговременная, надежная работа всех звеньев (обслуживание, наладки, ремонты), совершенствование звеньев системы с учетом опыта эксплуатации.

В процессе управления разрабатывают вопросы: 1. Что делать? (Объёмы и сроки работ. Рабочие планы. Уточнение заданий для каждого звена). 2. Чем выполнять? (Подбор оборудования, машин и исполнителей. Подготовка техники.) 3. Как делать? (Расстановка исполнителей. Уточнение технологических графиков. Установление ритма работы.) 4. Как делается? (Учет хода работ, контроль состояния звеньев. Обслуживание, наладки и текущие ремонты.) 5. Как улучшить процесс? (Анализ данных, сравнение фактических данных с расчетными. Уточнение технологии в процессе эксплуатации.) 6. Как совершенствовать систему? (Разработка предложений по дооборудованию и реконструкции системы на основе новой техники с учетом своего опыта.)

2. Диспетчерское управление осуществляют с автоматизацией учета основных параметров системы. Диспетчериаация — это централизованное, оперативное, непрерывное управление процессом с учетом влияния внешних факторов. Централизация управления обеспечивает согласованность действия всех звеньев системы. Оперативность повышается при автоматизации учета параметров и организации диспетчерской службы на системах. Непрерывность учета дает возможность выявлять места и оперативно устранять помехи.

3. Управление звеньями осуществляют по сигналам (избирательно). Для каждого звена устанавливают допуски отклонений от расчетных значений. Управление (регулирование) проводят в случае отклонения ординат больше допустимых. Сигналы — это точки пересечения фактических ординат с допустимыми. Сигналы показывают, что процесс нарушается, ординаты выходят за пределы допустимых, поэтому необходимо вмешательство (управление) для восстановления процесса в расчетных пределах. Восстановление ординат достигается за счет резервов и наладок техники. Число сигналов зависит от состояния техники и влияния внешних факторов.

4. Управление системами улучшается при автоматизации учета и контроля в процессе осуществления расчетных режимов. На гидромелиоративных системах учет расходов воды должен быть цикличным через 4...6 ч, дистанционным, автоматическим. Политые площади учитывают по пятидневкам применительно к точкам выдела. Оросительную способность единицы расхода воды (1 м³/с) определяют по периодам вегетации.

5. Определение статических и динамических характеристик каждого звена системы, уточнение зависимости между выходами и входами звеньев. По анализу данных определяют по периодам расчетные и допустимые ординаты. По накопленным данным составляют математические модели, вначале приближенные с использованием существующих формул, и выводят формулы на основании собственных данных. Уточнение норм и инструкций для каждого звена системы, разработка положений научной организации труда (НОТ).

6 Проведение производственных исследований на опытных и контрольных участках для оценки эффективности новой техники и улучшенных приемов в целях отбора лучших примеров для внедрения. Составление перспективного плана развития системы. Главное в управлении системами — предвидение (прогноз) и выбор лучших вариантов.

В. А. Трапезников предложил логическую формулу успешного управления для больших систем, в которых участвуют люди в качестве исполнителей: знают — могут — хотят — успевают. (Знают — разработка планов работ, положений и инструкций. Могут — подбор исполнителей, оборудования и машин. Хотят — уста-

новление стимулов для направленного процесса. Успевают — установление ритма работ, разработка технологических графиков.)

Изложенные положения о совершенных системах и принципах управления ими на примере оросительных систем справедливы для других гидромелиоративных систем.

3. ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ

Для научной организации эксплуатации гидромелиоративных систем и составления перспективных планов совершенствования систем необходимо проводить классификацию систем. Классы систем определяют по площади обслуживания, разряды — по техническому состоянию систем.

Оросительная система, как указывалось выше, состоит из четырех звеньев: водозабора из источника орошения, межхозяйственной сети каналов для распределения воды по точкам выдела, внутрихозяйственной сети для подачи воды на поля и поливной техники (рис. 2, 3).

Осушительная система включает три звена: водоприемник, межхозяйственную коллекторную сеть и внутрихозяйственную сеть коллекторов и дрен (рис. 4). Оросительно-осушительные системы с дренажем для рассоления земель и осушительно-оросительные с устройствами для орошения имеют 6...7 звеньев. Отдельные звенья — источники орошения и водоприемники — реки, крупные каналы (коллекторы), водохранилища и скважины вертикального дренажа. Эксплуатационные управления обслуживают системы на определенной территории, а также эксплуатируют крупные каналы (водоприемники), водохранилища, гидроузлы и системы в бассейнах рек.

В целях совершенствования структуры эксплуатационных управлений с учетом особенностей гидромелиоративных систем выделяют классы систем в зависимости от площади обслуживания одной системой (одним водозабором из реки или канала или одним водоприемником при сплошном осушении земель): высший — при площади более 50 тыс. га; I—26...50 тыс. га; II—11...25 тыс. га; III — 6...10 тыс. га; IV — 1...5 тыс. га; V — менее 1 тыс. га.

По мере развития систем, их укрупнения классы изменяются, уменьшается число систем IV и V классов. С учетом этого изменяют структуру эксплуатационных управлений и норм эксплуатационного оснащения. Например, в управлениях (УОС) выделяют следующие гидротехнические участки для эксплуатации межхозяйственной сети: при эксплуатации систем IV и V классов — по обслуживанию хозяйств; при эксплуатации систем III, II и I классов — головной по забору воды в систему; по магистральному каналу для распределения воды на массивы, по обслуживанию хозяйств. При эксплуатации систем высшего класса выделяют эксплуатационные отделения по обслуживанию устройств на площади 10...25 тыс. га, а также гидротехнические участки, как для систем I и II классов. В настоящее время во многих районах пре-

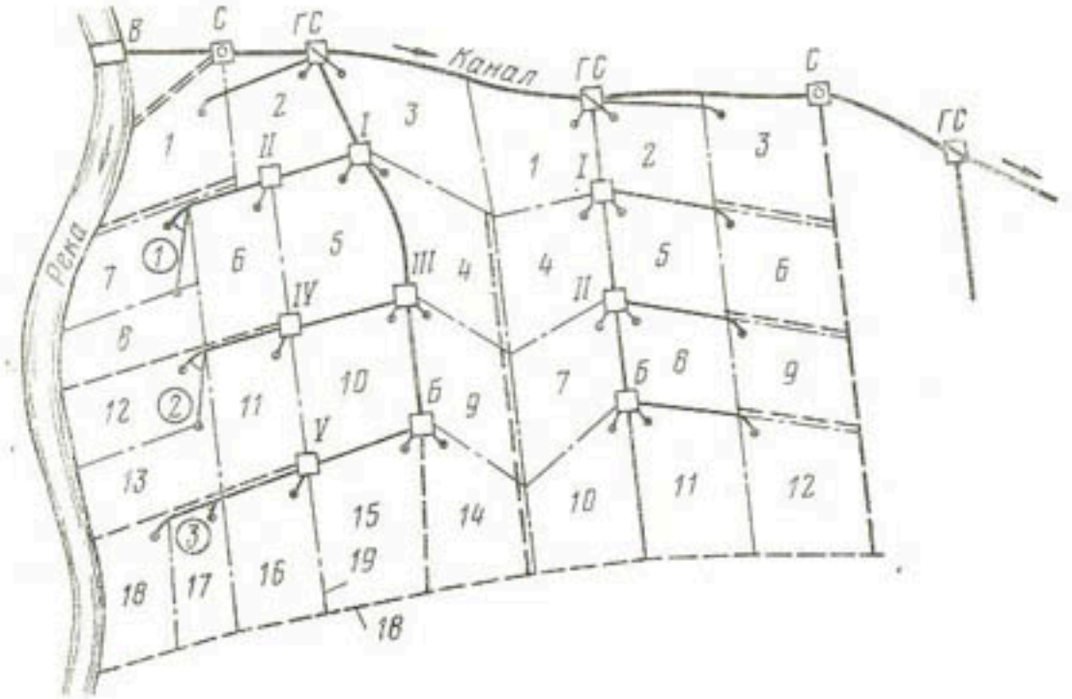


Рис. 3. Схема оросительных систем на крупном канале:
В — водозабор из реки в канал; С — сбросы на канале; ГС — головные сооружения на канале; Б — узлы командования; I . . . V — узлы распределения; 1 . . . 18 — точки выдела воды; *1, 2, 3* в кружках — пропорциональные вододелители; *18* — сбросные каналы; *19* — границы хозяйств.

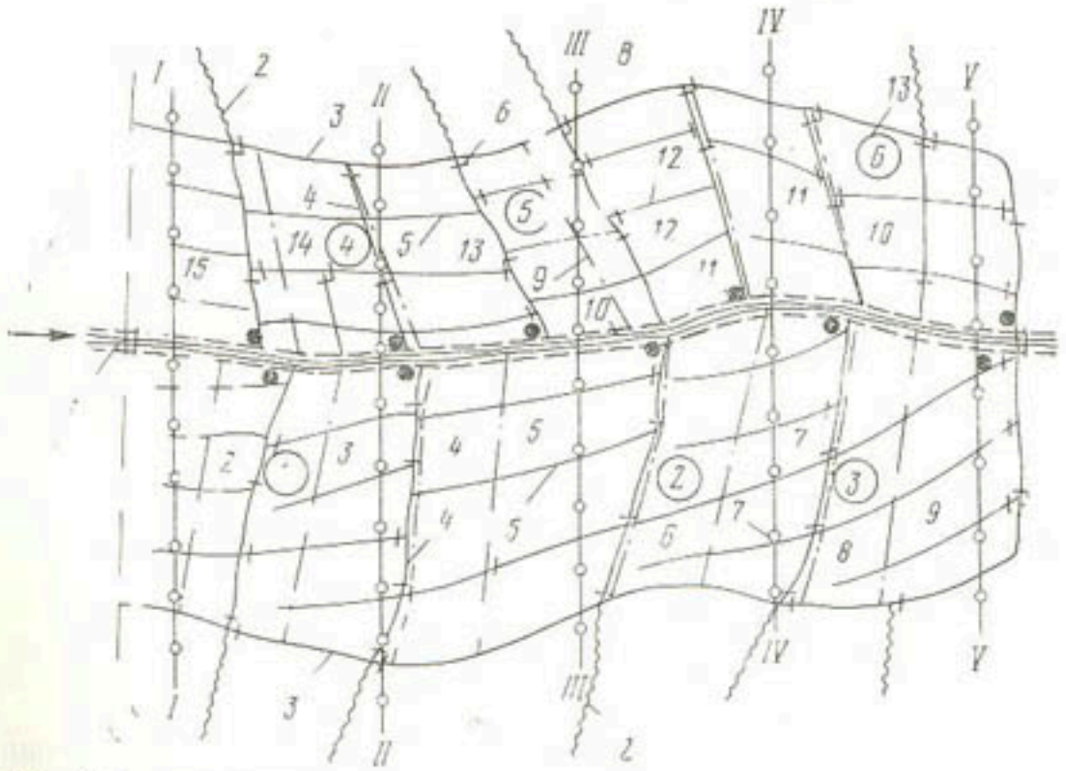


Рис. 4. Схема осушительной системы:
1 — водоприемник; *2* — притоки (ручьи); *3* — нагорные каналы; *4* — магистральные каналы; *5* — собиратели и соединительные каналы; *6* — шлюзы и гидропосты; *7* — скважины; *8* — створы скважин; *9* — границы хозяйств; *10* — дамбы; *11* — насосные станции; *12* — хозяйства; *13* — массивы; I...V — створы; *1. . .15* — хозяйства; *1. . .6* в кружках — массивы.

обладают системы III, IV и V классов. На системах высшего, I и II классов развита взаимно связанная оросительная и осушительная сеть. На таких системах повышаются требования к надежности водораспределения, что достигается развитой структурой эксплуатационной службы и повышенными нормами эксплуатационного оснащения.

Техническое состояние систем оценивают по четырем разрядам: I — система работает хорошо, управляемая, переустройство и дооборудование не требуются; II — удовлетворительное, система нуждается в частичном дооборудовании и переустройстве в размере до 25 % существующей стоимости; III — недостаточное состояние, система мало управляемая, требуется дооборудование и переустройство в размере 26...50 % существующей стоимости; IV — неудовлетворительное, требуются большие работы по переустройству и дооборудованию в размере более 51 % существующей стоимости.

Разряды устанавливают по оценке работы системы по основным разделам. По средневзвешенному разряду оценивают техническое состояние системы, обеспечивающее выполнение планового водопользования с различной надежностью. Классы и разряды систем определяют в период паспортизации, и эти данные используют для разработки перспективных планов совершенствования систем (доведения до I и II разрядов) по областям и республикам.

Техническое состояние оросительных систем оценивают по десяти разделам. На системах I и II разрядов они следующие.

1. Состояние водозабора: он должен обеспечивать плановые заборы воды для орошения во все периоды с допустимыми отклонениями $C_v \sim 0{,}05$.

2. Коэффициент использования орошаемых земель в зоне системы (КИЗ): 0,85 в зоне сплошного орошения и не ниже 0,5 в засушливой зоне.

3. Мелиоративное состояние земель системы: грунтовые воды должны залегать ниже 3...4 м при минерализации до 5 г/л, слабозасоленных земель — не более 10 %.

4. Коэффициенты полезного действия сети каналов: 0,8...0,85.

5. Водообеспеченность системы за период вегетации (апрель — сентябрь) по году 75 %-ной обеспеченности 100 %.

6. Наносы в системе: объемы очистки наносов не более 5 м³/га.

7. Сбросная и коллекторная межхозяйственная сеть: должна обеспечивать отвод избыточных вод за пределы системы.

8. Каналы и сооружения на межхозяйственной сети: инженерные каналы и сооружения с автоматизацией водораспределения и учета воды. Число точек выдела воды из межхозяйственной сети 1...2 на 1000 га орошаемых земель.

9. Оросительная сеть и сооружения на внутрихозяйственной сети: протяженность постоянных каналов не более 20...25 м/га; число водовыпусков-водомеров при дождевании ДДА-100М 10...15 на 1000 га; площади поливных участков не менее 20 га.

10. Поливная техника: трубопроводы, шланги, поливные и дождевальные машины.

По природным зонам необходимо установить шкалы показателей для оценки технического состояния систем по разделам и по каждой системе определять средний разряд. По техническому состоянию многие существующие оросительные системы III и IV разрядов, мало систем II разряда и почти нет I разряда. Классы систем должны быть не ниже II и разряды II и I.

Оценку технического состояния осушительных систем проводят по шести разделам. Для систем I и II разрядов они следующие:

1. Состояние водоприемника: не должен подтапливать коллекторы и дрены в период вегетации.

2. Коэффициент использования земель в зоне системы: при сплошном осушении и использовании земель под посевы должен быть не ниже 0,85.

3. Дренированность системы, то есть способность отводить избыточные воды и понижать грунтовые воды до глубины 0,6...0,7 м: скорость понижения уровней грунтовых вод должна быть не менее 5...6 см/сут.

4. Двухстороннее регулирование влажности (наличие шлюзов, валов, насосных станций и водохранилищ): шлюзование и дождевание.

5. Дороги на осушительных системах: должно быть достаточно дорог вдоль каналов и переездов, чтобы можно было подъезжать на каждое поле.

6. Объемы эксплуатационных работ: каналы должны быть закреплены, коллекторы и дрены закрытые.

Для оценки технического состояния осушительных систем по разрядам необходимо установить шкалы показателей.

Для типовых гидромелиоративных систем по классам и разрядам следует разработать нормы эксплуатационного оснащения, установить срок действия норм 10 лет, после чего обновлять нормы на последующие 10 лет с учетом опыта эксплуатации.

В нормах предусмотреть: посты учета воды по звеньям и скважины для наблюдений за уровнями грунтовых вод; связь и диспетчерскую аппаратуру для автоматизации водораспределения и дистанционного контроля; здания для эксплуатационного персонала, мастерские, склады, гаражи, строительные дворы; энергетические установки (ЛЭП, трансформаторы) для электрификации эксплуатационных работ и автоматизации водораспределения; служебные дороги вдоль каналов и сооружений; полосы отвода земель каналов и возле гидросооружений, посадки лесных полос вдоль каналов и массивов на головном участке; машины, транспорт, оборудование мастерских для эксплуатационных работ; инструменты, приборы, инвентарь и оборудование лабораторий; запасы строительных материалов для эксплуатации; эксплуатационный штат в управлении и на гидротехнических участках, рабочих и механизаторов для эксплуатационных работ.

При наличии научно обоснованных норм эксплуатационного оснащения усилится процесс совершенствования эксплуатации систем. Степень оснащенности систем эксплуатационным оборудованием необходимо оценивать по разрядам путем сравнения имеющегося на системе на данный период с нормами для типовых систем: I разряд — система оснащена на 86...100 % по сравнению с научно обоснованными нормами; II разряд — на 76...85 %; III разряд — на 66...75 %; IV разряд — система оснащена менее чем на 65 % норм.

При нормальных условиях эксплуатации системы должны быть оснащены по I разряду.

Для примера ниже приведены данные о разрядах и классах некоторых оросительных систем Средней Азии (табл. 3).

3. Разряды и классы некоторых оросительных систем

Система	Класс системы	Разряды систем	
		Техническое состояние	Эксплуатационное оснащение
Вахшская (Таджикистан)	Высший	III	II
Дальверзинская (Узбекистан)	I	III	II
Атбашинская (Киргизия)	II	II	I

В зависимости от природных особенностей орошаемых земель выделяют: системы предгорных районов — орошаемые земли размещены на конусах выноса. Здесь много веерообразных каналов двухстороннего командования. Таких систем много в Ферганской долине, Таджикистане и в Киргизии; системы в долинах средней части рек — орошаемые земли расположены на террасах. Каналы одностороннего командования, размещены вдоль реки под небольшим углом. Большая часть таких систем приурочена к долинам рек; системы в дельтах рек — орошаемые земли расположены в дельтах рек на конусах выноса. Мелиоративное состояние земель в большинстве случаев неблагополучное из-за высокого стояния минерализованных грунтовых вод.

На больших системах эксплуатационную службу и эксплуатационное оснащение подбирают для одной системы, организуют эксплуатационное управление для обслуживания одной системы. При малых системах эксплуатационные управления обслуживают несколько систем на территории одного или нескольких районов.

Системы, обслуживающие несколько хозяйств, называются межхозяйственными, обслуживающие одно хозяйство — внутрихозяйственными. Условия эксплуатации систем изменяются в зависимости от класса систем и разряда по техническому состоянию. Это учитывают при разработке норм эксплуатационного оснащения для типовых ситем. Например, для эксплуатации одной оросительной системы с площадью орошения 50 тыс. га на межхозяйственной сети необходимо иметь 450 постов учета воды, 350 км телефонных линий и 200 человек эксплуатационного штата. Десять

оросительных систем с площадью одной системы 5 тыс. га, а всего 50 тыс. га эксплуатируются одним УОС, на межхозяйственной сети требуется 300 постов учета воды, 200 км телефонных линий, 150 человек эксплуатационного штата.

4. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИЧЕСКИМ УСТРОЙСТВАМ СИСТЕМ

Эксплуатационные требования к техническим устройствам гидромелиоративных систем должны быть дифференцированы по зонам.

Основные требования к техническим устройствам систем хлопковой зоны сводятся к следующему.

1. Требования к размещению каналов и сооружений для проведения орошения в хозяйстве. Основные положения принципиальной схемы оросительной системы в хозяйстве при земляных каналах, представленной на рисунке 5:

точка выдела воды из межхозяйственного канала для обслуживания площади бригад или отделения, одна точка на 0,6...1 тыс. га;

хозяйственный распределительноый канал от точки выдела до конца массива заканчивается сбросом;

участковые каналы короткие для подачи воды на участки площадью 20...40 га, один канал на 1...3 участка;

равновеликие участки 20...40 га;

вода в оросители поступает из участковых каналов, в голове оросителей передвижные водовыпуски-сифоны;

на хозяйственном распределителе устраивают трубчатые водовыпуски-водомеры для подачи воды в участковые каналы;

на участковых каналах для подачи воды на участки в 20...40 га устанавливают трубчатые водовыпуски;

коллекторы и сбросы размещают по нижней стороне массива и при необходимости по границам участков;

дороги предусматривают для подъезда к каждому участку;

лесные полосы вдоль каналов и дорог в два ряда деревьев, составляющие 2...2,5 % площади орошения.

Преимущества такой схемы состоят в том, что при равновеликих участках облегчается проведение поливов, устанавливается расчетная очередность поливов участков, согласуются поливы с обработками, проводятся сосредоточенные поливы участками по 8...20 га в сутки, сокращается протяженность каналов, подающих воду на поливы. Коэффициент полезного действия сети и коэффициент использования воды повышаются на 10...15 %. Основной канал — хозяйственный распределитель бетонируется, что составляет 5...8 м/га. Участковые каналы и временные оросители в перспективе будут заменены трубопроводами и шлангами. При поливе из трубопроводов на массивах с малыми уклонами МГМИ предложена схема размещения устройств для автоматизации поливов по бороздам (рис. 6).

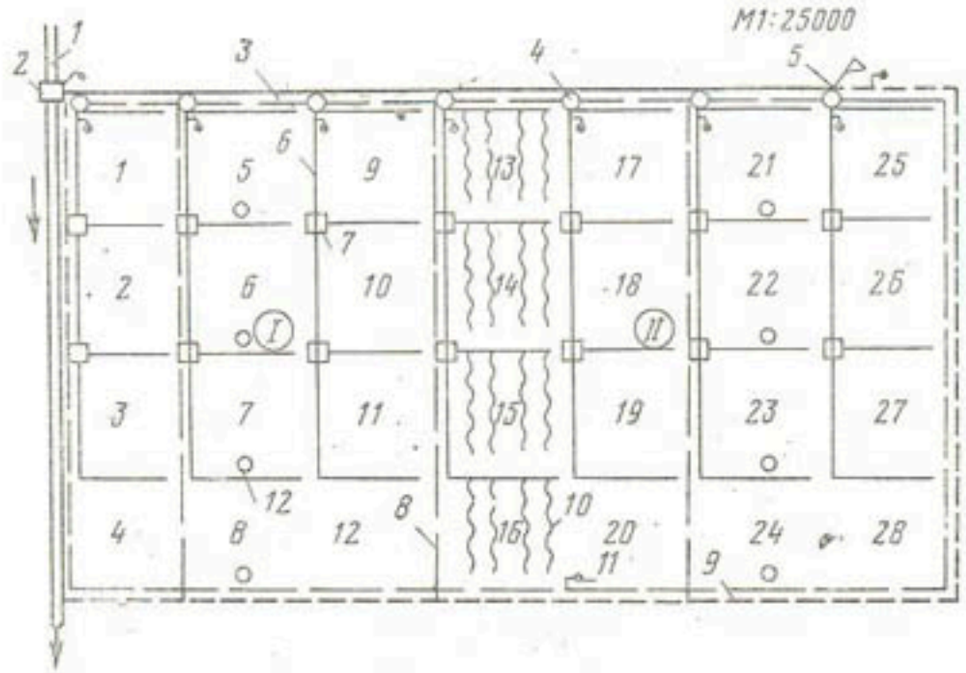


Рис. 5. Схема внутрихозяйственной оросительной системы:

1 — межхозяйственный распределитель; *2* — точка выдела воды; *3* — хозяйственный распределитель; *4* — трубчатые водовыпуски-водомеры; *5* — концевой сброс; *6* — участковые каналы; *7* — водовыпуски на участковых каналах; *8* — дороги; *9* — коллекторы; *10* — временные оросители; *11* — водомеры; *12* — скважины; 1 . . . 28 — равновеликие участки площадью 20 . . . 40 га; I, II — массивы.

2. Требования к размещению межхозяйственных каналов и сооружений на оросительной системе. Основные положения узловой схемы, приведенной на рисунке 2:

выделяют головной участок системы, в состав которого входит часть русла реки выше водозаборного сооружения и ниже его, водозаборное сооружение и участок магистрального канала до первого сбросного сооружения;

выделяют магистральный канал от головного сооружения до концевого сброса;

распределительные каналы короткие, размещают по границам землепользования;

узловые сооружения со сбросом воды за пределы системы предусматривают через 10...30 км (узлы командования расходами);

узловые сооружения для выделов воды в распределительные каналы и в точки выдела устраивают через 3...6 км;

точки выдела воды водопользователям, одна точка на 0,6...1 тыс. га;

пропорциональные вододелители устанавливают в конце распределителей, где вода делится на две точки выдела — автоматически без участия эксплуатационного штата;

межхозяйственные сбросы и коллекторы намечают от концевых сбросов хозяйственных распределителей и по нижней стороне системы для отвода воды за пределы системы;

дороги предусматривают вдоль каналов и коллекторов, лесные посадки — вдоль дорог и каналов, а также посадки деревьев мас-

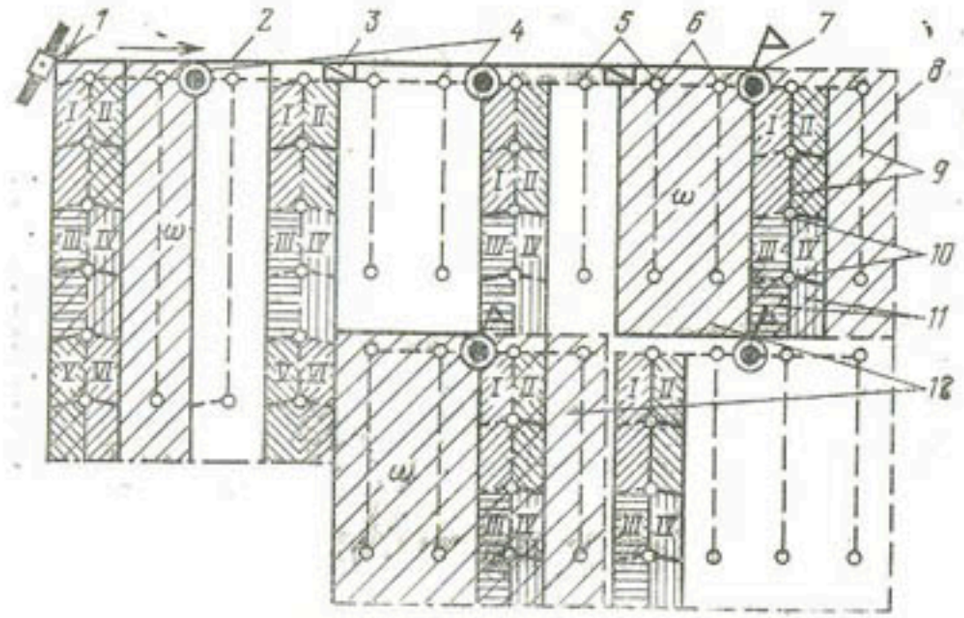


Рис. 6. Схема размещения устройств для автоматизации поливов по бороздам при насосных установках:

1 — точка выдела воды; *2* — постоянный канал; *3* — выпуск воды в канал; *4* — насосные установки; *5* — распределительные трубопроводы; *6* — выпуски в транспортирующие трубопроводы; *7* — сбросной выпуск; *8* — сбросной канал; *9* — транспортирующие трубопроводы; *10* — поливные трубопроводы; *11* — участки одновременного полива I . . . VI; *12* — массивы для одной насосной установки.

сивами на головном участке. Лесные посадки на межхозяйственной сети должны занимать 1...1,5 % площади орошения.

Преимущества узловой схемы оросительной системы: оснащенность узловых сооружений постами учета воды, телефонными точками, зданиями, электроэнергией, диспетчерское управление системой, более надежное плановое водопользование, коэффициент использования воды при орошении на 10...15 % выше, чем при неорганизованной системе, возможность внедрения автоматизации учета воды и распределения ее на системах. При существующих условиях на каналах много отводов, что затрудняет плановое водораспределение. Так, на канале Зах в Казахстане на участке в 61 км при расходе 50 м³/с и площади орошения 44 тыс. га имелось 109 водовыпусков, планируется оставить 47. На канале им. Октябрьской Революции в Дагестане на участке в 84 км при расходе 14,5 м³/с и площади орошения 36 тыс. га было 108 водовыпусков.

Для внедрения автоматизации учета воды и ее распределения необходимо, чтобы система была организована по узловой схеме, на всех водовыпусках были посты учета воды и электроэнергия для подъема щитов и дистанционного управления, диспетчерская связь и диспетчерский контроль в каждой точке выдела.

3. Эксплуатационные требования по созданию управляемых оросительных систем I и II разрядов по техническому состоянию. Основные положения требований:

повышение водообеспеченности систем для устранения критических периодов в работе, когда воды недостаточно для планового

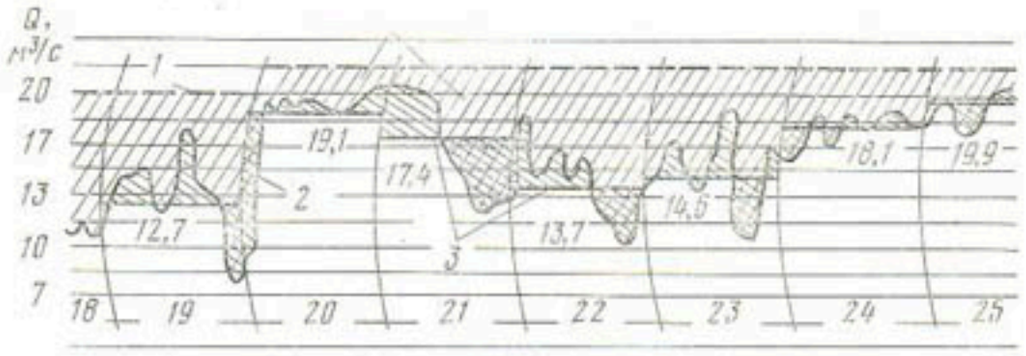


Рис. 7. График забора воды в систему в критический период (июнь):
1 — план забора воды; *2* — фактические расходы; *3* — среднесуточные расходы воды; *4* — недостаток воды.

водопользования. Водообеспеченность на системах повышают за счет водохранилищ, каналов по подпитыванию систем, каналов по кольцеванию малых речек, использования подземных вод и вод коллекторов в критические периоды, а также повышения КПД каналов для подачи воды на нижерасположенные системы вне русла реки;

создание резервов воды в системе, необходимых для равномерной подачи воды в точки выдела и на поля. Неравномерность подачи воды на поливы затрудняет водопользование, приводит к большим сбросам воды и снижению площадей поливов (рис. 7, 8);

для снижения колебаний расходов воды в каналах системы предусматривают каскадное регулирование воды в каналах, устройство внутрисистемных водохранилищ объемом 5...10 % забора воды в систему и пруды в хозяйствах под точками выдела воды. Из межхозяйственной сети вода в точки выдела должна подаваться круглосуточно равномерно, использование ее для полива может меняться в течение суток при наличии прудов, в которых регулируются расходы в соответствии с графиками поливов. Внутрисистемные водохранилища и пруды в хозяйствах особенно необходимы в засушливой зоне, где отмечаются переменные режимы поливов по сезонам и годам различной обеспеченности;

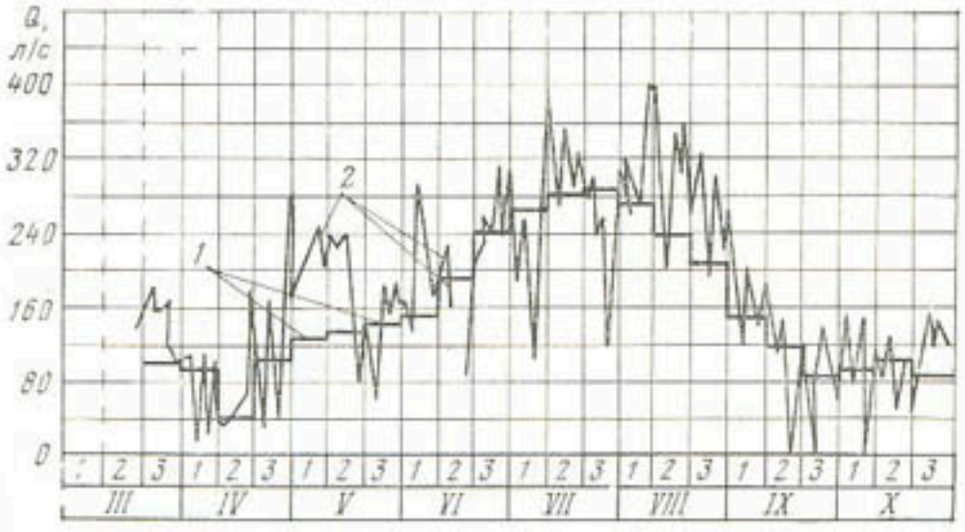


Рис. 8. График поступления воды в точку выдела на массив площадью 223 га:
1 — план подачи воды; *2* — фактические расходы воды.

снижение объемов очистки насосов в оросительных каналах и доведение их до 5...6 вместо 15...20 м³/га и более. Это достигается за счет проведения мероприятий: закрепления участков разрыва в руслах рек, устройства в голове систем отстойников, промывников и струенаправляющих шпор для снижения поступления наносов в систему на 20...25 %, гидравлической промывки наносов по участкам каналов, аккумулирования наносов в естественных понижениях и очистки наносов земснарядами в период вегетации сельскохозяйственных культур. Доведение объемов очистки наносов в оросительных каналах до 6...5 м³/га позволит улучшить плановое водопользование. Эксплуатационная служба в основном будет занята плановым водопользованием;

улучшение мелиоративного состояния земель, предупреждение подъема уровней грунтовых вод. По режимным скважинам ведут наблюдения за уровнями грунтовых вод и выясняют причины их подъема. С октября-ноября до марта-апреля систему закрывают. При подаче воды в систему в зимние месяцы ухудшается мелиоративное состояние земель. Устанавливают режим работы системы — начало подачи воды по месяцам и конец работы — наиболее рациональный режим, при котором не происходит подъема уровней грунтовых вод (рис. 9).

Устранение засоления земель на отдельных массивах и снижение уровней грунтовых вод. Проводят промывку земель, чтобы засоление почв было не более 0,3...0,4 % по массе и уровни грунтовых вод не выше 2,5...3 м от поверхности земли. На неблагополучных в мелиоративном отношении системах должны соблюдаться следующие условия: поддержание их в хорошем техническом состоянии (I разряд) для проведения четкого планового водопользования; применение совершенной поливной техники для выполнения частых поливов небольшими нормами 600...800 м³/га; устройство дренажа и коллекторов для снижения уровней грунтовых вод и отвода промывных вод за пределы системы.

Эксплуатационные требования к техническим устройствам осушительных систем заключаются в следующем:

создании систем двухстороннего регулирования водного режима почвы на полях — отвод избыточной воды и орошение земель (см. рис. 4). Такие технически совершенные системы по стоимости дороже оросительных систем без дренажа, имеют устройства — дрены, коллекторы и водоприемники для отвода избыточной воды с полей, регуляторы (шлюзы), валы, насосные станции для задержания стока и подачи воды для орошения, трубопроводы и поливные машины для орошения. На системах развита сеть соединительных каналов для перераспределения стока, име-

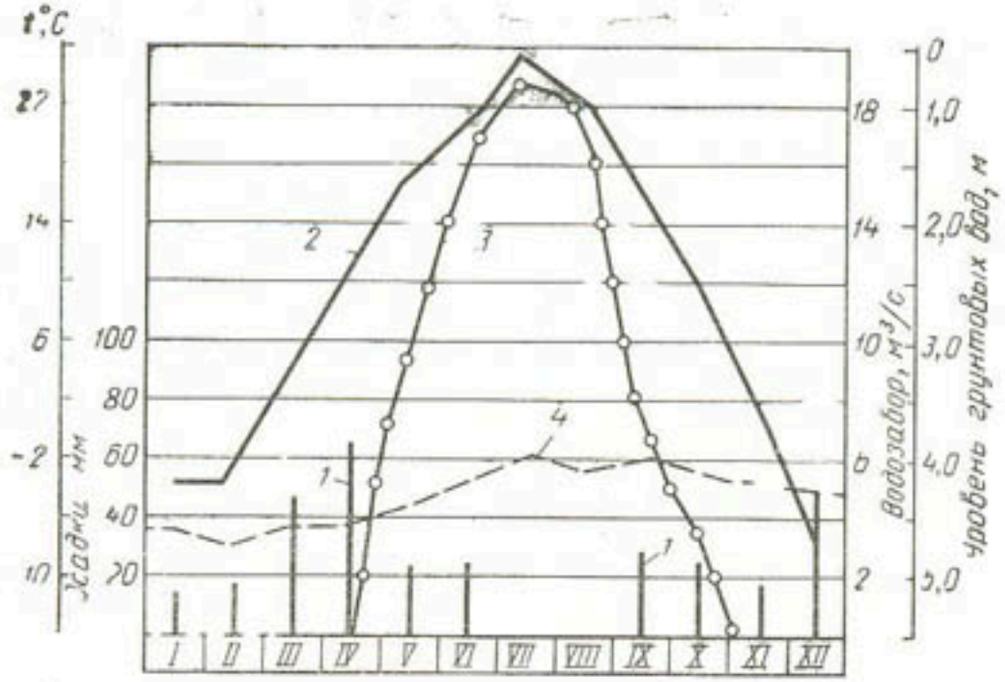


Рис. 9. Уровни грунтовых вод на системе за год:
1 — осадки; *2* — температура воздуха; *3* — забор воды в систему; *4* — уровни грунтовых вод.

ются пруды и водохранилища для подачи воды в засушливые периоды. Системы двухстороннего регулирования обеспечивают интенсивное освоение осушаемых земель и использование их для выращивания овощных и технических культур;

снижение уровней грунтовых вод до глубины 0,6...0,7 м от поверхности в период весенних полевых работ, проведении глубокого осушения земель — 1,4...1,5 м для предупреждения подъема грунтовых вод выше 0,6...0,7 м во влажные периоды. При максимально допустимой глубине грунтовых вод 0,6...0,7 м в весенний период полевые работы начинают на 10...15 дней раньше, температура почвы выше на 3...4 °С, легче проводить обработки посевов, урожайность полевых культур в 1,5...2 раза выше, чем при высоком стоянии грунтовых вод. Для регулирования уровней грунтовых вод 0,6...1,2 м от поверхности необходимо иметь шлюзы на каналах и задвижки на закрытых коллекторах. Орошение на осушаемых землях эффективно при глубине грунтовых вод 0,6...1,2 м, в этом случае дождеванием увлажняется слой почвы 0,3...0,5 м, поливные нормы 200...300 м³/га;

проведении водоустройства территорий в зоне осушительных систем — развитие сети обводнительных каналов, устройство бассейнов и прудов, мест для водопоя животных, строительство насосных станций для подачи воды осушительных систем на прилегающие земли. В зоне осушительных систем должны быть водотоки-каналы, пруды, водохранилища, озера в радиусе не более 2...3 км;

развитии дорожной сети на осушительных системах. Механизация сельскохозяйственных работ и очистка каналов затрудняются при плохих дорогах. Дороги строят в насыпи из твердого грунта вдоль каналов, чтобы машины могли заезжать на осушаемые поля. По протяженности дороги должны быть не менее 20...25 м/га;

создании надежных осушительных устройств — закрытых дрен и коллекторов, бетонных сооружений, каналов с крепленными откосами, устойчивых устьев из расчета одно устье на 40...50 га осушаемых земель. Дрены и коллекторы оборудуют колодцами для проведения промывки и очистки;

улучшении свойств почв на осушаемых территориях. Почвенную карту составляют в масштабе 1 : 5000, проект улучшения почв — по участкам (полям). Мероприятия по улучшению свойств почв включают щелевание, кротование, торфование минеральных почв, пескование торфяных почв, известкование кислых почв и др.;

проведении планомерного освоения осушаемых земель по стадиям: культуртехнические работы (раскорчевка, вспашка, дискование, внесение удобрений), первичное освоение (посев трав и культур-освоителей), внедрение севооборотов и др. План освоения осушаемых земель составляют на первоначальный период 5...10 лет до полной подготовки осушаемых земель для использования в севообороте. Мелиоративные работы на осушаемых землях проводят одновременно с первичным освоением и улучшением свойств почв.

Эксплуатационные требования определяют для каждого звена системы и учитывают при проектировании и строительстве.

5. УСТРОЙСТВА И ОСНАЩЕНИЕ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ

Для эксплуатации гидромелиоративных систем необходимы устройства и оснащение для управления (см. рис. 2, 3, 4), к которым относится следующее.

1. Диспетчерская связь с узловыми сооружениями, точками выдела воды и водопользователями (рис. 10). По опыту существующих систем телефонных линий требуется 8...10 км на 1000 га мелиорированных земель. Стоимость аппаратуры для диспетчерского контроля и управления 15...18 р/га.

При диспетчерской связи можно получать сведения от каждой точки, передавать распоряжения всем точкам одновременно и вести производственные совещания со всеми точками. Для связи с отдаленными точками на системе и с опорными гидрометрическими постами на реках, а также с областными управлениями и министерствами мелиорации и водного хозяйства в УОС имеются радиостанции (рации), работающие на определенных волнах. При внедрении диспетчерского, дистанционного управления затворами узловых сооружений используются телефонные линии.

2. Посты учета воды на каналах, водовыпусках, на сбросной сети, на насосных станциях и др. На межхозяйственной сети на

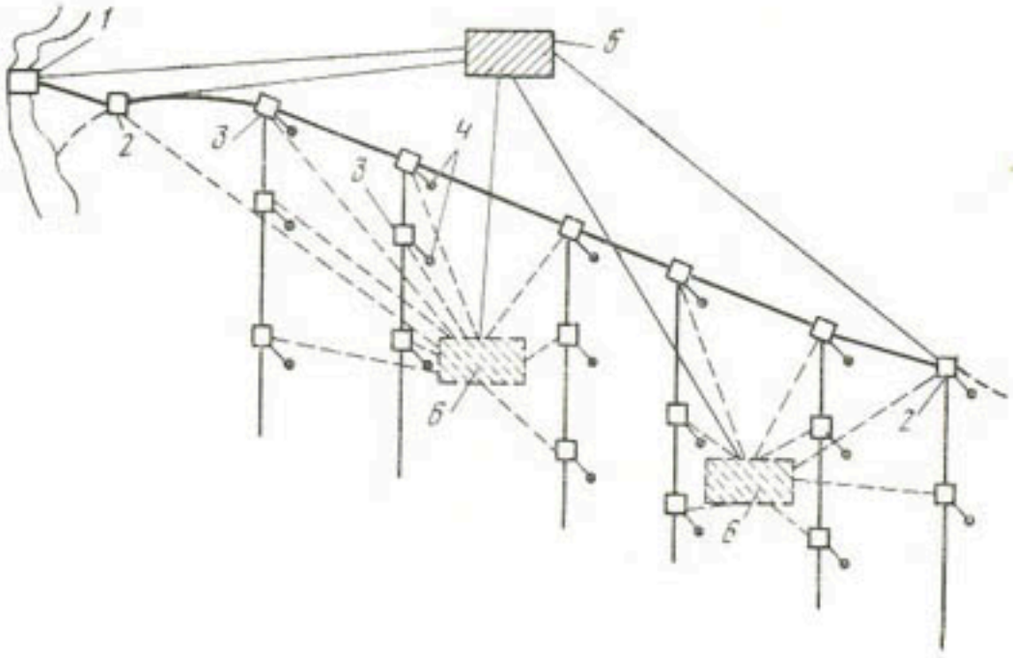


Рис. 10. Схема размещения диспетчерских пунктов на системе:
1 — головное сооружение; *2* — узлы командования; *3* — узлы распределения; *4* — точки выдела воды, *5* — центральный диспетчерский пункт; *6* — местный диспетчерский пункт.

1000 га необходимо иметь 6...8 постов учета воды, стоимость постов учета воды 8...10 р/га.

На внутрихозяйственной сети при орошении машинами ДДА-100М и по бороздам требуется 10...15 водовыпусков-водомеров на 1000 га. В настоящее время увеличивается число постов учета воды на сооружениях в виде различных приставок с приборами, показывающими расходы воды в зависимости от перепадов давления.

Из водомерных сооружений применяют лотки, пороги, насадки, кольца, водосливы (рис. 11, 12, 13, 14, 15, табл. 4). Входную часть трубчатых и открытых регуляторов оборудуют водомерными приставками, выходную часть регулирующих сооружений водомерными устройствами.

Для учета транзитных расходов воды применяют фиксированные русла с реечными постами и тарированные сопрягающие сооружения. На сооружениях, поддерживающих постоянные расходы воды в каналах, устанавливают щиты-автоматы. Приборы для измерения скоростей воды на гидрометрических постах: вертушки САНИИРИ, ГР-11 конструкции ГГИ, гидрометрические дистанционные установки ГР-70, уровнемеры, датчики положения уровней воды и положения затворов — лимнограф САНИИРИ, самописец уровня воды «Валдай», расходограф УкрНИИГиМа, устройства дистанционного измерения уровней воды, датчики уровня воды и положения затвора «Темир», ДДУ, ДПЗ. Применяют перепадомеры — расходоуказатель ДРС-60, счетчики стока — водомеры СВН-58, ИМА, ДС-64, ВДН-69, ВДН-70 и 1-ВКП,

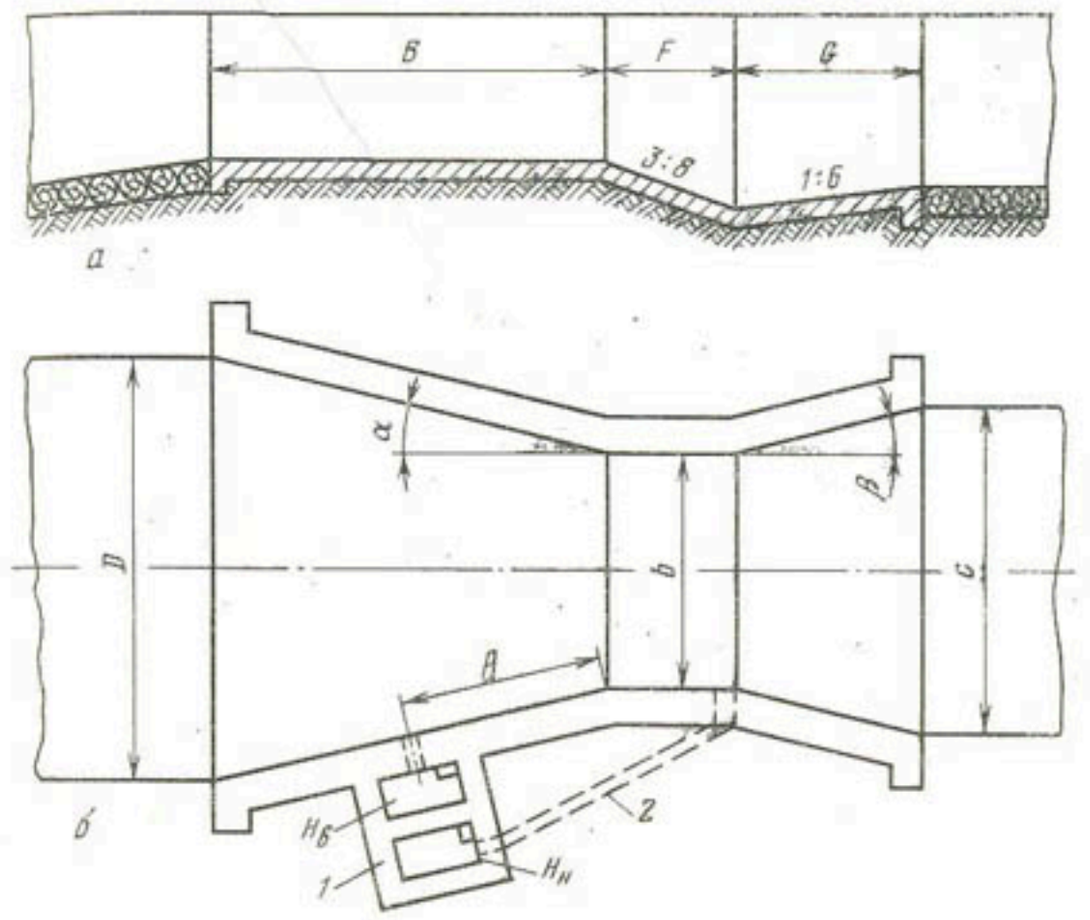


Рис. 11. Водомерный лоток:
а — разреза; *б* — план; *1* — колодец; *2* — трубка; *B*, *F*, *G* — части лотка; *D*, *b*, *C*, *A*, *α* — размеры лотка; $H_в$, $H_н$ — уровень воды в колодцах.

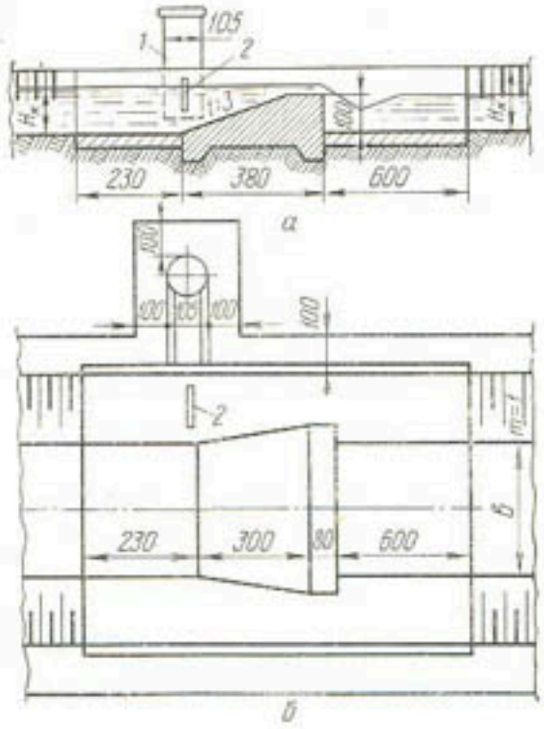


Рис. 12. Водомерный порог САНИИРИ:
а — разреза; *б* — план; *1* — будка для лимнографа; *2* — щель 3...5 см. (Размеры в см.).

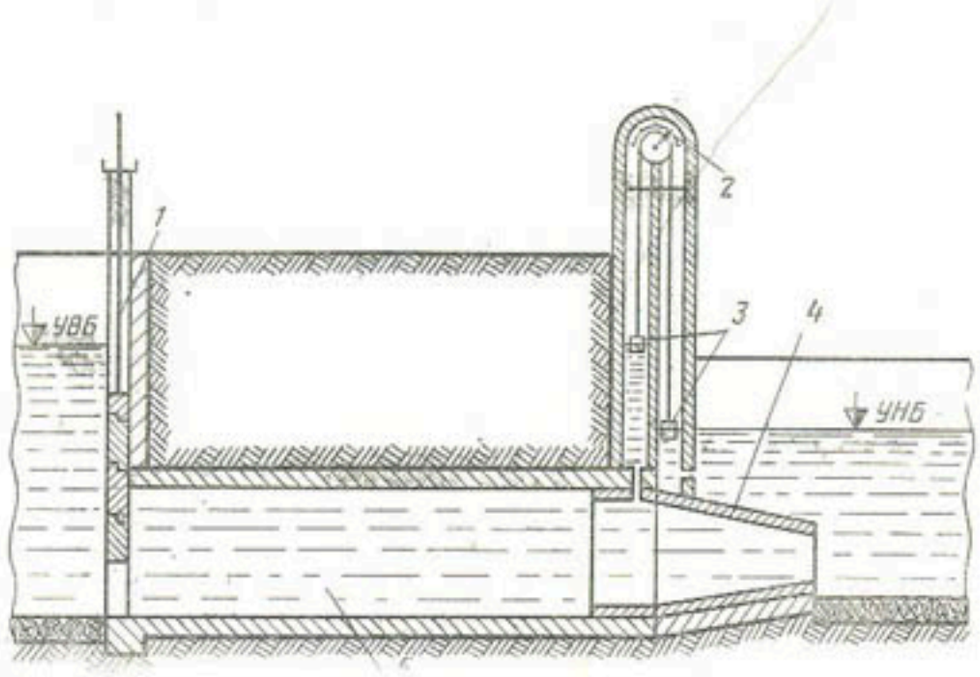


Рис. 13. Водомер-водовыпуск:
1 — щит водовыпуска; *2* — шкала расходов; *3* — поплавки в колодцах; *4* — насадок; *5* — трубчатый водовыпуск.

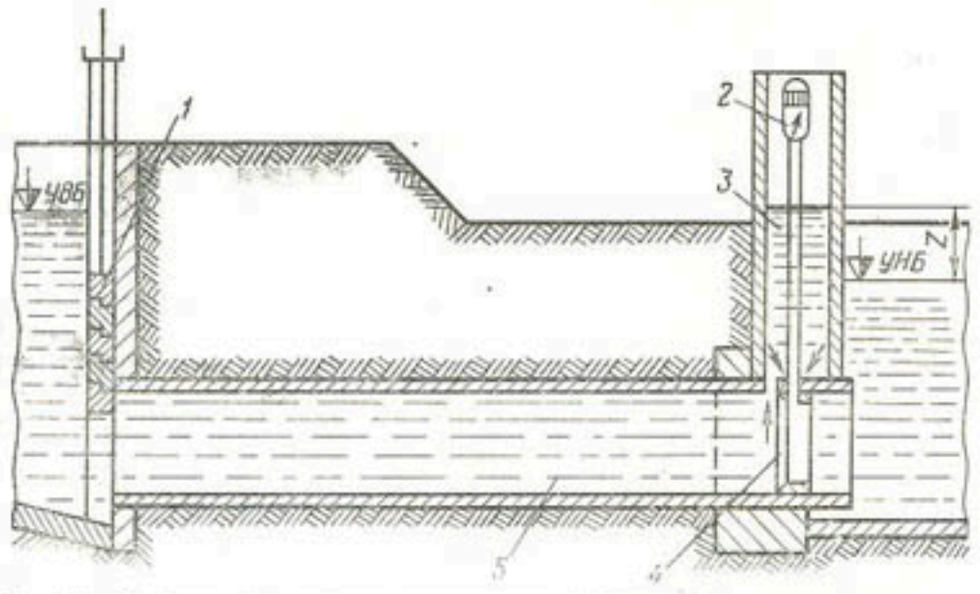


Рис. 14. Трубчатый водомер-водовыпуск (ТВС):
1 — щит водовыпуска; *2* — прибор-расходоуказатель; *3* — колодец; *4* — кольцо сужения; *5* — трубчатый водовыпуск.

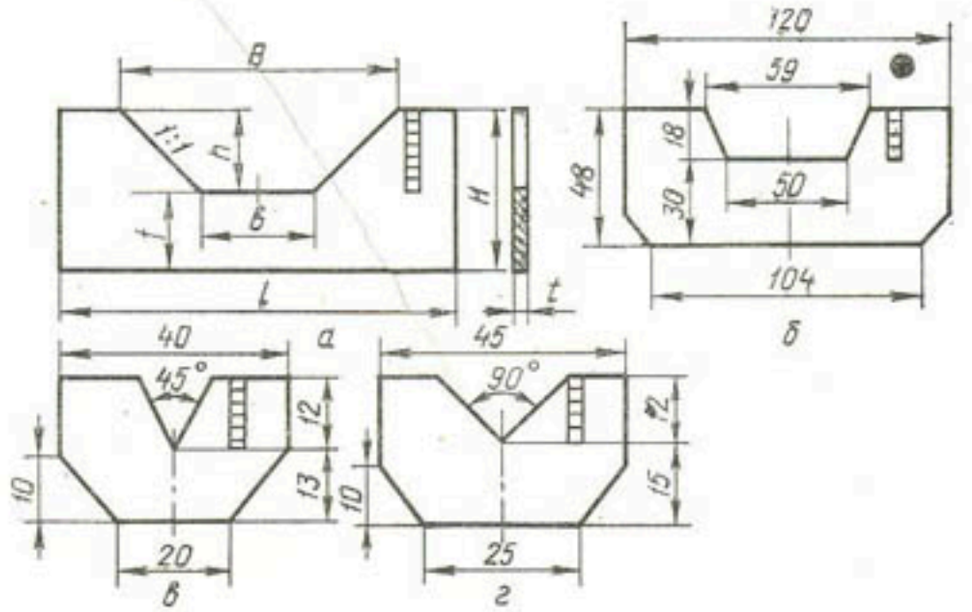


Рис. 15. Водосливы-водомеры:
а, б — водосливы с наклонами ребер 1 : 1 и 0,25 : 1; *в, г* — водосливы с вырезом 45 и 90°. (Размеры в см.)

индукционные расходомеры ИР-1, ИР-11 и др., расходомер 4РИ-Н. На новых системах применяют приборы с датчиками, преобразователями и регулирующими устройствами — систему приборов типа «Ташкент», «Баку-1», «Баку-2», унифицированные датчики уровней Института автоматики АН КиргССР. Допустимая погрешность учета воды на системах ±3...5 % (табл. 4). Инженеры и техники, гидрометристы и водные наблюдатели организуют эксплуатационную службу по учету воды.

3. Скважины для наблюдений за уровнями грунтовых вод на системах. В створах для длительного наблюдения за уровнями грунтовых вод выделяют режимные скважины. Их размещают через 1...1,5 км, в створах через 5...6 км от верхних границ системы до водоприемника. Стоимость устройства режимных скважин 5...6 р/га. В зоне скважин выделяют площадки для отбора проб весной (апрель) и осенью (октябрь), берут пробы почв для анализа на засоление и грунтовых вод на минерализацию. На системах выделена мелиоративная служба, обеспечивающая правильную эксплуатацию коллекторно-дренажной сети и разработку мероприятий по улучшению мелиоративного состояния земель. Кроме основных (режимных), на системах имеются локальные скважины, с помощью которых по изменению уровней воды в каналах определяют уровни стояния грунтовых вод по отдельным участкам. Число локальных скважин зависит от площади, где проводят регулирование уровней грунтовых вод, примерно на 100...150 га достаточно одной скважины на равнинном рельефе. Для оценки стока и выполнения воднобалансовых расчетов по массивам на коллекторно-дренажной сети имеются водомеры.

4. Краткая характеристика водомерных устройств

Устройство	Основные размеры	Место применения
Водослив Чиполетти (ВЧ)	$b = 0{,}5...3$ м, $m = 1:4$	Транзитные участки каналов $Q \leqslant 7$ м³/с; $Q_{max}/Q_{min} = 8$
Водослив Иванова (ВИ)	$b = 0{,}5...3$ м, $m = 1:1$	То же
Водомерный порог САНИИРИ (ВПС)	$b = 1...6$ м, $m = 0...1$	Транзитные участки каналов $Q = 60$ м³/с; $Q_{max}/Q_{min} = 10$
Водомерный лоток Паршалла (ВЛП)	$b = 0{,}25...2{,}5$ м	Транзитные участки каналов $Q \leqslant 4$ м³/с; $Q_{max}/Q_{min} = 8$
Водомерные сходящиеся насадки (ВНс)	Круглые, прямоугольные квадратные a (d)	Малые транзитные каналы $Q \leqslant 1$ м³/с; $Q_{max}/Q_{min} = 4$
Напорные трубчатые водовыпуски (ТСУР)		$Q \leqslant 50$ м³/с
Водомерные приставки к водовыпускам (ВП-1, ВП-2)	$\omega = 0{,}785\ a^2$, $b:a = 1:2$	Водовыпуски на каналах $Q \leqslant 10$ м³/с
Трубчатый водомер-водовыпуск (ВВТП)	$L_{тр} \geqslant 6D$, ДРС = 66	Водовыпуски на внутрихозяйственной сети
Водомер для лотковой сети (ВЛ—74)	$L_{пр} = 1{,}5\ a$	Транзитные участки лотковой сети
Водомер-регулятор трубчатый с насадком (ВРТ)	$L_{тр} \geqslant 6D$	На внутрихозяйственной сети $Q \leqslant 3$ м³/с
Водомерное устройство с регулируемым истечением (ВУРВ-ЛВ)		На транзитных участках каналов $Q_{max}/Q_{min} \leqslant 10$
Водомерное устройство на трубопроводе насосных станций (ВУИТ)	По перепаду давления Z, дифманометр ДМ	Трубопроводы насосных станций $D \leqslant 600$ мм
Контрольные фиксированные русла (КФР)	Полигональное сечение с уклоном дна 1 : 8	Каналы с малой скоростью течения, коллекторы
Утроенные водомерные насадки (УВн)	Круглые и прямоугольные	Каналы, коллекторы $Q \leqslant 1$ м³/с; $Q_{max}/Q_{min} < 10$
Водомерное устройство торцовый водослив (ТВ)	$H = 0{,}05...0{,}6$ м	Устья дрен $Q \leqslant 0{,}3$ м³/с
Водомерное устройство для коллекторов (ВУ)	Полка приставки $L_{пр} = 1{,}3\ d$, ДРС = 66	Открытые коллекторы и дрены

4. Здания для размещения эксплуатационного персонала и рабочих, а также производственные постройки — склады, гаражи, мастерские и др. По опыту существующих систем полезная площадь жилых построек составляет 0,2...0,25 м²/га, производственных — 0,1...0,15 м²/га. Стоимость строительства зданий 70...80 р/га. Для рабочих, служащих, инженерно-технических работников (ИТР) УОС необходимо организовать эксплуатационный городок. На головном участке системы и на узловых сооружениях, где

организовано круглосуточное дежурство линейного персонала, на участках системы, где проводят ремонтные работы, для размещения сезонных рабочих должны быть здания. Хорошие жилищные условия с бытовыми постройками — магазинами, банями, складами, клубами, школами, медпунктами обеспечат высокую культуру труда работников службы эксплуатации. В проектах новых систем предусматривают производственные базы и строительство жилых зданий для эксплуатационного персонала.

В расчетах принимают на одного человека жилой площади 10...12 м² и 8 м² административных зданий. В поселках до 1000 человек строят клуб на 150 мест, медицинский пункт на 20 посещений, баню на 8...10 мест, гостиницу на 3...5 мест, предусматривают водоснабжение, теплоснабжение, газоснабжение, электроснабжение и телефонизацию. Например, для УОС, обслуживающего оросительные системы на площади 30 тыс. га, число постоянных рабочих, служащих и ИТР составит 200...240 человек, всего населения — более 500. Понадобится построить эксплуатационный городок с жилой площадью 5 тыс. м² (10 домов по 12 квартир), контору, лабораторию, клуб, баню и другие производственные постройки (мастерские, гаражи, склады, навесы). Разрабатывают нормативы потребности жилого фонда и производственных построек для эксплуатационной службы. На многих построенных системах жилой фонд и производственная база создавались за длительный период эксплуатации.

5. Электрические линии и трансформаторы. Электрическая энергия должна быть подведена к эксплуатационному городку, головному сооружению, узловым сооружениям, к мастерским и производственным постройкам. Стоимость электрических линий для нужд эксплуатации 10...15 р/га. На основных сооружениях проектируют затворы с электроподъемниками; электроэнергия используется на ремонтных работах и очистке каналов.

6. Подсобные предприятия системы — мастерские, механические базы, строительные дворы и карьеры. Стоимость их 10...15 р/га. Для выполнения основных ремонтных работ и для технического обслуживания внутрихозяйственной сети УОС имеет свою базу. По опыту работы строительных организаций Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР на выполнение подрядных работ в 1 млн. р. основные фонды строительных организаций составляют 0,6...0,7 млн. р. При объеме ремонтных работ и очистке сети на системе в 0,5 млн. р. производственная база составит с основными фондами 300...350 тыс. р.

7. Машины, транспорт, инструменты, инвентарь для эксплуатационных работ. Стоимость машин и транспорта 15...20 р/га. Потребность в машинах для выполнения ремонтно-строительных работ на гидромелиоративных системах определяют по условиям эксплуатации, парк обновляют и вносят коррективы в расчеты в зависимости от объемов ремонтных работ. В процессе эксплуатации системы оснащают парком машин с учетом видов и объемов ремонтных работ. Для ориентировки в таблице 5 приведен парк

5. Состав парка машин для ремонтно-эксплуатационных работ на площади обслуживания УОС 30 тыс. га

Машина	Управление	
	оросительных систем	осушительных систем
Автобетоносмеситель вместимостью 2,5...4 м³	1	1
Автогрейдер	2	3
Автомобиль-цистерна вместимостью 3,8 м³	2	2
Бетономешалка вместимостью 0,5 м³	1	1
Бульдозеры	8	9
Грейдеры	1	1
Земснаряды подачей 80...100 м³/ч	2	1
Камнеуборочная машина	—	1
Каналоочистители производительностью 30 м³/ч	3	6
Катки кулачковые	1	1
Корчеватели	—	1
Косилки на тракторе	6	50
Косилки плавучие	2	2
Краны автомобильные грузоподъемностью 5; 6,3 т	2	2
Машина для бурения скважин	1	—
Машина для промывки дрен	—	2
Планировщики длиннобазовые	8	9
Поливочная машина вместимостью 3,8 м³	1	1
Растворомешалка	1	1
Скреперы прицепные вместимостью ковша 3,7 м³	8	1
Тракторы гусеничные грузоподъемностью 6, 10 т	8	28
Экскаваторы одноковшовые вместимостью ковша, м³:		
1	1	—
0,65	2	1
0,4	4	4
Экскаваторы на тракторе «Беларусь»	3	4
Автомобили ГАЗ-69	8	8
Автомобили грузовые	12	8

машин для проведения ремонтно-эксплуатационных работ на оросительных и осушительных системах в РСФСР.

8. Лаборатория в УОС для производственных исследований в целях совершенствования систем и улучшения эксплуатации. Стоимость оборудования лабораторий 5...6 р/га. В лабораториях проводят анализы почв и грунтовых вод, определяют влажность почв по участкам, коэффициенты впитывания и фильтрации грунтов, составляющие водно-мелиоративных балансов и др. Мелиоративная группа УОС из 5...6 человек имеет лабораторное оборудование из расчета на одного лаборанта оборудования 2...3 тыс. р. По мере совершенствования техники лабораторных анализов стоимость оборудования повышается.

9. Эксплуатационная обстановка на каналах и сооружениях — километровые столбы, пикеты, углы, реперы, марки, знаки-указатели, контрольные створы на каналах, контрольные участки замеров деформаций на лотках, трубопроводах, дренах, коллекторах, закладные части на сооружениях, контрольные скважины, пьезометры, щелемеры и др. Стоимость эксплуатационной обстановки на системах 3...4 р/га.

На сооружениях IV и III классов капитальности ведут систематические натурные наблюдения и исследования для оценки их работы в процессе эксплуатации.

10. Служебные (инспекторские) дороги вдоль каналов и коллекторов для осмотра каналов и сооружений, а также для ремонтов. Ширина дорог не менее 4,5 м, дороги профилированные, закрепленные на участках со слабыми грунтами. Стоимость служебных дорог 15...20 р/га. Необходимо выделить полосы отвода вдоль каналов и около узловых сооружений.

Деревья, посаженные вдоль каналов и отдельными массивами, затеняют каналы и перехватывают фильтрационные воды. Древесный материал используют для текущих ремонтных работ. В ведении УОС площадь посадок деревьев составляет 1,5...2 % площади системы. Стоимость лесных посадок на системах 15...20 р/га. Для посадок подбирают плодовые деревья и шелковицу. Посадки деревьев проводят в 4...6 рядов вдоль основных каналов и дорог. На землях, неблагополучных в мелиоративном отношении, лесные посадки занимают 7...8 % площади системы, в том числе в ведении межхозяйственной эксплуатационной службы УОС 2...3 %. Посадки рощ деловой древесины на головных участках систем в поймах рек обеспечивают потребность в лесоматериале для ремонта и защиты от паводков.

6. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПЛАНЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ

Эксплуатационная служба разрабатывает предложения по совершенствованию систем и улучшению эксплуатации, проводит производственные исследования для оценки перспектив развития систем. На основе этих исследований эксплуатационная служба составляет перспективные планы развития систем, решает, какая система может быть на современном уровне. Ежегодно планы уточняют с учетом новых предложений, возникших в результате производственных исследований. Назначение плана — совершенствование, использование резервов и доведение системы по техническому состоянию до I, II разряда.

В перспективном плане выделяют следующие разделы:

перечень перспективных мероприятий, которые необходимо выполнять для совершенствования системы;

оценка эффективности рекомендуемых мероприятий на основе собственных производственных исследований и научных предложений;

техническая разработка предложений для данного этапа. Определение объемов реконструктивных работ и затрат на совершенствование системы. Возможные конструктивные варианты перспективных решений;

установление очередности проведения проектных предложений и порядок выполнения работ по совершенствованию системы. Подготовка предложений для осуществления разделов перспективного плана. Включение отдельных мероприятий в план проектирования и строительства на предстоящий год.

Перспективный план развития системы — это первичный документ, на основании которого разрабатывают технические проекты по дооборудованию и совершенствованию системы. В процессе эксплуатации при анализе показателей работы системы выявляют резервы и возникают предложения по совершенствованию системы и улучшению эксплуатации. Их уточняют производственными исследованиями на опытных участках и закрепляют в перспективном плане развития системы. Предложения уточняют по мере совершенствования техники в течение многих лет, пока не возникнет возможность их осуществить. Перспективные планы развития систем — это творческий инженерный труд эксплуатационных работников, которые инженерными расчетами в первых вариантах намечают предложения по совершенствованию систем с учетом собственного опыта эксплуатации.

В перспективных планах развития гидромелиоративных систем разрабатывают предложения по обновлению (реновации) систем, включающие в основном следующие вопросы:

повышение коэффициентов использования орошаемых и осушаемых земель в зоне системы. В настоящее время этот коэффициент составляет в основном 0,5...0,6, очень много земель выпало из орошения или осушения по разным причинам. Необходимо довести этот коэффициент до 0,8...0,85;

улучшение водообеспеченности оросительных систем, устранение критических периодов в работе, изучение водных ресурсов систем и разработку предложений по их использованию в критические периоды. На многих системах ощущаются недостатки воды в отдельные периоды, что снижает урожайность культур;

повышение КПД систем за счет бетонирования каналов, строительства лотков и трубопроводов. Упорядочение оросительной сети позволит довести протяженность каналов не более чем до 20... 25 м/га. В настоящее время в районах Средней Азии на существующих системах протяженность постоянных каналов составляет 30...50 м/га, на многих таких системах КПД равен 0,55...0,65;

улучшение мелиоративного состояния земель, снижение засоления земель, создание пресной подушки грунтовых вод. Уровни грунтовых вод должны быть не выше 2,5...3 м и засоление почв на отдельных участках не более 0,3...0,4 % массы почв. В настоящее время в районах Средней Азии и в Закавказье массивы засоленных земель составляют 40...50 % общей площади орошения. Эксплуатационная служба может улучшать мелиоративное состояние земель за счет хорошего режима работы системы, совершенствования водопользования и развития коллекторно-дренажной сети;

снижение поступления наносов в систему из рек и соответственно объемов очистки каналов от наносов до 5...6 м³/га и менее. За счет инженерных мероприятий по борьбе с наносами можно снизить объемы очистки наносов в сети. Благодаря этому эксплуатационная служба может усилить внимание проведению надежного планового водопользования;

внедрение узловой схемы системы, выделение участков канала

для каскадного регулирования водораспределения по длине каналов. При узловой схеме системы повышается надежность планового водопользования. Узловая схема системы — необходимый этап по внедрению автоматизации учета воды и диспетчерского водораспределения;

улучшение эксплуатационного оснащения (диспетчерская связь, посты учета воды, скважины, здания, производственная база, электроэнергия, лаборатории, дороги, лесные посадки) в целях четкого планового водопользования. Эксплуатационное оснащение трудно нормировать. Его подбирают в основном в процессе эксплуатации с учетом особенностей систем;

увеличение посадок деревьев на системе вдоль каналов, дорог и в зоне узловых сооружений в полосах отвода земель. Породы деревьев и конструкции лесных полос подбирают в процессе эксплуатации систем. Посадки деревьев на системах должны составлять 4...5 % площади системы в хозяйствах и в ведении УОС;

внедрение местной и диспетчерской автоматизации маневрирования щитами на узловых сооружениях, автоматического учета воды по основным гидропостам. Возникают значительные трудности в выборе надежных конструкций автоматов и в организации их обслуживания;

подбор комплекта машин для механизации эксплуатационных работ — очистки и окашивания каналов, ремонта сооружений, промывки дрен и коллекторов, защитно-регулировочных мероприятий и др. Предстоит большая работа по механизации всех процессов эксплуатационных работ, приспособления каналов к механизации без ручных доделок;

водоустройство на системах, развитие прудов, обводнительных каналов, обособленных каналов для подачи воды в населенные пункты, орошение зеленых насаждений и приусадебных участков и др.

По всем указанным вопросам разрабатывают предложения по развитию системы с реализацией их в процессе совершенствования.

Ниже приведены перспективные планы развития отдельных систем.

Перспективным планом развития Вахшской оросительной системы (1950 г.) в Таджикистане предусматривалось увеличение коэффициента земельного использования с 0,65 до 0,8, КПД с 0,35 до 0,75, уменьшение объемов водозабора с 25 тыс. до 17 тыс. м³/га и объемы очистки наносов в каналах с 25 до 8 м³/га. За 30 лет развития системы показатели значительно улучшились, но до проектных они не доведены.

В перспективном плане развития Ингулецкой оросительной системы в Николаевской области УССР намечалось: развитие коллекторно-сбросной сети для отвода избыточных вод за пределы системы; повышение КПД сети с 0,54 до 0,7 за счет бетонирования каналов; увеличение объемов системных водохранилищ и прудов до 5...8 % объема водозабора за вегетацию; устройство водовыпусков из каналов для увеличения площади орошаемых земель в годы средней обеспеченности по осадкам на 25...30 % по сравнению с проектными 60 тыс. га (подвижное орошение); автоматизация головной насосной станции и узловых сооружений; увеличение числа узловых сооружений со сбросом воды из магистрального канала; снижение числа точек выдела воды в хозяйства на межхозяйственной сети с 3,1 до 2,0 на 1 000 га орошаемых земель; увеличение эксплуатационного оснащения — постов учета воды, телефонных линий, зданий,

машин и др.; повышение степени механизации эксплуатационных работ путем подбора комплектов машин и приспособления каналов для механизации; внедрение планового водопользования на основе применения ЭВМ при расчетах дифференцированных режимов орошения. Ингулецкая система введена в эксплуатацию в 1958 г., за годы эксплуатации (1958...1978) система совершенствовалась, и балансовая стоимость устройств почти удвоилась.

Значительные работы по совершенствованию и дооборудованию проводят на отдельных звеньях систем — головном участке, межхозяйственной и внутрихозяйственной сети. Потребность в дооборудовании и переустройстве возникает после 5...10 лет эксплуатации в связи с обновлением техники, а также уточнением решений на основе производственных исследований. Оросительные системы, построенные с 1950 по 1965 г. на юге Украины, в Ростовской области, на Северном Кавказе, в Поволжье, нуждаются в переустройстве для повышения КПД, улучшения мелиоративного состояния земель и внедрения широкозахватной дождевальной техники. Значительные реконструктивные работы проводят на осушительных системах с целью двухстороннего регулирования влажности почвы. Системы переустраивают и дооборудуют на основе перспективных планов развития систем при активном участии эксплуатационной службы.

В состав работ по переустройству и дооборудованию отдельных звеньев систем входит следующее:

на головных участках систем совершенствование водозаборного сооружения, берегоукрепительные работы в русле реки, устройство дамб, шпор, струенаправляющих щитов для снижения поступления наносов, сбросных сооружений на каналах для гидравлической промывки наносов, электрификация сооружения, увеличение эксплуатационного оснащения (пост учета воды, примерные створы, береговые знаки, реперы, пьезометры, щелемеры и др.), озеленение участка, посадка деревьев, рощ деловой древесины;

на межхозяйственной сети каналов изменение трассы каналов, устройство обособленных отводов в населенные пункты, строительство узловых сооружений, бетонирование каналов или замена каналов лотками и трубопроводами, устройство участков каналов для очистки земснарядами, контрольных поперечников, реперов, пикетов, километровых столбов и др., дорог и переездов, развитие посадок деревьев;

на внутрихозяйственной сети уменьшение числа точек выдела воды, протяженности каналов, укрупнение поливных участков, планировка земель, развитие коллекторной сети и дренажа, дорожной сети и посадок деревьев, увеличение числа водовыпусков-водомеров, числа прудов, внедрение более совершенной поливной техники;

на отдельных сооружениях электрификация, строительство щитов-автоматов, водомеров, реперов, знаков, пьезометров, зданий, телефонных линий, дорог, посадка деревьев.

Необходим большой творческий труд эксплуатационных работников, чтобы все звенья системы четко работали и каждое звено

могло выполнить поставленную задачу. При проектировании систем звенья рассчитывают на максимальные нагрузки, на один режим. При эксплуатации возникают многовариантные задачи и сложные режимы работы, для выполнения которых необходимо дооборудовать или изменить отдельные детали звена. Совершенствование систем с учетом научных достижений и собственного опыта становится важной задачей эксплуатационной службы. В процессе эксплуатации осуществляют обратные связи, с учетом которых разрабатывают предложения по совершенствованию звеньев систем.

В районах Средней Азии и Закавказья имеется много старых оросительных систем, которые нуждаются в переустройстве и дооборудовании. Старые системы реконструируют следующим образом:

1. Составляют перспективные схемы развития систем в каждом хозяйстве и по межхозяйственной части систем. В перспективных схемах рассматривают три стадии переустройства: I — улучшение существующего состояния систем при улучшенной поливной технике, под которым понимают сокращение протяженности постоянных каналов до 20...25 м/га, числа точек выдела воды из межхозяйственной сети до 1...2 на 1000 га, увеличение числа водовыпусков, планировку земель, строительство коллекторов и дрен и др.; II — совершенствование систем при перспективной поливной технике (машины), бетонирование каналов, строительство лотков и трубопроводов, закрытого дренажа и др.; III — совершенствование систем при автоматизации учета воды, водораспределения и поливов.

2. Согласно перспективным схемам развития систем, составляют технорабочие проекты по переустройству на короткие периоды по мере организации работ с учетом новой техники. Перспективные схемы и технорабочие проекты разрабатываются проектными группами в УОС при участии гидротехников хозяйств. В перспективных схемах рассматривают размещение поселков, севооборотных массивов, производственной базы, животноводческих ферм, а также бригадных массивов и в связи с этим расположение основной сети каналов, сооружений, коллекторов и др. Уточнения и дешифровки проводят на плановом материале в масштабе 1 : 10 000 или 1 : 5000. Типовые перспективные схемы организации территории и переустройства сети в хозяйствах разрабатывают по зонам. Схемы служат образцами для проектных групп УОС.

3. Подготавливают специальные республиканские постановления, в которых определяют порядок составления и утверждения схем и технорабочих проектов, о финансировании работ и проведении переустройства, а также указания и нормативы по переустройству систем. Проводят паспортизацию систем для оценки технического состояния по четырем разрядам: I — техническое состояние хорошее, переустройство не нужно; II — состояние удовлетворительное, требуется частичное дооборудование и переустройство в размере 10...25 % существующего; III — состояние недо-

статочное, нуждается в значительном переустройстве и дооборудовании в размере 26...50 % существующего; IV — состояние неудовлетворительное, требуется коренное переустройство в размере более 51 % существующего. Техническое состояние систем оценивают по десяти разделам. Системы переустраивают по очередности — в первую очередь IV и III разрядов, чтобы довести их до I, II разрядов.

4. Для разработки нормативов по переустройству и эксплуатационному оснащению систем необходимо организовать по зонам (областям) опорно-показательные системы и составить для них проекты эксплуатации, которые будут служить эталоном для соседних систем. Через десять лет по мере совершенствования приемов эксплуатации эти нормативы обновляют. В проектах эксплуатации систем будет обобщен опыт за предыдущие десять лет и представлены рекомендации для внедрения новых, более совершенных приемов эксплуатации. Производственная база для эксплуатации систем развивается с учетом опыта опорно-показательных систем.

5. Для внедрения новой поливной техники в передовых совхозах опорно-показательных систем необходимо строить опытно-показательные участки площадью 100...150 га. На этих участках ведут наблюдения за работой поливной техники, уточняют нормы технического обслуживания, собирают статистические данные для оценки надежности работы поливной техники. Такие участки будут служить очагами широкого внедрения в хозяйствах перспективной поливной техники при переустройстве систем.

6. На межхозяйственных гидромелиоративных системах необходимо внедрять хозрасчет, ввести плату за воду, подаваемую в точки выдела воды в хозяйства. При установлении тарифов платы за воду предусмотреть возможность создания фондов в УОС на переустройство и дооборудование межхозяйственной части систем. В первую очередь необходимо уменьшить число точек выдела воды в хозяйства и оснастить все точки выдела постами учета воды. Оплату подачи воды в точки выдела поставить в зависимость от равномерности подачи расходов воды на поливы: чем меньшие колебания расходов, тем лучшие условия для планового водопользования, тем выше КИВ и КПД. За счет внедрения хозрасчета на оросительных системах в Киргизской ССР улучшилось водопользование, снизились колебания расходов на 14 % при подаче воды в точки выдела в хозяйства.

При внедрении хозрасчета на гидромелиоративных системах водопользование проводят более экономно, снижаются потери воды на сбросы, повышаются КПД и КИВ на системах.

7. ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ

Эксплуатация гидромелиоративных систем организована следующим образом: внутрихозяйственная служба эксплуатации для обслуживания внутрихозяйственных мелиоративных устройств и

проведения планового водопользования или регулирования влажности почвы на орошаемых и осушаемых землях; межхозяйственная служба эксплуатации для обслуживания межхозяйственной сети и сооружений на гидромелиоративных системах (УОС); эксплуатация источников орошения, крупных каналов, гидротехнических узлов и водохранилищ — управления по бассейнам рек, управления каналами, гидроузлами, водохранилищами.

Принцип организации эксплуатации гидромелиоративных систем заключается в следующем:

выясняют природные условия в зоне системы за 25 лет, определяют характерные годы по водоносности и засушливости — 95, 75, 50, 25 и 5 %-ной обеспеченности. По материалам метеостанций и опорных гидрометрических постов Управления гидрометеорологической службы собирают данные по осадкам, температуре воздуха, испаряемости, расходам реки, уровням грунтовых вод. По этим данным выясняют, какие условия могут быть в зоне системы и что ожидается на ней;

определяют возможности системы: режимы подачи расходов и сбросов воды, изменение уровней грунтовых вод. Из проектов строительства системы подбирают данные о системе — планы, почвенные и гидрогеологические карты, разрезы, карты бассейнов малых речек, исполнительные чертежи, паспорта и др.;

организуют производственные исследования для получения данных о работе системы и выявления резервов системы в характерные годы, оснащают системы всем необходимым для эксплуатации — постами учета воды, скважинами, контрольными поперечниками, реперами, опытными участками для оценки надежности действия звеньев системы и др. По данным исследований уточняют возможности системы и допуски при регулировании расходов воды;

на основе производственных исследований составляют перспективный план развития системы, определяют возможности использования резервов системы;

на основе производственных исследований уточняют технологические графики эксплуатационных работ, подбирают машины для эксплуатационных работ, уточняют размещение эксплуатационного оснащения и штата для планового водопользования и регулирования водного режима на осушаемых землях.

Задачи внутрихозяйственной службы эксплуатации:

составление плана водопользования и регулирования влажности почвы на полях при осушении, получение воды в точках выдела для орошения или сброса в точках сброса при осушении, распределение воды для поливов между бригадами, контроль хода полива и увлажнения полей, подготовка поливной техники и поливальщиков, производственные исследования по орошению, осушению и улучшению мелиоративного состояния земель в хозяйстве;

поддержание в рабочем состоянии оросительной и осушительной сети, ремонт сооружений, лотков, трубопроводов, очистка ка-

налов от наносов и зарастания, руководство работами по нарезке временной сети и планировке земель, поддержание эксплуатационного оснащения (посты учета воды, скважины, связь, машины, устройства для поливов и др.) в рабочем состоянии;

проведение работ по переустройству и дооборудованию внутрихозяйственной сети и по улучшению мелиоративного состояния земель, внедрение новой техники полива и новых предложений по учету воды, техническое обслуживание внутрихозяйственной сети управлениями эксплуатации УОС, развитие орошения в хозяйстве, проведение поливов силами районных производственных организаций РПО «Полив», где сосредоточена дождевальная техника и ее обслуживание. В этом случае внутрихозяйственная служба эксплуатации является заказчиком и контролирует выполнение работ. Число единиц эксплуатационного штата в хозяйствах подбирают по нормативам, которые утверждены по республикам.

В Узбекской ССР в 1970 г. утверждены типовые штатные нормативы эксплуатационных работников в хлопкосеющих совхозах: главный инженер-гидротехник — на хозяйство с площадью орошения более 3 тыс. га; старший инженер-гидротехник — при площади орошения менее 3 тыс. га; инженер-гидротехник — на отделение при площади более 0,6 тыс. га; техник-гидротехник — на отделение при площади менее 0,6 тыс. га; диспетчер-инженер — на хозяйство при трех производственных участках; агромелиоратор — на хозяйство при площади лесных посадок 200 га; инженер-землеустроитель — на хозяйство при площади орошения более 6 тыс. га; старший инженер-механик — на хозяйство при десяти землеройных машинах; инженер-механик — на хозяйство при 5...10 землеройных машинах; инженер-механик — на насосную станцию мощностью до 3 тыс. кВт.

В РСФСР с 1965 г. действуют штатные нормативы эксплуатационной службы в хозяйствах: главный инженер-гидротехник — на хозяйство при площади орошения более 2 тыс. га; старший инженер-гидротехник — на хозяйство при площади орошения 0,75...2 тыс. га; инженер-гидротехник — на хозяйство при площади орошения 0,3...0,75 тыс. га; техник-гидротехник — на хозяйство при площади орошения 0,1...0,3 тыс. га; на каждые дополнительные площади орошения в 1000 га устанавливают должность техника-гидротехника; число работников для обслуживания насосных станций в зависимости от расхода воды: до 0,5 м³/с — 1 человек; 0.5...1 м³/с — 2; 1,1...3 м³/с — 3; 3,1...10 м³/с — 4 и 11...30 м³/с — 5 человек.

Внутрихозяйственная служба эксплуатации совместно с агрономами добивается согласования поливов с обработками, совершенствует поливную технику, внедряет передовой опыт и научные предложения по мелиорации земель, уточняет нормативы для планового водопользования. При усилении внутрихозяйственной службы эксплуатации межхозяйственная служба УОС сосредоточит внимание на совершенствовании систем.

Задачи межхозяйственной службы эксплуатации (УОС):

определение водных ресурсов системы, повышение оросительной способности источников орошения, распределение воды между системами. Точный учет водных ресурсов системы обеспечивает четкое плановое водопользование;

забор воды в системы по плану или отведение ее с массивов в расчетные сроки, распределение воды по массивам, каналам, точкам выдела, составление планов водораспределения по системам, оказание помощи хозяйствам в планировании и осуществлении водопользования;

контроль использования воды в хозяйствах при орошении и выполнения мелиоративных работ при осушении, установление лимитов подачи воды в хозяйства и на отдельные массивы в случае ухудшения мелиоративного состояния земель;

поддержание в рабочем состоянии межхозяйственных каналов и сооружений, ремонт сооружений и очистка каналов и коллекторов, проведение работ по повышению КПД каналов и улучшению мелиоративного состояния земель, техническое обслуживание внутрихозяйственной мелиоративной сети и сооружений;

производственные исследования на системе, изучение показателей работы системы и выявление резервов. На основе производственных исследований составляют перспективный план развития системы для совершенствования устройств системы и улучшения эксплуатации;

переустройство и дооборудование системы, улучшение технического состояния системы, чтобы она была на высоком техническом уровне не ниже II разряда, оказание помощи хозяйствам в проведении работ по совершенствованию внутрихозяйственной части системы;

содействие развитию мелиоративных работ в зоне системы, быть заказчиком нового строительства и прием в эксплуатацию законченных объектов в зоне системы.

По опыту эксплуатации оросительных систем для обслуживания межхозяйственной части систем число единиц эксплуатационного штата составляло на 1000 га орошаемой площади 4...4,5 единицы. По данным паспортизации оросительных систем, в эксплуатации было занято из общего числа эксплуатационных работников: инженеров — 11,3 %, техников — 24,6, водных объездчиков — 38,4, регулировщиков и других — 25,7 %. В связи с повышением технического уровня систем возрастает удельный вес инженеров и техников. Так, в Узбекской ССР эксплуатационных работников на 1000 га орошения приходится 4,5, в том числе инженеров и техников 2,8 человека (62 %).

В зависимости от условий водораспределения на гидромелиоративных системах организованы эксплуатационные управления:

на реках, где проводят большие мелиоративные работы, для учета водных ресурсов и распределения воды между системами организованы бассейновые эксплуатационные управления. Число бассейновых управлений будет возрастать по мере увеличения числа водохранилищ и крупных каналов по перераспределению

стока. Например, в Узбекистане организован Зеравшанский долинный водхоз для распределения водных ресурсов в четырех областях на площади 550 тыс. га из источников — р. Зеравшана, Амубухарского канала, Амукаракульского канала, Каттакурганского и др.;

для эксплуатации крупных межхозяйственных каналов (искусственные источники орошения) организованы управления эксплуатации каналами. В управлениях выделяют отделения (одно отделение на 50...120 км канала), в отделениях — гидротехнические участки (один участок на 20...25 км канала), в гидротехнических участках — участки обслуживания водных объездчиков по 10...13 км канала, на узловых сооружениях — техник и 3...4 регулировщика. Управление эксплуатации каналом осуществляет забор воды из реки и распределяет воду по водовыпускам из канала по планам водопользования УОС;

для эксплуатации оросительных и осушительных систем организованы УОС на мелиорированной площади 10...60 тыс. га и более. В обслуживании УОС может быть одна или несколько систем. Условия эксплуатации облегчаются, если УОС обслуживает одну систему и границы систем совпадают с административными границами;

в районах, где преобладают малые системы, обслуживающие отдельные хозяйства, существуют отделы водного хозяйства при райисполкомах. Они планируют развитие водного хозяйства в районе и контролируют состояние эксплуатации в хозяйствах;

во всех областях организованы областные управления мелиорации и водного хозяйства, которые имеют в распоряжении проектные группы, строительные и механические базы. Они проводят работы по эксплуатации систем в области.

В управлениях оросительных и осушительных систем выделяют производственные участки по принципу:

в УОС, объединяющих малые системы IV и V классов с площадями 1...5 тыс. га, организованы участки по обслуживанию из расчета один на 2...4 хозяйства. Штат участка — гидротехник, гидрометрист, водные объездчики и регулировщики на сооружениях. Участки расположены на узловых сооружениях. В распоряжении участков выделен транспорт, материалы и инструменты для выполнения первоочередных эксплуатационных работ;

в УОС, обслуживающих системы с площадью от 6 тыс. до 50 тыс. га и более, выделяют: головные участки по забору воды в системы; участки по обслуживанию магистральных каналов для распределения воды по массивам; участки по обслуживанию хозяйств для подачи воды в точки выдела и контроля за использованием воды при орошении, а также за выполнением мелиоративных работ при осушении в хозяйствах;

на системах с площадью более 40...50 тыс. га организованы эксплуатационные отделения для обслуживания устройств на площадях в 10...25 тыс. га.

Эксплуатационный штат по звеньям системы: в управлениях

систем — 10...25 человек, в том числе инженеров 4...12; в эксплуатационных отделениях — 10...20; на головном участке больших систем — 14...16, в том числе инженер 1, техников 2...3, регулировщиков и ремонтных рабочих 8...10 ч; на участках магистрального канала большой системы — 12...14, в том числе инженеров 1...2, техников 3...4, водных объездчиков и регулировщиков 8...10; на участках по обслуживанию хозяйств — 8...12, в том числе инженер 1, техников 2, водных объездчиков и регулировщиков 6...10.

Линейный персонал систем подбирают по нормативам: участковый гидротехник — на 2...4 хозяйства, но не менее 3,5 тыс. га, или 25 км каналов с расходом более 10 м³/с, или 80 км каналов с расходом менее 10 м³/с, или 30 км дамб; участковый гидрометрист на 10...15 гидрометрических постов; гидротехник сооружений на узловое сооружение с расходом более 25 м³/с; водный объездчик обслуживает одно хозяйство, но не менее 1,8 тыс. га, или 15...20 км межхозяйственных каналов и дамб; регулировщики сооружений — три на узловое сооружение с расходом более 25 м³/с, два на узловое сооружение с расходом 10...25 м³/с, один на узловое сооружение расходом до 10 м³/с; наблюдатели гидрометрических постов и скважин — 1 человек на створ скважин и 1 человек на 8...12 гидропостов, расположенных вне узловых сооружений; надсмотрщик телефонных линий — на 40 км линий связи.

Эксплуатационный штат УОС подбирают для проведения работ, связанных с водораспределением и поливами. На ремонтные работы и очистку сети число рабочих определяют по объемам и способам выполнения работ. На системах, где воду подают насосными станциями, устанавливают дополнительный эксплуатационный персонал (табл. 6).

6. Эксплуатационный штат для систем с насосными станциями

Должность	Насосные станции, м³/с			
	до 5	6...15	16...30	31...60
Главный механик	—	1	1	1
Старший инженер-электромеханик	1	1	1	1
Старший диспетчер	1	1	1	1
Диспетчер	1	2	4	6
Электромеханик	2	4	6	6
Инженер	—	—	1	1
Старший техник	—	—	1	1
Всего	5	9	15	17

С 1971 г. введены новые ставки оплаты труда эксплуатационным работникам в зависимости от площади обслуживания систем и расходов каналов, гидроузлов и водохранилищ. Должностной оклад начальника УОС составляет 250...160 р. в месяц; главного инженера — на 10...20 % меньше оклада начальника УОС; начальника отделения УОС — 200...160 р., начальника отдела УОС — 180...150 р., старшего инженера — 150...130 р., инженера — 140...

105 р., старшего техника — 120...100 р., техника — 110...90 р., водного объездчика — 85...75 р.

Введена система премирования эксплуатационных работников: за подготовку систем в срок к вегетационному периоду — 1,5 месячного оклада при условии хорошего качества работ и снижении сметной стоимости ремонтов; за выполнение и перевыполнение годового плана производства сельскохозяйственной продукции, по данным ЦСУ, — месячный оклад при выполнении плана работ УОС, а при перевыполнении плана — за каждый 1 % превышения уровня до 15 % месячного оклада. Премии выплачивают при условии выполнения плана закупок всей сельскохозяйственной продукции хозяйствами зоны УОС. Сумма премий не должна превосходить 3,6 месячного оклада. Премирование проводят в пределах фонда заработной платы УОС.

Для эксплуатационной службы УОС утверждены устав, правила технической эксплуатации систем и должностные инструкции. Для каждой УОС уточняют организационно-технические правила проведения эксплуатационных работ — водопользования, ремонтов, совершенствования систем, составляют технологические графики проведения работ.

Управление звеньями системы основано на принципах диспетчеризации.

Диспетчеризация — это централизованное, оперативное и непрерывное управление процессом на основе технологического графика с учетом факторов, влияющих на выполнение планов. Диспетчер УОС обеспечивает согласованность действий всех звеньев системы. Диспетчеризация на гидромелиоративных системах развивается по трем стадиям:

первая — выделение диспетчерской службы в УОС, установление диспетчерской оперативной связи с производственными участками для учета и контроля хода эксплуатационных работ. Эта стадия в основном осуществлена на оросительных системах;

вторая — внедрение автоматического учета воды на системах, организация диспетчерского контроля за водораспределением по всем точкам выдела не менее четырех раз в сутки. Эта стадия внедряется. Однако отсутствие удовлетворительных приборов диспетчерского контроля и учета, а также наличие множества точек выдела воды в хозяйства на существующих системах затрудняет работы. Например, в Узбекистане число точек выдела воды в хозяйства составляет на 1000 га 5,3, что в 5 раз больше, чем должно быть. Существующие точки выдела воды оснащены постами учета воды на 70 %. Учет воды на системах проводят с погрешностями ±10...15 % и более. Необходимо разработать приборы диспетчерского учета расходов воды по водовыделам, уменьшить число точек выдела из межхозяйственных каналов и оснастить все водовыделы постами учета воды;

третья — полная диспетчеризация процесса водораспределения, при которой диспетчер циклично ведет учет расходов воды по всем точкам выдела и корректирует водораспределение с учетом сло-

жившихся условий. На этой стадии должны быть приборы, обеспечивающие возможность дистанционного изменения положения щитов на сооружениях и расходов воды на насосных станциях. Диспетчерская служба может оперативно изменять расходы воды при плановом водопользовании.

При диспетчерском управлении в УОС выделяют диспетчерскую группу и технические отделы. Технические отделы разрабатывают варианты графиков эксплуатационных работ, выбирают лучшие из них и передают на исполнение в диспетчерскую группу, которая реализует графики, в процессе работы уточняя и корректируя их с учетом сложившихся условий. Распоряжения диспетчера обязательны для всех работников системы. Диспетчеризация предусматривает разделение функций управления процессами; технические отделы разрабатывают варианты графиков, диспетчерская группа осуществляет технологические графики с учетом факторов, влияющих на выполнение планов. Полная диспетчеризация связана с автоматизацией отдельных процессов, она может быть достигнута при наличии нормативов, которые устанавливаются на системах производственными исследованиями. Основные функции при управлении системами: разработка нормативов, планирование и осуществление процессов, контроль за ходом работ, анализ данных контроля, корректирование процессов на основе опыта эксплуатации. Внедрение автоматизированных систем управления (АСУ) в эксплуатацию значительно повысит эффективность действия гидромелиоративных систем.

Примерный штат отделов и групп в областных управлениях эксплуатации оросительных систем в Узбекской ССР: проектные группы инженеров и техников 20...25 человек, отдел автоматики и телемеханики — 12, лаборатория — 6, электротехническая лаборатория — 6, мелиоративный участок вертикального и горизонтального дренажа — 10, отдел водопользования — 7, мелиоративная группа — 4. Эксплуатационный штат подбирают на каждой системе в зависимости от технического состояния ее и условий эксплуатации. По мере внедрения автоматизации и телемеханизации увеличивается штат инженеров-электриков и электромонтеров.

При эксплуатации систем УОС ежегодно составляют производственно-финансовые планы, в которых определяют объемы эксплуатационных работ на межхозяйственной части систем. Производственно-финансовые планы состоят из трех разделов.

первый — затраты, связанные с проведением водораспределения и поливов. По этому разделу затраты определяют по штатному расписанию и сметным расчетам на содержание диспетчерских устройств, транспорта, гидропостов и др.;

второй — затраты на ремонты устройств, очистку каналов, защитно-регулировочные работы и др. Объемы работ вычисляют по дефектным ведомостям, которые составляют в осенний период. По объемам работ определяют потребность в машинах. Для расчетов составляют калькуляции стоимости единицы объема ремонта с учетом условий проведения работ на системе;

третий — затраты на капитальные ремонты, дооборудование и переустройство. Объемы работ и затраты определяют по техническим проектам — чертежам и сметам. Затраты относят в счет капитальных вложений. Работы выполняют в различных объемах в зависимости от потребности. Затраты по первому и второму разделам называют прямыми эксплуатационными, они мало изменяются по годам при хорошем состоянии системы. В производственно-финансовом плане устанавливают объемы работ, сроки выполнения, потребные машины, транспорт, число рабочих и материалы. УОС ведет учет работ и представляет отчетность, по которой оценивают ход эксплуатационных работ. Основные показатели работы систем сопоставляют по годам для выяснения изменений и уточнения нормативов для составления производственно-финансовых планов. Деятельность УОС оценивает вышестоящая организация (Облводхоз, Минводхоз) по годовым отчетам на балансовых комиссиях в январе — феврале ежегодно. Основные технические данные систем ежегодно записывают в паспорта, которые составляют в период паспортизации на систему в целом, на узловые сооружения, насосные станции, крупные каналы. Паспорта периодически (примерно через 10 лет) обновляют при паспортизации систем. Ежегодно в паспорта вносят уточнения и дополнения в связи с ремонтами и дооборудованием. Паспортный учет на системах называется кадастром. В паспорте системы представлены сведения: земельный фонд, водопользователи, расходы рек, размеры каналов, водохранилищ, сооружений, пропускная способность мелиоративных устройств, КПД сети каналов, эксплуатационное оснащение, балансовая стоимость устройств, затраты на эксплуатацию, объемы эксплуатационных работ, забор воды из источника и подача в точки выдела по годам, колебание уровней грунтовых вод в режимных скважинах и др.

При паспортизации оценивают состояние сооружений и определяют инвентарную стоимость с учетом износа:

$$ИС = ПС + КР - a_r t,$$

где $ИС$ — инвентарная стоимость сооружения, р.; $ПС$ — первоначальная (балансовая) стоимость, р.; $КР$ — стоимость капитальных ремонтов и дооборудования, р.; a_r — ежегодные отчисления на восстановление первоначальной стоимости по нормативам, р.; t — возраст сооружения в годах.

На основании данных паспортизации разрабатывают перспективные планы развития систем и уточняют нормативы эксплуатационного оснащения. Для хорошей организации эксплуатации систем необходимо иметь планы (карты) в масштабе 1 : 25 000 или 1 : 50 000. На планы наносят основные данные о почвах, грунтовых водах, гидромодульные районы, устройства систем и др. Планы периодически уточняют с учетом возникающих изменений в процессе эксплуатации. Затраты на эксплуатацию систем вычисляют раздельно для внутрихозяйственной и межхозяйственной частей. При экономических расчетах определяют полную стоимость эксплуатации систем, которая складывается из трех составляющих: прямые затраты — содержание эксплуатационного штата, ремонты сооружений, очистки каналов и др.; отчисления на капитальные ремонты устройств (по единым нормативам); отчисления на восстановление первоначальной стоимости (по нормативам).

Нормативные отчисления на капитальные ремонты и восстановление называются амортизационными. Они принимаются по нормам, утвержденным Госпланом СССР в 1974 г. Гидромелиоративные системы не имеют фондов амортизационных отчислений. Необходимые средства для переустройства и капитальных ремонтов выделяют в соответствии с планами работ. При определении полной стоимости эксплуатации систем необходимо выделять три составляющих: прямые затраты, которые определяют расчетами для конкретных систем, нормативные затраты на капитальные ремонты и на восстановление. Эксплуатационная служба использует прямые затраты на эксплуатацию и частично на капитальные ремонты. При внедрении хозрасчета на системах будут создаваться фонды на развитие систем из нормативных отчислений на капитальные ремонты и восстановление.

Для новых систем при затруднениях в определении прямых затрат на эксплуатацию подсчеты проводят ориентировочно по нормам отчисления на текущие ремонты. В этом случае определяют прямые затраты в денежном выражении, что недостаточно для правильной организации эксплуатации систем.

Прямые затраты на эксплуатацию складываются из следующих составляющих: содержание эксплуатационного штата, транспорта и дополнительного персонала для обслуживания гидропостов, средств связи, автоматики и др.; ежегодный ремонт гидросооружений, насосных станций, гидропостов, средств связи, зданий, дорог, машин и др.; очистка и ремонт каналов, коллекторов, сбросов, лотков, трубопроводов и др.; поддержание в рабочем состоянии противофильтрационных устройств на каналах, устройств для борьбы с паводками и наносами, защитно-регулировочные работы; содержание лесных посадок мелиоративного назначения; производственные исследования и содержание лабораторий.

В хозяйствах затраты, связанные с агротехникой сельскохозяйственных культур (планировка земель, нарезка временной сети, проведение поливов, шлюзование и др.), учитывают в числе сельскохозяйственных затрат на мелиорированных землях.

На оросительных системах Средней Азии прямые затраты на эксплуатацию межхозяйственной сети изменялись в значительных пределах (табл. 7).

На гидромелиоративных системах по мере их совершенствования возрастает сумма амортизационных отчислений и полная стоимость эксплуатации. На системах с земляными каналами в Средней Азии в прямых затратах на эксплуатацию основную долю занимают затраты на очистку каналов. Прямые затраты на эксплуатацию систем определяют по данным годовых отчетов УОС.

Чтобы найти полную стоимость эксплуатации систем, надо к

7. Прямые затраты на эксплуатацию межхозяйственной сети

Статьи затрат	Система		Процент от общих затрат
	самотечные	с насосными станциями	
Процент от стоимости основных фондов	2,2...5,7	4,8...6,8	
Из расчета на 1 га, р.	8,4...18,9	22,8...30,8	100
В том числе содержание штата, р/га	2...4	3,5...8,1	26,2
Очистка каналов и коллекторов, р/га	3,6...12,8	6,6...14,8	40,5
Ремонты гидросооружений, р/га	1,5	3,5	11,3
Ремонт зданий, гидропостов, связи, насосных станций, машин, р/га	2,2	5,5	17,3
Другие виды работ, р/га	0,6	1,5	4,7

прямым затратам по отчетам добавить сумму амортизационных отчислений по нормам.

Во Временном положении о проведении планово-предупредительных ремонтов на системах изложены основные сведения по организации ремонтных работ:

на системах должен быть организован технический надзор за работой звеньев, обеспечивающий поддержание устройств в исправном состоянии. Надзор осуществляют силами линейного персонала — водных объездчиков, ремонтеров, механиков, электриков и др. Для определения состава, объемов и сроков проведения ремонтов на оросительных системах 2 раза в год — весной и осенью проводят осмотры устройств, обмеры, нивелирование и шурфование, на осушительных системах — 3 раза в год — весной 2 раза и осенью. При сложных условиях (высокий уровень грунтовых вод, большие защитно-регулировочные работы, просадочные грунты и др.) осмотры проводят ежемесячно. Гидромеханическое оборудование и трубопроводы насосных станций осматривают один раз в три месяца, проводят внеочередные осмотры в случае стихийных явлений (ливни, сильные ветры, пожары, землетрясения) для выявления объемов аварийных ремонтов;

составляют дефектные ведомости на основе замеров, нивелировок и шурфования по сооружениям, каналам, трубопроводам и др. с определением объемов ремонтных работ. Устанавливают объемы и сроки проведения ремонтов, вносят предложения по улучшению эксплуатации систем;

инженеры по ремонтным работам в УОС ведут технические журналы для учета выполненных работ на каждом сооружении. Данные о проведенных ремонтах записывают в паспорта сооружений ежегодно по состоянию на 1 января;

текущие и профилактические ремонты (устранение небольших дефектов и повреждений) выполняют ежегодно, капитальные — по мере необходимости при замене отдельных частей сооружений или отдельных узлов оборудования. Капитальные ремонты могут быть полные, охватывающие все сооружение, и выборочные — при

замене отдельных конструкций. На всех крупных сооружениях и на опасных участках систем должны быть запасы материалов, оборудование и инструменты для аварийных работ и пропуска паводков;

текущие ремонты сооружений и оборудования проводят по расценочным ведомостям на единицу объемов ремонтных работ. Расценочные ведомости составляют по расценкам с учетом накладных расходов. Капитальные ремонты проводят по утвержденным сметам и при больших объемах работ по проектам и сметам. В сметах на текущий и капитальные ремонты выделяют затраты на удорожание работ в зимнее время, дополнительный транспорт материалов и на малообъемность работ. При составлении смет к прямым затратам на ремонтные работы предусматривают накладные расходы, определяемые в процентах к прямым затратам. Размеры накладных расходов утверждаются Министерством мелиорации и водного хозяйства СССР: для РСФСР — 16,3 %, Узбекской ССР — 14, Белорусской ССР — 15,7 % и т. д.;

ремонтные работы на внутрихозяйственной сети выполняют в порядке технического обслуживания силами УОС за счет средств хозяйств. На ремонтные работы составляют планы и графики с разбивкой по кварталам и месяцам. В планах на текущие ремонты предусматривают резерв до 25 % стоимости на случай непредвиденных работ;

в УОС организуют строительные участки и прорабства для проведения ремонтных работ и очистки сети. Ремонтные работы также ведут подрядным способом по договорам со строительно-монтажными, ремонтно-строительными управлениями, трестами, передвижными механизированными колоннами и другими организациями. Ремонты оборудования насосных станций и вертикального дренажа выполняют на специализированных ремонтных базах. Технический контроль за ремонтными работами осуществляет эксплуатационная служба УОС и хозяйств;

после окончания ремонтов рабочие комиссии принимают работу, составляют акты после проверки в натуре качества ремонтов. В актах указывают объемы и качество работ, замечания и предложения по выполненным работам, проектную и фактическую стоимость. При обнаружении дефектов капитальный ремонт сооружений и агрегатов проводят повторно и снова проверяют агрегаты под нагрузкой;

организованы ремонтно-строительные тресты, специализированные ремонтные мастерские и специализированные ПМК для выполнения основных ремонтных работ по насосам, электрооборудованию, автоматике и др. В Узбекской ССР организовано 11 областных строительно-монтажных трестов и два республиканских — «Водспецремонт» и «Промжилводстрой». В составе трестов имеются ПМК и строительно-монтажные управления. Предприятия треста «Водспецремонт» проводят ремонт и техническое обслуживание насосных станций и скважин вертикального дренажа. Выделен пусконаладочный участок, где ведутся испытания и налалки

средств автоматики, насосных установок, диспетчерской связи и управления. Перевод эксплуатации гидромелиоративных систем на промышленную основу осуществляют путем создания современных ремонтно-эксплуатационных баз.

8. ПРИНЦИПЫ ПЛАНОВОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА СИСТЕМАХ

Плановое водопользование на оросительных системах в СССР стало возможным после завершения земельно-водной реформы в Средней Азии. Первый план водопользования составлен в 1927 г. на Майлисайской оросительной системе в Ферганской долине. За период с 1927 по 1941 г. было проведено гидромодульное районирование орошаемых земель и разработаны положения о водооборотах на оросительных системах. Водообороты, или очередное водопользование между хозяйствами, осуществлялись в 2...3 такта. По мере укрупнения хозяйств на орошаемых землях возникла необходимость непрерывной подачи воды для орошения в хозяйстве. Внутрихозяйственные планы водопользования положены в основу системных планов водораспределения.

В 1970 г. Верховный Совет СССР утвердил Основы водного законодательства СССР. В них изложены основные положения о плановом водопользовании на гидромелиоративных системах:

вода и гидромелиоративные сооружения на системах — всенародное достояние. При водопользовании надо приумножать водные богатства — рационально использовать водные ресурсы, улучшать системы, повышать плодородие почв;

необходимо проектировать и строить совершенные системы, обеспечивающие экономное использование водных ресурсов и устранение отрицательных последствий от неправильного водопользования, в эксплуатацию вводить завершенные системы, не допускать применения временных сооружений, ухудшающих мелиоративное состояние земель;

водопользование на системах проводят по плану, по лимитам, по правилам, под контролем Государственной службы — водных инспекций и управлений эксплуатации систем (УОС). Вода используется по плану (по расчету). Каждое хозяйство (водопользователь) составляет план водопользования, который утверждается. Необходимо обеспечить учет воды, забираемой и возвращаемой в источник;

ведется государственный учет водных ресурсов (водный кадастр). Составляют водохозяйственные схемы и водоземельные балансы для научного обоснования перераспределения стока воды и переброс стока в маловодные районы;

пользование водой бесплатное. На межхозяйственных системах вводят хозрасчет для оплаты затрат на эксплуатацию;

недопустимы самовольный забор воды из источника и загрязнение воды, самовольное изменение расходов воды при заборе и сбросах воды, нарушение прав на воду соседних водопользователей, повышение уровней грунтовых вод, заболачивание и засоление земель, нарушение водоохранного режима на водосборах, повреждение систем. При несоблюдении правил водопользования применяют административные, материальные и моральные меры воздействия. В союзных республиках приняты законы о водопользовании, в которых уточнены основные положения водного законодательства СССР.

Плановое водопользование на гидромелиоративных системах основано на следующих принципах:

составляют внутрихозяйственные планы водопользования, системные планы водораспределения и бассейновые водоземельные балансы. Планы утверждаются вышестоящими органами — районными, областными и республиканскими;

для лет различной обеспеченности — 95, 75, 50, 25 и 5 %-ной устанавливают лимиты забора и сброса воды для хозяйств и систем в зависимости от расходов в источниках, пропускной способности каналов и сооружений и мелиоративного состояния земель;

для планирования и осуществления водопользования в хозяйствах нормативы режимов орошения и КПД принимают по данным хозяйств с учетом рекомендаций опытных станций;

предусматривают непрерывную подачу воды для орошения в хозяйства на межхозяйственных системах. Водооборот — очередную подачу воды в хозяйства — вводят в исключительных случаях по решению вышестоящих организаций на период маловодья. Вода для орошения должна использоваться в хозяйствах круглосуточно. В засушливых районах при поливах машинами прерывистого действия вода в точки выдела поступает круглосуточно, в ночное время ее накапливают в хозяйственных прудах и используют для поливов в дневные часы;

водопользование в хозяйствах проводят под контролем межхозяйственной службы эксплуатации (УОС). Ведут учет воды в точках выдела и выход политых площадей, определяют коэффициенты использования воды при поливах (КИВ).

Планы водопользования корректируют по декадам. Воду в точках выдела в настоящее время учитывают 2...3 раза в сутки, при внедрении автоматизации учета необходимо иметь данные о расходах 4...6 раз в сутки.

Для установления права каждой системы на воду из источника орошения (реки или водохранилища) составляют водоземельные балансы, по которым устанавливают процентное вододеление от расходов воды в определенном створе реки. При водоземельных балансах проводят учет воды по створам реки через 40...50 км для характерных лет по декадам, учитывают водные ресурсы в створе, определяют возможную площадь орошения и устанавливают процентное вододеление для каждой системы. Водоземельные балансы составляют на основе исследований научных организаций. Балансы утверждаются вышестоящими организациями на 10 лет и более до повторного изучения водных и земельных ресурсов по створам. Водоземельные балансы составляют по всем межреспубликанским источникам орошения для установления лимитов водо-

распределения. В маловодных районах составляют водоземельные балансы для определения возможной площади орошения водой реки в данном створе в разные годы.

Существуют два способа определения оросительной способности реки.

Первый способ применителен для малых и средних рек, когда можно осреднить водопотребление по одному графику гидромодуля.

Из формулы

$$Q_р = q\Omega/\eta,$$

где q — ордината графика гидромодуля среднемесячная; $Q_р$ — расход воды в реке среднемесячный; η — КПД систем и русла реки на участке,

определяют возможную площадь орошения Ω.

Оросительную способность определяют за каждый месяц вегетационного периода с мая по сентябрь, в расчет принимают наименьшую площадь из пяти месяцев. Чтобы повысить оросительную способность реки, необходимо в критический период увеличить расход воды в реке за счет подпитывания из других источников, снизить ординату водопотребления или повысить КПД за счет водооборота или подачи воды по обводным каналам в целях снижения потерь воды в русле реки.

Второй способ применяют для определения оросительной способности больших рек, когда можно рассчитывать на использование стока реки за весь период вегетации:

$$\Omega_{ор} = \alpha W_в/M_{бр},$$

где α — коэффициент возможного использования стока реки за вегетацию; $W_в$ — сток реки за вегетационный период; $M_{бр}$ — оросительная норма брутто средняя для данного состава культур.

При отсутствии водохранилища на реке коэффициент возможного использования стока реки за вегетацию зависит от соотношения ординат графика гидромодуля и расходов реки по месяцам. Паводковые пиковые расходы не используются на орошение, максимальный расход воды, который понадобится на орошение, будет равен

$$Q_{max} = q_{max}\Omega_{ор},$$

где q_{max} — максимальная ордината графика гидромодуля с учетом КПД, q_{max}=1...1,2 *л*/(с·га); $\Omega_{ор}$ — площадь орошения, которая определена при предварительном расчете, когда принят весь сток реки за вегетацию.

Определение оросительной способности источников орошения необходимо для уточнения лимитов водозаборов и водоподачи по системам. При повторном определении возможной площади орошения сток за вегетацию принимают по расходам не более Q_{max}.

$$W_2 = (Q_{IV} + Q_V + Q_{max} \ldots + Q_{IX})\cdot 30\cdot 86{,}4;\ \alpha = W_2/W_1.$$

При выявлении водных ресурсов рек необходимо учитывать возвратные воды в русле и потери. При существующей технике

орошения на многих реках Средней Азии возвратные воды составляют 30...40 % притока с гор по основному створу, потери в русле — 10...20 %. Например, водные ресурсы р. Сырдарьи в Узбекской ССР оценивались по основному створу в верховьях (в км³) для лет различной обеспеченности: 50 % — 33,3...100 %, 75 % — 30,3...91 %; 90 % — 26,4...80 %; 95 % — 22,8...69 %. Возвратные воды для среднего года составляют 17,1 км³, или 51 % стока в верховьях, потери в русле — 6,8 км³, или 20 %. По мере развития систем повышаются требования к воднобалансовым расчетам, вводится автоматический учет расходов в реках и на водозаборах и диспетчерское перераспределение стока. В Киргизии в долине р. Чу внедрена автоматизированная система водораспределения в контуры оросительных систем на 30...40 тыс. га при общей площади орошения 310 тыс. га, где имеются водохранилища и притоки р. Чу.

Плановое водопользование на системах осуществляют по трем ступеням: в хозяйствах — внутрихозяйственное; в пределах межхозяйственных систем — системное и на маловодных реках — по длине водотоков между системами. Цели внутрихозяйственного водопользования — получить воду в точках выдела по плану, подать ее на поля заданными нормами в лучшие сроки и обеспечить согласованность поливов с обработками. Цели системного водопользования — забрать воду из источника по плану и распределить расходы по точкам выдела, согласно планам, вести контроль за использованием воды в хозяйствах. Цели бассейнового водораспределения — обеспечить плановое водораспределение между системами по длине реки с учетом расходов воды по створам реки.

Планы водопользования по хозяйствам составляют с 1949 г., в них определяют потребные расчетные расходы воды на поливы по декадам в точках выдела и расчетные площади поливов по культурам и декадам.

При составлении внутрихозяйственных планов водопользования устанавливают лимиты подачи воды в точки выдела, определяют площади поливов по культурам по гидромодульным районам, режимы орошения каждой культуры по гидромодульным зонам и КПД внутрихозяйственной сети. Лимиты подачи воды в точки выдела хозяйств устанавливают в зависимости от площади поливов и режимов орошения, от КПД сети каналов, пропускной способности каналов, сооружений и мелиоративного состояния земель. Существует два способа расчета внутрихозяйственных планов водопользования.

Первый способ: для хозяйства устанавливают расчетные графики гидромодулей для лет 95, 75, 50, 25 и 5 %-ной обеспеченности.

$$q_x = \sum q_i;\ q_i = \alpha M/86{,}4t,$$

где q_x, q_i — ординаты соответственно для хозяйства и для культур, л/(с·га); α — доля культуры; M — поливная норма (м³/га) за время t (сут).

Для расчетного года по графикам гидромодулей и КПД хозяйственной сети по точкам выдела рассчитывают потребные расходы воды (л/с) для орошения.

$$Q_{т.в} = q_x \omega_{т.в} \eta_{т.в},$$

где $\omega_{т.в}$ и $\eta_{т.в}$ — площадь орошения и КПД сети в точке выдела.

Полученные расходы уточняют с учетом числа работающих машин на поливе или числа поливальщиков. Например, при поливе дождевальными агрегатами ДДА-100М расчетные расходы будут кратны расходу на одну машину с учетом потерь $Q_м = 110...120$ л/с.

Второй способ: расчеты планов проводят по севооборотным массивам площадью 200...400 га. На каждый массив составляют три расчетные таблицы: режимов орошения по полям севооборотов с учетом агротехники культур; потребности воды для орошения с учетом поливной техники — числа работающих машин и норм выработки на поливах; очередности полива полей на массиве, расписания движения поливных машин по полям севооборотов. Итоговый план водопользования в хозяйстве по точкам выдела находят суммированием потребных расходов воды на поливы по массивам. Планы внутрихозяйственного водопользования, составленные вторым способом, представляют собой расчет технологического графика проведения поливов на расчетный год. Этот способ следует распространить на гидромелиоративные системы, где выращивают интенсивные культуры. Цель планового водопользования в хозяйствах — согласовать поливы с обработками, провести поливы всех площадей, намеченные в плане расчетными нормами в расчетные сроки. Воду на поля подают токами по числу машин или поливальщиков, чтобы не допустить сбросов воды, проводят сосредоточенные поливы — в одном месте за сутки поливают не менее 8...20 га, чтобы согласовать поливы и послеполивные обработки машинами. Воду для поливов подают в точки выдела круглосуточно непрерывно. При затруднениях в проведении круглосуточных поливов вода из точек выдела должна поступать в ночные часы в пруды и затем использоваться для поливов.

Для организации сосредоточенных поливов на массивах выделяют равновеликие участки одновременного полива 8...20 га. Поливы проводят дискретно по участкам, подбирают поливную технику и подают расходы воды, обеспечивающие полив 8...20 га в сутки в одном месте. Участки вводят под полив в дневные часы, поливы выполняют по графику очередности при устойчивой подаче воды и подобранной поливной технике.

Сосредоточенные поливы — это первый этап подготовки поливов к автоматизации, когда отрабатывают поливные нормы, площади одновременного полива, расходы воды, подаваемые на поливы, и продолжительность поливов. Эти дискретные величины принимают при внедрении поливов из трубопроводов и поливных машин. Эффективность сосредоточенных поливов заключается в следующем: обеспечивается цикличность полевых работ и согласованность поливов и обработок по дискретным участкам; умень-

шаются потери воды за счет сокращения протяженности действующей сети каналов; снижаются сбросы воды при поливах благодаря согласованности подачи и использования воды на поливы; обеспечивается равномерность увлажнения полей при устойчивой подаче воды на поливы, повышается урожайность; растет производительность труда поливальщиков за счет четкого графика проведения поливов по участкам. При соблюдении расчетной очередности поливов участков на массиве обеспечивается плановое водопользование всех орошаемых земель.

При поливе машинами «Фрегат» и из трубопроводов по способу МГМИ осуществляют дискретное водопользование по равновеликим участкам расчетной нормой полива, расчетной продолжительностью поливов при устойчивых расходах воды, подаваемых на поливы.

Расчетные режимы орошения (нормы и сроки поливов) устанавливают для каждой культуры по полям севооборотов, при сложных условиях — по нескольким участкам одновременного полива 20...40 га.

Оросительную норму M_1 определяют по формуле

$$M_1 = [M - (M_з + M_о + M_г)]/\delta,$$

где M — суммарное водопотребление; $M_з$, $M_о$, $M_г$ — использование соответственно запасов влаги из почвы, осадков, грунтовых вод; δ — коэффициент, учитывающий условия водопользования.

Суммарное водопотребление (м³/га) находят по одной из следующих зависимостей:

по определению коэффициентов водопотребления (А. Н. Костяков)

$$M = KУ,$$

где K — коэффициент водопотребления, м³/т; $У$ — урожайность культуры, т/га;

по испаряемости за вегетацию

$$M = \alpha 10 E_0,$$

где α — коэффициент, учитывающий испарение влаги почвой и транспирацию растений, $\alpha = 0{,}9...1{,}1$; E_0 — испаряемость за вегетацию определяется по расчетам дефицитов влажности воздуха — формула Н. Н. Иванова или таблицы А. Р. Константинова.

$$E_0 = \sum E_м;\ E_м = 0{,}0018\,(25 + t)^2(100 - a),$$

$E_м$ — испаряемость за месяц, мм; t — среднемесячная температура воздуха, °С; a — относительная среднемесячная влажность воздуха, %.

Расчеты испаряемости проводят для лет 95, 75, 50, 25 и 5 %-ной обеспеченности;

по модулю испарения и продолжительности вегетации (И. А. Шаров)

$$M = ent$$

где e — модуль испарения за вегетацию, м³/га на 1 °С; n — число дней вегетации культуры; t — среднесуточная температура воздуха за вегетацию культуры, °С.

Запасы влаги в почве определяют по полям севооборотов в зависимости от влагозарядки или осадков за ноябрь — март. Предельные запасы влаги в почве при полном насыщении слоя почвы 1,5 м определяют по формуле

$$M_з = 100Hd\,(P_{НВ} - 0{,}7P_{НВ}),$$

где H — глубина слоя почвы, м; d — средняя плотность почвы в слое, т/м³; $P_{НВ}$ — наименьшая влагоемкость, % массы почвы.

При отсутствии влагозарядки запасы влаги (м³/га) в почве за счет осадков находят по формуле

$$M_з = 0{,}5\sum M_{о\,(XI-III)},$$

где $M_{о\,(XI-III)}$ — осадки за ноябрь—март, м³/га;

Использование осадков растениями за вегетацию

$$M_о = \beta 10\sum h_м,$$

где $h_м$ — осадки за месяц, $h_м > 10$ мм; β — коэффициент использования осадков, $\beta = 0{,}7\ldots1$.

При значительных осадках за месяц в расчет принимают не более испаряемости $E_м$.

Количество использования грунтовых вод принимают при глубинах пресных вод 1...3 м.

$$M_г = E_м/e^{mh}\ \text{(формула ГГИ)},$$

где e^{mh} — параметр, зависящий от проницаемости почв m и глубины грунтовых вод h. Имеются таблицы значений e^{mh}.

Коэффициент, учитывающий условия водопользования, зависит от конфигурации массива и рельефа: при хороших условиях полива $\delta = 1\ldots0{,}95$, при трудных условиях — $\delta = 0{,}7\ldots0{,}9$.

Поливные нормы нетто $m_н$ (м³/га) определяют по формуле

$$m_{нт} = 100Hd\,(P_{НВ} - P_ф),$$

где H — глубина расчетного слоя почвы, м; d — средняя плотность почвы, т/м³; $P_{НВ}$, $P_ф$ — наименьшая влагоемкость и фактическое содержание влаги в почве перед поливом, % массы почвы.

Поливные нормы брутто вычисляют по формуле

$$m_{бр} = \gamma_1\gamma_2 m_н,$$

где γ_1 — коэффициент, учитывающий испарение влаги при поливах. При дождевании $\gamma_1 = 1{,}1\ldots1{,}2$; γ_2 — коэффициент, учитывающий просачивание воды в почву ниже расчетного слоя. При $H = 0{,}5\ldots1$ м $\gamma_2 = 1{,}1\ldots1{,}3$.

При дождевании поливные нормы принимают равными 400...600 м³/га, при бороздковых поливах — 800...1200 м³/га. Полевые культуры поливают через 12...15 сут повышенными нормами.

Сроки поливов назначают с учетом следующих условий:

для равномерности работы системы поливы начинают раньше, создают запасы влаги в почве и поддерживают их, не допуская иссушения почвы ниже 0,65...0,7 НВ в слое 1,2...1,5 м;

устанавливают расчетную очередность поливов участков на массиве, участки равновеликие, тогда поливы длятся кратное числу суток. Поливы начинают в утренние часы и не переключают расходы воды на новые участки в ночные часы. Поливные нормы уточняют с учетом продолжительности полива участков, кратно целым суткам. При цикличной организации поливов улучшается использование оросительной воды;

устанавливают технологическую продолжительность каждого полива с учетом обработок посевов и фаз развития растений. Поливы проводят в пределах технологической продолжительности и подбирают число машин для поливов, обеспечивающих выполнение каждого полива в эти сроки. В большинстве случаев на среднесуглинистых почвах один полив может продолжаться 15 сут. Из расчета полива всей площади культуры в течение 15 сут подбирают поливную технику. Поточный метод организации поливов достигается равномерной, дискретной подачей воды на поля. Равновеликие участки суточной площади поливов на массиве и подобранное число машин с резервом 1,1...1,2, а также равномерная подача воды для поливов обеспечивают устойчивый выход политых площадей и согласованность поливов с обработками.

Планы водопользования в хозяйствах корректируют по декадам с учетом погодных условий, лимита подачи воды в точки выдела и хода обработки посевов. При внедрении автоматизации водораспределения на системе по точкам выдела устанавливают расчетные расходы на 5 сут и не меняют их. В хозяйствах подбирают поливную технику, обеспечивающую полное использование воды на поливы. В практике отмечают значительные сбросы воды при изменениях расходов, когда затруднена согласованность подачи воды на поливы с производительностью поливной техники. При малом числе точек выдела воды в хозяйство, когда в одну точку подается воды для полива не менее 0,6...1 тыс. га, расчетные расходы воды на поливы определяют по формуле

$$Q_{т.в} = q_х\omega_{т.в}\gamma/\eta_{т.в},$$

где $q_х$ — ордината графика гидромодуля на соответствующую декаду для хозяйства с учетом прогноза погоды, л/(с·га); $\omega_{т.в}$ — площадь посевов под точкой выдела, га; $\eta_{т.в}$ — КПД сети от точки выдела до поля; γ — коэффициент, учитывающий особенности массива орошения по сравнению со средними условиями для хозяйства, которые учтены при расчете $q_х$.

На основе внутрихозяйственных планов водопользования составляют системные планы водораспределения по декадам на сезон поливов. В системных планах водораспределения определяют расчетные расходы источника орошения (реки) и возможные расходы водозабора и водоподачи на расчетный год (лимит); потребные заборы воды из источника орошения и расчетную водоподачу в точки выдела по заявкам хозяйств; диспетчерский график водозабора и водоподачи по точкам выдела по декадам. В графике уточняют расчетные, потребные и возможные расходы; выход политых площадей по декадам, хозяйствам и культурам.

Далее устанавливают оросительную способность одного кубического метра расхода воды за декаду, то есть соответствие вели-

чин Q и ω. В начале каждой декады корректируют диспетчерский график с учетом следующих условий: при снижении расходов водозабора расходы уменьшают в точках выдела; при выпадении осадков более 50 мм очередной полив может быть снят или сдвинут во времени; при изменении сроков полевых работ сдвигают и поливы.

Графики корректируют по заявкам хозяйств с учетом установленных лимитов водозабора и водоподачи путем пересчета потребных расходов. В УОС имеются таблицы пересчета, которые составлены в соответствии с измененными расходами.

$$\alpha = Q_в / Q_п,$$

где $Q_в$ — возможный забор воды на данную декаду; $Q_п$ — плановый расчетный расход на декаду; α — отношение расходов.

Системные планы водораспределения составляют следующим образом:

устанавливают лимиты забора воды в систему и водоподачи в точки выдела для лет 95, 75, 50, 25 и 5 %-ной обеспеченности по условиям — наличию воды в источнике, пропускной способности каналов и сооружений, мелиоративному состоянию земель;

уточняют размещение почвенно-мелиоративных категорий земель и для каждой категории устанавливают контрольные (рекомендуемые) режимы орошения культур. Почвенно-мелиоративные категории устанавливаются почвенными исследованиями в зависимости от глубины залегания грунтовых вод и степени засоления земель;

выясняют размещение культур по основным каналам, сравнивают принятые режимы орошения в хозяйствах с контрольными, составленными на основании почвенных исследований при гидромодульном районировании земель;

проверяют внутрихозяйственные планы водопользования с учетом лимитов и гидромодульного районирования; определяют расчетную потребность в воде для орошения и выход политых площадей по декадам по хозяйствам (по точкам выдела);

уточняют расчетный год по водным ресурсам в источнике орошения и по климатическим условиям — испаряемость, осадки, температура воздуха. Расчетный год выбирают по анализу данных за предыдущие десять лет. Из ряда десяти лет определяют три характерных года — 75, 50 и 25 %-ной обеспеченности по расходам источника и по недостатку водопотребления.

$$M_1 = E_о - M_о,$$

где M_1 — недостаток водопотребления, мм; $E_о$ — испаряемость за вегетационный период (апрель—сентябрь), мм; $M_о$ — осадки за период вегетации, мм.

Расчетный год выбирают один из трех характерных лет при сравнении расходов реки, осадков и температур воздуха за ноябрь — февраль текущего года с тремя характерными. Если в текущем году было больше осадков в зимний период, можно ожидать, что год будет ближе к влажному — 25 %, и наоборот, ближе

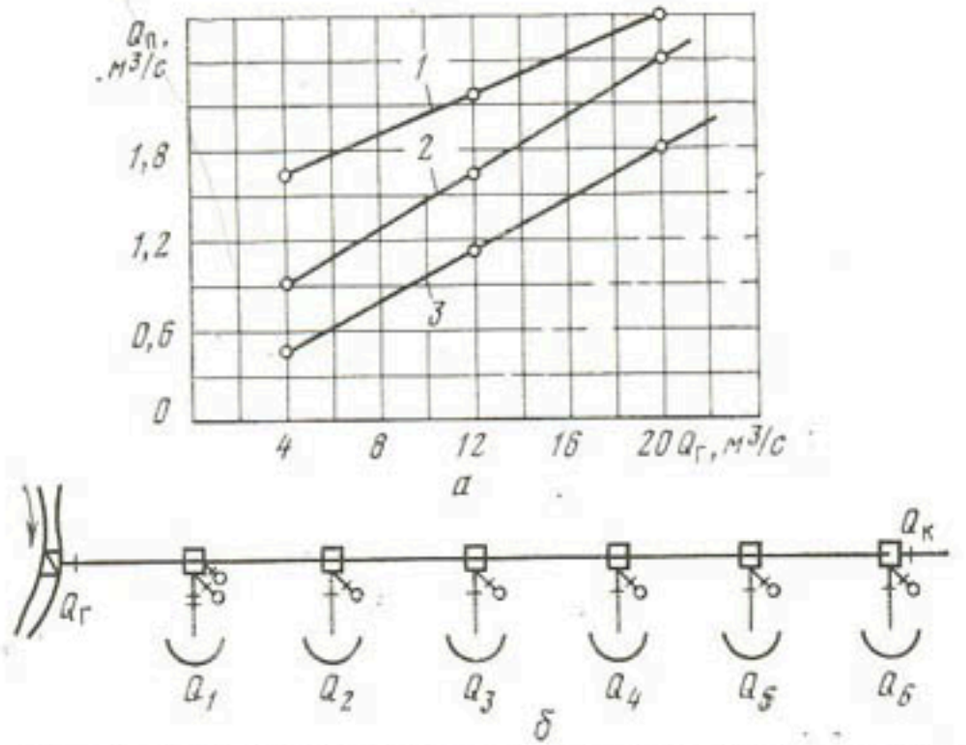


Рис. 16. График зависимости потерь воды в магистральном канале от расхода воды в голове канала (*а*) и схема расчета потерь воды по длине канала (*б*):

1 — в начале работы канала; *2* — при установившихся расходах воды; *3* — при снижении расходов в конце вегетации.

к 75 %. Если данные текущего года за ноябрь—февраль значительно отклоняются от данных характерных лет, в расчет принимают год 50 или 75%-ной обеспеченности;

устанавливают потери воды по каналам системы, составляют графики, по которым определяют потери воды в зависимости от забора воды в систему или потери при водораспределении.

$$Q_{нт} = Q_{бр} - Q_п; \quad Q_п = Q_г - \sum Q_{отв} - Q_{нт}; \quad Q_п = \sigma Q l / 100,$$

где $Q_{нт}$, $Q_{бр}$, $Q_г$, $Q_п$, $Q_{отв}$ — расходы воды (нетто, брутто, в голове канала в отводах, потери), л/с; σ — удельные потери, % на 1 км длины; l — длина каналов, км.

В начале работы системы потери воды больше, при установившихся расходах они меньше и при снижении расходов воды в системе в конце вегетации потери меньше (рис. 16).

При расчетах водораспределения принимают потери воды по участкам каналов по графикам, которые составляют на основе производственных исследований.

При малых расходах воды в системе, когда расходы снижаются на 20...30 % и более от расчетных, могут применяться водообороты, или очередная подача воды в хозяйства в точки выдела. Водообороты могут быть двух- или трехтактными, когда водопользователей разбивают на две или три группы и воду в каждую группу подают по очереди на 2...12 дней с перерывами. При водообороте повышается КПД за счет сокращения длины действующих

каналов. Увеличение КПД оценивается при двухтактном водообороте и при $\eta=0{,}7$ — на 6 %, при $\eta=0{,}6$ — на 8 %. Водообороты применяют в случаях: когда можно прекращать подачу воды в хозяйства на срок от 2 до 12 дней, подавать воду в каналы повышенными расходами и отключать отдельные каналы, выделить равновеликие группы точек выдела и подавать воду на поливы равномерными расходами без колебаний по дням.

Показатели для оценки планового водопользования;

на системах ведут учет расходов воды не менее 2...3 раз в сутки и выход политых площадей — один раз в декаду, определяют средние расходы воды за декаду, месяц и за сезон, а также соотношения фактических и плановых расходов воды $Q_ф$ и площадей поливов ($\omega_ф$) $P_п=Q_ф/Q_п$; $P_п=\omega_ф/\omega_п$;

учет политых площадей ведут по культурам — первым поливом и последующими поливами, подсчитывают гектаро-поливы, определяют показатели выполнения планов подачи воды и выхода политых площадей по декадам, за месяц и сезон;

коэффициент использования воды определяют по отношению КИВ$=P_п/P_в$. Для хороших условий КИВ должен быть близок к 1. На системах составляют расчетные графики оросительной способности расхода 1 м³/с за декаду — $\omega_р$. Фактически политые площади $\omega_ф$ сравнивают с расчетными $\omega_р$: КИВ$=\omega_ф/\omega_р$;

коэффициент полезного действия межхозяйственной сети:

$$\eta_{мс}=\sum Q_{т.в}/Q_г,$$

где $Q_{т.в}$, $Q_г$ — средние расходы воды в точках выдела и в голове системы за декаду, месяц и сезон;

общий коэффициент полезного действия системы:

$$\eta_с=M_{нт}/M_{бр}\approx\eta_{с.к};\ \eta_{с.к}=\eta_{м.с}:\eta_{х.с},$$

где $M_{нт}$ — плановая оросительная норма средняя для состава культур за декаду, месяц и сезон, м³/га. Ее определяют по планам водопользования: $M_{бр}$ — забор воды из источника орошения или подача в точки выдела, м³/га; $\eta_{с.к}$ — КПД сети каналов системы; $\eta_{м.с}$, $\eta_{х.с}$ — КПД межхозяйственной и внутрихозяйственной сети.

При хорошей организации поливов потери в системе будут только в сети, поэтому $\eta_с=\eta_{с.к}$. При отсутствии ночных поливов, повышенных нормах поливов и других отступлениях от планов водопользования потери будут больше и $\eta_с<\eta_{с.к}$. По нашим подсчетам, для одной из оросительных систем Киргизии $\eta_с=0{,}49$ при $\eta_{с.к}=0{,}55$. На системе отмечались сбросы воды, повышенные поливные нормы и др.;

оценивают равномерность поступления воды в систему и подачи в точки выдела. Коэффициент вариации определяют по формуле

$$C_в=\sqrt{\sum(Q_ф-Q_{ср})^2/n}/Q_{ср},$$

где $Q_ф$, $Q_{ср}$ — расходы воды по наблюдениям и средние; n — число наблюдений расходов за декаду, месяц и сезон.

Для хороших условий $C_в=0...0{,}1$.

При колебаниях расходов воды в каналах трудно организовать поливы, возникают значительные сбросы воды и простои поливной техники, фактические площади поливов значительно меньше расчетных;

процент точек выдела воды на системе определяют за декаду, месяц и сезон, в которые вода для поливов подана в пределах плана: $Q_ф\approx(0{,}9—1{,}1)Q_п$. На многих системах Средней Азии этот показатель равен 60...65 %.

Контроль за ходом поливов в хозяйствах заключается в следующем: по отчетным данным определяют показатели, приведенные выше; на местах проверяют ход поливов — осмотр площадей, выявление сбросов воды, организацию ночных поливов; проводят контрольные замеры по участкам, определяют поливные нормы, расходы воды, подаваемые на полив, потери воды в сети, сроки поливов и др.

Для повышения надежности планового водопользования на оросительных системах необходимо организовать круглосуточную равномерную подачу воды в точки выдела, иметь пруды, которые могут принимать сбросные воды в случае отсутствия круглосуточных поливов, иметь в хозяйствах резервную поливную технику для бесперебойного ведения поливов. На юге Украины применяют каскадное регулирование, в каналах создают резервы воды при стохастическом включении и выключении дождевальных машин.

9. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА СИСТЕМАХ

Для научной организации эксплуатации гидромелиоративных систем следует проводить производственные исследования, необходимые для совершенствования и улучшения эксплуатации систем. Производственные исследования должны проводиться в каждом хозяйстве и на межхозяйственной сети — в УОС силами эксплуатационной службы. Для внедрения производственных исследований в практику работы эксплуатационной службы необходимо:

организовать лаборатории в каждом УОС;

выделить опорно-показательные системы по зонам, на которых организовать подконтрольную эксплуатацию с определением всех показателей путем замеров. Накапливать на этих системах статистические данные для разработки нормативов, уточнения методик производственных исследований и оценки надежности работы систем. Составить для этих систем проекты эксплуатации и оснастить их всем необходимым на современном уровне. Проекты эксплуатации следует обновлять через 10 лет по мере накопления фактических данных и внедрения новых приборов и эксплуатационного оснащения. Долгосрочные статистические данные, полученные в процессе подконтрольной эксплуатации, будут использованы для разработки нормативов по техническому обслуживанию систем, по определению показателей надежности и оценки долговечности конструкций и устройств. Систематически замерять расходы воды по всем звеньям системы, объемы ремонтных работ по контроль-

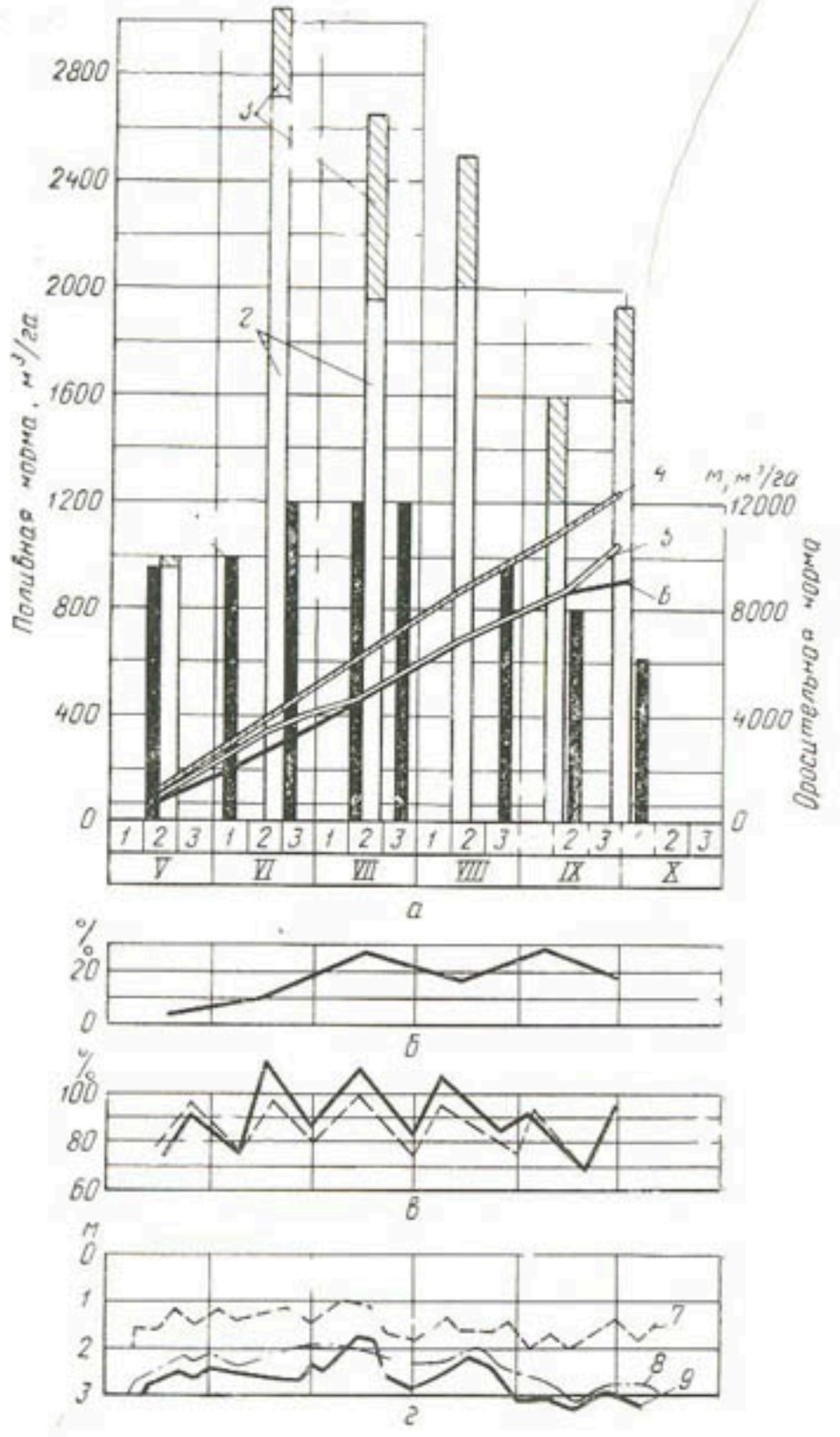


Рис. 17. Фактический режим поливов хлопчатника на участке:

а — плановые и фактические поливные и оросительные нормы; *б* — процент сброса воды при поливах от поступления на участок; *в* — влажность почвы в слое 1 м, % НВ; *г* — уровни грунтовых вод; *1, 2* — плановые и фактические поливные нормы; *3* — сбросы воды при поливах; *4* — фактическая оросительная норма (брутто); *5, 6* — фактическая и плановая оросительная нормы; *7, 8, 9* — низ, середина и верх склона.

ным створам, определять почвенные и гидрогеологические характеристики;

в передовых совхозах на опорно-показательных системах построить опытно-показательные участки новой перспективной поливной техники с автоматизацией поливов, организовать на них производственные исследования для изучения поливной техники, надежности ее работы и для уточнения норм технического обслуживания.

Данные замеров на опорно-показательных системах будут служить эталоном для соседних систем зоны. Опорно-показательные системы целесообразно закрепить за научными учреждениями для научной разработки данных производственных исследований и предложений по совершенствованию систем и улучшению эксплуатации.

Производственные исследования в хозяйствах, необходимые для проведения планового водопользования, включают следующие вопросы:

изучение фактических режимов поливов (рис. 17) и увлажнения сельскохозяйственных культур — нормы, сроки, число поливов, межполивные периоды, определение затрат оросительной воды на единицу урожая ($м^3/т$), изменение влажности почвы по фазам развития растений. Изучение проводят на опытных участках площадью 10...20 га и более путем контрольных замеров состояния влажности и подачи воды на орошение. Цель изучения — разработать расчетные режимы поливов и увлажнений для лет различной обеспеченности с учетом агротехники и мелиоративного состояния земель;

изучение хода поливов и обработок посевов (рис. 18) на опытных массивах в 100...150 га и более, определение фактических участков одновременного полива и обработок. Цель изучения — установить расчетную очередность полива полей, согласовать поливы с обработками по полям, установить поточность полевых работ и подобрать комплекты машин, добиться проведения сосредоточенных поливов, чтобы в одном месте за сутки поливалось не менее 8...20 га;

изучение графиков поступления воды в точки выдела и распределения воды на поля для поливов. Цель изучения — добиться равномерности в подаче воды на поливы для ритмичной работы поливной техники. Равномерность подачи воды в точки выдела оценивают коэффициентами вариации $C_в$, для хороших условий $C_в = 0...0{,}1$. Необходимо установить оплату труда работников эксплуатации в зависимости от равномерности подачи воды на орошение в точки выдела (см. рис. 8). При колебаниях расходов воды снижается качество поливов и возникают сбросы воды;

изучение потерь воды при водораспределении и поливах (рис. 19), определение КПД оросительной сети от точек выдела воды до поля. При бетонных каналах, лотках и трубопроводах потери воды при водораспределении отмечаются в стыках и в местах водовыпусков. Потери воды определяют с учетом времени

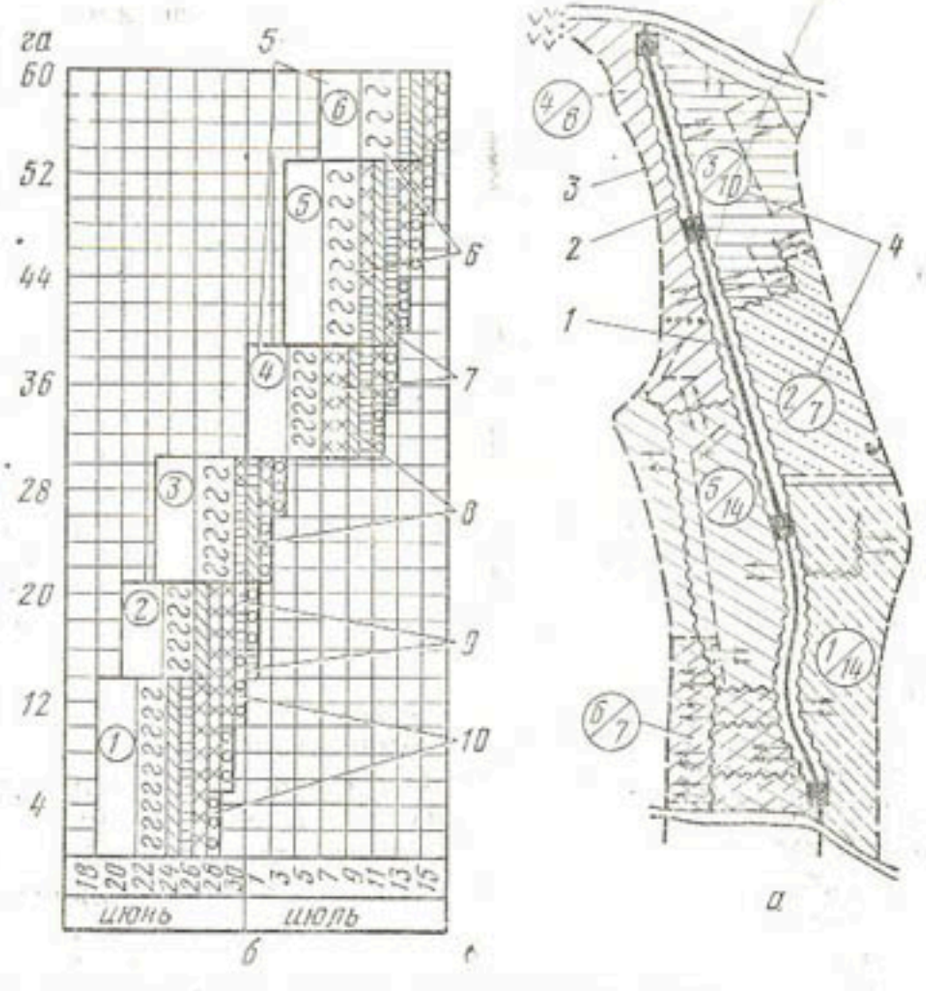


Рис. 18. Ход полива и обработок хлопчатника на массиве:

а — размещение участков; *б* — ход поливов и обработок; *1* — канал; *2* — оросители; *3* — коллектор; *4* — участки одновременного полива (номер участка и площадь); *5* — полив; *6* — посевание почвы; *7* — ожидание обработок; *8*, *9* — культивации; *10* — мотыжение.

действия и действующей длины канала. Потери воды ($Q_п$) рассчитывают по формуле

$$Q_п = \sigma Q_в l/100;\ Q_п = Q_в - \sum Q_{отв} - Q_н,$$

где σ — удельные потери, % на 1 км; $Q_в$ — расчетный расход воды в канале; l — действующая длина канала, км; $Q_н$, $\sum Q_{отв}$, $Q_н$ — расходы в верхнем створе, в отводах, в нижнем створе;

изучение графиков изменения уровней грунтовых вод (см. рис. 17, *г*), выяснение причин подъема грунтовых вод по контрольным скважинам и связи изменения уровней грунтовых вод с полачей воды по каналам и поливами. Анализ графиков изменения уровней грунтовых вод в связи с орошением дает возможность установить, какая доля воды при поливах поступает в грунтовые воды. Подъем уровней на 8...10 см происходит при поступлении 100 м³/га в грунтовые воды;

изучение изменений мелиоративных условий земель в хозяйстве, уточнение контуров распространения уровней высокого стояния грунтовых вод и контуров засоленных земель, определение

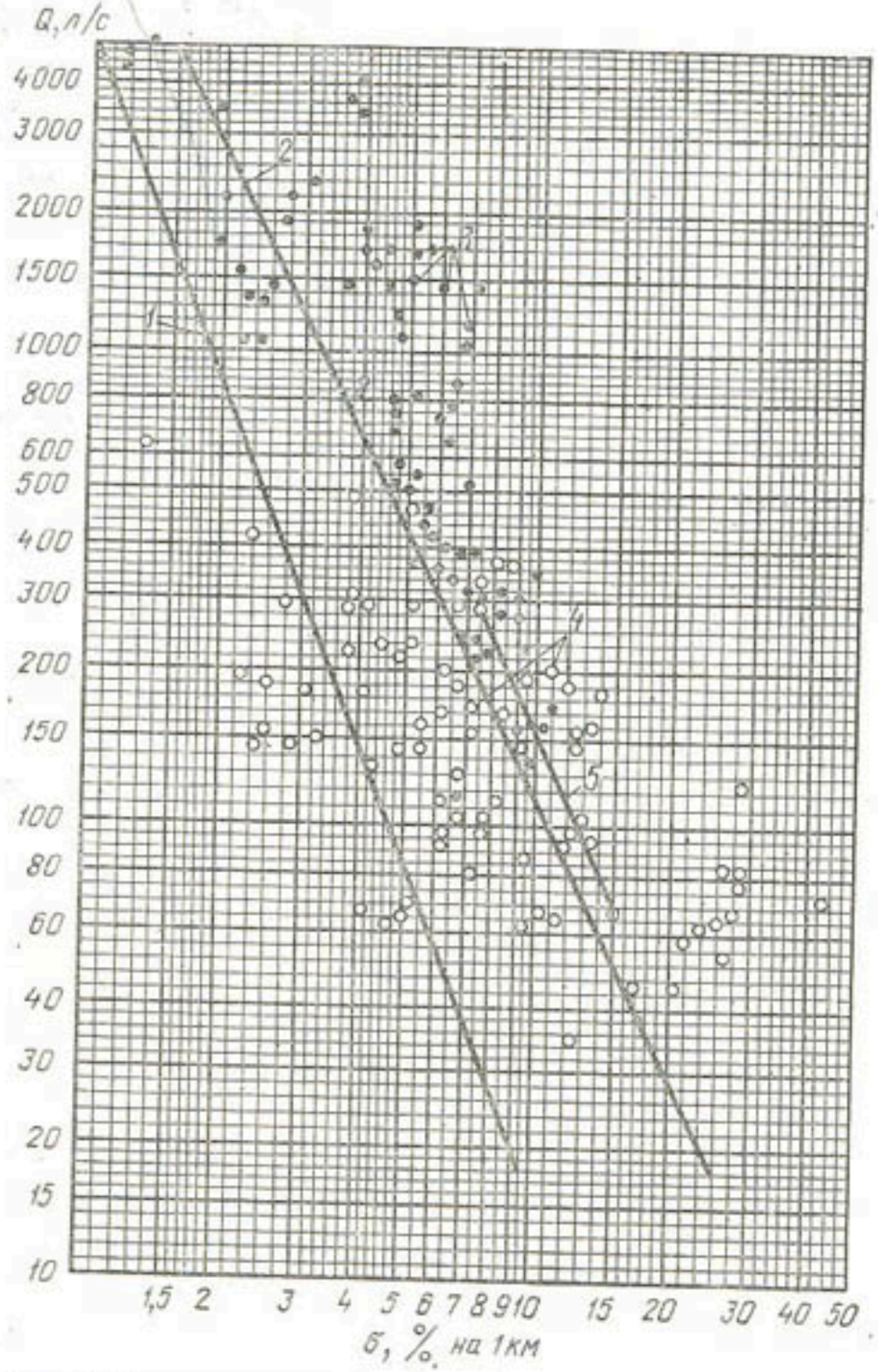


Рис. 19. Удельные потери воды в каналах:

1 — для грунтов средней проницаемости $\delta = 1{,}9/Q^{0{,}4}$; *2* — для грунтов высокой проницаемости $\delta = 3{,}4/Q^{0{,}5}$; *3*, *4* — фактические замеренные потери соответственно на Вахшской и Атбашинской системах; *5* — расчетные значения для каналов периодического действия.

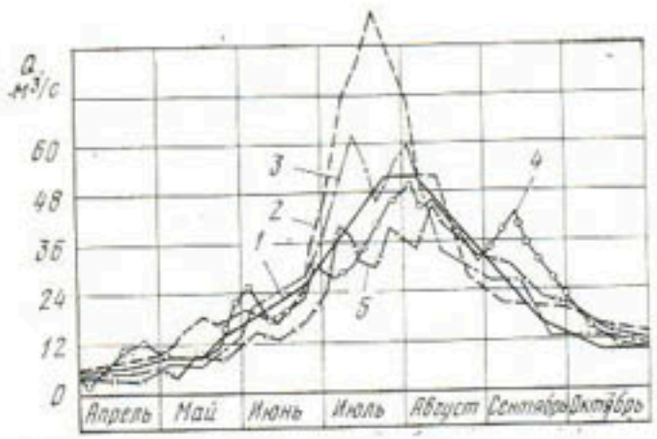


Рис. 20. Расчетные и фактические расходы реки:
1 — расчетные расходы обеспеченности 50 %; *2, 3, 4, 5* — фактические расходы за отдельные годы.

минерализации грунтовых вод и степени засоления земель в апреле и октябре. Цель изучения — разработать предложения по улучшению мелиоративного состояния земель;

изучение на опытном массиве в 100...150 га и более изменений состояния сети и сооружений по контрольным створам, определение деформаций сети и сооружений путем контрольных замеров и нивелировок. Цель изучения — уточнить нормативы по ремонтным работам, оценить надежность элементов системы. Подконтрольная эксплуатация устройств на опытном массиве обеспечит данными, необходимыми для планирования ремонтных работ и очистки сети от наносов и зарастания.

Производственные исследования в УОС на межхозяйственной части системы включают следующие положения:

изучение водных ресурсов системы в различные периоды по годам, уточнение методики краткосрочных прогнозов ожидаемых расходов в источнике (водоприемнике), составление водоземельных балансов по районам и бассейнам речек, определение расходов (рис. 20) выклинивающихся и возвратных вод;

выяснение возможности забора воды в систему в характерные годы 95, 75, 50, 25 и 5 %-ной обеспеченности, определение критических периодов в работе системы, разработка предложений по устранению критических периодов (см. рис. 7);

определение потерь воды при водозаборе и водораспределении по точкам выдела, составление графиков зависимости потерь воды в системе от водозабора по периодам работы системы (рис. 16, 21). Цель изучения составить расчетные нормативы для планирования водораспределения, а также разработать мероприятия по снижению потерь воды в системе;

определение объемов наносов в источниках орошения и наносов, поступающих в оросительную сеть (рис. 22), объемов очистки сети по каналам и коллекторам, а также объемов очистки от зарастания. Цель изучения — разработать мероприятия по уменьшению объемов очистки сети и повышению степени механизации работ на очистке;

изучение земельного фонда системы в целях повышения степени использования мелиорированных земель, разработка предложений по повышению КЗИ системы;

составление водно-мелиоративных балансов по массивам сис-

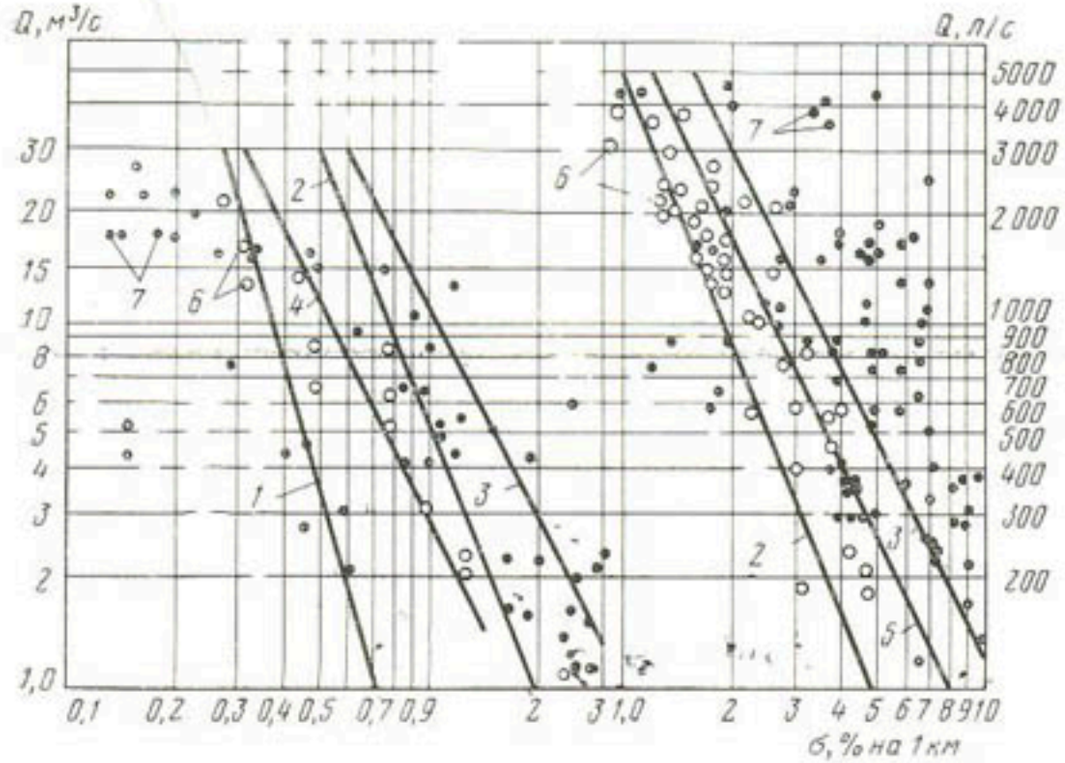


Рис. 21. Удельные расчетные (*1* — для слабопроницаемых грунтов $\sigma = 0{,}7/Q^{0{,}3}$; *2* — для среднепроницаемых $\sigma = 1{,}9/Q^{0{,}4}$; *3* — для сильнопроницаемых грунтов $\sigma = 3{,}4/Q^{0{,}5}$; *4* — в магистральном канале $\sigma = 1{,}69/Q^{0{,}5}$; *5* — в распределительных каналах $\sigma = 2{,}52/Q^{0{,}5}$) и замеренные (*6, 7* — на Атбашинской и на Вахшской системах) потери воды в межхозяйственных каналах.

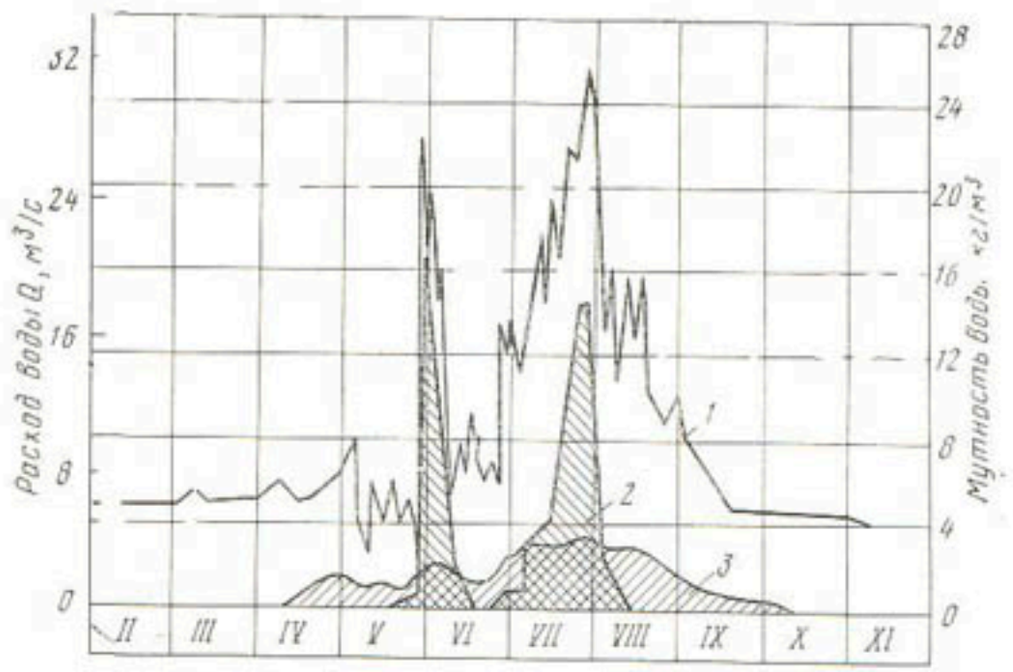


Рис. 22. Расходы реки и мутность воды:
1 — расходы воды; *2, 3* — расходы донных и взвешенных наносов.


Р-Б
Р-Д
Р-Г
Р-В
Р-А
Р-Б
Р-Д
Р-Г
Р-В
Р-А
Р-Б
Р-Д
Р-Г
Р-В
Р-А

тование, щелевание, пескование, торфование, известкование и др., размещение земляных масс при строительстве каналов;

уточнение технологии эксплуатационных работ — очистки каналов, крепления откосов, ремонта регуляторов и переездов, улучшение технологии культуртехнических работ;

изучение приемов первичного освоения осушаемых земель — культуры-освоители, агротехника, удобрения и др.;

изучение режимов орошения и увлажнения на опытных участках, уточнение расчетных режимов для планового водопользования.

10. ВОПРОСЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ В ПРОЕКТАХ СТРОИТЕЛЬСТВА СИСТЕМ

Вопросы эксплуатации новых гидромелиоративных систем рассматривают в проектах до начала их строительства. Проектная организация с учетом данных по существующим гидромелиоративным системам составляет проект эксплуатации будущей системы, который передают эксплуатационной службе в начале эксплуатации системы. В проекте освещают опыт эксплуатации аналогичных систем в зоне и разрабатывают предложения по организации эксплуатации.

В проекте эксплуатации системы освещают следующие вопросы:

1. Состав системы. Эксплуатационная характеристика звеньев системы. Оценка возможности каждого звена — пропускная способность каналов и сооружений, допустимые отклонения от расчетных значений, расчетный режим работы системы.

2. Анализ работы системы в характерные годы 95, 75, 50, 25 и 5 %-ной обеспеченности по режиму источника орошения (водоприемника) и по потребности в воде на орошение и увлажнение. На основе анализа составление расчетных графиков работы системы в характерные годы, выявление возможных отклонений от проектных значений. Разработка предложений по устранению пиковых расходов путем установки резервных насосов, строительства внутрисистемных водохранилищ, проведения влагозарядки на большой площади, уточнения структуры посевов и др. Разработка предложений по уточнению конструктивных решений устройств с учетом эксплуатационных режимов работы системы. Анализ работы системы по данным за 25 лет — расходов реки, по основному створу, климатических условий (температура воздуха, осадки, относительная влажность воздуха).

Определение потребных оросительных норм M_1 средних для системы по месяцам (мм):

$$M_1 = M - M_о - M_з - M_г;$$

$$M = E_м = 0{,}0018\,(t + 25)^2(100 - a),$$

где $M_о$ — осадки за месяц, принимают не более $E_м$; $M_з$ — запасы влаги в почве, не более 100...150 мм за вегетацию; t, a — среднемесячные температуры воздуха и относительной влажности.

Определение потребных ординат графиков гидромодулей по месяцам для пяти характерных лет: $q = M_1 10/86{,}4 \cdot 30$.

Сопоставление потребных ординат с проектными и разработка предложений по устранению пиков и по использованию воды системы в годы 75, 50 и 25 %-ной обеспеченности. Установление для системы лимитов объемов стока по периодам вегетации.

В процессе эксплуатации проводят уточнение ординат графиков гидромодулей с учетом гидромодульных районов и состава культур. Через каждые пять лет с учетом новых данных за прошедшие годы составляют обновленный ряд значений M_1 по месяцам за 25 лет и уточняют расходы.

$$Q = q\omega/\eta,$$

где q — расчетная ордината графика гидромодуля; η — КПД сети каналов; ω — площадь орошения в данный период, га.

3. Организация эксплуатации системы. Размещение эксплуатационного персонала и производственной базы по территории системы. Выделение эксплуатационных участков. Совмещение границ эксплуатационного обслуживания с административными. Эксплуатационные участки выделяют по функциональному принципу. Организация эксплуатации системы с учетом опыта существующих аналогичных систем. Организация системы по узловой схеме дает возможность внедрить диспетчерское управление и элементы автоматизации водораспределения и учета воды.

4. Капитальные затраты на эксплуатационное оснащение. Строительство диспетчерской связи — 8...10 км на 1000 га орошения на межхозяйственной оросительной системе. Устройство постов учета воды на межхозяйственной сети — 6...8 на 1000 га. Строительство режимных скважин для наблюдений за грунтовыми водами — одна на 400...500 га. Строительство электрических линий для подачи электроэнергии к основным узловым сооружениям. Строительство зданий для эксплуатационного штата — 0,2...0,25 м²/га площади орошения. Строительство производственной базы (мастерские, склады, гаражи и др.) для эксплуатационных работ — 0,15...0,2 м²/га. Оснащение лабораторий производственных исследований. Устройство дорог вдоль каналов и коллекторов. Посадки лесных полос и лесных массивов мелиоративного назначения в ведении УОС. Приобретение машин, транспорта и инструментов для эксплуатации. Капитальные вложения в эксплуатационное оснащение на межхозяйственных оросительных системах оцениваются 150...200 р/га.

5. Объемы эксплуатационных работ (защитно-регулировочных в русле реки, очистка каналов и коллекторов, ремонт гидросооружений и вспомогательных устройств и др.), определяемые с учетом удельных объемов на аналогичных существующих системах. В соответствии с объемами работ определение производственной базы и числа ремонтных рабочих. Составление проектных графиков выполнения эксплуатационных работ и технологической схемы выполнения работ.

Определение объемов эксплуатационных работ на два периода: начальный и нормальной эксплуатации. Первый период длится 5...10 лет и более после строительства. Затраты на эксплуатацию в первый период в 3...4 раза выше, чем при нормальной эксплуатации. Выполнение в этот период эксплуатационных работ по устранению дефектов при вводе в действие, при наладках и установлении режимов работы звеньев. Составление расчетов по затратам на эксплуатационные работы на два периода.

6. Стоимость эксплуатации системы по трем разделам: прямые затраты на эксплуатацию — содержание штата и затраты на текущие ремонты и очистку сети; расчетные затраты на капитальные ремонты по нормативам отчислений от первоначальной стоимости; расчетные затраты на восстановление по нормативам отчислений. Определение по опыту аналогичных существующих систем предполагаемых затрат на капитальные ремонты, суммарных прямых затрат на эксплуатацию с учетом предполагаемых затрат на капитальные ремонты. В соответствии с суммарными прямыми эксплуатационными затратами уточнение капитальных вложений в производственную базу для эксплуатационных работ. По опыту организации ПМК в Министерстве мелиорации и водного хозяйства СССР производственная база ПМК составляет по стоимости 0,7...0,75 годовой производственной программы строительных работ.

7. Ввод в действие системы, передача системы в эксплуатацию, организация начальной эксплуатации. Мероприятия по освоению проектной мощности системы. Составление сметы на ввод системы в действие. Организация начальной эксплуатации системы:

на больших массивах строительства (Голодная и Каршинская степи, Поволжье) начальной эксплуатацией занимаются строительные организации. Они проводят эксплуатацию части системы, добиваются освоения проектной мощности. В составе строительной организации выделяют Управление эксплуатации;

на малых массивах строительная организация заканчивает основные работы и передает систему в эксплуатацию вновь организованному эксплуатационному управлению — УОС. В УОС передают сметы на ввод системы в действие на период временной эксплуатации, организуют строительную группу по устранению дефектов, возникающих в первые годы эксплуатации, проводят работы по дооборудованию системы с учетом эксплуатационных требований. В таком порядке передавались в эксплуатацию оросительные системы в засушливых районах — Ингулецкая на Украине, Энгельсская в Саратовской области и др.;

в районах, где ведут строительство новых систем в зоне существующего орошения, в эксплуатацию передают системы существующим УОС, которым передают сметы на ввод системы в действие. По мере развития мелиоративных работ такой порядок организации начальной эксплуатации будет преобладать.

Эксплуатационные организации должны иметь хорошую производственную базу для проведения начальной эксплуатации по-

вых систем. В проектах эксплуатации систем необходимо согласовать сроки строительства отдельных участков системы с вводом в действие и началом эксплуатации в период строительства. При эксплуатации части массива системы с получением продукции на мелиорированных землях в период строительства срок окупаемости капитальных вложений снижается.

Передача объектов в постоянную эксплуатацию осуществляется следующим образом.

По мере окончания строительства звеньев системы рабочие комиссии принимают их и приступают к начальной эксплуатации. Строительная организация при подготовке системы для передачи в эксплуатацию проводит следующее: испытывает все звенья системы с занесением данных испытаний в паспорта; проводит начальную эксплуатацию не менее одного года и устраняет выявленные дефекты; подбирает оснащения для эксплуатации системы — связь, посты учета воды, электролинии, здания, мастерские, лаборатории, дороги, машины, лесные посадки; составляет исполнительные чертежи сооружений и профилей каналов, паспорта на сооружения и на систему в целом, инструкции по эксплуатации основных узловых сооружений, технический отчет, освещающий опыт строительства с указанием допущенных отступлений от проекта и финансовый отчет.

Государственная комиссия во главе с представителем советских органов принимает систему в постоянную эксплуатацию.

В обязанности государственной комиссии входит следующее: документальная ревизия финансового отчета и изучение технического отчета строительной организации; инструментальные замеры каналов, сооружений и других устройств на 25 %. Данные замеров заносят на исполнительные чертежи; выборочные испытания отдельных сооружений и устройств при нормальных и повышенных нагрузках. Данные испытаний заносят в паспорта сооружений; определение отношения комиссии к недоделкам и отступлениям от проекта, составление ведомости недоделок и рекомендации по их устранению; составление в пяти экземплярах акта приемки в эксплуатацию системы после устранения недоделок.

В акте дают оценку качеству строительства, приводят рекомендации по организации начальной эксплуатации, записывают после ревизии суммарные капитальные вложения по элементам системы. Эти затраты принимают на баланс, устанавливают балансовую стоимость системы.

Все документы строительства — проект, отчеты, исполнительные чертежи, паспорта и акт приемки передают эксплуатационной организации УОС. Проектные данные о почвах, гидромодульных районах, о режимах орошения и режимах работы системы используют в начальный период эксплуатации, затем их уточняют на основе производственных исследований.

Совет Министров СССР установил следующий порядок приемки объектов в эксплуатацию (1981 г.):

объекты со сметной стоимостью более 3 млн. р. принимает комиссия, которая назначается министерствами, объекты стоимостью менее 3 млн. р. принимает комиссия, назначаемая исполкомами Советов народных депутатов,

в состав комиссий входят представители заказчика, эксплуатационной организации, подрядчика, исполкомов Советов народных депутатов, проектной организации, санитарного и пожарного надзоров, по охране вод и охране труда, профсоюзной организации, банка, хозяйств-освоителей;

рабочие комиссии назначаются заказчиком. Они проводят опробование оборудования, проверяют качество строительства и готовность объектов к постоянной эксплуатации;

государственные комиссии принимают законченные объекты, подготовленные к нормальной эксплуатации, на которых достигнута проектная мощность в начальный период;

заказчики проводят подготовку к эксплуатации, опробование системы на рабочих режимах, вводят в эксплуатацию и налаживают работу системы;

строительные организации проводят испытания в работе, устраняют недоделки, вводят систему в действие;

оросительные и осушительные системы со сроком строительства один год принимают в эксплуатацию один раз.

Объект считается принятым в эксплуатацию после утверждения акта приемки министерством. Акт должен быть подписан всеми членами государственной комиссии.

11. НАДЕЖНОСТЬ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ

Проблема надежности работы гидромелиоративных систем становится первоочередной при совершенствовании техники орошения и осушения. Плановое водопользование и круглосуточное использование воды при поливах зависит от надежной работы каналов, гидротехнических сооружений, насосных станций, трубопроводов, поливной техники и др.

Надежность — это вероятность обеспечения расчетных характеристик техники и достижения проектной эффективности работы в заданные сроки.

Критерии надежности — удовлетворительная работа устройств и готовность к работе.

Мера надежности — интенсивность отказов.

Отказы — отклонения от расчетных значений больше допустимых, перебои в работе по разным причинам. В зависимости от причины возникновения отказы бывают трех типов: в период освоения техники в начале эксплуатации, устраняются при вводе в действие (приработка техники); вследствие износов элементов (старение), устраняются заменой элементов; случайные отказы вследствие переменных условий и нагрузок, оцениваются по законам больших чисел и устраняются улучшением конструкций и резервированием.

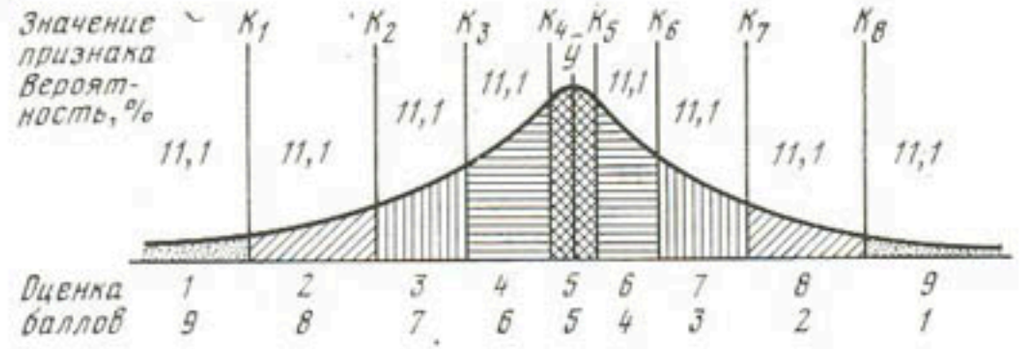


Рис. 25. Частота распределения случайных величин.

По каждому типу отказов собирают статистические данные на основании испытаний и эксплуатации, по которым оценивают надежность, определяют распределение измеренных величин и соответственно подбирают математические закономерности из теории случайных процессов, проводят группировку и оценивают повторяемость отказов по баллам. На рисунке 25 приведена схема расчетов.

К показателям надежности относят вероятность безотказной работы за определенный период, наработку на отказ, интенсивность отказов, технический ресурс, коэффициент технического использования системы.

Вероятность безотказной работы системы за определенный период в большинстве случаев соответствует закону

$$P = e^{-\lambda t},$$

где P — надежность (вероятность), в долях единицы; e — число 2,71; λ — интенсивность отказов; t — продолжительность работы системы.

Наработка на отказ — это средняя продолжительность безотказной работы, $T = 1/\lambda$.

Интенсивность отказов — это среднее число отказов в единицу времени, $\lambda = 1/T$.

Технический ресурс — это суммарная продолжительность безотказной работы системы от начала эксплуатации до предельного состояния (износа), $T_т$.

Коэффициент технического использования системы (отношение технического ресурса к сумме слагаемых — технического ресурса, продолжительности ремонтов и наладок): $K_и = T_т/(T_т + T_р + T_н)$.

При организации эксплуатации системы необходимо определить для каждого элемента и системы в целом: среднюю продолжительность приработки и ввода в действие; интенсивности отказов, среднюю продолжительность безотказной работы, характер отказов и устранение отказов: среднюю долговечность (технический ресурс); продолжительность и интенсивность отказов в период износов.

Надежность при нормальной эксплуатации достигается приработкой всех элементов в период начальной эксплуатации; профилактикой и заменой отдельных элементов при износах; уточнением

правил эксплуатации после сроков средней долговечности элементов (в период износа).

Система работает надежно при профилактическом обслуживании, когда проводят систематический контроль и корректировку действий, своевременно ремонтируют и заменяют элементы при износах. Система должна иметь резервы для устранения отказов. Для каждого вида обслуживания составляют графики с указанием затрат рабочего времени. При проектировании и расчетах конструкций устройств надежность оценивают по аналогии с действующими системами: по вариантам системы и по основному принятому варианту; по составляющим элементам основного варианта; на основании испытаний составляющих элементов и уточнения показателей надежности.

Надежность устройств системы повышают при наличии резервов, уменьшении числа элементов в системе (узловая схема), снижении интенсивности отказов и времени на обслуживание и ремонты, выравнивании долговечности элементов, составляющих систему.

Для повышения надежности систем организуют службу надежности, которая проводит следующие работы:

анализ надежности систем — построение математических моделей, прогнозирование надежности, анализ отказов и их последствий, анализ конструкций, сбор данных об отказах, техническое совершенствование систем;

анализ надежности элементов, составляющих систему, — установление критериев надежности, оценка долговечности, стандартизация, комплектование элементов по узлам, анализ отказов, подбор запасных частей;

испытания для оценки надежности — составление программ и методик, испытания элементов узлов и вариантов систем, выяснение причин отказов, оборудование лабораторий и стендов для испытаний;

разработка технических условий, обеспечивающих надежность, — требования к материалам, деталям, узлам, техническим процессам и условиям (допуски), а также составление инструкции по временной и постоянной эксплуатации;

составление таблиц интенсивности отказов по данным испытаний и эксплуатации, значения максимальные, средние и минимальные. Надежность рассчитывают по статистическим выборкам величин — интенсивности отказов (λ) и среднего времени безотказной работы. Распределения этих величин моделируют по одному из законов — экспоненциальному, нормальному, логарифмическому, биноминальному и др. Интенсивность отказов изменяется в зависимости от условий работы и внешней среды, поэтому проводят испытания и собирают эксплуатационные данные по надежности. Служба надежности уточняет данные и публикует их для проектировщиков и эксплуатационников. Например, интенсивность отказов (λ) на 10^6 ч, по литературным данным, отдельных элементов систем приведена в таблице 8.

8. Интенсивность отказов λ отдельных элементов системы

Элементы системы	λ, $1/10^6$ ч		
	максимум	среднее	минимум
Гидромеханизмы	7,29	4,9	0,85
Датчики уровней	3,78	2,5	1,47
Насосы с электроприводом	27,4	13,5	2,9
Регуляторы расходов жидкостей	5,54	2,14	0,7
Счетчики	5,25	4,2	3,5
Трансформаторы силовые	2,08	1,21	0,46
Двигатели электрические	0,58	0,3	0,11

Основные положения теории надежности сводятся к следующему:

надежность системы равна произведению надежностей звеньев системы

$$P_c = P_1 P_2 P_3 \ldots \sim P_i^n;$$

надежность системы снижается при увеличении числа звеньев. При узловой схеме системы надежность выше;

надежность системы повышается при подключении резервных звеньев

$$P_c = [1 - (1 - P_i)^m]^n,$$

где n — число звеньев; $(m-1)$ — число резервных элементов; P_i — надежность одного звена;

при наличии резервов можно обеспечить устойчивую работу системы. Капитальные затраты на совершенствование звеньев (C) и надежность системы (P) оценивают соотношениями (применительно к машинам):

$$C_1 = C \frac{1-P}{P} \frac{P_1}{1-P_1}.$$

При $P=0{,}85$ и $P_1=0{,}9$ это соотношение составит $C_1=1{,}58C$. При повышении надежности системы с 0,85 до 0,9 потребуется увеличение капитальных затрат в 1,58 раза.

В эксплуатации гидромелиоративных систем следует определять надежность работы поливной техники в течение вегетационного периода и надежность планового распределения расходов воды при орошении по точкам выдела и подачи воды на поля для поливов. При осушении надежность отвода воды с осушаемых земель.

Для накопления статистических данных и проведения исследований по надежности выделяют по зонам опытные участки новой поливной техники по 100...150 га, а также опытные системы по оценке надежности водораспределения. На таких участках проводят длительные производственные исследования для уточнения нормативов обслуживания и сбора статистических данных по отказам.

Вопросы для изучения на опытных участках: продолжительность ввода в действие новой техники, виды эксплуатационных работ и затраты, связанные с освоением проектной мощности; технологические графики работы поливной техники, допустимые отклонения от расчетных значений (поливные нормы, продолжительность поливов, равномерность поливов, круглосуточное использование воды); обслуживание, профилактика и ремонты техники; затраты труда и оплата рабочих при поливах; надежность поливной техники — продолжительность безотказной работы, отказы, устранение отказов, допуски, технический ресурс, коэффициенты технического использования техники за сезон; экономические показатели — нормы выработки, затраты на обслуживание и ремонты, долговечность работы, урожайность полей, КЗИ, КПД и др.

На основании опытных данных разрабатывают нормативы обслуживания и ремонтов, обеспечение запасными частями для ремонтов и замены деталей, нормы выработки и расчетные технологические графики при круглосуточных поливах.

На опытных системах по зонам организуют длительные производственные исследования на площади мелиорированных земель 30...50 тыс. га. Оценивают условия планового водораспределения от головного сооружения до точек выдела воды и от точек выдела воды до поливной техники при орошении, а также от поля до водоприемника при осушении.

На системах устанавливают автоматы по учету воды во всех звеньях, на основании статистических данных оценивают условия водораспределения и разрабатывают нормативы для планового водопользования.

При существующих условиях при водораспределении на многих системах коэффициенты вариации составляют $C_v = 0{,}2...0{,}3$, что значительно затрудняет плановое водопользование и снижает качество поливов.

Отклонения при водозаборе и водораспределении не должны быть более $\pm 3...5$ %.

На основании опытных данных определяют: этапы внедрения автоматизации учета воды и водораспределения для достижения надежного планового водопользования; этапы внедрения диспетчерского управления и АСУ при эксплуатации гидромелиоративных систем; необходимые резервные объемы водохранилища и пруды на системах для расчетного водопользования при вынужденных колебаниях расходов; надежность каждого звена системы и составляющих элементов всех ее устройств.

Необходимо организовать службы надежности при проектных институтах и управлениях эксплуатации систем для оценок надежности систем. Эксплуатация гидромелиоративных систем на научной основе достигается при исследованиях показателей надежности работы всех звеньев.

Глава II. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ РАЙОНОВ ХЛОПКОВОДСТВА СРЕДНЕЙ АЗИИ

1. ОРОСИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

На территории Средней Азии имеется около 15 млн. га земель, пригодных для орошения. Кроме того, площади орошаемых земель можно увеличить за счет территорий, расположенных на высоких отметках, отнесенных до сих пор к категории земель, требующих сложных мелиоративных мероприятий. Земельные ресурсы не препятствуют развитию орошения в республиках Средней Азии (табл. 9).

Водные ресурсы складываются из поверхностных стоков рек, из подземных и грунтовых вод. Эти ресурсы между собой тесно связаны и изменяются в зависимости от хозяйственной деятельности человека, водоносности реки и количества осадков.

Бассейн Аральского моря в Среднеазиатских республиках и Южном Казахстане занимает 2,4 млн. км². В бассейне Аральского моря расположено более 80 % всех орошаемых земель в Средней Азии.

Водные ресурсы бассейна Аральского моря (стоки рек) составляют 127 млрд. м³, из них в бассейне Амударьи — 80 млрд. м³, Сырдарьи — 37 млрд. м³, других рек — 10 млрд. м³. Кроме того, имеется 38 млрд. м³ подземных вод, которые можно использовать.

Согласно водохозяйственному балансу, в бассейне Амударьи можно оросить 5,2 млн. га, в бассейне Сырдарьи — 3,7 млн. га, за счет других источников — 1,1 млн. га. Это станет возможным благодаря возведению на реках плотин, регулированию стока рек, перераспределению стока рек путем переброски части стока из многоводных источников в маловодные, переустройству старых систем, переводу их на автоматизацию и телемеханизацию, поднятию КПД систем на высокую ступень.

В таблице 10 приведены данные о крупных оросительных системах Узбекистана, построенных и реконструированных за годы Советской власти.

На территории Узбекской ССР имеются крупные гидротехнические сооружения (гидроузлы), расположенные на реках для водозабора в головы магистральных каналов, с пропускной способностью более 50 м³/с (табл. 11). В головах межхозяйственных распределителей, берущих воду из магистральных каналов, имеются шлюзы-регуляторы, на межхозяйственной части — хозяйственные водовыпуски. Сооружения внутри хозяйств служат для подачи воды отделениям, полеводческим бригадам.

9. Земельные ресурсы Среднеазиатских республик, млн. га

Республика	Земли, находящиеся в пользовании сельскохозяйственных предприятий	Из них пашни
Узбекская ССР	30,8	3,6
Киргизская ССР	15,2	1,3
Таджикская ССР	9,3	0,8
Туркменская ССР	31,9	0,6
Итого	87,2	6,3

10. Крупные оросительные системы Узбекистана

Канал	Год ввода в действие	Источник питания—река	Область	Головной расход, м³/с	Протяженность, км	Подкомандная площадь, тыс. га
Хазарбаг	1929	Туполанг	Сурхандарьинская	56	49	25
Савай	1930	Карадарья	Андижанская	20	53	19
Им. Моргуненкова	1930	Чирчик	Ташкентская	26	45	18
Дальверзин	1930	Сырдарья	»	78	13	40
Кумкурган	1932	Сурхандарья	Сурхандарьинская	27	76	13
Даргом	1931	Зеравшан	Самаркандская	110	92	105
Кличбай	1935	Амударья	Хорезмская	81	8	57
Кызкеткен	1935	»	Каракалпакская АССР	180	25	200
Пахтаарна	1936	»	То же	65	58	38
Южный Ферганский	1936	Карадарья	Андижанская и Ферганская	50	93	70
Нарпай	1938	Зеравшан	Самаркандская	60	97	54
Правобережный Зеравшанский	1938	»	»	104	72	87
Ташсакинский	1940	Амударья	Хорезмская	202	34	200
Им. Ленина	1940	»	Каракалпакская АССР	103	110	100
Большой Ферганский канал им. У. Юсупова	1940	Нарын, Карадарья	Ферганская долина	240	350	337,5
Северный Ферганский	1940	Нарын	Наманганская	103	133	70
Ташкентский	1941	Чирчик	Ташкентская	87	54	59
Им. Ахунбабаева	1949	Сырдарья	Наманганская	50	50	41
Им. Кирова	1954	»	Сырдарьинская	230	116	244
Им. Москвы	1955	Зеравшан	Самаркандская, Кашкадарьинская	50	190	Подпитывание
Голодностепский	1961	Сырдарья	Сырдарьинская	300	127	351
Миankаль-Хатырчинский	1964	Зеравшан	Самаркандская	60	94	54
Амубухарский	1965	Амударья	Бухарская	269	200	400
Занг	1966	Сурхандарья	Сурхандарьинская	95	98	50
Аму-Занг	1972	Амударья	»	42	56	Подпитывание
Большой Андижанский	1975	Нарын	Андижанская			140,5

11. Крупнейшие гидротехнические сооружения в Узбекистане

Гидроузел	Расход на пропуск контрольного расчетного, м³/с	Год ввода в действие	Местонахождение
Плотина им. 1 Мая	1 350	1929	На р. Зеравшане в Самаркандской области
Ассакинский	300	1936	На р. Карадарье в Андижанской области
Сооружение канала им. В. И. Ленина	103	1938	На р. Амударье в Каракалпакской АССР
Сооружения канала Кызкеткен	210	1939	На р. Амударье в Каракалпакской АССР
Сооружение БФК им. У. Юсупова	240	1939	На р. Нарыне в Наманганской области
Куйганярская плотина	1 800	1939	На р. Карадарье в Андижанской области
Сооружение Ташкентского канала	87	1941	На Карасу (р. Чирчик) в Ташкентской области
Сооружение Ташсакинского канала	225	1941	На р. Амударье в Хорезмской области
Сооружение канала Пахтаарна	65	1948	На р. Амударье в Каракалпакской АССР
Регулятор канала им. Кирова	364	1948	На р. Сырдарье в Сырдарьинской области
Сарыкурганский	350	1948	На р. Сох в Ферганской области
Хархурский	300	1951	На р. Зеравшане в Бухарской области
Дамходжинский	560	1956	На р. Карадарье в Самаркандской области
Кокандский	350	1958	На р. Сох в Ферганской области
Верхнечирчикский	1 800	1959	На р. Чирчик в Ташкентской области
Тешикташский гидроузел	1 400	1961	На р. Карадарье в Андижанской области
Сооружение Южно-Голодностепского канала	360	1965	На р. Сырдарье в Сырдарьинской области
Сооружение канала им. Ахунбабаева	100	1965	На р. Сырдарье в Наманганской области
Сооружение Амубухарского канала	269	1965	На р. Амударье в Бухарской области
Каршинский	515	1965	На р. Кашкадарье в Кашкадарьинской области
Учкурганский	2 490	1966	На р. Нарыне в Наманганской области
Гидроузел в голове канала Шамалик	700	1966	На р. Ангрен в Ташкентской области
Шафриканский	530	1967	На р. Зеравшане в Бухарской области
Зангский	1 000	1967	На р. Сурхандарье
Ак-Карадарьинский	885	1973	На р. Зеравшане, в Самаркандской области

Их эксплуатируют по специальным инструкциям, утвержденным областными управлениями оросительных систем или Министерством мелиорации и водного хозяйства Узбекской ССР. Инструкции по эксплуатации гидроузлов составляются научно-исследовательскими институтами на основе научно-производственных и модельных исследований.

Типы гидротехнических сооружений — плотины, туннели, перепады, быстротоки, акведуки, дюкеры, трубы, шлюзы-регуляторы, вододелители и т. д. определяются гидрологическими условиями, рельефом местности.

2. ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ

Узбекская ССР — крупнейшая хлопкосеющая республика Советского Союза, основная база хлопководства. Это зона древнего земледелия, где основные сельскохозяйственные культуры возделывают с помощью орошения, осуществляемого эксплуатацией систем, каналов и гидротехнических сооружений.

Основными источниками орошения земель Средней Азии служат реки Амударья и Сырдарья, а непосредственно земель Узбекистана — Зеравшан, Чирчик, Сох, Кашкадарья, Сурхандарья, Исфайрам, Шахимардан и др.

Министерство мелиорации и водного хозяйства Узбекской ССР осуществляет руководство работами по поддержанию в рабочем состоянии каналов, гидротехнических сооружений, насосных станций, защитных устройств, оградительных дамб, инспекторских дорог, гражданских и производственных зданий, телефонной сети, радиосвязи, электрических линий и др. Оно ведает обеспечением забора воды из источников орошения, доведением ее в необходимом количестве и в нужные сроки до колхозов и совхозов, выполняет мероприятия по поддержанию орошаемых земель в хорошем мелиоративном состоянии. В функции министерства входит техническое обслуживание и оказание помощи колхозам, совхозам по эксплуатации внутрихозяйственной оросительной сети. Эти мероприятия осуществляют 11 областных управлений оросительных систем (облУОС), которым подчиняются 137 районных управлений оросительных систем (райУОС), 36 управлений межрайонных каналов (УМРК),11 управлений мелиоративных систем, 15 управлений эксплуатации гидроузлов, 13 управлений эксплуатации каналов, два управления берегозащитных дамб, 11 управлений насосных станций, одно управление машинного орошения, два городских управления водного хозяйства, одно управление нового орошения, 12 ирригационных лесхозов.

Из шести заместителей министра двое занимаются вопросами эксплуатации гидромелиоративных систем.

Главному управлению эксплуатации Министерства мелиорации и водного хозяйства Узбекской ССР подчинены ремонтно-строительное управление, управление водопользования и водохранилищ,

центральные производственные службы (ЦПС) по ремонту и эксплуатации гидротехнических сооружений, гидротехнического оборудования, водохранилищ и селехранилищ, гидрометрических устройств, центральная диспетчерская служба.

В ведении Главного управления мелиорации находятся отделы эксплуатации осушительной сети и гидрорежимных наблюдений, управление по техническому обслуживанию внутрихозяйственных мелиоративных систем.

Главному управлению водных ресурсов подчинены отдел перспективных схем планирования и учета водных ресурсов, отдел контроля водоохранных мероприятий, по использованию и охране водных ресурсов.

В подчинении Главного управления насосных станций и вертикального дренажа находятся отдел вертикального дренажа, высоковольтных сетей и оборудования, релейной защиты и автоматики, гидротехнического и энергетического оборудования, центральная энергетическая лаборатория.

Главному производственно-эксплуатационному управлению электрических сетей подчинены отдел высоковольтных и распределительных сетей, отдел подстанций, производственно-технический отдел, отдел автоматизированных систем управления (АСУ), отдел связи, служба автоматики.

Начальник облУОС курирует бухгалтерию, отдел кадров, административно-хозяйственный и планово-экономический отделы, диспетчерскую службу, бассейновую инспекцию и ирригационный лесхоз.

Заместитель начальника облУОС курирует отделы водопользования и материально-технического снабжения, управление мелиоративных систем, райУОСы, управления мелиоративных систем, межрайонных каналов, гидроузлов, водохранилищ. В маловодные годы последних лет водораспределением занимались начальники облУОСов и представители Среднеазиатских республик минводхозов и областных организаций.

Главный инженер облУОС курирует производственно-технический отдел, отделы капитального строительства, связи, автоматики, телемеханики, главного механика, проектную группу, эксплуатацию насосных станций и скважин, электрических сетей.

К подразделениям относятся УМКР, райУОСы, управление мелиоративных систем (УМС), ирригационный лесхоз, бассейновая инспекция, проектная группа; управление эксплуатации насосных станций и управление электрических сетей находятся на самостоятельном балансе.

Областные управления оросительных систем и Амударьинское дельтовое управление оросительных систем (АДУОС) ведают в областях и Каракалпакской АССР водохозяйственными мероприятиями по проектированию, строительству и эксплуатации систем.

В состав Управления эксплуатации Большого Ферганского канала им. У. Юсупова входит Большой Ферганский (БФК), Боль-

шой Андижанский (БАК), Северный Ферганский (СФК), Южный Ферганский (ЮФК), каналы Каркидонский и Сохский подпитывающие каналы и др.

Управление эксплуатации БФК осуществляет забор воды в магистральные каналы из источников бассейна р. Сырдарьи, транспортирует и выделяет ее водопользователям Наманганской, Андижанской, Ферганской областей в Узбекской ССР, Ошской области в Киргизской ССР и Ленинабадской области в Таджикской ССР.

Управление эксплуатации Южно-Голодностепского канала им. А. А. Саркисова (ЮГК) ведает организацией эксплуатации центральной ветки, Левой и Правой центральных веток, южного распределителя, правобережного и левобережного распределителей и катастрофического сброса.

Водозабор в ЮГК осуществляют из деривационного канала Фархадской ГЭС на р. Сырдарье. Канал подает воду в новую зону орошения Голодной и Джизакской степей, земли районов, входящих в Сырдарьинскую и Джизакскую области.

Зеравшанский долинный водхоз обеспечивает вододеление по р. Зеравшану между Самаркандской, Бухарской, Кашкадарьинской и Джизакской областями.

В Ферганской долине Узбекистан имеет 800 тыс. га орошаемых земель, которые обеспечиваются водой Управлением эксплуатации Большого Ферганского канала им. У. Юсупова.

3. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ РАБОТЫ НА СИСТЕМАХ

Ремонтные работы направлены на восстановление пропускной способности оросительных каналов и коллекторно-дренажной сети. К ним относятся очистка от наносов и растительности, подсыпка дамб до проектных отметок, заделка прокопов, трещин и нор землероев в дамбах каналов, исправление дна и откосов каналов (засыпка вымоин, укрепление размываемых участков, удаление обвалов и перемычек, профилирование каналов, выправление оси и уклонов каналов и др.). Под ремонтом сооружений следует понимать заделку трещин и воронок размыва, замену частей, пришедших в негодность, исправление щитовых затворов и подъемных механизмов, смотровых колодцев, скважин и дренажных устройств и т. д. Металлические части сооружений (подъемные механизмы, рамы и др.) для предохранения от ржавчины осенью смазывают мазутом или отработанными маслами; металлические части сооружений красят ранней осенью.

Для выявления повреждений оросительной сети и сооружений, установления объемов работ (земляные, бетонные) и потребных материалов осенью, после окончания поливной кампании, комиссии, созданные по приказу начальника УОС, осматривают сеть и сооружения, составляют дефектные ведомости. На основе этих ведомостей ремонтные отделы УОС планируют ремонты сети и сооружений. Ниже приведены некоторые данные по основным видам

ремонтных работ на оросительных системах Узбекистана: содержание и ремонты — каналов, гидротехнических сооружений, насосных станций, гидропостов, гражданских и производственных зданий, средств связи, эксплуатационных дорог, скважин вертикального дренажа, оградительных дамб; защита от паводков и проведение регулировочных работ при водозаборах из рек; уход за лесными насаждениями; проведение капитальных ремонтов — гидротехнических сооружений, гидрометрических постов, зданий, связи, эксплуатационных дорог и насосных станций.

В настоящее время более 85 % ремонтных работ выполняют подрядным способом силами строительных и специализированных трестов. Земляные работы на 95 % выполняют механизмами. Большие объемы работ выполняют по очистке коллекторно-дренажной и сбросной сети от заиления, зарастания и оплывания откосов. Восстановление дренирующей способности дренажных систем и водоотводящей способности коллекторной сети улучшает мелиоративное состояние земель. Распределение очистки сети по видам: межхозяйственные каналы и коллекторы — 56 %; внутрихозяйственная сеть и дрены — 44; оросительная сеть — 57; коллекторно-дренажная сеть — 43 %.

В эксплуатационных организациях отсутствуют малогабаритные комплекты механизмов для проведения ремонтов мелких и средних сооружений. Необходимо наладить производство механизмов, смонтированных на пневмоходу, которые бы включали сварочный агрегат, бетономешалку, компрессор, насос, электростанцию, вибратор и набор инструментов, шланги и др.

4. БОРЬБА С НАНОСАМИ НА СИСТЕМАХ

Удельные объемы очистки сети в год в среднем по Узбекистану по межхозяйственной оросительной сети составляют 28 м³/га, межхозяйственной коллекторной — 20, внутрихозяйственной оросительной — 21 и по внутрихозяйственной коллекторной сети — 16 м³/га.

Наибольшие удельные объемы очистки сети приходятся на системы, расположенные в нижнем и среднем течениях Амударьи. В Хорезмской области они составили 88 м³/га, в Каракалпакской АССР — 89, в Бухарской области — 75 м³/га.

Наносы обычно поступают в системы из рек и саев, являющихся источниками орошения. Мутность воды в реках и саях зависит от размыва водосборной площади во время дождей и таяния снегов. Чем выше мутность воды в реке, тем больше наносов поступает в системы. Иногда наносы имеют внутрисистемное происхождение. Они образуются в результате размывов и обвалов берегов каналов и перемещений твердого стока. Это наблюдается там, где системы получают осветленную воду из водохранилищ. В каналах с бетонной облицовкой исключены размывы русел каналов, наносы поступают на поля.

Дислокация наносов зависит от характера наносов и транспортирующей способности потока в каналах, которая изменяется в зависимости от уклонов и расходов. Крупные донные наносы (галька и крупный песок) отлагаются в головном участке на первых километрах магистрального канала. Средние фракции (средний и мелкий песок) транспортируются в распределительную сеть и частично поступают в каналы хозяйственной сети. Мелкий песок в виде взвешенных наносов попадает в хозяйственную сеть. Мелкие глинистые частицы с водой поступают на поля орошения.

На системах с большими уклонами (Киргизская ССР, Таджикская ССР) значительная часть наносов отлагается в хозяйственной сети, со средними и малыми уклонами каналов (Узбекская ССР, Туркменская ССР) — в магистральных каналах и в распределительной сети (табл. 12).

12. Примерное распределение наносов по звеньям оросительных систем зоны хлопководства, %

Республика	Магистральные каналы	Распределительная сеть	Хозяйственная сеть	Сбросная сеть
Узбекская ССР	30,0	49,2	12,7	8,1
Туркменская ССР	45,6	40,3	13,0	1,1
Таджикская ССР	30,8	32,1	30,2	6,9
Киргизская ССР	39,2	31,8	27,4	1,6
Казахская ССР	59,7	31,9	5,6	2,8
Азербайджанская ССР	48,0	30,0	16,4	5,6
В среднем	42	36	18	4

Для проверки канала на заиляемость определяют критическую скорость течения воды в канале на заиление по формуле

$$v_{кр} = AQ^{0,2},$$

где A=0,33 для W<1,5 мм/с, 0,44 для W=1,5...3,5 мм/с и 0,55 для W=3,5 мм/с; Q — расход воды в канале, м³/с; W — гидравлическая крупность наносов, или скорость выпадения частиц наносов в стоячей воде, мм/с (табл. 13).

Расчетную критическую скорость воды на заиление сравнивают с фактической или проектной скоростями в канале.

Для устранения заиления канала необходимо повысить фактическую скорость воды в канале. С этой целью увеличивают уклон канала за счет перенесения головы вверх по реке, спрямляют канал, устраняют подпорье, уменьшают коэффициент шероховатости за счет бетонной облицовки, очищают земляное русло и др.

Характер заиления канала можно определить сравнением транспортирующей способности потока в канале ($\rho_к$) с мутностью

13. Средняя скорость выпадения взвешенных частиц грунта

Фракции	Средний размер частиц, мм	Гидравлическая крупность, W, м/с	Участники отложения наносов
Песок:			
крупный	2,5	0,26	Головной участок магистрального канала
	2,0	0,23	
	1,5	0,2	
средний	1,0	0,14	Распределительная сеть
	0,5	0,8	
мелкий	0,25	0,025	
	0,1	0,007	
Пыль:			
песчаная	0,05	0,002	
	0,02	0,0005	Хозяйственная сеть
крупная	0,01	0,0002	

в реке ($\rho_р$). Транспортирующую способность канала вычисляют по формулам А. Г. Хачатряна, В. В. Пославского, Е. А. Замарина, А. Н. Гостунского, И. И. Горошкова, Н. Е. Жуковского, С. Х. Абальянца и др. Наиболее распространенными являются формулы Е. А. Замарина:

$$\rho_к = 0,022\,(v/W)^{\frac{2}{3}}\sqrt{RI} \quad \text{при} \quad W > 0,002;$$

$$\rho_к = 11v\sqrt{\frac{vRI}{W}} \quad \text{при} \quad W < 0,002,$$

где v — средняя скорость потока, м/с; $\rho_к$ — количество наносов, которое поток воды в канале в состоянии транспортировать, кг/м³; R — гидравлический радиус живого сечения потока, м; J — уклон поверхности воды в канале; W — средневзвешенная гидравлическая крупность наносов, м/с.

Если $\rho_к > \rho_р$, канал не заиляется; если $\rho_к < \rho_р$, канал заиляется. Например, при мутности воды в реке $\rho_р$=5 кг/м³, в канале $\rho_к$=3 кг/м³ заиление будет 5—3=2 кг/м³. Можно подсчитать объемы наносов и наметить мероприятия по удалению или уменьшению наносов в канале.

Объем поступающих наносов в систему можно уменьшить закреплением участков размыва в верховьях рек, проведением противоэрозионных работ (посадка леса, укрепление чаш размыва и др.), устройством в голове системы защитных дамб, водоотбойных шпор, порогов, промывников, отстойников для снижения мутности воды, устройством на каналах (в головах сбросных каналов) шлюзов для гидравлической промывки наносов, созданием на участках каналов приспособления для задержания наносов и периодического их удаления экскаваторами, землесосами в вегетационный период без закрытия каналов.

Уменьшение объемов очистки каналов от наносов снижает эксплуатационные затраты, создает благоприятные условия для нормального водопользования.

Расчет отстойника начинают с определения его длины.

$$L = HvK/W,$$

где H — глубина воды в отстойнике, м; W — скорость осаждения расчетных частиц в отстойнике (гидравлическая крупность наносов), м/с; v — скорость течения воды через отстойник, м/с; K — коэффициент запаса 1,1...1,25.

Объем наносов ($V_н$), отлагающихся в отстойнике, определяют по формуле

$$V_н = (\rho_р - \rho_к) QT/\gamma,$$

где $\rho_р$ — мутность поступающей воды из реки, кг/м³; $\rho_к$ — транспортирующая способность потока через отстойник (выход), кг/м³; Q — расход воды, проходящий через отстойник, м³/с; T — продолжительность работы отстойника, с; γ — масса 1 м³ воды, кг.

Отстойники облегчают очистку каналов, задерживают средний и мелкий песок. Их устраивают в холостой части магистральных каналов, межхозяйственных распределителей, в естественных понижениях и западинах, по которым проходит трасса каналов.

При выборе места для отстойника определяют объем западин для отложения наносов и учитывают на выбранном участке возможность создания пониженных скоростей, обеспечивающих отложение наносов и их очистку механизмами или гидросмывом в реку.

Требования к отстойнику: все наносы в диаметре от 2 до 0,1 мм, которые могут оседать в оросительной сети, должны аккумулироваться в отстойнике, вместимость отстойника должна быть не меньше годового объема наносов, подлежащих удалению из всех каналов, расположенных ниже отстойника; ритмичность водоподачи в каналы, расположенные ниже отстойника, не должна нарушаться в период вегетации; около отстойника должна быть площадь, позволяющая складывать в течение 8...10 лет выброшенные из отстойника наносы. Отстойник должен быть пригодным для размещения механизмов с годовой производительностью, равной годовому объему отлагающихся наносов.

В практике эксплуатации систем различают три вида отстойников: на подводящей головной части магистральных каналов (перед головным регулятором), на магистральных каналах и крупных ветках за регуляторами, в понижениях и западинах холостой части магистральных каналов и крупных распределителей (отстойники озерного типа).

Для эксплуатации отстойника нужно определить условия отложения наносов различной фракции, подобрать механизмы для очистки, установить отвальное хозяйство, составить графики работы отстойника и его очистки.

И. А. Шаров предлагает длину отстойника определять по формуле

$$L \geqslant 2v_{кр}H/W,$$

где L — длина отстойника, м; H — средняя глубина воды в отстойнике, м; W — гидравлическая крупность наносов, м/с; $v_{кр}$ — критическая скорость заиления, соответствующая глубине воды в канале, м/с.

Для практических целей рекомендуют пользоваться зависимостью критических скоростей от глубины воды в канале: при глубине $H=0,3$ м критическая скорость $v_{кр}=0,2$ м/с; при $H=0,6$ м $v_{кр}=0,4$ м/с; при $H=0,9$ м $v_{кр}=0,5$ м/с; при $H=1,2$ м $v_{кр}=0,6$; при $H=1,5$ м $v_{кр}=0,7$ м/с; при $H=1,8$ м $v_{кр}=0,8$ м/с; при $H=2,2$ м $v_{кр}=0,9$ м/с; при $H=2,7$ м $v_{кр}=1$ м/с.

Для очистки отстойников и каналов от наносов применяют следующие механизмы.

Плавучий земснаряд МЗ-6 предназначен для очистки больших магистральных каналов и головных отстойников. Корпус земснаряда разборный, состоит из трех понтонов; масса понтона 18 т.

Основной агрегат земснаряда состоит из землесоса 16-ГРУ-8 и дизель-генератора 5Д50. Питание электроэнергией всех механизмов земснаряда обеспечивается дизель-генератором мощностью 200 кВт.

Для разработки грунтов I...VI категорий земснаряд оборудован сменными рабочими органами фрезерного типа и всасывающим наконечником. Рабочие перемещения земснаряда осуществляют с помощью носовых и кормовых папильонажных тросов и свайного хода.

В комплект земснаряда входит плавучий пульповод длиной 600 м с водометным движителем, бульдозер на тракторе Т-100 м, кран-трубоукладчик, нефтеналивная баржа, роспуск.

Подача земснаряда до 250 м³/ч. Дальность транспортирования пульпы с подъемом от уровня воды на 10 м 1500 м. Глубина разработки грунта с рыхлителем до 6 м, без рыхлителя до 10 м. Минимальная ширина канала по дну, при которой может работать земснаряд 15 м, осадка в рабочем положении — 1,23 м.

Кроме земснаряда МЗ-6, в современных условиях внедряют в практику земснаряды МЗ-5, ЭРС-1, ЗРС-120, ДЭР-250, 350-Э-5М, МЗ-8.

При очистке каналов применяют ползунковые и колесные скреперы, грейдеры, каналокопатели и каналоочистители. Наиболее благоприятные условия для применения таких механизмов представляются, когда каналы имеют широкие и неглубокие поперечные сечения.

На крупных каналах применимы скреперные снаряды, на мелких — каналоочистители и грейдеры.

Каналоочиститель МР-10 предназначен для очистки каналов от наносов, ила и растительности. Рабочий орган — двухлопастный фрезерный, навешивается на трактор Т-100 МБГП с ходоуменьшителем. Глубина очищаемых каналов до 3 м, ширина по дну от 0,8 до 1,6 м. С шириной по дну от 0,8 до 1 м очистку проводят за один проход, а более 1...2 м за два прохода. Производительность за 1 ч чистой работы: 25,8...66 м³ на минеральных и 0,258... 0,558 км на торфяно-глеевых грунтах.

Каналоочиститель ЭМ-202 применяют для очистки осушительных каналов (коллекторов). Машина — самоходная на базе экскаватора ЭМ-152Б, имеет сменные рабочие органы: многоковшо-

вый поперечного черпания и многоковшовый поворотный роторы. Конструкция предусматривает возможность очистки дна каналов, имеющих крепленые откосы.

Параметры очищаемых каналов: глубина до 2 м, ширина по дну 0,4...1,2 м, заложение откосов 1 : 1 до 1 : 2. Производительность за 1 ч чистой работы 298,2 м, с многоковшовым ротором — 197,5 м.

Каналоочиститель МР-12А предназначен для очистки осушительных и оросительных каналов глубиной до 2 м. Базовая машина — трактор ТДТ-55, оборудованный ходоуменьшителем.

Каналоочиститель поставляется со сменными рабочими органами: редуктором и шнеком с метателем для очистки от наносов дна каналов, заполненных водой, уширенным поворотным ковшом для очистки от наносов дна и планировки откосов каналов, косилкой для скашивания растительности на откосах каналов и удаления ее на берму. Транспортная скорость 2,3—10,2 км/ч, рабочая — 0,1...1,2 км/ч.

Каналоочиститель КН-0,6 предназначен для очистки каналов внутрихозяйственной оросительной сети от наносов и растительности, агрегатируется с гусеничными тракторами класса 3 тс, оборудованными ходоуменьшителями.

Рабочие органы машины: два отвала грейдерного типа для восстановления и планировки откосов и ротор-метатель для очистки дна канала и выброса наносов за пределы канала. Для подрезания растительности и срезки слоя наносов со дна машина снабжена специальным лемехом.

В процессе работы трактор перемещается по бермам канала.

Параметры каналов: глубина 0,4; 0,5; 0,6 и 0,8 м; ширина по дну 0,4 и 0,6 м; заложение откосов 1 : 0,75 и 1 : 1. Производительность за 1 ч чистой работы 82,9 м³/ч; рабочая скорость 0,5... 1,0 км/ч.

За последние годы отечественной промышленностью выпускаются механизмы, используемые при очистке каналов и коллекторов: каналоочиститель МР-7А для осушительных каналов глубиной до 1,7 м; каналоочиститель ВК-0,6, предназначенный для очистки от наносов и растительности оросительных каналов глубиной 1,2 м, шириной по дну 0,4...0,6 м с заложением откосов 1 : 1 и 1 : 1,5; многоковшовые экскаваторы ЭТЦ-202, ЭТР-201А, ЭТР-310, перспективные бульдозеры ДЗ-532, ДЗ-27с, Д-575, Д-521, Д-572, ДЭТ-250, ДЭТ-384.

5. ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ В ХЛОПКОВОДЧЕСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ

Водопользованием называют комплекс организационно-технических и хозяйственных мероприятий по забору, распределению и использованию воды на сельскохозяйственные, промышленные и коммунально-бытовые нужды народного хозяйства. Распределение воды между хозяйствами (системное водопользование) и в хозяйствах (хозяйственное водопользование) планируют на

основе оптимальных режимов орошения. Режимы орошения и связанные с ними техника полива являются основой планового водопользования.

Режимом орошения сельскохозяйственных культур называется совокупность норм, сроков и числа поливов (табл. 14), обеспечивающих в активном слое почвы оптимальный водный, воздушный, питательный и солевой режимы для данных природных и агротехнических условий. Поливы необходимо проводить в оптимальные сроки, оптимальными поливными нормами, обеспечивающими нормальное увлажнение расчетного слоя почвы с учетом фаз развития хлопчатника (до цветения, цветение, плодообразование и созревание).

14. Примерное число поливов хлопчатника на различных типах почв при урожайности более 3,5 т/га
(В. Е. Еременко)

Тип почв и глубина залегания грунтовых вод	Число поливов	Распределение поливов по фазам		
		до цветения	цветения	созревания
Песчаные, супесчаные с прослойкой гальки и песка	7...10	2...3	4...5	1...2
Сероземы типичные с глубоким залеганием грунтовых вод	6...8	1...2	4...5	1...0
Луговые с залеганием грунтовых вод на глубине 1,5...2 м	5...6	1...2	3...4	1...0
Луговые и лугово-болотные при залегании грунтовых вод до 1 м	2...4	0...1	2...3	0

Поливная норма — количество воды, поданной для увлажнения расчетного слоя почвы один раз на 1 га сельскохозяйственной культуры.

Оросительная норма — сумма поливных норм, потребных для орошения 1 га культуры за вегетационный период (для хлопчатника, включая предпахотные, предпосевные поливы с 01. 04 по 01. 10).

Факторы, влияющие на режимы орошения: водно-физические свойства почвы; фазы развития сельскохозяйственных культур (хлопчатник, рис, зерновые, овощи), способы и техника полива; урожайность сельскохозяйственных культур; климатические условия (температура воздуха, количество осадков, испаряемость и скорость ветра); гидрогеологические условия и солевой режим почвы.

Поливные нормы, приведенные в таблице 15, рекомендуют для незасоленных земель, где почву увлажняют без стекания воды ниже расчетного слоя. На засоленных землях Хорезма, Каракалпакской АССР, Голодной и Каршинской степей, Бухарского оазиса, Центральной Ферганы и Сурхан-Шерабадской долины практикуют промывные режимы орошения, рекомендованные на Ташкентской сессии ВАСХНИЛ в 1964 г.

15. Примерные поливные нормы хлопчатника ($м^3$/га) по фазам развития для различных почвенных разностей
(В. Е. Еременко)

Почва	Сероземы и луговые почвы без запасных поливов (грунтовые воды глубоко) по фазам		
	до цветения	цветения	созревания
Глинистые	1 100...1 300	900...1 000	700...800
Тяжелосуглинистые	1 100...1 200	900...1 000	700...800
Среднесуглинистые	1 000...1 100	800...1 000	600...700
Легкосуглинистые	900...1 000	800...900	600...700
Супесчаные	800...1 000	700...800	500...600
Песчаные	800...900	700...800	500...600

Продолжение

Почвы	Сероземы и луговые почвы, где проведены запасные или промывные поливы по фазам		
	до цветения	цветения	созревания
Глинистые	700...800	800...1 000	600...700
Тяжелосуглинистые	700...800	800...1 000	600...700
Среднесуглинистые	700	800...900	500...600
Легкосуглинистые	700	800...900	500...600
Супесчаные	600...700	700...800	500

Борьбу с засолением почвы проводят в осенне-зимний и ранневесенние периоды года при помощи промывных поливов на фоне дренажа.

Суть промывных режимов орошения заключается в том, что к поливным нормам, приведенным в таблице 15, в зависимости от степени засоленности почвы прибавляют 15...30 % и более.

Промывные режимы орошения эффективны там, где обеспечен дренажный сток, имеются достаточные водные ресурсы. Условия применения промывного режима орошения на землях средней и вышесредней засоленности: достаточная водообеспеченность орошаемых земель, достаточная удельная протяженность коллекторно-дренажной сети, обеспечивающей создание пресной «подушки» сверху минерализованных грунтовых вод и понижение их уровня при отводе в коллекторную сеть, наличие хорошего водоприемника, принимающего дренажный сток без подтопления орошаемой территории.

Преимущества промывного режима орошения: уменьшается соленакопление в активном слое почвы в вегетационный период, вымываются соли в более глубокие слои почвы до грунтовых вод, срабатываемых дренажной сетью; увеличивается урожайность хлопчатника за счет питания корневой системы из пресной прослойки грунтовых вод, создаваемой за счет фильтрации «грузных» поливных и промывных норм; снижается число поливов и послеполивных обработок, уменьшается себестоимость 1 т хлопка-сырца.

Недостатки промывного режима орошения: с солями из почвы выносится большое количество растворимых питательных веществ, что требует внесения повышенных доз удобрений. Применение промывного режима орошения требует увеличения пропускной способности оросительной сети, лотков — каналов (Голодная и Каршинская степи) в период вегетации.

При определении оросительной нормы ($м^3$/га) необходимо учитывать дренажный сток ($м^3$/га), необходимый для промывного режима орошения. Объем дренажного стока можно найти по соотношению содержания солей в грунтовых водах.

Планы водопользования составляют 2 раза в году: на вегетационный период (01.04...01.10) и на осенне-зимний и ранневесенний периоды (01.10...01.04).

В планах водопользования на вегетационные периоды предусматривают следующее:

использование оросительной воды, отпускаемой по лимиту государственной (межхозяйственной) оросительной системой, при соблюдении оптимального режима орошения культур и рациональных элементов техники полива;

повышение производительности труда на сельскохозяйственных работах за счет увязки поливов с послеполивными обработками почвы и повышение урожайности хлопчатника при соблюдении комплекса агротехнических мероприятий;

максимальное сокращение потерь оросительной воды в каналах на фильтрацию и эксплуатационных потерь на прогон воды между бригадами, поливными участками, а также потерь из-за несовершенной техники полива, неспланированности поверхности поливных участков;

повышение плодородия и улучшение мелиоративного состояния почв путем рассоления земель за счет промывных поливов, промывного режима орошения и недопущения подъема уровня грунтовых вод на фоне дренажа, внедрение механизации и автоматизации полива;

установление оптимальной водоподачи хозяйству и улучшение водообеспеченности системы.

В планах водопользования на вегетационные периоды предусматривают поливы сельскохозяйственных культур, плодовых, винограда, других насаждений в увязке с междурядной обработкой хлопчатника и других пропашных культур. В планах на осенне-зимний и ранневесенний периоды предусматривают промывки засоленных земель, влагозарядковые поливы, поливы люцерны, зерновых колосовых, корнеплодов и др.

Для составления планов водопользования в хозяйстве необходимо иметь следующие документы: план земель хозяйства с указанием границ полеводческих бригад, внутрихозяйственных распределительных каналов, номеров поливных участков, коллекторно-дренажной и сбросной сетей, точек водовыделов из межхозяй-

ственных каналов, гидротехнических сооружений, гидрометрических постов, дорог и лесных насаждений; план орошаемых земель хозяйства на данный год, утвержденный райисполкомом (колхоз) и Главным управлением совхозов МСХ республики (совхоз) с привязкой площадей культур полеводческих бригад к гидромодульным районам, хозяйственным отводам, внутрихозяйственным распределителям и точкам выдела воды из межхозяйственных каналов; ведомости режимов орошения культур по гидромодульным районам. Режимы орошения должны быть одобрены министерствами мелиорации и водного хозяйства и сельского хозяйства республики.

Для примера приведена расчетная ведомость орошения при составлении плана водопользования для гидромодульного района № 6 северной климатической зоны (табл. 16).

16. Расчетная ведомость режимов орошения культур для гидромодульного района С-6

Культуры	Площадь, %	Поливы	Поливная норма, м³/га	Сроки полива	Продолжительность полива, сут	Гидромодуль, л/(с·га)
Хлопчатник	59	1	900	26.05...17.06	23	0,453
		2	1 000	18.06...09.07	22	0,526
		3	1 000	10.07...29.07	20	0,579
		4	1 000	30.07...18.08	20	0,579
		5	800	19.08...10.09	22	0,421
Люцерна	20	1	900	16.04...15.05	30	0,347
		2	1 000	16.05...15.06	31	0,373
		3	1 000	16.06...10.07	25	0,463
		4	1 000	11.07...05.08	26	0,446
		5	1 000	6.08...05.09	31	0,373
Сады, виноградники	3	1	1 000	11.06...10.07	30	0,386
		2	1 000	11.07...10.08	31	0,373
		3	1 000	11.08...15.09	36	0,322
Прочие культуры	3	1	900	26.05...20.06	26	0,401
		2	900	21.06...15.07	25	0,417
		3	900	16.07...10.08	26	0,401
Рис	10	45 % *М*	13 500	01.05...30.06	61	2,460
		30 % *М*	9 000	01.07...31.07	31	3,360
		20 % *М*	6 000	01.08...31.08	31	2,240
		5 % *М*	1 500	01.09...15.09	15	1,157
Приусадебные	5	Постоянный ток		01.04...30.09	183	0,300

Примечание. На приусадебные участки подают постоянные токи 0,2...0,3 л/(с·га). На рис подают токи воды с 01.05 по 30.05 — 45%, с 01.09 по 15.09 — 5% от оросительной нормы риса *М*, которая составляет в районах Средней Азии 30...40 тыс. м³/га, в зависимости от водопроницаемых почвогрунтов

Для анализа использования воды по декадам составляют задания по поливам культур на основе ведомости режима орошения по каждой полеводческой бригаде с привязкой к внутрихозяйственному распределителю. Если земли бригадного участка относятся к двум или более гидромодульным районам, для упрощения

17. Вспомогательная таблица для определения подекадных расходов $Q_{нт}$ (л/с) в зависимости от поливной нормы

Поливная норма, м³/га	Расход для								
	1 га	2 га	3 га	4 га	5 га	6 га	7 га	8 га	9 га
600	0,69	1,38	2,07	2,76	3,45	4,14	4,83	5,52	6,21
700	0,81	1,62	2,43	3,24	4,05	4,86	5,67	6,48	7,25
800	0,92	1,86	2,79	3,72	4,65	5,88	6,51	7,44	8,37
900	1,04	2,08	3,12	4,16	5,2	6,24	7,28	8,32	9,36
1 000	1,15	2,3	3,45	4,6	5,75	6,9	8,05	9,2	10,35
1 100	1,27	2,54	3,81	5,08	6,35	7,62	8,89	10,16	11,43
1 200	1,38	2,76	4,14	5,52	6,9	8,28	9,66	11,04	12,42
1 300	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0	10,5	12,0	13,5
1 400	1,62	3,24	4,86	6,48	8,1	9,72	11,34	12,96	14,58
1 500	1,73	3,46	5,19	6,92	8,65	10,38	12,11	13,84	15,57
1 600	1,85	3,7	5,55	7,4	9,25	11,1	12,95	14,8	16,65
1 700	1,96	3,92	5,88	7,84	9,8	11,76	13,72	15,68	17,64
1 800	2,08	4,16	6,24	8,16	10,4	12,48	14,4	16,32	18,56
1 900	2,2	4,4	6,6	8,8	11,0	13,2	15,4	17,6	19,8
2 000	2,3	4,6	6,9	9,2	11,5	13,8	16,1	18,4	20,7

составления плана водопользования задания по поливам составляют по режимам орошения гидромодульного района, который имеет наибольшую площадь.

Расходы воды на полях орошения $Q_{нт}$ вычисляют умножением площади сельскохозяйственной культуры на ординату поливного гидромодуля, определяют среднедекадные ординаты гидромодуля. Расходы воды $Q_{нт}$ предложено определять, пользуясь заданиями на поливы с помощью вспомогательной таблицы 17, в которой подекадные расходы нетто даны в литрах в секунду для площадей от 1 до 9 га при поливных нормах от 600 до 2 000 м³/га. Для определения суммарного расхода воды нетто за декаду цифры, взятые из таблицы 17, суммируют с учетом площадей. Подсчитывают $Q_{нт}$, потери $Q_п$, $Q_{бр}$ и КПД по внутрихозяйственным каналам и находят плановое водопотребление нетто и брутто.

Если водопотребление (нетто) полеводческой бригады меньше 100 л/с, рекомендуют между бригадами устанавливать очередное водопользование (водооборот) с целью уменьшения потерь оросительной воды и увеличения производительности на поливе. При плановом водопотреблении более 100 л/с полеводческим бригадам подают воду непрерывным током.

Потери определяют по формуле

$$Q_п = \sigma Q_{нт} l / 100,$$

где $Q_{нт}$ — расход, л/с; σ — потери воды на 1 км длины каналов постоянного действия, %. Их определяют по одной из формул А. Н. Костякова или САНИИРИ в зависимости от водопроницаемости грунтов; l — рабочая длина канала, км.

В периодически действующей сети и во временных оросителях потери определяют на основе производственных исследований. Примерные удельные потери на 1 км канала: при $Q_{нт}=80$ л/с $\sigma=14$ %; при $Q_{нт}=100$ л/с $\sigma=13$ %; при $Q_{нт}=120$ л/с $\sigma=12$ %;

при $Q_{нт}$=160 л/с σ=10 %; при $Q_{нт}$=180 л/с σ=9 %; при $Q_{нт}$=200 л/с σ=8 %; при $Q_{нт}$=220 л/с σ=7,5 %; при $Q_{нт}$=240 л/с σ=7 %.

Головной расход канала определяют по сумме $Q_{нт}$ и $Q_{п}$.

Коэффициент полезного действия хозяйственного отвода вычисляют по отношению расхода воды нетто на полях к головному расходу хозяйственного отвода.

Очередное водопользование в хозяйстве между бригадами в пределах внутрихозяйственного распределителя зависит от маловодья. При площади орошения в бригаде более 100 га подают непрерывный ток и проводят сосредоточенные поливы, устанавливая очередность между поливными участками (10—15—20 га). При площадях бригад менее 100 га рекомендуется вводить межбригадный водооборот.

В тех случаях, когда на системе водообеспеченность ниже 75 %, хозяйственные отводы и внутрихозяйственные распределители в точках водовыдела получают лимитированные расходы (лимит). Лимит определяют умножением планового водопотребления $Q_{бр}$ на коэффициент водообеспеченности α: $Q_{л} = Q_{бр}\alpha$.

Коэффициент водообеспеченности получают от деления расхода источника орошения за период (декаду) на суммарное водопотребление брутто по всем системам. Коэффициенты водообеспеченности определяют в критические периоды недостатка воды и в маловодные годы. Водоподача хозяйству пропорциональна коэффициенту водообеспеченности.

Управления оросительных систем определяют число тактов, периоды водооборота, сроки действия водооборотов, лимитированные расходы.

Число тактов (очередей) определяют, исходя из производственных возможностей с учетом выделенного лимита, в большинстве случаев принимают 2...3 такта. Период водооборота — цикл, в течение которого подачу воды чередуют между бригадами, колхозами, отделениями совхоза, севооборотными массивами и полями. При введении внутрихозяйственного водооборота рекомендуют принимать 10 сут.

Действующий расход воды, который поступает на поля орошения чередующейся единицы, равен лимиту и подается на число суток в зависимости от числа тактов. При водооборотах КПД земляных каналов увеличиваются на 10...15 %, поэтому повышаются расходы воды нетто на полях.

Если лимит воды поступает во внутрихозяйственный распределитель в течение вегетационного периода постоянным током и из него поливают земли нескольких полеводческих бригад, то водооборот вводят между группами бригад. При этом минимальный расход подачи воды устанавливают в размере поливного тока, обеспечивающего полив в одном месте не менее 8...20 га в сутки. Воду подают целое число суток. При водооборотах за счет частого переключения расходов воды и продолжительного стояния каналов без воды потери увеличиваются. Водообороты применяют для подачи воды поливными токами на поля.

Для получения высоких урожаев культур культивация междурядий на посевах хлопчатника, сахарной свеклы, кенафа, кукурузы, джугары в период наступления спелости почвы после полива имеет решающее значение. Глубокая своевременная культивация, помимо экономии воды, обеспечивает повышение урожайности на 60 %. Послеполивная обработка (культивация) хлопчатника и других пропашных культур обеспечивает благоприятные воздушный, тепловой и питательный режимы, что способствует нормальному развитию растений. Послеполивная обработка почвы уменьшает испарение с поверхности почвы, замедляет подъем солей по капиллярам.

Интенсивное испарение влаги с поверхности почвы без обработок сокращает межполивные периоды, увеличивает число поливов, что снижает водообеспеченность оросительной системы.

Увязку поливов с обработками проводят в бригаде на севооборотном массиве, в отделении совхоза, по совхозу и колхозу, при постоянном токе воды или при водообороте.

Полеводческая бригада является производственной единицей водопользования в хозяйстве. Основной принцип увязки поливов с обработками — равенство суточных площадей поливов суточным площадям обработок посевов.

Управления оросительных систем определяют суточные расходы воды, потребные для поливов площади хлопчатника и других пропашных культур, а также потребное число тракторов, необходимых для нарезки борозд, продольной и поперечной культиваций.

Суточный расход воды $Q_{сут}$ определяют по формуле

$$Q_{сут} = m\omega/86{,}4t,$$

m — поливная норма, м³/га; ω — площадь полива участка, га; t — продолжительность полива, сут.

При перекрестной обработке хлопчатника и других пропашных культур потребное число пропашных тракторов определяют с учетом производительности пропашного трактора (га) за рабочий день при нарезке борозд, при продольной и поперечной культивациях.

После поливов с наступлением «спелости» почвы через два-три дня проводят культивацию (сначала поперечную, затем продольную). Воду в полеводческие бригады, на севооборотные поля, поливные участки необходимо подавать сосредоточенно, соблюдая очередность, обеспечивающую своевременный полив и обработку. Этим достигается эффективное использование оросительной воды, машинно-тракторного парка, трудовых ресурсов и наибольшая урожайность.

При водооборотах нарезку борозд и культивацию необходимо увязывать по срокам проведения очередных поливов. Размеры

поливаемой в бригаде площади должны соответствовать дневной производительности трактора.

В осенне-зимние и ранневесенние периоды составляют план водопользования для поливов поздних культур и влагозарядки. Картофель поздний, томаты, баклажаны, перец поливают до 10.10, капусту позднюю и огурцы поздние — до 20.10, картофель ранний и столовые корнеплоды ранние сажают с 01 до 15.03. В эти периоды почву увлажняют поливными нормами 600... 700 м³/га.

Предпосевные поливы зерновых озимых и люцерны нормами 900...1 000 м³/га проводят с 01 по 20.10. Осеннюю промывку засоленных земель под хлопчатник нормами 1,5...3 тыс. м³/га и более в зависимости от степени засоленности почв проводят с 01.11 по 15.12. На осенне-зимний и ранневесенний периоды предусматривают расходы воды для животноводческих ферм, для поливов культур на приусадебных участках, для хозяйственных нужд на мельницы, рисорушки, электростанции и др. (табл. 18).

18. Примерные нормы и сроки осенне-зимних и ранневесенних поливов по колхозу, отделению совхоза

Культуры и промывки земель	Площадь полива, га	Полив	Поливная норма, м³/га	Срок полива		Продолжительность полива, сут
				начало	конец	
Промывка засоленных земель	2 000	Промывной	2 000	01.11	15.11	15
Зерновые озимые	100	Предпосевной	1 000	01.10	15.10	15
Люцерна	50	»	1 000	01.10	15.10	15
»	50	Увлажнительный	900	01.10	20.10	20
На животноводческие фермы	—	Постоянный ток 10 л/с	—	01.10	01.04	
Для полива культур на приусадебных участках	—	Постоянный ток 25 л/с	—	01.10	01.12	
Повторная промывка засоленных земель	2 000	Промывной	2 000	01.03	15.03	15
Для хозяйственных нужд	—	Постоянный ток 200 л/с	—	01.10	01.12	61
Плодовые, виноград	50	Увлажнительный	1 000	15.11	01.12	16

При глубоком залегании уровней грунтовых вод проводят влагозарядковые поливы нормой 1...1,2 тыс. м³/га в период с 15.11 по 15.12. Такие поливы гарантируют ровные всходы хлопчатника весной, где мало выпадает осадков и не проведены предпахотные и предпосевные поливы.

Управления оросительных систем составляют задания по поливам и бригадам и определяют расходы нетто на полях. В зависимости от полученных расходов при непрерывном водопользовании и значения лимита решают вопрос о введении водооборота между полеводческими бригадами.

Осенью и весной промывают большие площади, поэтому введение водооборота определяется пропускной способностью каналов внутрихозяйственной сети. Водооборот устанавливают между группами бригад в зависимости от их водопотребления брутто при расчетной водоподаче. При малых расходах и большой пропускной способности каналов вводят водооборот между отделениями совхоза, группами бригад совхоза, колхоза.

Планы водопользования, составленные по хозяйствам, районам и по оросительной системе, обсуждают на производственном совещании при директоре совхоза и в колхозах — правлениями.

В обсуждении планов принимают участие управляющие отделениями совхозов, руководители колхозов, бригадиры, агрономы, гидротехники, гидрометры, мирабы. При необходимости в план вносят коррективы.

Управления межрайонных каналов или районные управления оросительных систем получают планы водопользования от хозяйств и составляют сводный план водопользования по району в разрезе межхозяйственных каналов, определяют декадные расходы водоподачи в увязке с возможностью системы. Районный план водопользования по колхозам и совхозам утверждается райисполкомом после согласования с управлением межрайонных каналов или областным управлением оросительных систем.

Для подготовки поливных участков к поливу проводят следующие работы: планировку или выравнивание полей до посева, вспашку, боронование и посев, нарезку борозд и армирование оголовков трубками, сифонами, щитками, нарезку временной оросительной сети, ок-арыков и вспомогательных борозд, оправку оголовков и армирование переносными регулирующими приспособлениями, наладку дождевальной и поливной техники, подготовку поливальщиков для проведения поливов и трактористов для работы на поливных и дождевальных машинах. Поля к поливу готовят под руководством агрономов и гидротехников совхозов и колхозов. Поливы в колхозах и совхозах проводят круглосуточно. Гидротехники совхозов и колхозов ежегодно по окончании поливного периода осматривают гидротехнические и водоучитывающие сооружения, каналы и поливную технику для определения объемов ремонтов, планировочных работ на основе дефектных актов.

Оперативная корректировка планов водопользования необходима в следующих случаях: при изменении поливной площади и состава культур по сравнению с принятыми в плане, изменении поливного режима вследствие выпадения осадков, резкого похолодания, суховеев, повышения или понижения уровня грунтовых вод, изменении подачи воды хозяйству в результате значительного снижения водоносности источника орошения, а также аварий на оросительной системе.

При выпадении значительных осадков, изменении температуры воздуха вопросы оттяжки сроков полива или проведения дополнительных поливов решают правления колхозов, дирекции совхо-

зов. Об этом сообщают в районное управление оросительных систем или управление межхозяйственных каналов и облУОС.

При длительном уменьшении водоподачи в хозяйства (маловодный год) проводят систему мероприятий по наиболее экономному использованию воды (снижение поливных норм, дополнительные рыхления и др.).

На каждую декаду составляют оперативные планы поливов и обработок в соответствии с фактическим состоянием культур, потребностью их в воде, в увязке с фактическими лимитами воды, установленными хозяйству по режиму источника орошения.

Хозяйства, согласно декадному графику оперативного плана водопользования, заблаговременно (за 1...2 дня) подают заявки на воду управлению оросительных систем (райУОС, УМРК, облУОС) с указанием потребных расходов воды, отпускаемых в точках выдела. Гидротехник хозяйства следит за поступлением ее в хозяйственные отводы и ведет в журнале запись расходов. Журнал служит документом для расчета стока воды в хозяйство.

Инженеры-гидротехники совхозов, колхозов распределяют воду между отделениями, бригадами согласно графику при помощи гидрометров, участковых гидротехников, водных объездчиков и регулировщиков гидротехнических сооружений.

При подаче воды бригадам соблюдают такие условия: не допускают распыление воды на малые расходы и переброски ее с одного конца бригадного участка на другой, подбирают число сменных поливальщиков, трактористов дождевальных и поливных машин для экономного использования воды отпускаемой бригаде с учетом ведения полива круглые сутки, не допускают разрыва между поливами и обработками, число тракторов и их производительности увязывают с выходами политых площадей пропашных культур.

Учет воды, подаваемой хозяйству в точках водовыдела из межхозяйственного канала, ведет райУОС. Представитель хозяйства каждые сутки расписывается в журнале участкового гидротехника. Сооружения, расположенные в точках водовыдела колхозу и совхозу, имеют водомерные устройства — расходографы, счетчики стока или реечные гидропосты, тарировку которых проводит участковый гидрометр райУОС или УМРК. Учет воды на границах отделений совхоза и полеводческих бригад ведет эксплуатационный штат хозяйства.

Учет водоподачи ведут 3 раза в сутки (через 8 ч). Из среднесуточных наблюдений расходов воды определяют среднедекадные. По пятидневкам (на шестой день) в отдел орошения совхоза или колхоза представляют сведения о средних за пятидневку расходах (л/с) и политых площадях (га).

Круглосуточное использование воды и качество поливов проверяют контролеры хозяйства, которые составляют акт в случае обнаружения некачественного полива или сброса оросительной воды. Нарушителей правил водопользования привлекают к ответственности.

Технический контроль за проведением поливов и использованием оросительной воды в хозяйствах ведут райУОС и УМРК.

В каждой бригаде контроль за учетом политых и обработанных площадей ежедневно ведет бригадир. Учетчик бригады к концу дня докладывает бригадиру о работе поливальщиков, пропашных тракторов, о политой площади и расходах воды, о площадях культивации в продольном и поперечном направлениях, о нарезке борозд и др.

На практике встречаются случаи, когда поливальщики, пользуясь правилами «поливать до потемнения гребня борозды», на участке держат воду 10...12 сут. На легких почвах при большой длине поливных борозд вместо 80...100 м до 300...400 м оросительная вода не достигает конца борозд, поливная норма завышается в 2...3 раза, снижается производительность труда на поливе. Это приводит к недостатку оросительной воды, затрудняет водопользование.

Для качественного орошения необходимо подобрать элементы техники полива.

В практике колхозов, совхозов и УОС контролем служит коэффициент использования воды (КИВ) за 5...10 сут, за месяц и вегетационный период. При нарушениях оптимальных элементов техники полива за счет неспланированности поверхности, глубокого просачивания и сброса воды в коллекторы снижается КИВ, ухудшается мелиоративное состояние орошаемых земель. Нормальный КИВ составляет 0,9...1,1. Отклонения его зависят от изменений водоподачи и недоучета политых площадей.

$$КИВ = \omega_ф/\omega_р,$$

где $\omega_р$ — площадь культур, которую можно полить поданной водой за декаду, га; $\omega_ф$ — фактически политая площадь за декаду, га.

При заниженных поливных нормах и завышенном учете политых площадей КИВ больше 1.

6. СИСТЕМНОЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Системные планы водораспределения составляются управлением межрайонных каналов УМРК или облУОС на основе хозяйственных планов водопользования колхозов и совхозов в разрезе административных районов. При их составлении определяют узловые и головные расходы воды межхозяйственных распределителей. К сумме головных расходов добавляют потери в русле магистрального канала и получают головной расход системы.

Для составления системных планов водораспределения системным управлениям необходимо иметь следующие документы:

подробную схему системы с указанием расположения распределительной сети от источника орошения до точек выдела воды в хозяйства, с указанием границ хозяйств, точек выдела в хозяйства, узлов распределения и командования, эксплуатационных

участков и границ их действия, постов и створов гидрометрии, линейных сооружений, мелиоративных створов скважин для наблюдения за грунтовыми водами;

схему системы с указанием размещения почвенно-мелиоративных категорий — почвы, глубины грунтовых вод, рельефные характеристики и др.;

земельные фонды по хозяйствам и планы размещения культур;

лимиты возможного отпуска воды хозяйствам в зависимости от водоносности источника орошения (для средней, повышенной и пониженной водоносности);

расходы источника орошения за последние десять лет, приведенные к створу на русловом участке системы;

расчетные сведения о расходах источника орошения на предстоящий год;

сведения о потерях воды за прошлые пять лет из магистральных каналов и распределительной сети, с разбивкой их по узлам системы;

сведения о мелиоративном состоянии земель, об уровнях и минерализации грунтовых вод, о контурах размещения засоленных земель и их изменениях за последние 5...10 лет;

итоговые данные из планов подачи воды в хозяйства, отчеты по системному водопользованию за последние пять лет.

Управления межрайонных каналов (УМРК) и областные управления оросительных систем (облУОС) выделяют лимиты воды по магистральным каналам и межхозяйственным распределителям в разрезе декад. Головные расходы $Q_{бр}$ каналов определяют прибавлением потерь к суммарному расходу $Q_{нт}$ на полях орошения. В оперативных расчетах определяют по декадам КПД каналов и делением суммарного расхода воды на полях орошения нетто получают суммарные расходы воды брутто.

По магистральным каналам составляют ведомости вододеления между административными районами по декадам, устанавливают расходы брутто при водопотреблении с непрерывной водоподачей в период вегетации и проценты от суммарного водопотребления брутто системы. При изменениях режимов расходов источников орошения вододеления проводят пропорционально процентам.

Административные районы по лимитам системы в соответствии с режимами источников орошения решают вопросы о водооборотах. Районные управления оросительных систем представляют на утверждение райисполкомов планы водооборотов между колхозами и совхозами с учетом уменьшения потерь воды при прогоне ее по каналам и выход площадей из-под поливов.

Водообороты между районами вводят в случае острого маловодья (1974, 1977 гг.) при коэффициентах водообеспеченности по источникам орошения 0,5 и ниже. Обычно вводят двух- или трехтактные водообороты между районами при периоде водооборота 10...15 сут. При водооборотах учитывают пропускную способность каналов и организацию круглосуточных поливов, увеличивают

число поливальщиков и поливных машин, не допускают сбросов воды в коллекторную сеть.

Основой планового водопользования по системам являются декадные расходы, установленные при принятой технике полива. Плановые расходы воды в разрезе районов равны итогам планового водопотребления колхозов, совхозов по межхозяйственным каналам. Районные УОС имеют ведомости декадного планового водопотребления брутто хозяйств по межхозяйственным каналам и выход политых площадей.

Управления оросительных систем систематически проводят увязки водопотребления хозяйств и районов с режимами источников орошения. Если режимы рек не совпадают во времени с режимами водопотребления и сток реки не зарегулирован, то возникают критические периоды (дефициты в плановом водопотреблении). Из полученных по наблюдениям за ряд лет расходов реки по декадам устанавливают расчетные расходы — средние (50 %), нижесредние (75 %) и вышесредние (25 %) и выбирают расчетный год с учетом прогнозов о водоносности рек на предстоящий период. Прогнозы выдает служба УГМС.

При составлении планов водораспределения обычно принимают за расчетный год средний (50 %). При расчетах учитывают расходы возвратных и сбросных вод, подземные воды и другие источники. В зависимости от маловодья применяют подпитывание из скважин, используют воду коллекторов и вводят водообороты, которые применяют в случаях маловодья, когда коэффициенты водообеспеченности систем ниже 0,7.

Отношение рабочей длины каналов к суммарной протяженности всех каналов должно быть близко к 0,5.

Максимальная пропускная способность всех каналов участка водооборота должна позволять пропускать форсированные расходы.

Благодаря водообороту уменьшается протяженность одновременно работающих каналов, увеличиваются расходы, повышаются уровни командования воды в каналах. При хорошей организации водооборотов увеличивается производительность труда на поливе, улучшается увязка поливов с механизированными междурядными обработками.

Коэффициент полезного действия межхозяйственной сети при водообороте $\eta_в$ определяют по формуле:

$$\eta_{кв} = \frac{\eta_1 k^m \beta + \alpha^m - k^m \beta}{\alpha^m},$$

где η — КПД сети при $Q_{бр}$ нормальном; k — число тактов водооборота; m — степень водопроницаемости грунтов каналов в формуле $\sigma = A/Q^m$; β — отношение длины каналов одновременно работающих при водообороте ко всей длине каналов. Значения β принимают при двухтактном водообороте равным 0,6, при трехтактном — 0,45; α — отношение расходов воды при пониженной водообеспеченности,

$$\alpha = Q_{ф}/Q_{п}.$$

Проведение системных планов водораспределения: все каналы, сооружения и гидрометрические посты до начала поливов должны быть отремонтированы; готовность сети и сооружений к началу поливной кампании фиксирует комиссия, назначенная приказом начальника УОС.

До начала поливов водопользователям (колхозы, совхозы) дают выписки из плана водопользования, где указаны декадные расходы воды и задания по площадям поливов.

В УОС проводят инструктаж линейных работников по вопросам планового водораспределения, участковым гидротехникам вручают выписки из системных планов, зависимости расходов от уровней воды по гидропостам и расчетные таблицы.

Забор воды из источника орошения и ее распределение проводят согласно плану водораспределения. Сверхплановая подача воды районам и хозяйствам недопустима.

Областное УОС устанавливает плановые или лимитированные расходы по межрайонным каналам, районам, УМРК или райУОС, по гидротехническим участкам и хозяйствам. Участковые гидротехники распределяют расходы воды между каналами и хозяйствами, дают указания регулировщикам и водным объездчикам о расходах и уровнях воды по отводам. В случаях изменений лимитов сообщают регулировщикам и водным объездчикам задания на изменение расходов и уровней воды по отводам, при плановых расходах устанавливают задания ($м^3/с$), в случаях ежедневных колебаний в процентах от головных расходов воды или от суммарной подачи воды в отводы.

Линейные работники эксплуатационной службы объезжают закрепленные за ними участки каналов и сооружения, регулируют расходы и уровни воды, 2 раза в сутки передают воду представителям колхозов, совхозов и других водопользователей с соответствующей записью в журнале.

Работники эксплуатационной службы несут ответственность за подачу плановых расходов воды водопользователям.

Для контроля за правильностью передаваемых сведений о расходах и уровнях воды у каждого гидрометрического поста установлены контрольные пункты, в которых водные объездчики и регулировщики сооружений оставляют запись наблюдаемых расходов и уровней воды.

На границах гидротехнических участков располагают контрольные гидрометрические посты, с помощью которых составляют балансы и определяют потери воды по отдельным участкам.

Ежедневные данные о расходах и уровнях воды в каналах записывают в диспетчерские журналы водораспределения, сопоставляют плановые и фактические расходы воды по каждому отводу канала, составляют балансы водных ресурсов, определяют суммарные подачи воды в отводы и потери воды по участкам.

Один раз в пятидневку гидротехники хозяйств передают сведения о ходе поливов сельскохозяйственных культур, на основе которых райУОС определяют КИВ.

По истечении пятидневки или декады райУОС проводит оперативные совещания гидротехников, на которых обсуждают итоги выполнения плана водораспределения и хода поливов. Недоданные в течение декады отдельным хозяйствам лимиты воды компенсируют в следующую декаду. По КИВ оценивают организацию водораспределения и водопользования, принимают меры к эффективному использованию оросительной воды. Если учет и регулирование водораспределения проводят с применением АСУ, то показатели КИВ будут выше.

Оросительную способность системы F (га) определяют по формуле:

$$F = \sum W / \overline{M},$$

где W — суммарное количество воды, которое может поступить в систему за период вегетации (с апреля по сентябрь), $м^3$; $\overline{M}$ — средневзвешенная оросительная норма брутто, $м^3/га$.

$$\overline{M} = \frac{M_1\omega_1 + M_2\omega_2 + \ldots + M_n\omega_n}{\sum \omega\eta_c};$$

M_1, M_2, ..., M_n — оросительные нормы культур по районам, $м^3/га$; ω_1, ω_2, ... ω_n — площади культур по районам, га; η_c — КПД системы.

По данным паспортизации оросительных систем и отчетов по водопользованию для ряда районов зоны хлопководства установлены средневзвешенные оросительные нормы брутто: для северных районов хлопководства Казахской ССР, Киргизской ССР, Узбекской ССР и Туркменской ССР 9...10 тыс. $м^3/га$; для южных районов хлопководства Узбекской ССР, Таджикской ССР и Туркменской ССР 11...14 тыс. $м^3/га$.

Ниже приведен пример системного водопользования в Управлении Большого Ферганского канала им. У. Юсупова.

Большой Ферганский канал построен в 1939 г. Обязанности управления эксплуатации каналов:

составление планов и оперативное корректирование межобластного деления воды между районами, получающими воду из рек Нарына, Карадарьи, Исфайрамсая, Шахимардансая, Соха;

забор воды из Нарына и Карадарьи, транспортировка и подача в оросительные системы Узбекистана, Таджикистана, Киргизии в соответствии с лимитами;

капитальный и текущий ремонты канала и гидротехнических сооружений, зданий, механизмов, телефонной сети, инспекторских дорог и оборудования;

повышение технической оснащенности и улучшение эксплуатации, борьба с нарушениями правила водопользования.

Большой Ферганский канал забирает воду из р. Нарына (420 $м^3/с$) и других источников в общей сложности 532 $м^3/с$. Воды Нарына идут в БФК и перебрасываются в реки Карадарью и Тентяксай для подпитывания орошаемых земель.

Годовой водозабор БФК увеличился с 2,2 млрд. $м^3$ в 1940 г. до 6 млрд. $м^3$ в год в настоящее время. Число водовыпусков, подающих воду в отводы, составляет 258.

Для отвода сбросных и дренажных вод по левую сторону БФК параллельно построен коллектор; для отвода этих вод по правую сторону под ка-

налом устроено 160 дюкеров-труб с суммарной пропускной способностью до 260 м³/с. Через БФК проложено 100 железобетонных мостов.

На Куйганярской плотине имеется пульт управления ТЧР-61 для дистанционного регулирования затворами плотины и водовыпусками из центрального диспетчерского пульта. Гидроузел на р. Нарын и Куйганярская плотина автоматизированы и телемеханизированы. Раньше гидроузлом управляли 34 человека, теперь эту работу выполняют четверо. Для учета воды на водовыпусках из БФК установлено 70 полуавтоматов, 8 самописцев и другое оборудование, облегчающие управление водораспределением. Составляют проект автоматизации и телемеханизации всех сооружений. Для профилактических ремонтов и поддержания канала в рабочем состоянии имеются 6 экскаваторов, 15 бульдозеров, 10 скреперов, 3 автогрейдера, один землесос, 65 грузовых и 3 специальных машин.

Управлению БФК подчинены: Южный Ферганский (ЮФК) и Большой Андижанский каналы (БАК), головное сооружение Северного Ферганского канала (СФК).

В связи с реконструкцией и расширением БФК, СФК, ЮФК, вводом в эксплуатацию БАК изменилась структура управления эксплуатации и функции отделений. В состав управления эксплуатации входят четыре отделения, обслуживающие БФК, два — БАК и одно — ЮФК.

В ведение первого отделения входят: Нарынский гидроузел, верхние тракты БФК, БАК и подпитывающие ветки, головное сооружение СФК на Нарыне и БФК на Карадарье (Куйганярская плотина с отстойником и сбросным сооружением), каменная дамба на Карадарье и Тентяксае, Хаккулабадский вододелитель, русло канала до пикета 488. Отделение обеспечивает плановые заборы воды в отводы, сбросы паводковых и селевых потоков, сохранность и эксплуатацию всех гидротехнических сооружений.

Второе отделение обслуживает трассу канала со всеми водоотделителями от пикета 488 до Сарыджугинского дюкера на границе Ферганской области, Асакинский и Шариханский дюкеры.

В ведении третьего отделения находятся трасса канала и сооружения на нем, Язъяванская и Ханабадская ветки, Язъяванский, Маргиланский и Алтыарыкский дюкеры.

Четвертое отделение обслуживает трассу канала от Первомайской плотины до границы Таджикистана, Сохский подпитывающий канал и отстойник, сбросные сооружения Сохского канала.

В ведение третьего отделения БФК входят трассы БАК и ЮФК со всеми сооружениями. Границы отделений увязаны с административным делением областей и районов, привязаны к основным источникам орошения.

7. КОЭФФИЦИЕНТЫ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ СИСТЕМ

Коэффициент полезного действия оросительной системы равен произведению КПД магистрального канала, межхозяйственных распределителей и оросительной сети хозяйств,

$$\eta_{ic} = \eta_{м.к}\eta_{мх.р}\eta_{с.хоз}.$$

Коэффициент полезного действия оросительной системы хозяйства (колхоз, совхоз) равен произведению КПД хозяйственного отвода, внутрихозяйственных распределителей, участковых распределителей и временной сети.

$$\eta_{ic.хоз} = \eta_{гх.о}\eta_{вх.р}\eta_{у.р}\eta_{в.о}.$$

Основные факторы, влияющие на КПД системы: механический состав почвогрунтов, расходы воды в каналах, протяженность,

разветвленность каналов (рабочая длина), глубина залегания уровней грунтовых вод, периодичность действия каналов.

Коэффициент полезного действия межхозяйственной части системы больше изучен, чем внутрихозяйственной сети. За последние годы органами эксплуатации министерств мелиорации и водного хозяйства Среднеазиатских республик значительная часть межхозяйственных каналов облицована бетоном. Общий процент облицовки всех оросительных каналов в 1975 г. по Узбекистану составил 6 991 км, или 4,7 %. В Узбекской ССР плановый КПД межхозяйственных каналов оросительных систем за вегетацию 1981 г. был равен 0,8.

В ряде областей без соответствующих исследований при составлении планов водопользования по хозяйствам принимают завышенные КПД — 0,7...0,75.

Исследования, проведенные в Вахшской (Таджикской ССР) и Чирчик-Ангренской (Узбекская ССР) долинах, показали, что КПД систем в хозяйствах составлял 0,6...0,7. Если определить КПД всей оросительной системы с учетом потерь воды на глубокое просачивание, поверхностные сбросы и испарение при поливе, он будет значительно ниже. Максимальные значения КПД межхозяйственной сети могут быть 0,9, КПД системы хозяйств — 0,8 и КПД техники полива — 0,8. На данный период в районах Средней Азии КПД оросительных систем составляет: $\eta_c = 0{,}9 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}8 \sim \sim 0{,}6$.

Следовательно, почти 40 % поданной в системы воды не используется. Однако значительная часть ее в качестве возвратных вод попадает на нижние системы и в реки. В бассейне р. Амударьи возвратные воды оцениваются 25 млрд. м³ и в бассейне Сырдарьи 17 млрд. м³, что примерно равно суммарному стоку водозабора на орошение земель в Узбекистане.

Часть возвратных вод используют на орошение и подачу промышленным предприятиям, однако для колхозов и совхозов, расположенных в верховьях систем, потери оросительной воды невозвратимы. Например, из 2,5 млрд. м³ воды, забранной на орошение из источников воды в Сурхандарьинской области в 1975 г., дренажный сток и поверхностный сброс в Амударью составили 1,1 млрд. м³.

Для повышения КПД оросительных систем хозяйств необходимо реконструировать оросительную сеть и внедрить механизацию и автоматизацию полива, которые позволят проводить поливы расчетными нормами без потерь на глубокое просачивание и поверхностные сбросы.

Некоторые исследователи КПД техники полива называют КПД поля.

$$\eta_п = m_{пл}/m_ф,$$

где $m_{пл}$ — плановая поливная норма, м³/га; $m_ф$ — фактическая поливная норма с учетом потерь на глубокое просачивание, поверхностный сброс и потери на испарение, м³/га.

По данным управления мелиоративных систем Амударьинского дельтового управления оросительных систем (АДУОС), в 1975 г. удельная водоподача на гектар орошаемой площади в контуре административных районов варьировала от 25 тыс. м³/га в Ходжелийском районе до 46,2 тыс. м³/га в Кунградском районе. Средняя оросительная норма хлопчатника брутто по Каракалпакской АССР составила 21,6 тыс. м³/га, в то время как по Средней Азии расчетная норма равнялась 12...13 тыс. м³/га.

В Хорезмской области и Каракалпакской АССР при естественной кольматации каналов и близком водоупоре КПД отдельных крупных межхозяйственных каналов изменялись от 86 до 94% (табл. 19).

19. Значения КПД крупных межхозяйственных каналов

Каналы	Протяженность, км	Пропускная способность, м³/с	Уклоны	КПД
Кызкеткен	25	270	0,008...0,011	0,94
Каттагар	18	60	0,011...0,015	0,92
Куванышджарма	88	110	0,011..,0,013	0,86
Кегейли	56	110	0,013...0,014	0,90
Абадярмыш	15	30	0,015...0,017	0,89

Коэффициент полезного действия межхозяйственных оросительных систем Каракалпакской АССР 0,83, Хорезмской области 0,77. Разница в 6 % объясняется илистой структурой почв русл каналов, кольматированием каналов амударьинской водой и близким водоупором. В супесчаных почвах Хорезмской области при меньшей естественной кольматации каналов КПД снижается.

Коэффициент полезного действия оросительных систем можно определить отношением количества воды, поданной на поля $W_{нт}$, к количеству воды, поступившей в голове системы $W_{бр}$ за определенный период:

$$\eta_c = W_{нт}/W_{бр}.$$

Расход брутто равен расходу нетто плюс потери воды от головы системы до поля.

$$Q_{бр} = Q_{нт} + \sum \frac{Q\sigma l}{100},$$

где σ — потери на 1 км длины канала, % от расхода $Q_{бр}$; l — рабочая длина канала, системы, км; $Q_{нт}$ — расход воды в канале (нетто).

Коэффициенты полезного действия периодически действующей сети каналов;

$$\eta = 1 - \sigma_1 l_1/100,$$

где σ_1 — удельные потери в периодически действующей сети % на 1 км; l_1 — действующая длина каналов, км.

Для определения значений σ постоянно действующей сети А. Н. Костяков и САНИИРИ предложили формулы, по которым вычисляют потери воды в каналах (табл. 20).

20. Значения σ в постоянно действующих каналах

Грунты	По А. Н. Костякову	По САНИИРИ
Легкие	$\sigma = \frac{3,4}{Q^{0,5}}$	$\sigma = \frac{2,8}{Q^{0,5}} \cdots \frac{3,5}{Q^{0,5}}$
Средние	$\sigma = \frac{1,9}{Q^{0,4}}$	$\sigma = \frac{1,87}{Q^{0,5}} \cdots \frac{2,3}{Q^{0,5}}$
Тяжелые	$\sigma = \frac{0,7}{Q^{0,3}}$	$\sigma = \frac{1}{Q^{0,5}} \cdots \frac{1,3}{Q^{0,5}}$

В формулах САНИИРИ значения σ можно определять, извлекая квадратный корень из расхода Q в знаменателе. Для конкретных каналов вычисляют значения σ по формуле $\sigma = A/Q^m$. Значения коэффициентов A и m находят на основе балансовых замеров потерь.

Опыты эксплуатационных исследований в Кашкадарьинской области, в Чирчик-Ангренской и Вахшской долинах, в Голодной степи и в долине Сурхандарьи показали, что значения коэффициентов A и m значительно отличаются от полученных по формулам А. Н. Костякова и САНИИРИ. Уточненные значения позволяют определять КПД систем и их звеньев с учетом особенностей систем.

8. УЛУЧШЕНИЕ МЕЛИОРАТИВНОГО СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬ

На мелиоративно неблагополучных землях, где уровни минерализованных грунтовых вод близки к поверхности, урожайность культур значительно ниже. Оптимальная глубина, на которую надо снизить уровень грунтовых вод, зависит от минерализации грунтовых вод, глубины корневой системы (хлопчатник, люцерна, зерновые и др.), механического состава и водно-физических свойств почвы и климатических условий.

В Средней Азии критические глубины, из-за которых происходит засоление лессовидных почв: при минерализации грунтовых вод 7 г/л — 3,5 м; при 5 г/л — 3 м; при 3 г/л— 2,2 м; при 1,5 г/л — 1,5 м.

Когда уровни грунтовых вод выше критических глубин, происходит интенсивное испарение грунтовых вод, поднимающихся по капиллярам почв к поверхности. Вместе с грунтовыми водами поднимаются различные по химическому составу соли, ухудшающие мелиоративное состояние почвы. Для климатических и почвенно-гидрогеологических условий Ферганской долины установлено, что при наличии в метровом слое почвы 0,03 % хлора вне-

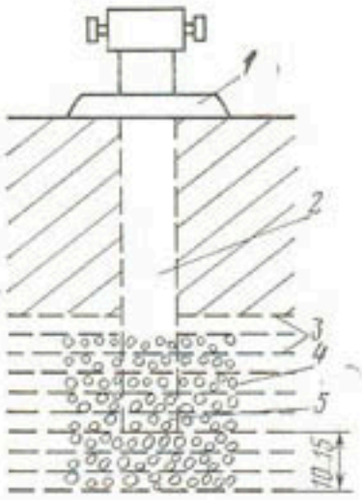


Рис. 26. Скважина для наблюдений за уровнями грунтовых вод:

1 — земляной валик; *2* — обсадная труба; *3* — уровни грунтовых вод; *4* — фильтр; *5* — обратный фильтр. (Размеры в см.)

сенные в почву минеральные удобрения не повышают урожайность хлопчатника. При наличии в почве 0,1 % хлора всходы хлопчатника задерживаются на 17 сут. Таким образом, увеличение хлора в метровом слое почвы задерживает появление всходов, цветение, раскрытие коробочек, снижает урожайность хлопчатника.

На хорошо дренируемых почвах допустимое содержание солей Na_2CO_3 менее 0,1 %, NaCl менее 0,2 % и Na_2SO_4 менее 0,5 %. Содержание 0,01 % хлора влияет на состояние растений.

При наличии в почве до 0,1 % плотного остатка (суммы солей) растения произрастают нормально, 0,2...0,4 % — они слабо угнетены, 0,4...0,6 % — средне угнетены, 0,6...1 % — сильно угнетены. При наличии в почве более 1 % вредных солей большинство растений гибнет.

Чтобы мелиоративное состояние земель хозяйств не ухудшалось, необходимо систематически осуществлять мелиоративный контроль, вести наблюдения за степенью засоления почв, за уровнями и минерализацией грунтовых вод.

Для наблюдений за уровнями грунтовых вод устраивают скважины глубиной 3...5 м (рис. 26). Скважины оборудуют асбестоцементными трубами диаметром 8...10 см, на дно колодца насыпают слои гравия с песком толщиной 10...15 см. В нижней части трубы прорезают отверстия диаметром 3...5 мм, через которые поступают грунтовые воды. Вокруг перфорированной части трубы насыпают обратный фильтр. Скважины закрывают металлическими крышками. Расстояние между створами наблюдательных колодцев 5...6 км, между скважинами 1...1,5 км. Наблюдательные скважины располагают подальше от каналов, коллекторов и дрен. Вокруг скважины насыпают земляные валики. Створы наблюдательных колодцев размещают по характерным местам. Все колодцы в плановом и высотном отношении привязывают к определенным точкам местности. В зависимости от мелиоративных условий хозяйств наблюдательные скважины, по которым ведут контроль на отдельных массивах, размещают из расчета одна скважина на 100...150 га. Уровни грунтовых вод замеряют один раз в декаду, минерализацию грунтовых вод весной (01.04) и осенью (01.10), плотный остаток и отдельно содержание хлора определяют в лаборатории.

Проценты засоления почв в характерных точках контуров на 01.10 с глубины 0,5 и 1 м делят на проценты засоления в тех же точках на 01.04 и получают коэффициенты сезонного засоления (КСЗ). Если КСЗ<1, то запас солей в почве уменьшился, при

КСЗ>1 запас солей в почве увеличился. Соли из почвы удаляют промывными поливами на фоне горизонтального или вертикального дренажа. Степень засоления почвы, КСЗ устанавливают в агрохимических лабораториях, минерализацию грунтовых вод — в лабораториях областных управлений оросительных систем. В осенне-зимние периоды чистят и углубляют коллекторно-дренажную сеть и увеличивают густоту дренажа. Подпоры дренажно-сбросного стока в коллекторах не допускают, сток отводят за пределы орошаемой территории.

Промывные поливы проводят в осенне-зимние периоды или ранней весной, оптимальные сроки промывок — ноябрь, декабрь, до наступления сильных морозов (табл. 21).

21. Промывные нормы в зависимости от наличия хлора, глубины грунтовых вод и водопроницаемости почв, тыс. м³/га
(Д. М. Кац)

Засоление по хлору, %	Средние почвы			Тяжелые почвы		
	Глубина грунтовых вод, м					
	1...2	2...3	>3	1...2	2...3	>3
0,02...0,06	2,0	1,5	1,3	2,5	2,3	2,0
0,07...0,15	5,0	3,8	2,4	6,9	4,9	2,5
0,16...0,25	7,5	6,0	4,4	10,0	7,5	5,5
0,26...0,35	10,2	8,2	6,2	13,2	10,2	6,8
>0,35	13,2	10,5	8,0	16,9	12,9	10,0

Слабозасоленные почвы промывают один раз, среднезасоленные — 2...3 раза, сильнозасоленные — 3...4 раза, солончаки — 4...6 раз. После каждого промывного полива делают перерывы на легких почвах в 2...3 дня, на средних — в 3...4 и на тяжелых — 6...7 дней.

Уровни грунтовых вод должны быть ниже 2,5...3 м от поверхности земли при минерализации их до 10 г/л и ниже 3...4 м при минерализации более 15 г/л. При этих условиях можно предотвратить процессы вторичного засоления земель.

Ниже приведены основные положения технологии промывки сильнозасоленных орошаемых сероземно-луговых почв:

промывку проводят по спланированной и вспаханной почве, навоз запахивают из расчета 30 т/га, почву рыхлят на глубину 70...80 см;

палоделателями нарезают продольные и поперечные валики высотой 40...50 см, создают промывные чеки площадью 0,1... 0,25 га;

каналокопателем КМ-1400 М нарезают временные дрены глубиной до 1 м.

Расстояние между дренами при $K_Ф$<0,01 м/сут равно 20... 30 м, при $K_Ф$ = 0,01...0,1 м/сут — 30...40 м, при $K_Ф$=0,1 ... 0,3 м/сут — 40...50 м.

К собирателю и коллектору подключают дрены; каналокопателем КМ-1400 М нарезают временные оросители, устанавливают патрубки труб $d = 100$ мм для подачи воды в чеки. Из лотков и трубопроводов воду подают в чеки шлангами; промывки проводят прерывисто с подачей воды нормой 2...4 тыс. м³/га. Перерывы в подаче воды составляют 2...3 сут.

Для опреснения почв с $K_ф$=0,1...0,01 м/сут, содержанием в них хлора 0,2...0,3 % промывную норму в 9 тыс. м³/га следует выдать в три приема, при $K_ф = 0{,}1$ м/сут, содержании хлора 0,2... 0,3 % — 15 тыс. м³/га за четыре приема;

после промывки высевают культуры-освоители — суданку, сорго, подсолнечник, просо. Поливы проводят более часто, повышенными поливными нормами (промывной режим орошения).

Коллекторно-дренажная сеть (КДС) обеспечивает отвод солей при достаточной глубине и густоте (табл. 22).

22. Влияние удельной протяженности КДС на минерализацию грунтовых вод, дренажный сток и урожайность хлопчатника в Хорезмской области

Год	Площадь хлопчатника, тыс. га	Удельная протяженность КДС, м/га	Дренажный сток, тыс. м³/га	Минерализация грунтовых вод, г/л	Урожайность хлопчатника, т/га
1956	97,5	18,1	1,9	15	2,06
1970	104,5	30,3	12,4	3	4,00

Уровни грунтовых вод должны снижаться до глубины 3 м в течение 30...50 сут, в летнее время при подъеме уровней грунтовых вод на 30...40 см от поливов за 6...8 сут.

Для обеспечения минусового солевого баланса при оптимальной густоте дренажа, заложенного до критической глубины, предлагается устанавливать междренное расстояние $B_{кр}$, вычисляемое из условия равенства солей, приходящих на балансовый участок и отводимых за его пределы в течение года.

$$B_{кр} = 36{,}5 \cdot 10^5 q_o C_д / K_{м.б} K_п \overline{M}_o C_o,$$

где $\overline{M}_o$ — средневзвешенная оросительная норма, м³/га; C_o — минерализация оросительной воды, г/л; q_o — приток воды в дрену с 1м, м³/сут.

$$q_o = \pi K H \Big/ \left(\ln \frac{B_к}{d} - 1 \right);$$

K — коэффициент фильтрации, м/сут; H — рабочий напор, м; d — диаметр дрены, м; $C_д$ — минерализация дренажного стока, г/л; $K_{м.б}$ — коэффициент обеспечения минусового солевого баланса, равный 0,88...0,9; $K_п$ — коэффициент напорности грунтовых вод, или отношение количества солей, поступающих в зону аэрации с напорными грунтовыми водами, к сумме солей, накапливающихся в зоне аэрации за вегетационный период. $K_п = S_а / \Sigma S_а$. В районе, где нет напорных вод, $K_п = 1$.

Количество солей, отводимых дренажным стоком, пропорционально междренному расстоянию критического значения ($B_{кр}$) и обратно пропорционально количеству солей, приходящих на балансовый участок с оросительной водой. В Хорезмской области

минерализация грунтовых вод 3 г/л, критическая глубина 1,5 м. Это объясняется тем, что там в течение 30...40 лет благодаря созданию густой дренажной сети достигнут гидроморфный процесс почвообразования. Минерализованный слой грунтовых вод отводится в дренажную сеть и пресная «подушка» грунтовых вод периодически обновляется. Благодаря субирригации уменьшается число поливов.

Почвы поливных участков подвергаются засолению снизу и сверху, соль накапливается в зоне аэрации. Грунтовая вода поднимается по капиллярам, вода испаряется с поверхности почвы и соль остается в зоне аэрации. Верхние слои почвы больше подвергаются засолению, чем нижние. Поливная вода минерализована от 0,5 до 1,5 г/л, осенью минерализация ее в р. Сырдарье достигает 1,5 г/л. Поливы проводят поливными нормами более 1 000 м³/га — 5 раз, и в почву вносится за вегетацию 5 т солей. Чтобы освободить почву от накопившихся за вегетацию солей, необходимо ее промывать 1...3 раза.

Для промывки земель площади поливных участков разбивают на чеки по 0,2...1 га и обваловывают земляными валиками или полиэтиленовыми перегородками в зависимости от продольного и поперечного уклонов и глубины залегания чеков.

Воду из чека в чек не переводят, промывку начинают с нижних чеков. В каждый чек воду подают из одного или двух временных оросителей. Чеки устраивают в виде прямоугольников 40×80 м, разница отметок двух смежных чеков не превышает 20 см, глубина затопления 10...15 см, поливная струя 25...50 л/с. Валики нарезают палоделателями, навешенными на трактор. Для улучшения механизации полевых работ валики после промывок убирают. Валики являются аккумуляторами солей, в них накапливается в 3 раза больше солей, чем до промывки, соли остаются на поле после разравнивания валиков, что ухудшает условия появления всходов хлопчатника и снижается урожайность.

В настоящее время разрабатывается технология промывок при замене земляных валиков съемными пластмассовыми перегородками (щиты, пленки). Механизация операций по установке межчековых перегородок значительно повысит экономическую эффективность возделывания хлопчатника и риса.

В данном учебнике рассмотрена эксплуатационная промывка, капитальные промывки, применяемые при освоении засоленных целинных земель и солончаков, освещены в учебниках по сельскохозяйственным мелиорациям.

На режим работы дренажа влияют режимы орошения и промывки. Плюсовые солевые балансы на орошаемой территории нельзя допускать. На опреснение минерализованных грунтовых вод в 10...15-метровой толще зоны активного обмена солями уходят десятилетия, что зависит от солеотдачи почв оптимальной густоты и эффективной работы дренажных систем. Заменить минерализованные грунтовые воды пресными сложнее, чем опустить их уровень.

Критические солевые режимы почв рассчитывают на основании уравнений солевых балансов почвенных растворов:

$$V(C - C_1) = gX - NS,$$

где C — концентрация почвенного раствора расчетного слоя на конец вегетационного периода, г/л; C_1 — то же, на начало вегетации; V — влажность почвы на уровне наименьшей влагоемкости за вычетом нерастворимого объема (гигроскопической воды). Для суглинистых почв $V = 310$ мм на метровый слой или $V = 180$ мм на 60-сантиметровый слой почвы; g — количество испарившихся за вегетацию грунтовых вод, мм; X — минерализация грунтовых вод, г/л; N — количество оросительной воды при орошении, мм; S — минерализация оросительной воды, г/л.

Критическую минерализацию грунтовых вод X при допустимой концентрации солей в почвенном растворе 60-сантиметрового слоя определяют по формуле:

$$X = [(C - C_1)V - NS]/g.$$

Критический дренажный сток $Д$ вычисляют по формуле:

$$Д = \frac{(C - C_1)V}{X}(1 - S/V).$$

Управлять солевыми режимами при высоких грунтовых водах (Хорезм, Бухара, Голодная степь, Каракалпакская АССР и др.) очень трудно; большое испарение вызывает там интенсивное соленакопление в почве и критическая минерализация должна быть низкой (не более 3 г/л, Хорезм). Эффективен дренаж, позволяющий отводить не менее 6...14 тыс. м³/га грунтовой воды в год, что соответствует среднегодовому дренажному модулю 0,2... 0,5 л/(с·га).

9. ЭКСПЛУАТАЦИЯ СООРУЖЕНИЙ, ВОДОХРАНИЛИЩ, ЗАКРЫТОЙ СЕТИ И ЛОТКОВ НА СИСТЕМАХ

При эксплуатации головных регуляторов, расположенных в головах оросительных каналов, обеспечивают бесперебойную водоподачу в оросительные каналы, регулируют уровни и расходы воды, не допускают или ограничивают поступление наносов в каналы.

Сооружения в голове магистральных каналов, забирающие воду из источников орошения (реки), подвергаются опасностям в период паводков и селей. Линейные регуляторы сооружают в головах распределительных каналов.

Основные показатели нормального состояния регуляторов: достаточная пропускная способность сооружений; надежное регулирование уровней и расходов воды, безотказная работа щитовых устройств и подъемников; отсутствие фильтрации и пустот под флютбетами и стенками сооружения, а также повреждений и разрушений элементов сооружений; наличие и безотказная работа средств связи, оборудования и вспомогательных устройств; нормальное состояние подъездных путей и служебных мостов.

Эксплуатация головных участков систем. Границы обслуживания головного регулятора: участок русла реки в верхнем бьефе или старшего канала, головной регулятор, участок русла отводящего канала в нижнем бьефе.

Длину русловых участков в верхнем и нижнем бьефах устанавливают по условиям режимов реки — в верхнем бьефе не меньше трехкратной ширины русла и в нижнем бьефе на границе спокойного течения воды с регулировочными, защитными и водомерными сооружениями.

Русловые участки должны иметь полосы отчуждения. Территорию участка охраняют, по границам устанавливают знаки и ограды. Нормальное техническое состояние и хорошую работу головных регуляторов обеспечивает эксплуатационный штат, который содержит в порядке устройства и своевременно их ремонтирует.

Оснащение головных регуляторов: жилые и служебные здания, склады, телефонные линии, подъездные пути, инвентарь, инструменты, освещение и водомерные устройства, знаки, показывающие нормальные, максимальные и катастрофические (красная черта) уровни воды, створы для наблюдений за размывами и заилением в районе сооружений, контрольно-измерительные приборы, аппаратура и сигнализация, реперы и марки, оборудование по технике безопасности (лодки, спасательные круги, ограждения и пр.).

Для ликвидации аварийного состояния и аварий на узле сооружения должны быть аварийные запасы материалов и инструментов, оборудования, водоотливные средства (насосы, двигатели), комплекты запасных частей для подъемных механизмов. Состав и количество аварийных запасов зависят от технического состояния сооружений, условий работы и месторасположения. Израсходованный аварийный запас материалов восстанавливают.

Состав и численность эксплуатационного штата головных регуляторов определяются значимостью сооружений. Способы обслуживания устанавливает вышестоящая организация, которая составляет правила и инструкции.

Эксплуатационные работники содержат сооружения в хорошем состоянии, ведут наблюдения, проводят осмотры, изучают состояние отдельных элементов сооружений, осуществляют текущие и при необходимости капитальные ремонты. В случае обнаружения аварийной ситуации штат мобилизуют на ликвидацию угрозы и на восстановление нормального состояния работы сооружений.

Охрану сооружений, ограждение от повреждений, разрушений и пожаров, а также от расхищения оборудования, механизмов и материалов проводит эксплуатационный штат. На ответственных сооружениях организуют военизированную охрану, действующую по инструкциям, согласованным с органами МВД. Пожарный инвентарь и оборудование, водоотливные и водоспасательные средства содержат в исправном состоянии, для чего периодически их проверяют.

Для обеспечения нормальной и безопасной работы в ночное время ответственные места сооружений освещают. Сдачу дежурств рабочими смен и сторожами проводят под расписку в постовой ведомости.

Допуск посторонних лиц на территорию сооружений без разрешения начальников гидроузла запрещен; запрещены также прогон, водопой и выпас скота, купание на территории сооружения. Надзор за состоянием сооружений осуществляют в течение года: содержат в порядке сооружения и территорию, очищают от мусора, грязи, плавающих предметов, проводят осмотр понурной, водобойной и сливной частей сооружений подпорных стенок, креплений откосов, щитов, рам и подъемных механизмов, дренажных устройств, следят за состоянием уплотнений. При появлении трещин, заилении, подмывов, просадок, фильтрации воды по подземному контуру и за стенками сооружений принимают меры по устранению дефектов. При обнаружении неисправностей на сооружении эксплуатационные работники докладывают начальнику узла, главному инженеру УМРК, облУОС. Начальник узла сооружений (или гидротехник, старший регулировщик) ежедневно осматривает сооружения, отмечает замеченные недостатки в журнале и принимает меры к их устранению.

На сооружениях ведут наблюдения по водомерным рейкам, пьезометрам и контрольно-измерительным приборам, проводят контрольные нивелировки и промеры глубин воды, ведут журналы расходов и уровней воды, заносят записи в паспорта сооружений.

Текущие более детальные осмотры сооружений выполняют 1... 3 раза в месяц. В паводковое и зимнее время текущие осмотры делают чаще. Результаты текущих осмотров записывают в журналы сооружений.

Периодические детальные осмотры сооружений проводят 3 раза в год — осенью, весной и летом комиссиями в составе представителей управления системы и работников на сооружении.

При осеннем осмотре выявляют состояние сооружений после окончания вегетационного периода, определяют состав и объемы работ по ремонту сооружений и мероприятия по подготовке к зиме и весеннему пуску воды.

Весенний осмотр проводят после окончания ремонтных работ, проверяют готовность сооружений к пуску воды. При летнем осмотре выявляют опасные участки и принимают меры к устранению недостатков, препятствующих пропуску максимальных расходов воды, предусмотренных планом водопользования.

Результаты периодических осмотров оформляют актами. Один экземпляр акта направляют в вышестоящую организацию, другой прикладывают к паспорту сооружений.

Комиссии проводят специальные осмотры сооружений в случаях, когда возникают ухудшения работы или аварии сооружений, чтобы наметить капитальные мероприятия по улучшению условий работы узла.

При эксплуатации сооружений устраняют: образование заторов, зажоров и островов около сооружений, растительность, ухудшающую подход потока к сооружению, появление водоворотов, углубление дна и подмывы берегов, заиления русла; по промерным створам проводят до начала паводков, в паводки и после паводков замеры заилений.

За регулировочными и защитными сооружениями ведут наблюдения за водными потоками вблизи дамб, за подмывом берегов и оснований дамб, за осадкой дамб, за просадками и появлением продольных и поперечных трещин, появлением фильтрации. Определяют необходимость установки новых, наращивания и загрузки сипаев и сеток габионов. В месте сопряжения сооружений с естественным руслом могут появиться водовороты и вспучивание, неравномерные осадки. Для обнаруживания дефектов проводят периодические нивелировки, прощупывания, осмотры в период отсутствия воды и промеры.

В стенках наблюдают за появлением и расширением трещин, отколов, осыпей, раковин, каверн, вздутий, арматуры, выявляют состояние изоляции строительных швов и осадки. Для нивелировок высотные марки заделывают в стенки, отметки которых связаны с отметкой основного репера участка. Нивелировки проводят один раз в два месяца. В водобое выявляют появление трещин из-за неравномерной осадки, истирание стенок и дна донными наносами.

На рисберме и за ней выявляют сбойные течения, водовороты, образование отмелей, размывы в месте сопряжения с естественным руслом отводящего канала и креплений откосов, за вымывом грунта из-под креплений, осадки и др.

В затворах наблюдают за состоянием обшивки, боковых и донных уплотнений, соединений с тягами, проводят регулярную очистку от грязи, удаление со стоек мусора и плавающих предметов, смазку и окраску. В зимнее время не допускают обмерзание щитов, пазов, тяг: проводят околку льда, очистку от снега и обогревание. У плоских щитов проводят наблюдения за опорными частями (рам), тягами и присоединениями к щиту, зазорами между щитами и пазами, движением щита в пазах без заеданий и перекосов. У сегментных щитов наблюдения ведут за подвесками, состоянием тросов и их присоединениями к щиту. У шандор следят за наличием их для каждого отверстия регулятора, состоянием окраски и осмолки, за целостностью захватных приспособлений. У подъемных механизмов удаляют пыль, грязь и старую смазку, подтягивают соединительные части (болты, гайки, шплинты, шпонки и пр.) и кожухи, покрывающие части подъемных механизмов, смазывают механизмы, замки и запоры механизмов.

На отводящих каналах не допускают размывы и заиления русл, оползания и обрушения откосов каналов и кавальеров, зарастание растительностью, образование шуги и ледяного покрова у сооружений.

Ремонтные работы проводят для устранения повреждений и поддержания в рабочем состоянии сооружений, вспомогательных устройств и оборудования. Не плановые ремонтные работы возникают при повреждениях или авариях, их проводят с разрешения вышестоящей организации.

Текущие ремонты необходимы для исправлений повреждений без замены элементов или конструкции сооружений, их выполняют ежегодно для подсыпки дамб, исправления облицовок, заделки трещин, усиления отдельных элементов и окраски частей сооружений.

Капитальными ремонтами устраняют серьезные повреждения при замене неудовлетворительно работающих частей сооружений, их проводят один раз в несколько лет. Аварийными ремонтами ликвидируют аварийное состояние или саму аварию.

Составы и объемы ремонтных работ обосновывают техническими документами — актами, дефектными ведомостями, проектами и сметами. Виды и объемы ремонтных работ устанавливают во время осеннего осмотра сооружений после окончания вегетационного периода, когда прекращается подача воды в каналы. Ремонты сооружений проводят осенью, зимой и весной, когда прекращается водоподача в каналы.

Для ремонтно-строительных работ составляют планы организации работ с определением потребностей в зарплате, рабочей силе, материалах, машинах, транспорте и оборудовании, подготавливают жилье для рабочих, инструменты и др.

Качество завозимых (цемент, лесоматериалы) и местных материалов (камень, гравий, цемент, хворост, камыш) должно отвечать техническим требованиям.

После окончания ремонтно-строительных работ составляют акты с приложениями подсчетов объемов работ, определенных на основе замеров, ведомостей израсходованных материалов, машиносмен, рабочей силы и транспорта, а также стоимости выполненных работ.

Выполненные работы принимает комиссия с участием представителей вышестоящей водохозяйственной организации. В отремонтированные сооружения начинают пропуск воды после подписания актов на приемку выполненных ремонтных работ. В актах могут быть указания, обусловливающие ограничения в сроках работы или допускаемые нагрузки для сооружения, что учитывают при эксплуатации.

Водозаборы из реки или старших каналов проводят в соответствии с планами водораспределения, в которых оформляют графики ежедневных расходов воды через регулятор и таблицы отсчетов по показателям уровней воды в створе гидрометрических постов. Водозаборы осуществляют регулировщики путем изменения высоты открытия щитов и проверяют отсчетами по рейкам гидрометрических постов. Водоподачу контролируют начальники эксплуатационных участков, правильное действие водомерных устройств — гидрометристы.

Планы водозаборов корректируют на основании распоряжений диспетчеров вышестоящих организаций. В аварийных случаях эксплуатационный штат проводит регулировку с немедленным сообщением диспетчеру.

Отсчеты уровней воды, при которых работают сооружения, высота открытия щитов, высота шандорного порога, расход воды в верхнем и нижнем бьефах, а также случаи отступления от плана водоподачи ежедневно заносят в журнал гидрометрических наблюдений и журнал сооружений.

Запрещено быстро включать в работу и выключать сооружения, чтобы не происходило разрушение русл за сооружением, пропускать воду через сооружения в количествах, превышающих расчетную пропускную способность сооружений и каналов. Пропуск воды через многопролетные сооружения проводят при равномерном открытии щитов и высоты шандорного порога во всех пролетах. В периоды передвижения донных наносов пропускают воду через шандорные пороги.

В режимах рек, питающих оросительные каналы, различают три характерных состояния: межень, паводок и зимний период.

В паводковый период проходят большие расходы с повышенными уровнями и скоростями воды, большим количеством донных и взвешенных наносов, плавающих предметов и др. При водозаборах в этот период возникают заиления каналов и повреждения сооружений, работающих с максимальной нагрузкой.

В зимний период проходят малые расходы шуги и льда, что приводит к образованию заторов и зажоров, вызывающих повышение уровней воды. Водозаборы в этот период затруднены в связи с пропусками ледоходов, разливами, забивкой сооружений и отводящих каналов шугой и льдом.

Зажоры — это скопление льда в реке, образующееся при наличии поверхностного ледяного покрова. Они забивают сечение реки и могут вызвать кратковременные подъемы уровней воды.

Заторы ледяные образуются при ледоходе. Они преграждают течения реки и вызывают подъемы уровней воды. Заторы часто повторяются на р. Амударье, их ликвидируют взрывами ледяных масс, бомбардировками с самолета. Заторы приносили большие ущербы народному хозяйству Хорезмской области, Туркменской ССР и Каракалпакской АССР.

Шуга — это комья губчатого льда, плывущие на равнинных реках перед началом ледостава, на порожистых и горных реках — в течение всей зимы. Шуга забивает входные отверстия, образует зажоры, заторы, сопровождаемые наводнениями.

В межень происходят снижения уровней и расходов воды, поэтому проводят учащенные наблюдения за динамикой уровней воды в реке перед сооружениями и в отводящих каналах. Промерами устанавливают отложения наносов перед сооружениями и в отводящих каналах.

Забираемые расходы воды при их увеличении регулируют щитами, шандоры снимают. Если причиной необеспеченности водозабора является заиление наносами, осевшими в пределах сооружения или головного участка отводящего канала, необхо-

димо провести очистку от наносов и увеличить пропускную способность сооружения или канала.

При необеспеченности водозабора, вызванной отсутствием разности уровней воды в реке и отводящем канале, необходимо принять меры к повышению уровня воды перед сооружением путем устройства водозахватной шпоры, уменьшения фильтрации через водозахватные шпоры, устройства преграждающих реку заграждений временного типа.

В период паводка сводят к минимуму поступление наносов в канал. При начале движения донных наносов в реке и в магистральных каналах в пролеты сооружений закладывают шандоры на большую высоту и расходы в отводящий канал регулируют щитами. В реке перед сооружением в водозахватных шпорах, имеющих сбросные отверстия, включают их в действие, в первую очередь верхние по течению, устанавливают струенаправляющие щиты М. В. Потапова.

При заборе воды, не содержащей наносов, регулировки расходов в отводящие каналы проводят шандорами или щитами, которые применяются раздельно или совместно. В моменты прохождений селевых паводков при возможности прикрывают головы каналов. При водозаборах из рек ведут наблюдения за уровнями воды, деформациями дна перед сооружениями и в местах сопряжения с берегом, состоянием обратной засыпки и плавающими предметами, следят за поступлением наносов в отводящие каналы и отложением их в нижнем бьефе.

В зимний период при эксплуатации гидротехнических сооружений в условиях низких температур воздуха и ледовых образований расчищают участки верхнего и нижнего бьефов, чтобы обеспечить продвижение шуги и льда, заготавливают аварийные материалы вблизи опасных мест и возможного образования заторов, зажоров и прорывов, устанавливают водомерные рейки для наблюдений, подготавливают устройства для утепления и обогрева щитов сооружений.

На каналах, которые закрывают на зиму, открывают щиты и убирают шандоры, утепляют флютбет наброской слоя земли для предохранения грунта от промерзания и выпучивания. При пропуске воды через регуляторы проводят подачу из-под щита или шандорного порога без переливов.

В многопролетных регуляторах при заборе воды из-под шандор в 1...2 нижних пролетах, по течению, шандоры не закладывают, текущие регулировки расходом воды проводят щитами.

Перед регуляторами устанавливают запону для направления шуги и льда в сбросные отверстия. В отводящем русле образуют сплошной неподвижный ледяной покров; в каналы подают одинаковые расходы воды, чтобы не допустить колебаний уровней, могущих вызвать подвижку покрова и разрушение облицовки канала.

При больших морозах и сильных ледовых образованиях пролеты регуляторов по возможности закрывают и подачу воды на этот период прекращают.

При водозаборах из рек в зимний период необходимо следить за уровнями воды в верхнем и нижнем бьефах сооружений, за прохождением шуги вдоль запони, стенок сооружения и через сбросные отверстия, за образованием сплошного ледяного покрова. По периметру сооружений, свай и стоек проводят околку льда с утеплением прорубей хворостом, соломой и снегом.

На узле сооружений имеются документы: чертежи и паспорт сооружения, правила технической эксплуатации, должностные инструкции, ведомости реперов, журнал сооружения, журнал уровней и расходов воды, таблицы или графики зависимости расходов от уровней воды, журнал наблюдений.

В паспортах сооружений указывают местонахождение, назначение, максимальную пропускную способность, техническую характеристику, число отверстий, тип сооружений, высоту перепадов, щитовые устройства, подъемные механизмы, вспомогательные устройства, автоматизацию учета расходов воды и водораспределения, эксплуатационный штат, объемы эксплуатационных работ по периодам и др.

Для ответственных сооружений составляют инструкции по эксплуатации, указывают наиболее опасные места и необходимый аварийный запас материалов. Инструкции утверждаются начальником областного управления оросительных систем.

Инструкции по эксплуатации крупных водоподъемных и водохранилищных плотин составляют научно-исследовательские и проектно-изыскательские институты. На техническом совете минводхоза республики они обсуждаются и утверждаются в министерствах.

Ниже приведен пример эксплуатации Южносурханского водохранилища.

Южносурханское водохранилище построено в 1962 г. на р. Сурхандарье с высотой земляной плотины 30 м. Объем сезонного регулирования стока реки 800 млн. м³ условно орошаемая площадь 46 тыс. га переведена на регулярное орошение, освоено более 100 тыс. га новых земель, продолжается освоение новых земель в Сурхан-Шерабадской степи. Оросительная способность водохранилища 152 тыс. га земель.

Для гарантированного накопления воды до полного объема водохранилища строят подпитывающий машинный канал Бабатаг с тремя насосными станциями, подающими 36 м³/с воды на высоту 137 м ежегодно из р. Амударьи, в невегетационный период будут поднимать 250...300 млн. м³.

Отложение наносов в водохранилище и сброс осветленной воды в нижний бьеф приводит к размыву русла реки, что ухудшает водозаборы из реки ниже водохранилища.

Ежегодные потери в 10...11 млн. м³ полезного объема водохранилища вызывают необходимость строительства эквивалентного объема новой чаши водохранилища. Для предотвращения размыва нижнего бьефа водохранилища проектируют новые сооружения.

В связи с этим возникает проблема удлинения срока службы водохранилища путем сокращения или недопущения попадания в него наносов. Для уменьшения поступления наносов в чашу водохранилища целесообразно отвести часть паводкового стока в обход водохранилища в канал Кумкурган, протяженность которого до створа плотины 40 км. Реконструкция водозабора и канала с учетом увеличения пропускной способности до 150 м³/с в марте—

июле уменьшит поступление взвешенных наносов в чашу водохранилища в 5...6 раз.

Водозаборный узел будет направлять часть наносов в канал Кумкурган, по которому они будут транспортироваться в нижний бьеф водохранилища минимальными расходами воды. Будут осуществлены мероприятия по борьбе с заилением чаши водохранилища наносами, поступающими с амударьинской водой по строящемуся каналу Бабатаг.

Заиление чаши водохранилища будет остановлено задержанием части наносов в отстойниках с последующей периодической их промывкой в Сурхандарью, задержанием наносов в наносохранилище, промывкой части наносов водохранилища через донные трубы катастрофического сброса в нижний бьеф плотины, промывкой наносов перед водохранилищем со сбросом 15 % воды.

Питание реки снеговое. Паводок проходит с конца марта до середины июня, с августа по март в водохранилище поступает проточная вода.

Для определения мутности стока за период действия водохранилища в расчет принимали сток реки по гидрометрическому посту Шурчи с апреля по июль. Среднегодовой сток в этом интервале составил 1 620 млн. м³. Мутность стока ρ (кг/м³) вычисляют по формуле:

$$\rho = \sum V_3 \delta / n V_1,$$

где δ — плотность наносов, кг/м³; n — число лет работы водохранилища (расчетное); ΣV_3 — суммарный объем стока наносов в расчетный период; V_1 — среднегодовой сток р. Сурхандарьи по посту Шурчи за апрель—июль.

По данным наблюдений, среднегодовая мутность равна 5,4 кг/м³, за апрель—июль (период паводка) — 7,4 кг/м³.

После строительства Туполангского водохранилища на расстоянии 110 км выше Южносурханского водохранилища наносы, транспортируемые паводковыми потоками р. Туполанга, остаются в чаше этого водохранилища. Сбросной сток (около 363 млн. м³ в год) при большом расстоянии между створами водохранилищ восстановит мутность за счет размыва русла реки.

Пример эксплуатации Южносурханского водохранилища может быть использован при эксплуатации других водохранилищ зоны хлопководства страны.

Эксплуатация закрытой оросительной сети. Эксплуатационный штат систематически учитывает подаваемую в оросительные трубопроводы воду и регулирует водоподачу в соответствии с планами водопользования, поддерживает нормальную работу устройств, предотвращающих попадание плавающих тел, мусора и шуги в распределительные трубопроводы. В его обязанности также входит установление двойных съемных решеток в головах трубопроводов с вертикальными железными прутьями, расположенными на расстоянии 3...5 см один от другого и через 1...1,5 см, наблюдение за работой трубопроводов, своевременное обнаружение места утечек воды и принятие мер по устранению дефектов. Эксплуатационный штат следит за поддержанием уровней воды в головах трубопроводов, показаниями реек, фиксирующих уровни воды. Трубопроводы на периоды их аварийных ремонтов во время вегетации отключают (это может быть в исключительных случаях), обязательно предупреждают всех водопользователей, пользующихся данным трубопроводом. В обязанности эксплуатационного штата входит наполнение трубопроводов и их опорожнение по программе, исключающей гидравлические удары перед включением трубопроводов в работу, проверка исправности вантузов и задвижек гидрантов. При пуске насосных станций заполнение напорных трубопроводов водой проводят при открытии задвижек на $^1/_4$...$^1/_3$ диаметра. Эксплуатационный штат не допускает самовольного маневрирования гидрантами и запорными устройствами, на каждые 150...200 гидрантов выделены слесари для поддержания в рабочем состоянии гидрантов. Слесари осматривают задвижки и проводят профилактические уходы за ними (набивка сальников, смазка винтовых подъемников, подтяжка болтов на крышах), ремонтируют неисправные задвижки.

В практику эксплуатации насосных станций и регуляторов закрытых оросительных трубопроводов внедряют центральное телемеханизированное управление — для включения и выключения насосных агрегатов, телеизмерений подачи насосов и напора в трубопроводах, сигнализации при авариях агрегатов и сооружений, телеизмерении уровней воды в верхних и нижних бьефах перегораживающих сооружений.

На насосных станциях эксплуатационный штат ведет журнал-дневник, в котором регистрируют уровни воды в магистральном канале, расходы воды, поступающие на станцию, недостатки, замеченные в работе. В него заносят сведения о мерах, принятых для обеспечения нормальной работы насосной станции.

Эксплуатационные участки осуществляют надзор за работой трубопроводов, насосных станций и каналов, имеют запасы аварийных материалов и резервное оборудование насосных станций, а также запасные части для профилактических ремонтов на станциях, сооружениях и гидрантах. Эксплуатационные участки имеют в запасе трубы с соответствующим числом муфт, цемент, гравий, песок и другие материалы для срочных ремонтов.

На закрытых оросительных трубопроводах применяют чугунные, стальные и железобетонные фасонные части. Чугунные фасонные части соединяются между собой с помощью болтов, гаек, резиновых прокладок, с асбестоцементными трубами — чугунными патрубками. Железобетонные фасонные части применяют для оросительных трубопроводов диаметром до 300...350 мм. Для выпуска воздуха при заполнении их водой и опорожнении на трубопроводах устанавливают вантузы на расстоянии 1...2 км один от другого при диаметрах до 400 мм.

Выпуск воды из подземных трубопроводов для полива осуществляют при помощи гидрантов, расстояния между ними определяют принятой техникой полива. При поливе дождевальными машинами или установками применяют наземные разборные трубопроводы.

Для выпуска воды из закрытого трубопровода в открытый ороситель при поливе дождевальным агрегатом ДДА-100М устраивают гидранты-водовыпуски с задвижками типа «Лудло».

При пересечении с железнодорожными или шоссейными дорогами трубопроводы заключают в стальной кожух, по концам которого строят колодцы. В асбестоцементных и железобетонных трубопроводах на поворотах делают упоры из бута, бетона или железобетона.

Для гашения напора в самонапорных трубопроводах, когда статический напор превышает допустимый, устраивают гасители

напора. При выпуске воды из самонапорного в гибкий трубопровод на гидранте устраивают гасители напора, снижающие его до 3...5 м.

Для смягчения гидравлических ударов на трубопроводах с напорами более 20 м через каждые 15 м напора устанавливают воздушные колпаки или обратные клапаны. Для предотвращений гидравлических ударов устраивают предохранительные клапаны в начале трубопроводов, открывающиеся при повышении напора в трубопроводе. Закрытые оросительные трубопроводы имеют концевые сбросы опорожнения от воды на время выключения системы из работы. Концевые сбросы используют при промывке трубопроводов от наносов.

Оросительные трубопроводы укладывают на глубины ниже промерзания грунтов. В просадочных грунтах их укладывают в предварительно замоченные траншеи. Обратную засыпку траншей проводят с полбивкой грунта под трубопровод и трамбовкой грунта слоями толщиной не более 20 см. После испытания трубопроводов полностью засыпают траншею.

Эксплуатация лотковой оросительной сети. Каналы-лотки построены главным образом на внутрихозяйственной оросительной сети. Они бывают полукруглые, полуэллиптические, трапецеидальные, прямоугольные и параболические. У параболических лотков длина звеньев 6, 7, 8 м, высота 40, 60, 80, 100, 120 см; они опираются на стоечные или свайные опоры.

Пропускная способность лотков 20...1 200 *л/с*, расстояние между лотками 400...500 м, при двухстороннем командовании — 1,6...4 км. При расстоянии 2,5 км орошается 120...200 га, максимальные уклоны лотковой сети 0,003, минимальные — 0,0005. Расходы воды в лотках в зависимости от уклонов и размеров лотков приведены на рисунке 27.

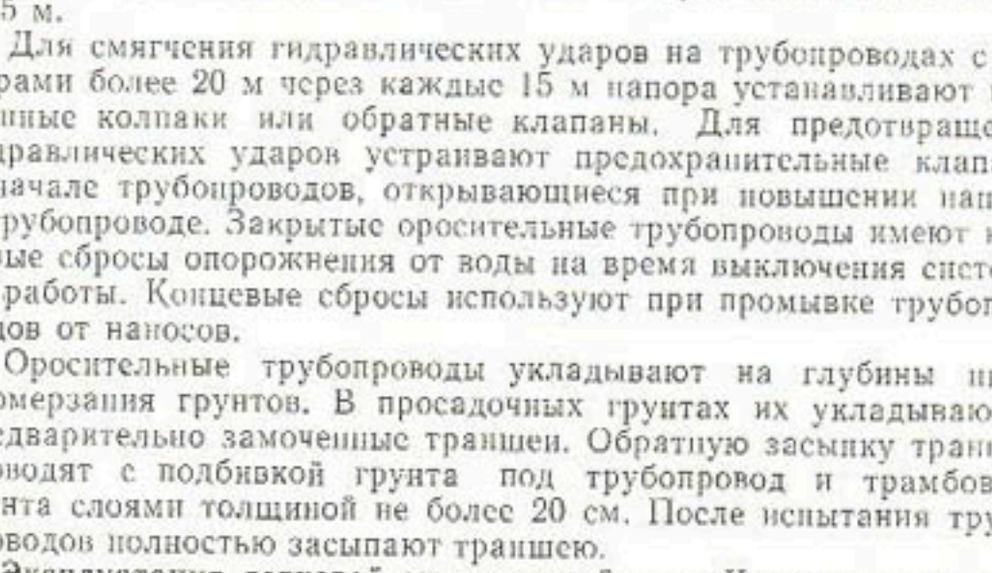


Рис. 27. График расходов по длине лотка (снизу вверх) при подаче воды в борозды:

1, 2 — соответственно для междурядий 60 и 90 см.

Надежность работы лотков определяется качеством стыков (соединений) звеньев лотков с помощью изоляционного материала пороизола. Он получил широкое применение при строительстве лотковой сети в Голодной и Каршинской степях Узбекистана.

Каждый лоток должен иметь название, написанное несмываемой краской в начале и конце лотка, а каждое звено свой номер. Нумерация начинается от головной части лотка.

Нормальное техническое состояние лотковой сети определяется: однообразием уклонов по линии лотка ($i = 0{,}003...0{,}0005$), отсутствием утечек воды в стыках и лотках, отсутствием переливов через борта при пропуске расчетных расходов воды, заилений, надежной работой средств автоматики и водоучета.

Эксплуатационный штат периодически проверяет фактические коэффициенты шероховатости лотков

$$n = \sqrt{i - \sqrt{R^3}}/v_{ср},$$

где i — уклон поверхности потока в лотке; $v_{ср}$ — средняя скорость течения воды в лотке, м/с; R — гидравлический радиус, м, $R = \omega/\chi$; ω — площадь живого сечения воды в лотке, м²; χ — смоченный периметр лотка, м;

$$v_{ср} = C\sqrt{R_\Phi i_\Phi}.$$

Среднюю скорость воды определяют при помощи вертушек. В вегетационные периоды эксплуатационный штат ведет наблюдения за состоянием сети и сооружений: проверяет просадки опор, утечки воды в стыках, появление трещин в лотках и состояние уплотнений и т. д. Обнаруженные дефекты и повреждения устраняют, не допуская перерывов в работе, в аварийных случаях останавливают подачу воды.

Эксплуатировать лотковую сеть в зимний период не рекомендуется. При подготовке лотковой сети к зимней консервации откачивают воду из колодцев сооружений, закрепляют в открытом положении регуляторы и затворы, включая водовыпуски во временную сеть. Затворы водовыпусков из земляных или облицованных каналов в лотковую сеть закрывают. В период снеготаяния расчищают заторы и опорожняют лотки от талых вод. По окончании поливной кампании обследуют сеть лотков, составляют дефектные акты и планы проведения ремонтов. До начала поливов делают пробный пропуск воды с целью проверки готовности сети к работе, выявленные дефекты устраняют.

Аварийный запас материалов должен содержать секции лотков и седел 0,5...1 %, элементы стоек и фундаментов — до 0,5 %, пороизол для уплотнения стыков — до 2 %.

Необходимые механизмы — автокран, лотковоз, сваебойный агрегат.

Предложено усовершенствование поливов из унифицированных железобетонных лотков — типа ЛР и ЛРН с глубиной наполнения до 1 м. Схема размещения лотков приведена на рисунке 28. На участковых лотках монтируют водовыпуски-регуляторы с переносными шлангами, которые располагают через 1,2 м для между-

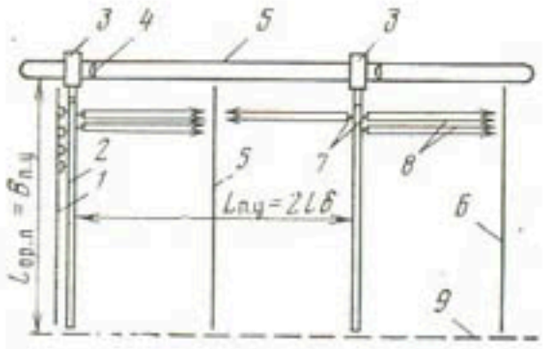


Рис. 28. Схема поливов из лотков:

1 — временный оросите́ль; *2* — участковый лоток; *3* — водовыпуск в лоток; *4* — перегораживающий щит; *5* — групповой лоток; *6* — временный уравнительный ок-арык; *7* — водовыпуск-регулятор с переносными шлангами в поливные борозды; *8* — поливные борозды; *9* — дрена.

рядий 60 см или через 1,8 м для междурядий 90 см. Водовыпуски-регуляторы изготовляют из полиэтиленовых материалов или из ткани.

При поливах по бороздам из оросительного лотка вода поступает в гибкие шланги и в поливные борозды. При малых уклонах ее подают встречным током одновременно из двух лотков. При одностороннем командовании из одного водовыпуска вода идет в две борозды, при двухстороннем — в четыре.

При промывках земель из лотка через гибкие шланги воду подают во временные оросители, расположенные вдоль участкового лотка, а затем — в чеки.

Путем увеличения напора воды и полного открытия водовыпуска-регулятора наносы вымывают из лотка на орошаемое поле.

На основании опытных данных, полученных в Хорезмской области и Голодной степи, рекомендуются следующие оптимальные элементы при поливах машинами типа ППА-165, ППА-400, ТП-250 (табл. 23).

23. Оптимальные элементы техники полива при оросительных лотках и поливных машинах

Водопроницаемость почвогрунтов	Расход воды в борозду, л/с	Продолжительность полива, сут	Длина поливных борозд при уклонах, м			
			безуклонные участки	0,001...0,0005	0,001...0,002	более 0,002
При междурядьях 60 см						
Повышенная	0,6...0,8	До 1	250	250...300	300...350	350
Средняя	0,4...0,6	1...1,5	300	350...400	400...450	500
Слабая	0,3...0,4	1...2	350	400...450	450...500	550
При междурядьях 90 см						
Повышенная	0,8...1	До 1	300	300...350	350...400	450
Средняя	0,5...0,8	1,5...2	400	450...500	500...550	600
Слабая	0,4...0,5	1,5...2,5	500	500...600	600...700	800

При реконструкции внутрихозяйственных мелиоративных систем целесообразно применить предлагаемую схему размещения лотков с двухсторонним командованием при малых уклонах и хорошей планировке орошаемых полей. Оптимальные размеры (длина L и ширина B) поливного участка.

$$L = 2l_б,$$

где $l_б$ — длина поливной борозды;

$$B = kna,$$

где a — ширина междурядья; k — число тактов полива; n — число одновременно работающих борозд в одном такте.

$$n = Q/q_б,$$

где Q — расход воды в оросительном лотке; $q_б$ — расход воды в поливной борозде.

При рекомендуемой схеме организации поливов из лотков упрощается поливное оборудование, отпадает необходимость во временных оросителях, сифонах и поливных трубопроводах. Лотки могут работать в поливном и в транзитном режиме и в ночное время.

Коэффициент использования воды из лотковой сети повышается на 10...15 %, КЗИ — на 3...5%, производительность труда увеличивается в 2 раза по сравнению с существующими способами орошения.

10. РЕКОНСТРУКЦИЯ И ДООБОРУДОВАНИЕ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Реконструкция межхозяйственной оросительной сети преследует следующие цели: повышение водообеспеченности, борьбу с наносами и снижение потерь воды на фильтрацию. Водообеспеченность повышают регулированием речного стока, переброской воды из более водообеспеченных районов в менее водообеспеченные.

Увеличение КПД каналов достигается антифильтрационными одеждами, сокращением холостых частей каналов при объединении и спрямлении их в плане.

Повышение водообеспеченности проведено в Узбекистане кольцеванием каналов на оросительных системах: Большом Ферганском канале им. Юсупова, Северном Ферганском канале, Южном Ферганском канале, Большом Андижанском канале, Большом Наманганском канале, Сох-Шахимарданском канале, канале им. Москвы, Амубухарском канале, Ташкентском канале им. И. А. Полванова и др.

Зарегулирование речного стока, поднявшего водообеспеченность ряда оросительных систем, проведено водохранилищами: Южносуханским на р. Сурхандарье (объемом 800 млн. м³), Чимкурганским на р. Кашкадарье (500 млн. м³), Чарвакским на р. Чирчик (1,75 млрд. м³), Каттакурганском (900 млн. м³), Кайраккумским на р. Сырдарье (4,4 млрд. м³) и др.

Проведена рекопструкция магистрального питания по рекам Аксу и Кашкадарье, Правобережного Аксуйского и Левобережного Кашкадарьинского каналов. Это дало возможность оросить 5 тыс. га за счет уменьшения фильтрационных потерь в речных руслах до 5 м³/с. Реконструирован Сары-Курганский гидроузел, где 99 каналов объединено в 48 магистральных каналов на р. Сох.

За последние годы значительная часть межхозяйственной сети и до 10 % хозяйственной сети облицованы, КПД межхозяйственной сети на системах Ферганской долины, в Кашкадарьинской и Сурхандарьинской областях поднялся до 0,92.

Борьба с наносами осуществлялась при помощи отстойников, устройства порогов в гидротехнических сооружениях, струенаправляющими дамбами М. В. Потапова, расположением головных сооружений магистральных каналов на вогнутом берегу реки и др.

Переустройство внутрихозяйственных систем заключалось в укрупнении поливных участков и планировке их поверхности. От размеров и спланированности участков зависит производительность тракторов, качество поливов и производительность труда на поливах и обработках. Производительность тракторных агрегатов с увеличением длины участков с 200 м до 400 м возрастает на 10...12 %.

Для определения оптимальной площади поливного участка рекомендуются зависимости:

при междурядьях $a=60$ см и $a=90$ см соответственно

$$\omega = \frac{16,5}{1+0,039m/Q} \text{ и } \omega = \frac{27}{1+0,0625m/Q},$$

где m — наибольшая поливная норма, м³/га; Q — расход участкового распределителя, лотка или трубопровода, л/с.

При междурядьях $a = 60$ см оптимальная площадь поливного участка составит 10...15 га, при $a = 90$ см — 20...25 га.

Поливные участки имеют форму прямоугольника при соотношении сторон 1 : 2...1 : 3,5.

Площади полей зависят от площадей севооборотных массивов и схем севооборотов. Площади севооборотных полей составляют 50...80 га, на севооборотном поле бывает несколько поливных участков. При изменении местоположения участковых распределителей меняют местоположения внутрихозяйственных и групповых распределителей.

Главные принципы переустройства: уменьшение числа водовыделов в хозяйствах, выделение хозяйственных распределителей и уменьшение длин участковых каналов, работающих периодически. При переустройстве необходимо добиваться, чтобы хозяйство имело не более 1...2 точек водовыдела на 1000 га из межхозяйственного распределителя. В полеводческих бригадах, являющихся производственными единицами в хозяйствах, следует предусматривать отдельные каналы, позволяющие вести учет водоподачи и анализировать использование воды бригадой по пятидневкам или декадам. На одном севооборотном массиве обычно располагают 2...4 бригады. В условиях комплексной механизации площади полеводческих бригад составляют 70...120 га, при увеличении нагрузки на одного трудоспособного до 8 га хлопчатника они будут доведены до 200 га.

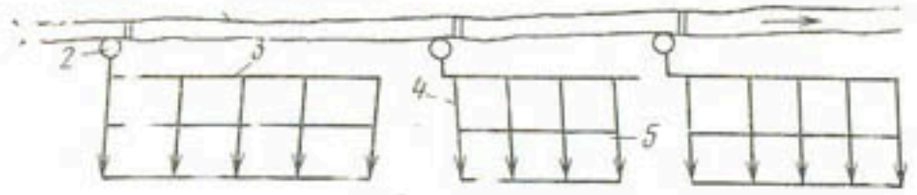


Рис. 29. Схема переустройства внутрихозяйственной оросительной системы:

1 — межхозяйственный канал; *2* — точка выдела воды; *3* — внутрихозяйственный распределитель; *4* — участковые каналы, лотки, трубопроводы; *5* — поливные участки.

До перехода на новую систему орошения (1950 г.) удельная протяженность оросительной сети составляла 130...140 м/га. При реконструкции внутрихозяйственной сети она достигнет 8...10 м/га, в настоящее время составляет 30...40 м/га. Коэффициент полезного действия равен 0,65...0,7.

За счет несовершенства техники полива много теряется воды на глубокое просачивание ниже расчетного слоя почвы, на поверхностные сбросы и на испарение при проведении поливов. Потери воды на фильтрацию в бассейне р. Амударьи оценивают 25 млрд. м³ и в бассейне Сырдарьи — 17 млрд. м³. При уменьшении потерь воды возможно увеличить площади орошения в Узбекистане на 30...40 % к существующим.

Необходимо проводить реконструкцию хозяйственных оросительных систем, чтобы довести КПД и КЗИ до 0,90...0,95. Это возможно при замене земляной оросительной сети трубчатой закрытой и лотковой (рис. 29).

При реконструкции оросительной сети рекомендуют при уклонах площадей более 0,003 проектировать самонапорную закрытую (трубчатую) сеть, при уклонах 0,003...0,0005 — сеть из сборных железобетонных лотков.

При реконструкции дренажа создают дренажную сеть с минусовыми солевыми балансами на орошаемой территории хозяйства.

Улучшение технического состояния внутрихозяйственных систем оценивают по 10 основным показателям до переустройства и после него: КПД, КЗИ, прирост орошаемых площадей, водоподача брутто (м³/га), удельная протяженность оросительной и дренажной сети (м/га), дренажный сток по сезонам (м/га), отвод солей дренажем (т/га), число точек выдела воды на 1000 га, площади поливных участков (га).

При переустройстве внутрихозяйственных систем определяют гидравлические элементы сети, чертят продольные и поперечные профили, подсчитывают объем работ.

В сметно-финансовых расчетах определяют объем и стоимости: переделки сооружений, планировки поверхности поливных участков, разравнивания ям, бугров, дорог, выкорчевки древесных насаждений, устройство новых дорог, посадки новых деревьев, обли-

цовки каналов, засыпки старых каналов и зауров, устройство новых, замены участковых каналов и временных оросителей трубопроводами и лотками.

В точках водовыделов из межхозяйственных каналов по проектам строят гидротехнические сооружения из бетона, железобетона с водомерностью. Сооружения, расположенные на территориях совхозов, колхозов, строят по типовым проектам.

В последние годы применяют водомерные пороги САНИИРИ (ВПС) на межхозяйственной и внутрихозяйственной сети. Пороги могут работать при переменном режиме (подпоре) и неустойчивых руслах, заилении каналов. На водомерные качества практически не влияют заиление, зарастание, размыв, подпоры и спады воды в каналах. Преимущества ВПС: до затоплений при $n/H = 0{,}8$ сохраняются однозначные зависимости $Q = f(H)$; можно внедрить автоматизацию учета воды приборами (лимниграфы, расходографы, теледатчики), при пологом пороге водослива водомеры практически не заиляются.

Расходы воды через ВПС определяют по формуле М. В. Бутырина (САНИИРИ)

$$Q = \left(0{,}37 + 0{,}04\,\frac{H}{P}\right)(B_{\text{п}} + mH)\,H\sqrt{2gH},$$

где Q — расход, м³/с; H — глубина воды над порогом в верхнем бьефе, м; P — высота порога над дном канала $P \approx 0{,}55h_{\text{к}}$; $h_{\text{к}}$ — максимальная глубина воды в канале, м; $B_{\text{п}}$ — ширина порога, м; m — коэффициент откоса канала; g — ускорение свободного падения, $g = 9{,}81$ м²/с.

По ширине порога и коэффициентам заложения откосов, соответствующим поперечным профилям каналов, подбирают высоту порога (P), чтобы при $Q_{\max}$ относительное затопление h/H было не более 0,8. Учет воды проводят по рейкам или приборам, размеченным по расходной формуле. Тарировка не требуется.

Водомерные пороги САНИИРИ с вырезной частью предназначены для автоматизированного учета расходов воды в диапазоне ($Q_{\max}/Q_{\min} \geqslant 17...30$) на открытых каналах с максимальными расходами от 1 до 300 м³/с. При расходах более 70 м³/с пороги совмещают с быстротоками, перепадами, имеющими колодцы — гасители энергии потока в нижних бьефах. Высота вырезов не превышает половины высоты порога $P_{\text{в}} \leqslant 0{,}5P_{\text{п}}$. Эти водомеры дают возможность замерять малые расходы воды, они уменьшают подпоры в верхних бьефах при пониженных расходах воды в каналах. Для измерений глубин потока применяют уровнемерные рейки и колодцы.

Расходы воды, протекающие через ВПС с вырезной частью, определяют по формуле:

$$Q = \varepsilon\mu_0(b_{\text{в}} + m_{\text{в}}H_{\text{в}})\,H_{\text{в}}\sqrt{2gH_{\text{в}}} + \mu_1(b_{\text{п}} - b_{\text{в}} - 2mP_{\text{в}})(H_{\text{в}} - P_{\text{в}})\sqrt{2gH_{\text{з}}},$$

где Q — расход через водомер, м³/с; $b_{\text{в}}$ — ширина вырезной части по дну, м; $m_{\text{в}}$ — коэффициент боковых откосов вырезной части; $b_{\text{п}}$ — общая ширина водослива (порога), м; $P_{\text{в}}$ — высота вырезной части, м; $P_{\text{п}}$ — общая высота порога,

м; μ_0, μ_1 — коэффициенты расхода вырезной части и водомерного порога; ε — коэффициент бокового сжатия потока.

$$\varepsilon = 0{,}7 + 0{,}3\left(\frac{b_{\text{в}}}{b_{\text{п}} - 2m_{\text{в}}P_{\text{в}}}\right)^2.$$

Правая часть уравнения выражает расходы воды, проходящие через вырезную часть при $H_{\text{в}} \leqslant P_{\text{в}}$. Обычный водомерный порог (без вырезной части) имеет диапазоны измерения расходов 5...7 раз, поэтому на каналах при больших диапазонах применяют ВПС с вырезами. Размеры выреза подбирают по расходам, которые предполагают пропустить через вырез, принимая ширину вырезной части в пределах 0,1...0,8, высоту вырезной части определяют методом подбора.

Грани плоскостей водомерного порога и вырезной части окантовывают уголками, втопленными в бетон.

При эксплуатации ВПС с вырезом проводят периодическую проверку нивелировкой «нулей» рейки, установок приборов, датчиков в ящике колодцев и определяют затопление со стороны нижнего бьефа, периодически очищают от мусора уровнемерные колодцы, проверяют исправность приборов, по кривой зависимости $Q = f(H_{\text{в}})$ ведут учет расходов воды и периодически проводят контрольные замеры вертушкой.

Для автоматизации гидротехнических сооружений применяют затворы, оборудованные автоматизированными электроприводами (дистанционное управление), устанавливают затворы-автоматы гидравлического действия.

Авторегуляторы поддерживают постоянные уровни воды в верхнем и нижнем бьефах и постоянные расходы воды в отводы. Конструкций авторегуляторов в СССР насчитывается более 1,5 тыс., однако в зоне хлопководства они мало распространены.

На гидромелиоративных системах Средней Азии и Южного Казахстана установлено примерно 30 тыс. водомеров, в том числе в Узбекской ССР — 11 964, в Туркменской ССР — 4 820, Киргизской ССР — 4 711, Таджикской ССР — 286 и в Южном Казахстане — 6 248.

Распределение гидрометрических постов по типам в Узбекистане: в естественном русле — 6 190; с фиксированным руслом — 689; водосливы — 2 383; лотки САНИИРИ — 1 055; логки Вентури—Паршалла — 941; насадки САНИИРИ — 141; водомерные пороги САНИИРИ — 101; водомеры-регуляторы с насадками САНИИРИ и приборами ВПГ — 54 и ДРС — 167; прочие водомерные выпуски — 210; тарированные сооружения — 50 (табл. 24).

Штат гидрометров по Узбекской ССР включает 670 человек, наблюдателей — 1 300. Средняя нагрузка на одного гидрометра около 20 гидропостов, среднее число контрольных замеров на одного гидрометра 150 раз в год. Общее число измерений за год на 1 000 га более 35, число наблюдений за уровнями воды более 2,5 тыс., число проверок «нулей» уровнемерных реек — 15. Приведенные данные говорят о недостаточности совершенных гидро-

24. Рекомендации САНИИРИ по выбору средств измерений расходов воды на системах

Условия		Расходы воды, м³/с					
		0,005...0,05	0,05...0,5	0,5...3	3...10	10...50	>50
I. Для свободного истечения из водомерных сооружений (уклоны большие и средние)	1 ВТ	ВЧ	ВПС, ВП	ВПС, ВП	ВПС, КР	КР, ГП	
	2 ВН	ВН	ВАС, ВП	ВПС, ВП	ВПС, КР	КР, ГП	
	3 ВАП	ВАП	ВПС, ВП	ВПС, ВП	ВПС, КР	КР, ГП	
II. Для затопленного истечения из водомерных сооружений	1 ВН	ВН	ВПС, ВП	ВПС, ВП	ВПС, КР	КР, ГП	
	2 ВН	ВН	ВПС, ВП	ВПС, ВП	ВПС, КР	КР, ГП	
	3 ВАП	ВАП	ВПС, ВП	ВПС, ВП	ВПС, КР	КР, ГП	
III. Для затопленного истечения при переменном подпоре (уклоны малые)	1 ВН	ВН	ВП, ВНТ	ВП	КР-О/Т	КР-О/Т	
	2 ВН	ВН	ВП, ВНТ	ВП	КР-О/Т	КР-О/Т	
	3 ВН	ВН	ВП, ВНТ	ВП	КР-О/Т	КР-О/Т	

Примечание. 1 — вода из водохранилища; 2 — вода, содержащая взвешенные наносы; 3 — вода, содержащая плавник, взвешенные и донные наносы; ВТ — водослив Томсона; ВЧ — водослив Чиполетти; ВАП — водомерный лоток Паршалла; ВН — водомерный насадок; ВП — водомерная приставка; ВПС — водомерный порог САНИИРИ; ВНТ — водомерный насадок к трубчатому регулятору; КР — контрольное русло; КР-О/Т — контрольное русло с одноточечным измерением скорости; ГП — гидрометрический пост.

метрических постов и о необходимости автоматизированного учета воды после переустройства систем.

Ниже приведен пример развития оросительных систем в зоне Амубухарского машинного магистрального канала.

Строительство II очереди Амубухарского канала решает проблему обеспечения водой маловодных районов Зеравшанской долины.

Ввод в эксплуатацию машинных каналов Амукаракульского в 1962 г. и I очереди Амубухарского в 1965 г. обеспечили орошение амударьинской водой 117 тыс. га земель в Бухарской области.

Ввод в действие Амубухарского канала II очереди позволил перевести на питание из р. Амударьи 73 тыс. га поливных земель в Бухарской области, освободившуюся зеравшанскую воду использовать для орошения 15,5 тыс. га новых земель в Бухарской области и для повышения водообеспеченности на 90 % 371 тыс. га поливных землях в Бухарской и Самаркандской областях в верховьях р. Зеравшана и 20 тыс. га в Кашкадарьинской области. Водозабор из р. Амударьи осуществляется бесплотинными головными сооружениями канала I очереди.

В перспективе, при расширении орошаемых площадей в Бухарской области до 400 тыс. га будет построен головной узел с регулирующими сооружениями в русле р. Амударьи.

Максимальный расчетный головной расход Амубухарского канала 269 м³/с. В голове подводящего канала построен отстойник, из которого наносы (до 6 млн. м³ в год) удаляются в Амударью ниже водозабора десятью земснарядами.

От головного сооружения до Каракульского вододелителя каналы I и II очередей проходят в общем русле от вододелителя до насосной станции Хамза-II, канала II очереди проходит справа от существующего на расстоянии 2...5 км. Насосная станция Хамза-II расположена вблизи насосной станции Хамза-I, высота подъема станции 47 м, расход 105 м³/с.

На пикете 521 канал II очереди вновь соединяется с существующим, общее русло расширено до пикета 1520, где построен вододелитель с тремя водовыпусками: в существующий канал, в канал II очереди и в Тудакульскую впадину.

На 40-м километре канал проходит по целине с восточной стороны Тудакульской впадины. На пикете 1 914 построена насосная станция Кызылтепинская с двумя ступенями подъема: первая — высотой 40,1 м для подачи 40 м³/с к верхнему бьефу Хархурского гидроузла на р. Зеравшан; вторая — высотой 64 м для подачи 52 м³/с к верхнему бьефу Шафирканского гидроузла на р. Зеравшан.

Канал II очереди проходит в выемке, исключающей возможность прорыва воды, что имеет большое значение в условиях пустынной местности. Потери на фильтрацию приняты по аналогии с потерями из канала I очереди, КПД-0,8.

Между насосными станциями Хамза-II и Кызылтепинская запроектировано сбросное сооружение на 92 м³/с, что обеспечивает сброс до 70 % воды, остальной расход выравнивается в канале при превышении расчетного уровня на 1 м.

Телемеханизация насосных станций и сооружений запроектирована с использованием устройства ТГМ-200 и телемеханической аппаратуры ГСП.

На канале три железнодорожных и 13 автодорожных мостов, три дюкера, эксплуатационные дороги с черногравийным покрытием.

Для перспективного орошения 400 тыс. га в Бухарской области на ПК 1 520 намечено строительство водовыпуска для заполнения Тудакульской впадины, которая будет использована как водохранилище, объемом 1,2 млрд. м³. Водохранилище будет служить регулирующей емкостью между насосными станциями Хамза-II и Кызылтепинская.

Для полного зарегулирования стока р. Зеравшана и использования амударьинской воды намечается строительство Шоркульского водохранилища с полезным объемом 300 млн. м³.

Глава III. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ЗАСУШЛИВОЙ ЗОНЫ

1. ОРОСИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

В Центрально-Черноземном районе РСФСР, в Поволжье, на Северном Кавказе, юге Украины и в Молдавии развиваются оросительные системы:

простые системы на малых речках и прудах. Воду для орошения забирают насосными установками для орошения небольших участков 20...150 га вблизи источника. На участках выращивают интенсивные культуры, отзывчивые на орошение: овощи, картофель, сахарную свеклу, кукурузу, сады и др. Такие системы обслуживают хозяйства, это малое орошение;

сложные большие системы на крупных реках и водохранилищах (рис. 30). Воду забирают большими насосными станциями для орошения от 20 тыс. до 60 тыс. га и более. Для эксплуатации таких систем организованы управления (УОС). Примеры сложных систем — Азовская (площадью 35 тыс. га) и Нижне-донская — (55 тыс. га) в Ростовской области, Ингулецкая (60 тыс. га) на Украине и др. Число таких систем быстро возрастает в новых районах;

очень сложные большие системы, в состав которых входят водохранилища, крупные каналы и орошаемые массивы на значительной территории. Примеры таких систем — орошение на базе Каховского водохранилища, Северо-Крымского и Каховского, Куйбышевского, Саратовского и других каналов. На этих системах крупные каналы и водохранилища стали источниками орошения. Очень сложные системы будут при переброске части стока северных рек в р. Волгу, откуда воду будут забирать в каналы на правый и левый берега и подавать в малые реки, каналы и водохранилища, а затем забирать насосными станциями для орошения. Очень сложные оросительные системы в большой степени взаимосвязаны. Для эксплуатации таких систем будут организованы бассейновые управления по учету и распределению стока между каналами, водохранилищами, реками и системами. По мере развития орошения в южных районах РСФСР и Украины будут преобладать очень сложные системы с водораспределением по четырем ступеням: из основных источников между каналами, водохранилищами и малыми реками; между системами, между хозяйствами и между полями севооборота (поливными машинами). Первую ступень будут осуществлять бассейновые управления, вторую — управления каналов и водохранилищ, третью — управления эксплуатации оросительных систем и эксплуатационные отделения и четвертую — внутрихозяйственная служба эксплуатации или РПО «Полив».

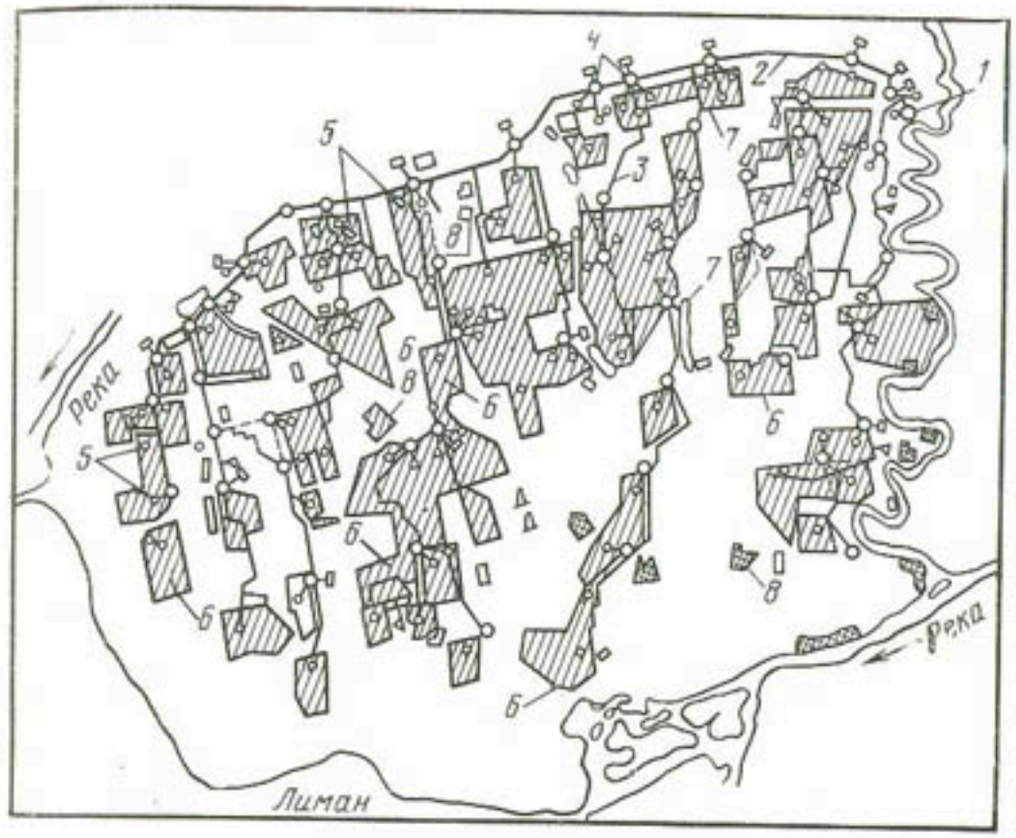


Рис. 30. Схема оросительной системы:
1 — головная насосная станция; *2* — магистральный канал; *3* — распределительные каналы; *4* — сооружения на каналах; *5* — точки выдела воды; *6* — массивы орошения; *7* — пруды в хозяйствах; *8* — населенные пункты.

Оросительные системы в засушливой зоне более технически оснащены, преобладают насосные установки, трубопроводы, дождевальные машины, электросеть и др. Стоимость эксплуатации таких систем увеличена за счет дождевания и амортизационных отчислений.

Особенности оросительных систем засушливой зоны:

забор воды в системы в большинстве случаев проводят насосными станциями для подачи ее на высокие отметки от 30 до 100 м и более. Необходимо подбирать насосы с учетом значительных изменений расходов подачи воды по периодам года и по годам;

площади орошения на системах размещены отдельными массивами. В хозяйствах есть также и богарные земли. На большинстве систем орошаемые земли составляют 40...60 % площади пашни. При выборочном размещении поливных земель имеется возможность дополнительно орошать площади в годы, когда требуются меньшие оросительные нормы на основных площадях;

погодные условия значительно изменяются по месяцам и по годам. В засушливые годы необходимо поливать культуры 4...5 раз за сезон, а во влажные годы можно получить высокие урожаи зерновых культур при влагозарядке без поливов. В Поволжье, на юге Украины в засушливые годы не бывает дождя в период вегетации 80...100 сут, а во влажные годы — до 20...25 дней. В связи с переменными условиями водопотребления в системе имеются резервы воды в отдельные месяцы, которые возможно использовать на поливы дополнительных площадей;

внедряется сложная широкозахватная поливная техника: электрифицированная дождевальная машина «Кубань», машины «Фрегат», ДФ-120 «Днепр», ДКШ-64 «Волжанка», трубопроводы и подкачечные насосные установки. Поливные машины ДДА-100М, ДДН-70 орошают овощные культуры, культурные пастбища и сады. Самотечные поливы по бороздам и полосам занимают незначительное место. Поливная техника не обеспечивает проведение круглосуточных поливов. Возникает необходимость иметь резервные емкости в хозяйствах, чтобы получать воду в точках выдела непрерывно круглые сутки и использовать ее для поливов по условиям организации работы поливных машин.

При организации эксплуатации оросительных систем засушливой зоны необходимо учитывать особенности систем и проводить мероприятия, направленные на повышение эффективности их работы:

максимально расширить площади влагозарядкового орошения. Развивать подвижное орошение, то есть орошение дополнительных площадей в годы, когда основная площадь орошается меньшими нормами и имеется вода в системе. Необходимо разработать графики работы систем в годы различной обеспеченности из условий более полного использования водных ресурсов системы для орошения. По опыту оросительных систем юга Украины дополнительная площадь поливов (инициативное орошение) составляет 20...25 % основной проектной площади. Необходимо иметь резервные площади в системе и по-инженерному организовать на них поливы, во все годы использовать водные ресурсы, не допускать при этом избыточной подачи воды на поля;

увеличивать число прудов и системных водохранилищ, чтобы можно было подавать воду в точки выдела хозяйств круглосуточно по графику системы. При наличии прудов и водохранилищ поливы в хозяйствах можно проводить по условиям организации поливов машинами с учетом погоды и хода обработки посевов. Наличие прудов и водохранилищ на системе значительно облегчит водопользование на больших системах при переменных погодных условиях. В настоящее время при выпадении осадков темпы поливов снижаются, и значительная доля воды (до 30 %) идет в сбросы. За счет наполнения прудов и водохранилищ в ранневесенний период и подачи воды из них на орошение в напряженный период, насосная станция в голове системы может работать одинаковыми расходами весь сезон, и площади орошения могут быть увеличены на 10...15 % за счет снятия пик в напряженные периоды;

необходимо внедрять более совершенную поливную технику, добиваться круглосуточного проведения поливов, внедрять автоматизацию поливов с применением стационарных систем дождевания и поливы из трубопроводов по способу МГМИ. Совершенствование поливной техники — необходимое условие более полного рационального использования ограниченных водных ресурсов;

проводить работы, связанные с освоением орошения на новых землях. Необходимо увеличить сеть дорог, переездов через каналы и лотки, построить полевые станы, навесы для хранения дождевальных машин. Организовать мелиоративные отряды в хозяйствах или при УОС для технического обслуживания внутрихозяйственной сети с набором машин — планировщиками, канавокопателями, бульдозерами, скреперами, палоделателями, бороздоделателями и др. Необходимо оснастить водомерами точки выдела и отводы для подачи воды на поля. Период освоения орошения в хозяйствах длится более 10 лет, возникают трудности в подборе техники и кадров. Поэтому в Поволжье и в других районах РСФСР организованы районные производственные объединения «Полив», которые подбирают технику и кадры для организации поливов широкозахватной техникой в нескольких хозяйствах на площади 10...15 тыс. га. Работы выполняют за счет средств хозяйств. Оросительные системы непрерывно совершенствуются, проводят работы по их дооборудованию и переустройству. Системы, построенные в 1960...1965 гг. и ранее, реконструируют путем внедрения закрытой сети трубопроводов с широкозахватной поливной техникой, автоматических систем управления водораспределением и строительства закрытого дренажа. Переустройство систем определилось в процессе эксплуатации на основе перспективного плана развития. Периодическая паспортизация через 10 лет дает возможность оценивать техническое состояние систем и намечать сроки и объемы их реконструкции. По мере развития мелиорации в засушливой зоне увеличивается число оросительных систем, забирающих воду из крупных каналов. Системы, обслуживающие два и более хозяйств, являются межхозяйственными (государственные). Объекты межхозяйственного значения — водозаборные сооружения, распределительные каналы и сооружения, коллекторы, точки выдела воды, сооружения по учету воды, дороги и линии связи, здания и оборудования межхозяйственного значения. Системы, забирающие воду непосредственно из источника орошения и обслуживающие земли только одного хозяйства, являются хозяйственными и находятся в ведении хозяйств.

На межхозяйственных системах выделяют объекты внутрихозяйственного значения — хозяйственные каналы, лотки и трубопроводы, сооружения на них, коллекторы и дрены, установки и машины для полива, устройства для учета воды, дороги и линии связи, обслуживающие внутрихозяйственную сеть, оборудование

на орошаемых землях хозяйств. Каждое хозяйство должно иметь набор машин для выполнения первоочередных эксплуатационных работ на внутрихозяйственной сети. Сложную технику (насосные станции, трубопроводы, скважины, дождевальные и другие машины) УОС принимают на свой баланс при согласии хозяйств и эксплуатируют ее.

2. ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Главная задача эксплуатационной службы оросительных систем — создать условия для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур на орошаемых землях при условии эффективного использования водных и земельных ресурсов. С этой целью проводят работы в трех направлениях: плановое водопользование — забор воды из источника, подача ее в точки выдела и на поля для поливов в плановые расчетные сроки; мероприятия по поддержанию в рабочем состоянии технических устройств системы, ремонта и охраны; совершенствование и повышение технического уровня всех элементов систем, улучшение мелиоративного состояния земель.

На работников службы эксплуатации возложены следующие обязанности:

составление и осуществление планов водопользования, совершенствование поливной техники, борьба с потерями воды в системе;

проведение ремонтов каналов, лотков, трубопроводов и сооружений, очистка каналов от наносов и растительности, проведение работ по лесонасаждениям вдоль каналов и на узловых сооружениях;

предупреждение засоления и заболачивания орошаемых земель, улучшение мелиоративного состояния земель, отвод сбросных вод за пределы системы;

защита каналов, сооружений и полос отчуждений от размыва и затопления паводковыми водами;

оборудование точек выдела водомерами, совершенствование технических устройств системы, повышение уровня эксплуатации систем, внедрение достижений науки и техники, передового опыта;

внедрение механизации эксплуатационных работ, автоматизации и телемеханизации управления на системах;

проведение производственных исследований на системах в целях улучшения эксплуатации и совершенствования систем, проведение их паспортизации, кадастровые работы и учет орошаемых земель.

Состав, структуру и численность штата эксплуатационной службы оросительных систем устанавливают по нормативам и в отдельных случаях по индивидуальным проектам. Эксплуатационные организации создают в зависимости от назначения объектов в основном по функциональному принципу — областные управления мелиорации и водного хозяйства, управления каналов и водохранилищ, управления оросительных систем, районные производственные объединения, ремонтно-строительные управления и ПМК.

Управление водными ресурсами осуществляют областные управления мелиорации и водного хозяйства, управления каналов, водохранилищ и систем. Управление систем в большинстве случаев обслуживает несколько небольших систем. В них выделены эксплуатационные отделения (участки) по 10...15 тыс. га орошаемых земель. В отделениях выделяют гидротехнические участки на 2...3 хозяйства при площади орошения 3...5 тыс. га.

В зависимости от объектов и площади обслуживания УОС делятся на пять категорий (табл. 25), для работников которых устанавливаются должностные оклады.

25. **Категории организаций, эксплуатирующих гидромелиоративные системы, каналы, водохранилища и др.**

Эксплуатационные организации	Категория				
	I	II	III	IV	V
Управления оросительных систем, тыс. га	>90	60...90	30...60	15...30	<15
Отделения (участки) УОС, тыс. га	>30	15...30	10...15	—	—
Управления осушительных систем, тыс. га	>180	120...180	60...120	30...60	<30
Отделения (участки), УОС, тыс. га	>60	30...60	20...30	—	—
Управления водохранилищ, млн. м³	>1000	750...1000	500...750	250...500	<250
Управления каналов, м³/с	>200	175...200	125...175	75...125	<75
Отделения (участки) каналов, м³/с	>125	75...125	30...75	—	—
Управления гидроузлов, м³/с	>800	600...800	400...600	200...400	<200
Управления насосных станций, тыс. га	>18	9...18	6...9		

Эксплуатационные организации представляют собой крупные предприятия, в составе которых имеется инженерная техника для выполнения эксплуатационных работ, связь, приборы и инструменты, оснащение и оборудование, здания и штат работников. Управление предприятием проводят на принципах диспетчеризации. В составе управления системами выделяют отделы: водопользования, ремонтных работ, механизации и транспорта, автоматики и диспетчерскую группу (рис. 31).

В ремонтно-строительных группах, ПМК, в механических мастерских и на транспорте определяют численность инженерно-технических работников, механизаторов и рабочих в зависимости от объемов работ. Выработка на одного рабочего в год составляет 8...9 тыс. р. ремонтно-строительных работ. На системах имеется линейный персонал, который определяют по протяженности каналов, пропускной способности сооружений, числу постов учета воды, по протяженности телефонных линий и др. В число линейного персонала входят участковые гидротехники и гидрометри-

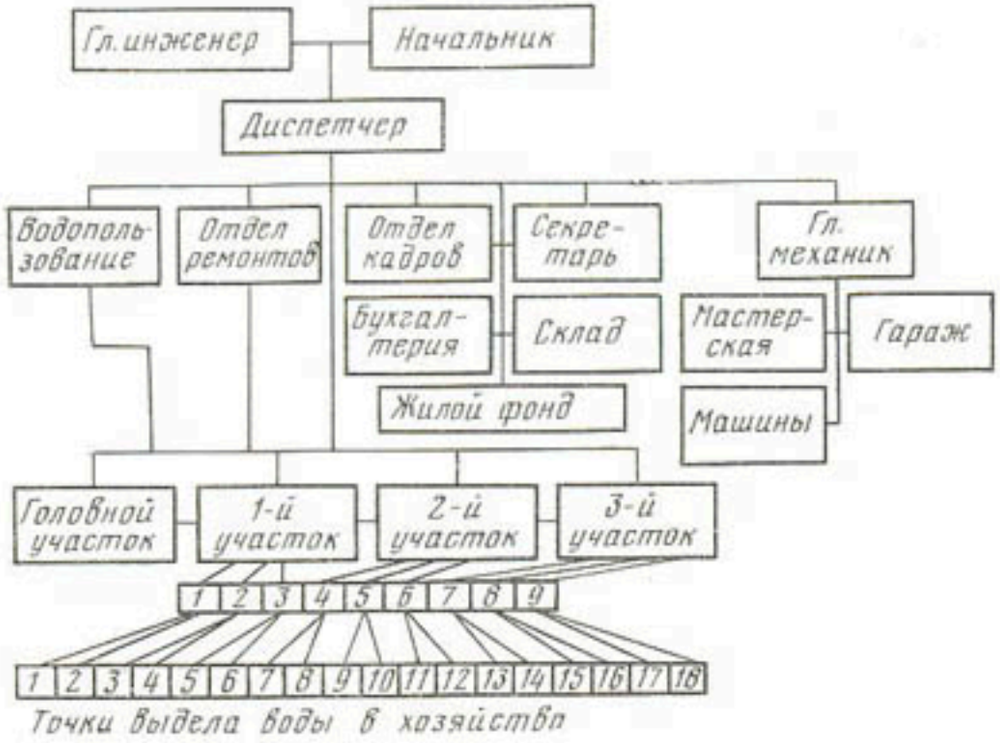


Рис. 31. Диспетчерская схема УОС.

сты, гидротехники и регулировщики гидросооружений, водные объездчики, наблюдатели гидрометрических постов, монтеры телефонных линий, слесари-наладчики и др.

При управлениях создают проектно-сметные группы, механизированные отряды и ПМК (рис. 32).

Нормативы численности работников ремонтно-строительного участка: начальник участка — 1, прораб — 1 на 2...3 мастера, мастер — 1 на 25 рабочих, участковый механик — 1, нормировщик — 1 на 125 рабочих, инженер-экономист — 1, старший бухгалтер — 1, бухгалтер-расчетчик, техник (геодезист, лаборант) — 1, кладовщик — 1. Штат эксплуатационных работников определяют по нормативам на систему, отделение, канал, водохранилище или узел.

1. По основному штатному расписанию в зависимости от категории систем от 4 до 20 человек;

2. Дополнительный штат в зависимости от технической оснащенности машинами, связью, автоматами, насосными агрегатами, лесополосами, числом рабочих, и др. — 8...12 человек и более. Дополнительные должности — инженеры отдела механизации, энергетики, автоматики и телемеханики, по охране труда, агрономы и мелиораторы, инспектор по кадрам, бухгалтеры, заведующий складом, кладовщики, уборщицы;

3. Линейный персонал подбирают в зависимости от площадей обслуживания, протяженности каналов, коллекторов, трубопроводов, числа узловых сооружений, мощностей насосных станций и др.

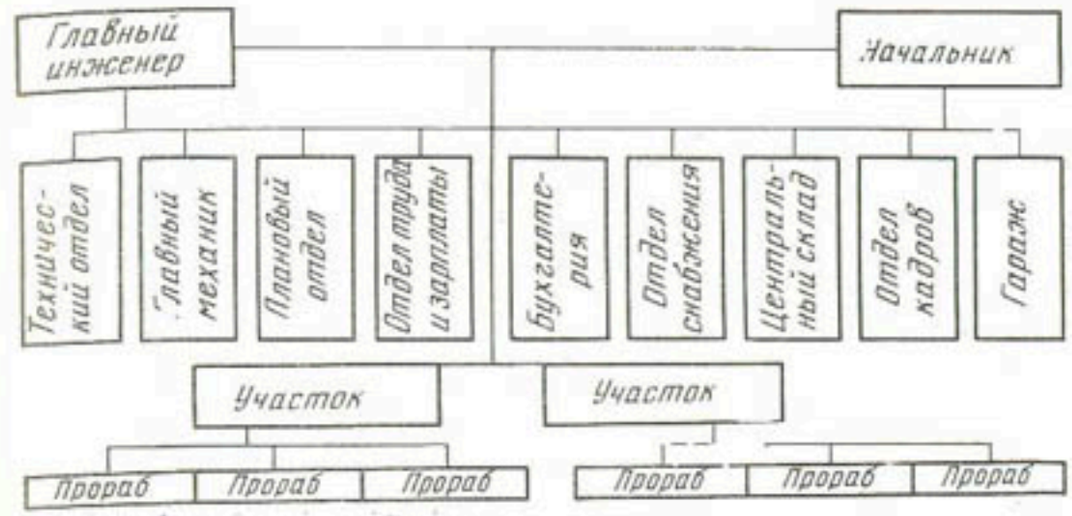


Рис. 32. Структурная схема ПМК.

Должности линейного персонала — начальники участков систем, каналов, инженеры-гидротехники, техники-гидротехники, агрономы, инженеры насосных станций, диспетчеры, инженеры и техники по автоматике и телемеханике, электрики, механики, техники-механики, нормировщики, заведующий гаражом, автомеханики, регулировщики, наблюдатели и др. Всего линейного персонала на хорошо оснащенной системе 4...6 человек на 1 000 га орошаемой площади.

4. Механизаторы, квалифицированные строительные рабочие, охрана, сезонные рабочие и др. На сезон ремонтов на 1 000 га орошаемой площади требуется 5...6 рабочих. Число инженеров всех специальностей на насосных станциях в зависимости от установленной мощности: 0,5...1,5 тыс. кВт — один; 1,5...3 тыс. кВт — два; 3...5 тыс. кВт — три; 5...10 тыс. кВт — четыре; 10...20 тыс. кВт — шесть; 20...30 тыс. кВт — восемь; 30...50 тыс. кВт — 12.

Нормативы числа гидротехников в хозяйствах на орошаемых землях: главный инженер-гидротехник — при площади орошения более 1 500 га; инженер-гидротехник 200...500 га; техник-гидротехник при 50...200 га.

Укрупненные нормативы численности эксплуатационного персонала разработаны по пяти группам оплаты труда инженерно-технических работников в зависимости от площади орошаемых земель, расходов крупных каналов и узловых сооружений, объема водохранилища. Соотношение числа должностей определяется тем, что на одну должность старшего инженера (техника) должно быть не менее двух инженеров (техников). В зависимости от условий в составе УОС устанавливают должности мелиоратора, гидролога, инженера-гидротехника по кадастру, экономиста и др. Для управлений, имеющих ЭВМ, численность работников, устанавливают в индивидуальном порядке.

Для эксплуатационных организаций межреспубликанского и межобластного значений структуру и численность персонала устанавливают в индивидуальном порядке.

В целях усиления материальной заинтересованности эксплуатационных работников в повышении урожайности на мелиорированных землях проводится премирование по трем разделам: за готовность систем к поливам в срок — 1,5 месячного оклада при условии не превышения сметной стоимости ремонтов; за выполнение годового плана производства сельскохозяйственной продукции хозяйствами системы, по данным ЦСУ, — один месячный оклад; за перевыполнение планов производства сельскохозяйственной продукции хозяйствами за три года выше среднего уровня — до 15 % месячного оклада за каждый процент превышения этого уровня.

Совершенствование методов управления системами проводят на основе внедрения диспетчеризации, автоматических устройств по учету воды и средств вычислительной техники для планирования и осуществления водопользования.

Основные положения по управлению системами изложены в уставе эксплуатационной службы и в правилах технической эксплуатации оросительных систем, в которых выделено пять разделов: организации водопользования, эксплуатации каналов и сооружений, организации ремонтов, планирования и отчетности, технические документы и кадастр.

3. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ РАБОТЫ НА ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Эксплуатационная служба проводит работы в широком диапазоне деятельности:

осуществляет плановое водопользование, для чего составляет и корректирует планы забора воды в системы и подачи в точки выдела, обеспечивает своевременную и бесперебойную подачу воды в точки выдела хозяйств в соответствии с планами водопользования. Для выполнения этой работы на системе имеется штат эксплуатационных работников в управлении и на линии, а также эксплуатационное оснащение на каналах и узлах сооружений. Имеются определяющие документы — устав, правила и должностные инструкции;

проводит работы по поддержанию в исправном состоянии — межхозяйственной оросительной и коллекторно-дренажной сети, водозаборных сооружений, узловых сооружений, насосных станций, водохранилищ и скважин вертикального дренажа, а также всех эксплуатационных устройств. Для выполнения этой работы организованы ремонтно-строительные отряды, ПМК, строительные группы и механические базы. Определяют объемы ремонтных работ, стоимости, материалы, транспорт, машины и рабочие;

осуществляет контроль за эффективным использованием воды при орошении в хозяйствах. Эту работу проводят участковые инженеры и техники, водные объездчики, наблюдатели гидропостов;

проводит надзор за мелиоративным состоянием земель и проверяет выполнение необходимых мероприятий по предотвращению

засоления и заболачивания орошаемых земель. Эту работу выполняют линейный персонал и мелиоративная служба;

оказывает техническую помощь колхозам и совхозам в эксплуатации внутрихозяйственной оросительной и коллекторной сети, а также сооружений, организует техническое обслуживание внутрихозяйственной части системы. Эту работу выполняют участковые инженеры и техники, мелиоративные отряды и ПМК. Разрабатывают нормативы на ремонтно-эксплуатационные работы по внутрихозяйственной сети для взаимных расчетов между хозяйствами и УОС;

осуществляет охрану сети каналов, узловых сооружений, насосных станций, дамб обвалования, скважин и эксплуатационного оснащения. Эту работу выполняют сторожа-регулировщики, водные объездчики, наблюдатели скважин;

проводит производственные исследования в целях улучшения эксплуатации и совершенствования систем, составляет перспективные планы развития систем и отдельные проекты реконструкции, дооборудования и капитального ремонта элементов систем. Этой работой ведает лаборатория производственных исследований, научно-исследовательские отряды и проектные группы.

Для выполнения эксплуатационных работ на системе необходимо иметь технические данные, которые дополняются в процессе эксплуатации:

климат за 25 лет — температуру воздуха, осадки, испаряемость, влажность воздуха, ветры;

гидрология и гидрогеология за 10...15 лет — расходы воды в реках и каналах по створам, мутности воды в реках и каналах, минерализацию воды поверхностной и грунтовой, уровни грунтовых вод, балансовые расчеты поверхностных и грунтовых вод, коэффициенты фильтрации;

площади орошения и режимы поливов — площади валовую, брутто, нетто, состав культур, проектные и фактические режимы орошения, мелиоративное состояние земель, площади засоления, севооборотные массивы, площади агроучастков и отделений;

почвенные карты и почвенные разрезы, гидромодульные районы, техническое состояние системы и сведения о водопользователях — протяженность каналов и коллекторов, их пропускную способность, число гидротехнических сооружений и насосных станций, точек выдела воды, гидропостов, протяженность телефонных линий, дорог, лесных полос, трубопроводов, лотков, поливная техника в хозяйствах, наличие трудовых ресурсов и технического оснащения, расчетные графики работы системы в характерные годы.

Состав эксплуатационных мероприятий на оросительных системах засушливой зоны:

подготовка оросительной сети и поливной техники к поливам в IV квартале текущего года и в I квартале предстоящего года;

водоподача и водораспределение между хозяйствами в соответствии с планами водопользования с учетом погодных условий;

предпосевные поливы в период весенней засухи, поливы трав, озимых культур, овощей и технических культур, влагозарядковые поливы;

текущие и капитальные ремонты каналов, трубопроводов, лотков, коллекторов, дрен, сбросной сети, гидротехнических сооружений, креплений и герметизации швов сборных железобетонных сооружений, дорог, лесных посадок, наладка средств связи и автоматики;

очистка каналов от зарослей и сорняков;

учет воды по узловым сооружениям, каналам и точкам выдела, ревизия приборов и ремонт водомерных постов, проведение балансовых расчетов по определению КПД систем и фактических режимов орошения культур;

выполнение противофильтрационных работ на каналах, лотках и сооружениях;

систематические наблюдения за состоянием и работой головного участка системы, каналов, лотков, трубопроводов и сооружений;

наблюдение за состоянием каналов, дамб и сооружений в зимний период, за работой дренажа, очистка от льда и снега, а также от последствий черных бурь;

наблюдения за минерализацией оросительной воды в целях предотвращения подачи воды плохого качества на орошение;

отвод атмосферных и сбросных вод за пределы системы по коллекторам и сбросным каналам;

наблюдения за работой дренажа, определение дренажного стока, анализ данных о воздействии дренажа на уровни грунтовых вод;

подготовка оросительной системы к зиме, сброс воды из оросительной сети и коллекторов, а также из понижений, очистка сооружений, смазка и антикоррозийное покрытие металлических частей сооружений и трубопроводов;

наблюдения за режимами грунтовых вод, их минерализацией, за солевым составом почв, выявление причин изменений мелиоративного состояния земель и разработка рекомендаций по улучшению;

наблюдения за влажностью почвы в целях оказания помощи хозяйствам в определении сроков и норм поливов, а также для контроля за качеством поливов;

пропуск паводков в источнике орошения и защита водозаборных сооружений и насосных станций от повреждений;

эксплуатация служебных дорог, телефонных линий, производственных и жилых зданий, полос, отведенных вдоль каналов, дорог и сооружений;

оснащение каналов и сооружений соответствующим оборудованием, маркировка их, содержание в образцовом виде;

посадка лесных насаждений вдоль каналов и около гидротехнических сооружений с подбором полезных пород;

технический уход за внутрихозяйственной сетью и техническое обслуживание внутрихозяйственных насосных станций, закрытой оросительной и коллекторно-дренажной сети по договорам с хозяйствами.

Работы по технической эксплуатации оросительных систем выполняют в соответствии с требованиями правил по охране труда и технике безопасности.

Эксплуатационные работы на оросительных системах выполняют на основе годовых планов. Составляют планы водопользования для проведения поливов на орошаемых землях, планы ремонтно-эксплуатационных работ, планы капитальных ремонтов и дооборудования системы. Годовой производственный план эксплуатационных и ремонтных работ по кварталам состоит из трех разделов:

необъемные мероприятия — затраты на содержание эксплуатационного персонала, обеспечивающего плановое водопользование и поддержание устройств системы в рабочем состоянии, содержание средств связи и диспетчерской аппаратуры, автоматики, постов учета воды, охраны сооружений и др. Затраты определяют по штатным расписаниям;

объемные работы по текущим ремонтам, очистке каналов и коллекторов, защита от паводков и др. Затраты определяют по дефектным ведомостям и калькуляции стоимости единицы объема ремонтных работ;

капитальные ремонты и дооборудование системы. Затраты определяют по техническим проектам и сметам.

По эксплуатационным участкам осенью обследуют каналы, сооружения и все устройства, составляют дефектные ведомости, карты, которые передают в отдел работ УОС для расчета потребностей на проведение ремонта рабочих, машин, материалов и транспорта. В перспективном плане развития оросительной системы определяют мероприятия по совершенствованию и использованию резервов системы. В нем должно быть отражено перспективное состояние системы с учетом проверенных производственными исследованиями новых предложений по реконструкции системы. План эксплуатационных работ составляют на пятилетку. В нем отражают площади орошения по годам, улучшение мелиоративного состояния земель, ремонтные работы по каналам и сооружениям, потребность по годам в рабочей силе, машинах, транспорте, оборудовании, материалах, электроэнергии, а также укрепление производственно-технической базы службы эксплуатации, дооборудование системы в целях сокращения ручного труда, улучшение социальных условий и др.

Эксплуатационные работы находятся на финансировании государственного бюджета. Хозрасчет внедряют между УОС и водопользователями, хозяйства вносят плату за оросительную воду, плату устанавливают в зависимости от затрат на эксплуатацию. Управление оросительных систем как государственное предприятие при хозрасчете будет создавать фонды поощрения (премии),

жилищного и культурно-бытового строительства для эксплуатационных работников и фонд развития производства для совершенствования системы — улучшение водомерности и диспетчеризации, внедрение АСУТП и автоматов на гидротехнических сооружениях, повышение КПД и др.

Управления оросительных систем отчитываются перед облмелиоводхозами и министерствами мелиорации и водного хозяйства по формам ЦСУ СССР.

За каждый месяц и квартал в отчетах приводят сведения о выполнении работ по эксплуатации системы по следующим статьям: численность рабочих и служащих, фонд заработной платы; забор и подача воды для орошения; финансовое состояние; расходы и остатки материалов, нефтепродуктов; работа машин и грузового автотранспорта.

Ведомственная оперативная отчетность состоит из сведений, которые подает УОС вышестоящим организациям за декаду и за месяц о выполнении планов полива культур, о количестве поданной воды хозяйствам, об использовании дренажных и сбросных вод.

В годовом отчете находят отражение такие вопросы: техническое состояние водозабора, каналов, сооружений и устройств, использование орошаемых земель, выполнение планов поливов, работа гидрометрии, мелиоративное состояние земель, выполнение планов эксплуатационных мероприятий, реконструктивные работы на системе, кадры, расходование денежных средств и материалов, экономическая эффективность орошения в данном году, итоги производственных исследований, выводы и предложения, положительные и отрицательные примеры, устранение недостатков и улучшение эксплуатации.

Основные показатели работы за год вносят в паспорт системы. На системе должны быть технические документы: паспорта, планы и профили, проект и исполнительные чертежи, журнал учета работ, инструкции по эксплуатации основных сооружений, должностные инструкции, диспетчерские журналы.

4. ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННОЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

В засушливых районах переменные погодные условия приводят к необходимости проводить внутрихозяйственное водопользование по планам, которые должны корректироваться в начале каждой декады.

Плановое водопользование на оросительных системах в засушливой зоне проводят в следующем порядке:

1. Устанавливают лимиты подачи воды в хозяйства по максимально возможному забору воды в систему по декадам с учетом площадей орошения, состава культур и КПД внутрихозяйственной сети на длительный срок, чтобы стимулировать лучшее использование воды для орошения в годы различной засушливости.

2. Определяют расчетные режимы орошения культур для лет 5, 25, 50, 75, 95%-ной обеспеченности с учетом мелиоративного состояния земель (почв и уровней грунтовых вод).

3. Составляют для этих лет расчетные графики гидромодулей для каждого хозяйства. Графики укомплектовывают по декадам и используют при определении лимитов подачи воды в хозяйства и уточнений плановых расходов подачи воды в точки выдела

$$Q_{т.в} = \frac{q_x \omega_{т.в}}{\eta_{т.в}} \gamma,$$

где $Q_{т.в}$ — расход воды в точке выдела; $\omega_{т.в}$ — площадь посевов, подлежащих поливу под точкой выдела; $\eta_{т.в}$ — КПД оросительной сети под точкой выдела; q_x — расчетная ордината графика гидромодуля по хозяйству за декаду; γ — поправочный коэффициент, учитывающий отклонение состава культур и гидромодульных зон на массиве от средних значений по хозяйству.

Данные $\eta_{т.в}$ и γ уточняют в процессе выполнения планового водопользования.

4. Хозяйства составляют планы водопользования с учетом лимитов подачи воды в точках выдела. Они могут увеличить площади орошения (инициативное орошение) и использовать лимит по максимально возможному забору воды в систему во все годы и месяцы.

5. Управление оросительных систем проверяет планы водопользования хозяйств, сравнивает их с лимитами для лет различной обеспеченности. В расчеты принимают год 75%-ной обеспеченности и определяют потребные расходы в узловых сооружениях и в голове системы с учетом работы числа насосов и КПД.

6. В процессе осуществления планового водопользования в начале декады по прогнозу устанавливают расчетные расходы для хозяйств по одной из расчетных ординат графиков гидромодулей из ряда лет 25, 50, 75, 95%-ной обеспеченности.

$$Q_x = q_x \omega_x / \eta_x.$$

7. Водораспределение по точкам выдела в пределах гидроучастков проводят по заявкам хозяйств с учетом лимитов. Расходы подают кратно числу работающих машин. Не следует подавать расходы меньше поливного тока (расход на одну машину). Участковые гидротехники УОС корректируют по пятидневкам подачу воды в точки выдела с учетом числа работающих машин на поливе. При поливе агрегатами ДДА-100М расход на одну машину (поливной ток) равен 105...110 л/с. Оросительные нормы по годам значительно изменяются. Например, для Спасской оросительной системы в Куйбышевской области по проекту для засушливого года 95%-ной обеспеченности средняя оросительная норма для культур зернового севооборота определилась 3,1 тыс. м³/га, для года 50-%ной обеспеченности — 1,85 тыс. м³/га. Ниже приведены оросительные нормы, рекомендуемые для различных лет (табл. 26).

26. Оросительные нормы сельскохозяйственных культур для ЦЧР, тыс. м³/га

Культуры	Обеспеченность, лет		
	50 %-ная	75 %-ная	95 %-ная
Сахарная свекла	1,3	1,9	2,4
Озимая пшеница	1,0	1,5	2,0
Кукуруза (зерно)	0,5	1,4	1,9
Многолетние травы	1,2	1,7	2,1
Овощные	1,3	1,7	2,4

Аналогичное положение отмечают во всех районах засушливой зоны, поэтому по годам следует изменять режимы и площади орошения. На системах необходимо иметь резервные площади инициативного орошения, которые можно поливать в годы 50%-ной и 25%-ной обеспеченности. Площади резервных массивов могут составить 25...30 % основной площади орошения. Разреженное размещение массивов орошения в этих районах с площадью 50...60 % площади пашни более эффективное.

Для улучшения использования оросительной воды во все годы необходимо предусматривать поливы дополнительных площадей, влагозарядковое орошение и поливы пожнивных культур. При отсутствии резервных площадей существующие оросительные системы в засушливой зоне работают мало дней в году. Например, Кутулукская система в Куйбышевской области работала в среднем 73 дня в году. Сброс воды из водохранилища составил 69 %. При поливах зерновых культур системы загружены 5...6 декад в засушливые годы, во второй половине вегетации (июль, август, сентябрь) можно поливать дополнительную площадь — 30...35 % трав, кукурузы и пожнивных посевов.

Условия водопользования должны определять пропускную способность оросительной сети и насосных станций. Необходимо устанавливать технологическую продолжительность одного полива ведущей культуры в критические засушливые периоды. Например, при продолжительности полива культуры 14...15 сут нормами 400...600 м³/га дождевальными машинами при коэффициенте использования времени в критические периоды 0,7 ордината графика гидромодуля составит 0,72 л/(с·га). Необходимо определять фактические режимы орошения и разрабатывать на основе анализа опытных данных дифференцированные эксплуатационные режимы орошения для планирования водопользования. Варианты режимов орошения: по климатическим условиям для лет 95, 75, 50 и 25%-ной обеспеченности; по почвенным условиям для средних, легких и тяжелых почв; по гидрогеологическим условиям для участков с уровнями грунтовых вод — 1...2; 2...3; 3...4 м.

В хозяйствах выращивают по 6...10 культур и для каждой культуры должны быть установлены эксплуатационные режимы орошения с учетом агротехники, сортов, предшественников и др. Необходимо накапливать опытные данные и установить среднесуточное расходование влаги E (м³/га за сутки) для отдельных культур по периодам развития растений

$$E = (W_н - W_к + 10\alpha P + m)/n,$$

где $W_н$, $W_к$ — запасы влаги в почве в начале и конце периода, м³/га; αP — использование осадков, м³/га; m — нормы поливов за период, м³/га; n — период, сут.

Продолжительность межполивных периодов определяют по формуле (сут) : $n = (m + 10\alpha P)/E$.

Поливные нормы определяют при замерах влажности почвы перед поливами.

$$m = 100Hd(P_{нв} - P_ф),$$

где H — расчетный слой почвы, который должен быть увлажнен, м; d — плотность почвы, т/м³; $P_{нв}$, $P_ф$ — влажность при наименьшей влагоемкости и фактическая перед поливом, % массы сухой почвы.

Обычно при дождевании поливные нормы равны 400...600 м³/га, во влажные годы 200...300 м³/га. План водопользования в хозяйстве составляют на год 75%-ной обеспеченности. Выясняют размещение культур по полям севооборотов под каждой точкой выдела из межхозяйственной сети. По режимам орошения находят потребные объемы воды нетто W (тыс. м³) на каждый полив.

$$W = m\omega,$$

где m — норма полива, м³/га; ω — площадь полива культуры, га.

Далее по срокам поливов определяют потребные расходы $Q_{нт}$,

$$Q_{нт} = W/t,$$

где t — поливной период, с.

Эти расходы укомплектовывают с учетом числа работающих машин и КПД $Q_{бр} = Q_{нт}/\eta$. В планах определяют по декадам расходы воды по точкам выдела и площади поливов каждой культуры и всех культур в гектаро-поливах. К потребному расходу воды на орошение добавляют расходы на производственные и хозяйственные нужды. Необходимо определять КПД внутрихозяйственной сети по точкам выдела, тогда расчеты потребных расходов будут более достоверные. При земляных каналах и временных оросителях КПД хозяйственной сети составляет 0,7...0,75, при лотках и трубопроводах — 0,9...0,95. Поливы культур проводят дождеванием машинами ДДН-70, ДДА-100М, «Волжанка», «Фрегат», «Днепр», «Кубань» и др. Производительность машин на поливе зависит от многих факторов.

Расчетную сезонную нагрузку (га) на одну машину определяют для критического периода по зависимости

$$\omega_{сез} = 3{,}6Q_м n t_{см} K_{см} T/m,$$

где $Q_м$ — расход машины, л/с; n — число смен в сутки; $t_{см}$ — продолжительность смены, ч; $K_{см}$ — коэффициент использования времени смены; m — поливная норма культуры, м³/га; T — минимальный межполивной период, 10...15 сут.

Продолжительность полива определяют по формуле

$$t = \frac{m\omega}{86{,}4Q_м K_{сут}},$$

где ω — площадь поля, га; $K_{сут}$ — коэффициент использования времени суток. $K_{сут} = nt_{см}K_{см}/24$.

Для подготовки поля к поливу проводят эксплуатационную планировку и выравнивание поверхности, нарезку и заравнивание временных оросителей.

Допустимая интенсивность дождя зависит от проницаемости почв, уклона поля, от растительного покрова и других факторов (табл. 27, 28). Ее определяют на основании опыта.

27. Расчетные зависимости для определения интенсивности дождя дождевальных машин

Машины	Интенсивность дождя, мм/мин	
	действительная	средняя
Короткоструйные (ДДА-100М, ДДА-100)	$\frac{60Q}{bl}$	$\frac{60Q}{bL}$
Дальнеструйные (ДДН-70, ДД-80)	$\frac{60Q}{\omega}$	$\frac{60Q}{\pi R^2}$
Многоопорные («Волжанка», «Днепр», «Кубань»)	$\frac{60Q}{\omega}$	$\frac{60Q}{bl}$

Примечание. Q — расход машины, л/с; b — ширина захвата дождем, м; l — длина полосы дождя, м; L — длина бьефа машины, м; ω — площадь захвата дождем, м²; R — радиус действия машины, м.

28. Допустимая интенсивность дождя при нормах поливов 300...500 м³/га, мм/мин

Почвы	Короткоструйное позиционное дождевание	Дождевание в движении и вращении
Легкосуглинистые черноземы	0,8...1	0,3...0,35
Среднетяжелые суглинистые черноземы	0,5...0,8	0,22...0,27
Дерново-подзолистые суглинистые почвы	0,4...0,6	0,12...0,2
Сероземы среднесуглинистые	0,3...0,5	0,07...0,15

Средняя интенсивность дождя КИ-50 «Радуга» 0,23 мм/мин, ДДА-100М — 0,17 мм/мин, ДДА-100МА — 0,22 мм/мин, ДДН-70 — 0,4 мм/мин, ДКШ-64 «Волжанка» — 0,27 мм/мин, ДМ «Фрегат» — 0,28 мм/мин, ДФ-120 «Днепр» — 0,28 мм/мин.

Для лучшего использования дождевальных машин и своевременного проведения поливов в хозяйствах создают объединения РПО «Полив» (рис. 33, 34). Они эксплуатируют насосные станции, трубопроводы при групповой работе дождевальных машин и про-

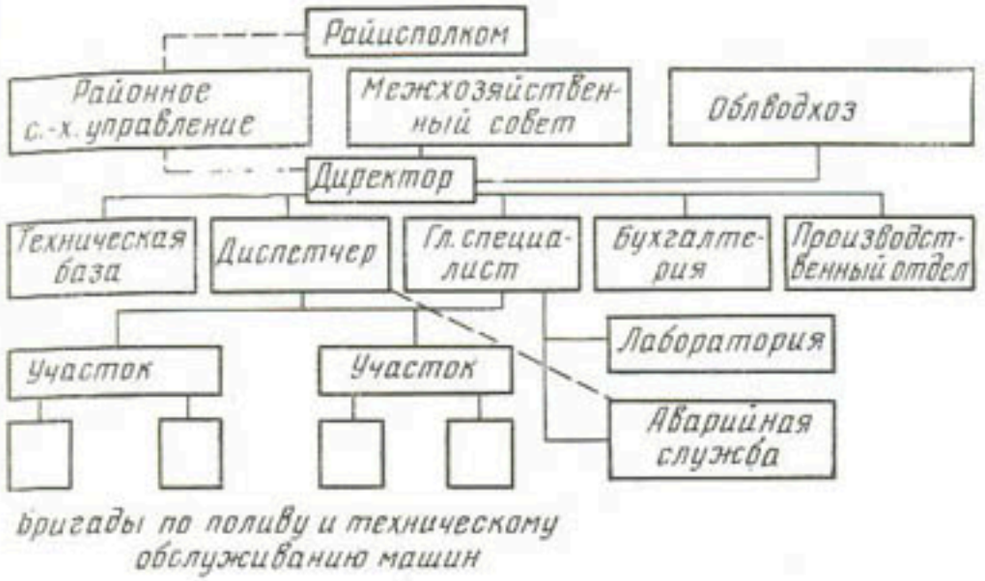


Рис. 33. Структурная схема РПО «Полив».

водят поливы по графикам. Бригады по поливу культур и техническому обслуживанию дождевальной техники, трубопроводов и насосных станций создают для обслуживания одного или нескольких участков.

В состав бригады входят: мастер-наладчик (бригадир), шофер-электрик, слесарь-сварщик, машинисты-операторы дождевальных машин, мотористы насосных станций.

Один машинист-оператор может обслужить 3...4 машины «Фрегат» или 2...3 ДКШ-64. Групповая работа дождевальных машин при насосных станциях, обслуживающих от 6 до 18 машин, может

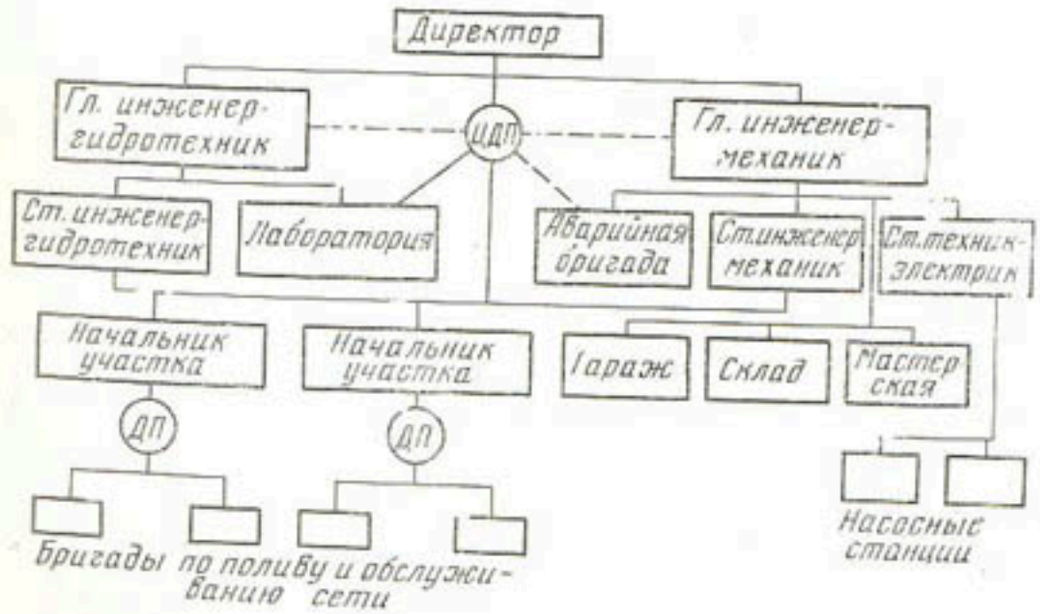


Рис. 34. Структурная схема инженерной службы РПО «Полив».

быть обеспечена только при условии организации инженерной службы, ведающей всем комплексом работ, связанных с поливами (табл. 29).

29. Основные технико-экономические показатели дождевальных машин

Показатели	ДДА-100МА	ДКШ-64	ДМ „Фрегат"	ДФ-120 „Днепр"	ДДН-70
Коэффициент земельного использования	0,955	0,97	0,98	0,97	0,95
Расход воды машины, л/с	130	64	80	120	65
Допустимая скорость ветра, м/с	5	5	7	5	3
Коэффициент эффективного полива	0,702	0,75	0,75	0,44...0,53	0,5
Коэффициент использования времени смены	0,82	0,75...0,86	0,97	0,81	0,84
Средняя наработка на отказ, ч	120,4	21	25,4	13,55	150
Производительность за смену (7 ч), га:					
$m = 200$ м³/га	9,41	4,86	8,11	8,7	5,16
$m = 400$ м³/га	5,37	2,86	4,04	5,05	2,92
$m = 600$ м³/га	3,76	2,01	2,69	3,54	2,04
$m = 800$ м³/га	2,89	1,54	2,02	2,74	1,56
Производительность за сезон в степной зоне, га	105	65...70	88...55	120	65...70
Периодическое обслуживание после работы, ч		240	После каждого полива	480	240

Для степных районов СССР начато производство машин «Кубань» с 1981 г. Машина автоматизированная, электрифицированная, фронтального действия состоит из двух крыльев на опорных фермах, семи пролетов по 52,5 м, имеет 16 опорных тележек, высота ферм 3 м. Машина может работать круглосуточно, автоматически останавливается и выключается подача воды. Скорость движения ведущих тележек вдоль открытого бетонного канала задается в зависимости от поливной нормы. Ширина захвата 800 м. Расход воды 170 л/с. Давление на входе 0,34 МПа. Мощность двигателя 121,3 кВт. Дождевальных короткоструйных низконапорных аппаратов 294. Слой дождя за один проход 5,5...6,5 мм, интенсивность дождя 1,2 мм/мин. Рабочая скорость машины: максимальная 2,2 м/мин, минимальная 0,22 м/мин. Производительность за 1 ч чистой работы при норме 600 м³/га 1 га. Поливы проводят полунормами за один проход. Уклоны канала без перемычек 0,0001, с перемычками 0,01.

Размеры полей 800×2 000 м для одной машины. При аварийных ситуациях машина отключается автоматически (излом линии, упор, пробуксовка, падение уровней воды в канале, падение напора, подсос воздуха, засорение фильтра и др.). Коэффициент земельного использования 0,98, коэффициент использования времени без перемычек 0,84, с перемычками 0,78. Параметры канала $m=1,5$; $b=0,8$; $m=1$; $L=2$ км; ширина поверху 3,88 м; глубина воды 0,75 м; высота от дна канала до патрубка 0,6 м. Вдоль канала должна быть грунтовая дорога с уплотнением. Канал разрабатывают экскаватором ЭТР-201А, облицовку выполняют машиной МБ-15, за 1 сут для разработки 120...150 м канала необходимы два бульдозера, четыре скрепера с вместимостью ковша 8 м³, автогрейдер, бетономешалка. Капитальные вложения составляют 3,2 тыс. р/га.

Районные производственные объединения «Полив» комплектуют из постоянных и сезонных рабочих в соотношении 57 : 43, составляют графики загрузки машин, определяют площади поливов по полям севооборотов и перемещение машин при поливах (табл. 30). Графики составляют по пятидневкам или декадам в увязке с полевыми работами. Для обслуживания дождевальных

30. Состав дождевальной техники при РПО «Полив» в Поволжье

Показатели	Площадь орошения, тыс. га		
	5	10	15
Число дождевальных машин (всего)	60	120	180
в том числе «Фрегат»:			
на одной позиции	14	27	42
на двух позициях	16	33	48
ДКШ-64 «Волжанка»	30	60	90
Насосные станции стационарные и передвижные	6	10	16
Одновременно работает машин при 0,7 л/(с·га)	42	84	126
в том числе:			
«Фрегат»	21	42	63
«Волжанка»	21	42	63
Сезонная нагрузка машин, ч:			
«Фрегат»			
на одной позиции		920	
на двух позициях		1 840	
«Волжанка»		1 520	
Требуется рабочих:			
машинистов-операторов	60	129	195
в том числе на машины:			
«Фрегат»	27	54	81
«Волжанка»	30	60	90
подменных машинистов	3	15	24
Требуется рабочих:			
по техническому обслуживанию	10	17	27
по аварийному обслуживанию	7	14	21
машинистов насосных станций	24	40	64
Площадь обслуживания на одну бригаду ППО, га	1 670	2 000	1 870
То же, аварийную, га		5 000	
Общая численность рабочих в объединении в поливной период (15.04...15.10)	114	213	323
Общая численность рабочих в объединении в неполивной период	62	120	178

машин подбирают технику и оборудование из расчета на 100 машин: 4 автопередвижных мастерских ГосНИТИ, 7 тракторов типа К-701, экскаватор ЭО-2621, автокран грузоподъемностью 5...6 т, 20 мотоциклов, мопедов, 4 автомобиля ЗИЛ-131, УАЗ-452Д, ГАЗ-52-04, легковой автомобиль, 3 автобуса, автомобиль-самосвал, 2 грейдера прицепных, 2 планировщика прицепных, 10 домов-вагонов прицепных, заправочный агрегат, электроремонтная мастерская, полевая лаборатория.

5. СИСТЕМНОЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

По системному плану водопользования определяют расходы, объемы забора воды из источника орошения и подачи воды в хозяйства по точкам выдела на орошение и хозяйственные нужды. В зоне неравномерного естественного увлажнения выпадение осадков по времени и по площади вызывает необходимость систематической корректировки системных планов водозабора и водораспределения с учетом складывающихся погодных условий. В системном плане определяют за сезон по декадам потребные расходы воды для орошения, площади поливов первым поливом и гектаро-поливов каждой культуры и всех культур. Системный план составляют на основе проверенных хозяйственных планов водопользования. План состоит из контрольно-справочных и расчетных ведомостей: поливных режимов сельскохозяйственных культур для лет 25, 50, 75, 95%-ной обеспеченностей по гидромодульным зонам привязки площадей к межхозяйственным каналам и точкам выдела; площадей первого полива по декадам и по хозяйствам; площадей поливов сельскохозяйственных культур в гектаро-поливах по декадам и по хозяйствам; подачи воды хозяйствам по декадам (л/с, м³), составляемых по итоговым данным хозяйственных планов.

В системном плане имеются данные: забора воды из источника; подачи воды хозяйствам на орошение, хозяйственные нужды, на заполнение прудов и водохранилищ; потерь и сбросов воды из межхозяйственной сети; площади поливов по декадам.

Для составления системного плана необходимо иметь следующие материалы: план системы с границами хозяйств, гидроучастков, точками выдела воды, гидромодульными районами, каналами и сооружениями; гидрогеологическую карту с показом размещения площадей с уровнями грунтовых вод 1...2, 2...3, 3...4 м и более, почвенную карту; ведомости каналов и сооружений с указанием подвешенных площадей, КПД и пропускные способности.

Планы водопользования корректируют в начале каждой декады в следующих случаях: при снижении расходов в источнике орошения и невозможности планового водозабора более чем 85...90 %; при выпадении осадков более чем 40 мм за двое суток. При осадках 20...40 мм сроки полива отодвигают на 4...8 сут; при изменении структуры посевов, задержке полевых работ, что приводит к корректировке водопотребления более чем на 10 %.

Планы водопользования утверждаются вышестоящими органами — райисполкомами, облисполкомами, облводхозами и минводхозами.

Агрономы и гидротехники хозяйств корректируют поливные режимы сельскохозяйственных культур, потребность в воде на поливы оформляют в виде заявок на воду на пятидневку или декаду. Заявки проверяются УОС по расчетным гидромодулям для лет различной обеспеченности: $Q_{т.в} = q_x \omega_{т.в} / \eta_{т.в}$.

Водораспределение по каналам и точкам выдела воды ведется по принципу диспетчеризации. Выделяют центральную диспетчерскую службу УОС в составе четырех единиц и по эксплуатационным участкам в составе двух единиц при площади обслуживания более 8 тыс. га и 1 человек при меньшей площади. Диспетчерская служба получает от хозяйств заявки на воду, проверяет их и принимает к исполнению. В ведении диспетчеров находятся насосные станции, узловые сооружения, водохранилища, точки выдела воды, сбросная сеть, посты учета воды, аварийная бригада и др. Диспетчерская служба корректирует планы водопользования и осуществляет их, контролирует ход поливов в хозяйствах, получает информацию о текущем состоянии устройств системы — насосных станций, гидросооружений, каналов, гидропостов, скважин, средств связи и др., добивается устранения ненормальностей в работе устройств системы и др. После окончания ремонтных работ комиссия УОС проверяет готовность системы к началу поливов и передает акт готовности системы диспетчерской службе.

Дежурный диспетчер распределяет воду между эксплуатационными участками и контролирует поступление воды в точки выдела хозяйств, ежедневно составляет баланс поступления и подачи воды в хозяйства, составляет сводки по пятидневкам о поливах культур в разрезе хозяйств, устанавливает заданные расходы и выход политых площадей для линейных работников. Информацию о расходах воды в голове системы, на узловых сооружениях, на распределительных каналах и в точках выдела диспетчер получает через 4...6 ч. Ежедневно утром диспетчер получает данные о среднесуточных расходах воды по гидрометрическим постам системы, а также сведения о ходе поливов в хозяйствах (число дождевальных машин). Дежурные диспетчеры ведут текущие журналы о расходах воды по постам и ходе поливов в хозяйствах. После окончания поливов диспетчеры участвуют в составлении годовых отчетов и проводят подготовку к составлению новых планов водопользования. В распоряжении дежурного диспетчера имеется мобилизационный план на случай аварийных ситуаций на системе — о работе бригад, машин, транспорта и др. Перерегулировки расходов в голове системы, по основным сооружениям и точкам выдела проводят один раз в сутки (утром) в соответствии с поданными заявками. Лучше, когда расходы в точки выдела воды устанавливают на пятидневку. Диспетчерские графики водозабора и водораспределения составляют по декадам, в начале каждой декады их корректируют. Дежурные диспетчеры опреде-

ляют расчетную площадь поливов по декадам. Управление оросительных систем и линейная служба осуществляют контроль за использованием оросительной воды при поливах (площади полива, поливные нормы, ход ночных поливов, работа дождевальных машин и др.) Объем и расходы поданной воды в точки выдела хозяйства фиксируют в журнале и подтверждают подписями гидротехников хозяйства и участка УОС. На основании записей в журнале составляют справку о подаче—приеме воды хозяйством за декаду. Она служит основанием для расчетов оплаты за оросительную воду при внедрении хозяйственного расчета.

Для системного водопользования в УОС организована эксплуатационная гидрометрия, задача которой обеспечить достоверный учет воды в голове системы, по узловым сооружениям, по отводам и точкам выдела. Эксплуатационная гидрометрия проводит контрольные замеры по постам, тарировку гидросооружений, балансовые расчеты потерь воды по участкам, оценивает точность учета расходов и объемов воды по каждому гидропосту, проводит производственные исследования и др.

Состав работ эксплуатационной гидрометрии: составление гидравлических и геометрических характеристик новых гидропостов, паспортов, проведение контрольных замеров и внесение поправок для повышения точности учета воды по каждому посту; составление рабочих таблиц и графиков, балансовых ведомостей для определения расходов и объемов воды, потерь воды и др.; уход за водомерными сооружениями и приборами, наладка постов и приборов, контрольные нивелировки нулей реек, маркировки сооружений и каналов.

На крупных каналах с расходами более 5 м³/с применяют водомерные сооружения с непрерывным учетом воды при помощи самописцев уровней, расходографов, сельсинных указателей и устройств телемеханики — тарированные сооружения, фиксированное русло канала, водомерный порог САНИИРИ (ВПС). На отводах учет воды проводят при помощи водомеров-регуляторов с приставками или насадками на выходе. Используют также приборы-расходографы, роторные счетчики и др.

Для балансовых расчетов потерь воды в каналах и лотках необходимо оборудовать балансовые участки. Длина участков на магистральных каналах 5...10 км, на распределительных каналах 5...7 км и на хозяйственных распределителях и участковых каналах 1...1,5 км. По этим участкам при замерах расходов воды вверху, на отводах и в конце можно определить по балансу потери для планирования и осуществления водопользования. Использование воды оросительных систем в энергетических, промышленных, транспортных, коммунальных и других целях учитывают в системных планах водопользования.

Для ежегодного составления системных планов водопользования УОС разрабатывают на период 3...5 лет лимиты водозабора и водораспределения по хозяйствам системы. Ежегодное составление планов заключается в уточнении календарных планов поли-

вов, плановых расходов в голове системы, на узловых сооружениях, на границах участков и в точках выдела воды хозяйствам применительно к условиям данного года. Если из источника орошения — реки, озера, водохранилища, пруда забирает воду несколько хозяйств и в отдельные периоды ее может не хватить для поливов, то устанавливают лимиты для каждого водопользователя. Сверхплановая подача воды в хозяйства при избытке ее в источнике орошения воспрещается. Установка временных насосов и других устройств для использования воды из межхозяйственных оросительных систем допускается только с разрешения УОС. Нарушения водного законодательства фиксируют в актах, которые передают административным органам для привлечения виновных к ответственности.

Управления оросительных систем оказывают помощь водопользователям в организации планового водопользования и рациональном использовании воды при орошении.

6. ПОТЕРИ ВОДЫ ПРИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИИ

Для планового водопользования необходимо знать расчетные потери воды при водораспределении. На оросительных системах засушливой зоны оросительная сеть представлена бетонными каналами, лотками и трубопроводами, поэтому потери воды на фильтрацию почти устранены, остались местные потери в стыках и в трещинах, а также при переполнении лотков. Местные потери воды при водораспределении могут быть учтены путем балансовых расчетов по данным эксплуатационной гидрометрии. Необходимо составлять графики зависимости потерь воды при распределении по отводам и точкам выдела от головных расходов по основным каналам. Графики составляют по данным эксплуатационной гидрометрии, потери воды по длине определяют балансовыми расчетами. В начальный период вегетации при увеличении расходов воды и подпоров по бьефам каналов и лотков потери больше за счет увеличения утечек через трещины и стыки. При установившихся расходах и устранении отдельных утечек в середине вегетации потери воды меньше. В конце вегетации при снижении расходов эти потери будут еще меньше (рис. 16).

При балансовых расчетах учитывают установившийся порядок распределения расходов воды по точкам выдела по периодам вегетации. При наличии графиков по основным каналам облегчается планирование и распределение воды по диспетчерским графикам. Расходы воды, которые можно подать в точки выдела по длине канала или лотка, определяют по формуле

$$Q_в = Q_г - Q_п,$$

где $Q_г$ — расход в голове канала; $Q_п$ — потери воды в канале или лотке.

По опыту передовых систем при хорошей постановке эксплуатационной гидрометрии накапливают данные о потерях воды при

ее распределении и составляют расчетные графики. Планирование и распределение воды с использованием графиков потерь более надежно и оперативно по сравнению с расчетами по КПД каналов и участков. Колебания расходов в каналах, которые наблюдаются при стохастических включениях и выключениях насосных станций при работе дождевальных машин, затрудняют ее распределение и использование при поливах, возрастают потери воды. Определение потерь воды в каналах, лотках и трубопроводах можно вести двумя способами.

Первый способ: при хорошей водомерности на системе потери определяют по участкам и по всей длине каналов балансовыми расчетами

$$Q_п = Q_г - \sum Q_{отв} - Q_к,$$

где $Q_г$, $Q_к$ — расход в голове и в конце канала; $\Sigma Q_{отв}$ — сумма расходов в отводах.

На системах ведут учет воды в голове системы и по отводам, можно определить среднесуточные расходы и соответственно потери воды. Балансовыми расчетами находят потери воды за сутки, декаду, месяц и за сезон поливов. Значения потерь воды в зависимости от расходов в голове каналов по периодам наносят на график. За 3...4 года можно определить расчетные графики потерь воды при водораспределении. На каждом канале потери определяют при сложившихся условиях распределения воды по отводам. Балансовые расчеты потерь проводят по длине каналов, лотков и трубопроводов при оснащении постами учета воды отводов, обеспечивающими достоверный учет воды с погрешностями ±5 %. Балансовыми расчетами потерь воды можно оценить изменение (уменьшение) потерь воды в оросительной сети за годы эксплуатации при улучшении режимов работы системы и устранении местных потерь. При балансовых расчетах повышается точность работы постов учета воды. Диспетчер системы по анализу данных о потерях воды по длине сети выясняет достоверность учета воды. При отклонениях значений потерь от средних, ранее определенных, необходимо выяснить причины и устранить повышенные потери.

Второй способ: при недостоверном учете воды по отдельным отводам, когда нельзя вычислить потери воды балансовыми расчетами, а также для определения потерь по малой сети проводят специальные замеры расходов воды по участкам. По участкам сети находят удельные потери воды на 1 км в процентах от расходов в начале отвода. Эти данные наносят на логарифмические графики и устанавливают расчетные значения (рис. 19). На системе выбирают типовые участки и проводят специальные замеры расходов по гидропостам в голове отвода ($Q_в$), в боковых отводах ($\Sigma Q_{отв}$) и в нижнем участке канала ($Q_н$). Расчетами определяют потери воды.

$$Q_п = Q_в - \sum Q_{отв} - Q_н.$$

Удельные потери воды (σ) рассчитывают из формулы

$$Q_п = \sigma Q_в l/100.$$

Удельные потери наносят на логарифмический график в зависимости от $Q_в$. При значительном числе точек на графике получают расчетные значения $\sigma_р$, которые используют для расчетов потерь по формуле $Q_п = \sigma_р Q l/100$, (Q и l — расчетные по условиям схем водораспределения). Длину участков каналов на крупных каналах принимают не менее 10 км, на малых распределительных каналах — 3...4 км и на участковых каналах — 0,8...1 км.

На участках каналов устанавливают посты и ведут наблюдения за расходами (не менее 3 раз при одном установившемся расходе). На крупных каналах наблюдения ведут не менее 6 ч после установления расходов добегания потока воды от верхнего створа.

Удельные потери имеют большой разброс точек, поэтому необходимо провести анализ причин разброса их и установить расчетные для различных каналов. При значительном числе точек для одной группы каналов можно найти средние их значения и по ним получить уравнение линии потерь с параметрами A и m (% на 1 км):

$$\sigma_р = A/Q^m.$$

Значение A определяют по графику при $Q=1$ м³/с, далее логарифмированием вычисляют m. Удельные потери будут различные для разной группы каналов в зависимости от технического состояния сети. При устойчивых режимах работы каналов (малых колебаниях) они будут меньше. В земляных участковых каналах и во временных оросителях удельные потери воды значительно больше значений, определяемых для сильнопроницаемых грунтов в постоянно действующих земляных каналах (рис. 21). Графики удельных потерь на бетонных каналах аналогичны графикам удельных потерь в земляных каналах. При поливах из земляных участковых каналов и временных оросителей машинами ДДА-100МА, ДДН-70 и ДДН-100 необходимо определять КПД этих каналов по зависимости

$$\eta_1 = 1 - \sigma_1 l_1/100,$$

где σ_1 — удельные потери в периодически действующей сети, %; l_1 — рабочая длина каналов, км.

Расчетный расход ($Q_{бр}$), который необходимо подавать в голове временных оросителей, для этих машин будет

$$Q_{бр} = Q_м/\eta_1,$$

где $Q_м$ — расход машины, л/с; η — КПД временных оросителей и участковых каналов.

Кроме потерь воды на фильтрацию и утечки через щели и стыки сети, при поливах отмечаются расходы воды на испарение в воздух и на глубинное просачивание воды ниже расчетного слоя. Расходы воды на испарение при дождевании оценивают 10...15 %

и на глубинное просачивание при нормах поливов 600...800 м³/га 10...15 %. Различают поливные нормы нетто и брутто. Нетто определяют по условиям потребности растений и брутто с учетом потерь воды.

$$m_{бр} = \gamma\delta m_{нт},$$

где γ — коэффициент потерь воды на испарение, $\gamma = 1{,}1...1{,}15$; δ — коэффициент потерь воды на глубинное просачивание, $\delta = 1{,}1...1{,}5$ %; $m_{нт}$ — поливная норма нетто, определенная по расчету: $m_{нт} = 100Hd(P_{нв} - P_{ф})$;
H — глубина расчетного слоя, м; d — плотность почвы, т/м³; $P_{нв}$, $P_{ф}$ — влажность почвы при наименьшей влагоемкости и фактическая перед поливом, % от массы сухой почвы.

При неравномерном увлажнении почвы по площади, при дождевании, когда на отдельных участках переувлажнение больше поливной нормы 800 м³/га, отмечают потери воды. Могут быть сбросы воды после окончания поливов при опорожнении каналов и трубопроводов. Снижение потерь воды при поливах достигается хорошей организацией водопользования, когда воду подают на поливы равномерно, поливными токами в хорошо подготовленную оросительную сеть и на поливе работают машины непрерывно круглосуточно в три смены. При остановках и перемещениях дождевальных машин воду необходимо направлять в пруды и затем использовать для полива.

При учете потерь воды в системе КПД системы или участков системы можно определить по зависимости

$$\eta_{сис} = 1 - W_п / W_г,$$

где $W_п$ — объем потерь воды за определенное время, тыс. м³; $W_г$ — объем забора воды в систему или подачи на участок, тыс. м³.

Коэффициент полезного действия системы определяет, какая доля воды доведена до поля и использована на поливы. Коэффициент полезного действия системы может быть определен как произведение КПД составляющих звеньев

$$\eta_{с} = \eta_{м.к}\,{}_к\eta_{р.к}\,{}_к\eta_{к.р}\,{}_р\eta_{х.с},$$

где $\eta_{м.к}$ — КПД магистрального канала; $\eta_{р.к}$ — КПД межхозяйственных распределителей; $\eta_{к.р}$ — КПД хозяйственных распределителей; $\eta_{х.с}$ — КПД мелкой хозяйственной сети.

Коэффициент полезного действия каждого звена определяют по зависимости

$$\eta_{к} = 1 - Q_п / Q_г,$$

где $Q_г$ — расход в голове канала, л/с; $Q_п$ — потери воды в канале, л/с.

Коэффициент полезного действия звеньев каналов определяют при наличии данных о потерях воды в сети. Потери находят балансовыми расчетами при замерах расходов воды по створам и расчетным путем при наличии расчетных данных об удельных потерях.

Борьбу с потерями воды необходимо проводить по всем звеньям. К первоочередным эксплуатационным мерам борьбы с потерями относятся следующие:

проведение круглосуточных поливов и подача воды хозяйствам поливными токами, недопущение избыточных подач воды в точки выдела; ограничение сроков работы системы в невегетационный период; уменьшение точек выдела воды в хозяйства, организация учета воды во всех звеньях системы; недопущение сбросов воды, уменьшение подпоров при водораспределении, устранение зарастания и заиления каналов.

Строительные работы по уменьшению потерь воды включают следующие мероприятия:

сокращение протяженности транзитных участков каналов, поддержание проектных профилей каналов; устранение местных потерь, усиление дамб и участков с повышенными потерями воды; строительство прудов и водохранилищ для приема и использования сбросной воды; проведение строительных работ по устройству одежд на каналах (экраны, бетонирование, лотки, трубопроводы, пленки и др.).

7. РЕМОНТНЫЕ РАБОТЫ И ОЧИСТКА СЕТИ НА СИСТЕМАХ

Нормальное техническое состояние каналов, лотков, трубопроводов, гидротехнических сооружений и эксплуатационных устройств обеспечивается своевременным уходом и проведением ремонтных работ. Ремонтные работы делятся на текущие и капитальные. Особый вид представляют аварийные ремонты, возникающие из-за стихийных явлений. Текущий ремонт проводят для устранения дефектов и повреждений. В состав работ входит ежегодная очистка каналов от заилений и растительности, подсыпка и уширение дамб, устранение повреждений отдельных частей сооружений, подготовка сооружений и оборудования к зиме, очистка сооружений от мусора, льда и др. Капитальный ремонт включает замену отдельных частей сооружений, изменение трассы и облицовки каналов, замену участков дорожного полотна, замену оборудования и др.

Каналы, гидротехнические сооружения, эксплуатационные дороги, лотки, трубопроводы и насосно-силовое оборудование осматривают 2 раза в год: осенью после окончания работы для установления объемов ремонтных работ и весной для устранения оставшихся дефектов и подготовки системы к поливам. Текущие ремонты проводят на основе дефектных ведомостей и калькуляций работ, капитальные ремонты — на основе технических проектов и смет. При осеннем осмотре сооружений и каналов проводят обмеры и нивелировки для определения объемов работ. Вдоль каналов по контрольным поперечникам через 200 м нивелированием определяют отметки, сравнивают с проектными и устанавливают объемы очистки сети. По длине каналов и лотков устанавливают реперы через 1 км для продольного нивелирования, донные реперы — через 200 м. Ремонтные работы выполняют силами УОС и хозрасчетными ПМК. Созданные специализированные ремонтно-строительные тресты по хозяйственным договорам прово-

дят ремонтные работы в хозяйствах и на межхозяйственной сети. Периодичность текущего ремонта на отдельных системах РСФСР составляет 2...3 года вследствие недостаточной технической базы ремонтно-строительных организаций. Затраты на эксплуатацию и текущие ремонты на оросительных системах Ростовской области составляли 10...28 р/га. Для нормальных условий эксплуатации объемы ремонтных работ должны быть увеличены в 2...3 раза. Ремонтные работы выполняют осенью и весной, причем основной объем в осенний период. Защитно-регулировочные работы в голове системы проводят до наступления паводков с учетом особенностей реки. Эксплуатационное оборудование и устройства (связь, дороги, здания и др.) ремонтируют в течение календарного года с учетом занятости машин и рабочих на ремонтных работах основных сооружений, которые обеспечивают своевременную подачу воды на орошение. Большие объемы земляных работ на системах выполняют при деформациях: размывах ложа каналов на опасных участках, заилении каналов, просадке ложа и дамб каналов, оползнях на косогорных участках, фильтрации через тело дамб, пучении грунтов и др. Наиболее распространенное повреждение гидротехнических сооружений — это размыв рисберм в нижнем бьефе.

По расчетам Южгипроводхоза, на оросительных системах Ростовской области на одно гидротехническое сооружение приходилось 10,9 м³ земляных работ, 2,8 м³ бетонных; на 1 000 га орошаемой площади соответственно 20,47 и 3,9 м³. Основное число сооружений размещено на внутрихозяйственной сети, на 1 000 га — 327,7, на межхозяйственной сети — 3,51.

Для повышения технического уровня ремонтных работ созданы специализированные тресты, в составе которых выделены хозрасчетные подразделения, основные из них — это ПМК. Их создают по типовым проектам. Годовой объем работ 2...3 млн. р. Затраты на создание базы ПМК (мастерские, склады, гаражи, жилые здания, автостоянки, трансформаторный пункт, пожарный резервуар и др.) 1,2...1,5 млн. р. Для застройки ПМК требуется 2...2,5 га. Выделяют специализированные подразделения по созданию и ремонтам производственных баз, гражданских зданий, пуска и наладок устройств автоматики, телемеханики и связи.

Очистку каналов от наносов проводят на системах, забирающих воду из водохранилищ, через 3...4 года и на системах, забирающих воду из рек, ежегодно. Мутность воды в отдельных реках в паводковый период достигает 10...15 г/л, поэтому в систему попадает много наносов. Очистку каналов в основном ведут машинами (96...97 %), ручным способом очищают отдельные участки около гидротехнических сооружений. Удельные объемы очистки на каналах Ростовской области составляли 0,2...1,3 м³/м. По годам объемы очистки сети изменялись на 1 000 га площади орошения от 5,9 до 12,6 м³/га. Объем работ определяют по формуле

$$W = 1000lq_1n,$$

где l — удельная длина каналов, м/га; q — удельный объем, м³/м; n — периодичность в год, раз.

Нормативные удельные затраты на очистку и окашивание межхозяйственных каналов и коллекторов составляли 4,84 р/га при удельной протяженности 8,8 м/га. Очистку межхозяйственных каналов и коллекторов выполняют специализированные подразделения на основе технических документов, составленных проектными группами. Очистку внутрихозяйственной сети проводят по договорам отряды УОС или ПМК. Каналы чистят экскаваторами, скреперами, каналокопателями и грейдерами. Одноковшовые экскаваторы применяют при толщине слоя наносов 0,3...0,5 м. Вместимость ковшей принимают в зависимости от ширины каналов поверху: 2 м — 0,25...0,35 м³, при 8 м и более — 0,75...1 м³ и при 4 м — 0,5 м³.

При очистке каналов используют экскаваторы ЭМ-152Б, ЭМ-202, каналоочистители. Многоковшовые экскаваторы могут очищать каналы при удельных объемах наносов 0,1 м³/м. Очистку каналов скреперами проводят при ширине по дну 2,4...3,2 м при пологих откосах. Съезды и выезды для скреперов устраивают через 60...100 м по длине канала. Неглубокие (0,7...0,9 м) каналы чистят грейдерами. Для повышения пропускной способности растительность на откосах скашивают и сгребают с откосов. Пропускная способность небольших каналов при зарастании откосов снижается в 2...3 раза. Борьбу с растительностью на каналах проводят тремя способами: механическим (скашивание), химическим (опрыскивание ядами) и биологическим (затенение деревьями, посевы трав, разведение рыб). При механическом способе используют косилки, каналоочистители, бульдозеры, грейдеры, цепные волокуши, грабли и др.

Для окашивания каналов применяют косилки ККД-1,5, РР-26, РР-41 и др. Удельные объемы окашивания каналов на оросительных системах Ростовской области составляли 1,1...7,1 га/км, в среднем — 1,51 га/км. Объем окашивания на 1 000 га орошения равен 40,95 га. Для борьбы с сорной растительностью в отдельных случаях каналы опрыскивают гербицидами двух типов: избирательного действия для уничтожения растений определенной биологической группы и сплошного действия для уничтожения всей растительности. Гербициды применяют в растворах, в виде эмульсий и суспензий, а также в твердой форме — гранулы, порошки. Гербицидами опрыскивают 2...3 раза за вегетацию. Биологические способы борьбы с сорной растительностью наиболее перспективные. Для затенения каналов сажают деревья в 2...3 ряда на расстоянии 4...6 м от бровки сухого откоса. Посадки могут быть с одной и с другой стороны канала. Рекомендуемые породы деревьев — тополь, ива, липа, дуб, ясень, вяз, акация, орех, груша, клен и др. Откосы и дамбы каналов засевают люцерной, клевером, райграсом и др. Поверхность перед посевом планируют, очищают от сорной растительности и вспахивают. В каналы пускают мальков травоядных рыб — белого амура и толстолобика.

Для ремонтов гидротехнических сооружений, облицовок каналов, лотков и заделки швов применяют ремонтный агрегат АРС-2. Он состоит из комплекта оборудования на прицепе: двигателя с генератором, электростанции, трансформатора, электротрамбовки, бетономешалки, вибраторов, компрессора, электронасоса, электродрели, краскопульта и др. Применение агрегатов АРС-2 повышает производительность труда на ремонтах и улучшает качество работ. После окончания ремонтов комиссия принимает работы и составляет акты. Контроль проводят систематически по ходу работ. Для выполнения ремонтов необходимо иметь запасы деталей и материалов, особенно при ремонтах трубопроводов (звенья труб, задвижки, гидранты, вантузы и др.). Текущие ремонты насосных станций проводят в период поливов с использованием резервных насосов и двигателей. Перед началом поливов трубопроводы проверяют на герметичность по участкам. После окончания поливов проводят консервацию всех звеньев системы на зимний период. При этом гидротехнические сооружения очищают от ила, трещины заделывают, металлические части красят и смазывают солидолом. Водомерные устройства снимают, проверяют и ремонтируют и хранят в сухом помещении. Щиты гидротехнических сооружений открывают, опоражнивают лотки и трубопроводы, откачивают воду из колодцев, дюкеров и др.

При проведении работ строго соблюдают правила техники безопасности. Все рабочие обязаны знать их и работы выполнять в спецодежде. Должны быть проведены противопожарные мероприятия. Для оказания первой помощи при несчастных случаях в определенных местах надо иметь аптечки и перевязочные средства. По данным УкрНИИГиМа, определены удельные объемы очистки каналов: малые и средние оросительные каналы очищают раз в три года — 0,5 и 1...1,5 м³/м; крупные каналы чистят ежегодно на 25 % длины 3 м³/м; сбросные и коллекторные каналы очищают ежегодно — 1,5...2 м³/м. Для нормальных условий ремонтных работ на оросительных системах устанавливают сроки прекращения работы каналов (примерно 10.10), освобождают от воды, сушат дамбы, готовят сеть и сооружения к зиме. Характерная особенность ремонтных работ на системах — малые удельные объемы и рассредоточенность объектов, что требует внедрять индустриальные методы проведения работ.

8. ЭКСПЛУАТАЦИЯ КАНАЛОВ, ЛОТКОВ, ТРУБОПРОВОДОВ, ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ, НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ И ВОДОХРАНИЛИЩ

Эксплуатационная служба обеспечивает надежное действие всех звеньев. Необходимо определить нормальное состояние каждого элемента системы и поддерживать его в процессе эксплуатации. Состав мероприятий по содержанию устройств систем: охрана, противопожарные меры, периодические осмотры, надзор

за работой и поддержание в рабочем состоянии. Маневрирование расходами проводят линейные работники системы. На сооружениях и каналах должны быть предупредительные знаки и указатели — километровые столбы, реперы, марки, створные знаки, пьезометрические створы для наблюдений за деформациями и фильтрацией. Площадь отчуждений вдоль каналов, около гидротехнических сооружений и площадь для специальных нужд эксплуатационной службы используют под посадку лесных полос и деревьев мелиоративного и санитарного назначения, содержание и защиту гидротехнических сооружений, озеленение вдоль дороги и вблизи сооружений. Территорию вокруг сооружений и зданий благоустраивают, обеспечивают отвод поверхностных вод, сажают деревья, кустарники, цветы и сеют травы. Площадки эстетически оформляют, размещают скамейки, делают дорожки, устанавливают марки и производственные плакаты. За посадками деревьев (рыхление, прополка, обрезка, полив и др.) должен быть обеспечен уход. Оросительную систему необходимо организовать по узловому принципу, эксплуатационный штат разместить по узлам системы. На узлах системы строят здания для жилья линейных работников, обеспечивающих непрерывный надзор, охрану и уход за сооружениями и каналами, размещают производственные постройки для проведения ремонтных работ, связь, подъездные пути, оснащение для линейного персонала.

Узловые сооружения оборудуют постами учета воды, опорными реперами и марками, указателями уровней воды (максимальные, нормальные и минимальные), знаками распространения кривых подпоров и спадов, границ узловых сооружений и др. Изменения в расстановке постов, знаков и устройств на узловых сооружениях вносит инженерная служба УОС. К ремонтным работам на узловых сооружениях приступают после окончания поливов или при переключении воды по обводному руслу в летнее время. На ответственных узловых сооружениях ночью должно быть освещение, ограждены опасные места и размещены спасательные средства. Во время паводков на головных сооружениях организуют круглосуточные дежурства, должны быть составлены инструкции по эксплуатации узловых сооружений. Необходимо иметь документы: план узла сооружений, продольные и поперечные профили, исполнительные чертежи, технические паспорта, журнал работ по узлу, план и выполнение подачи воды и др. Документы регулярно заполняют, пополняют и корректируют. Нормальное состояние каналов и сооружений оценивают по разделам: проектная пропускная способность, минимальные фильтрационные и технические потери, отсутствие заилений, размывов, зарастаний и подтоплений фильтрационными водами прилегающих земель, безотказная работа подъемников, средств автоматики, телемеханики и связи, отсутствие на каналах, не предусмотренных проектами, насосных станций, точек выдела воды, переправ, мостов и др., надлежащее благоустройство узловых сооружений и УОС. Наполнять и опорожнять каналы необходимо постепенно — изменение расходов

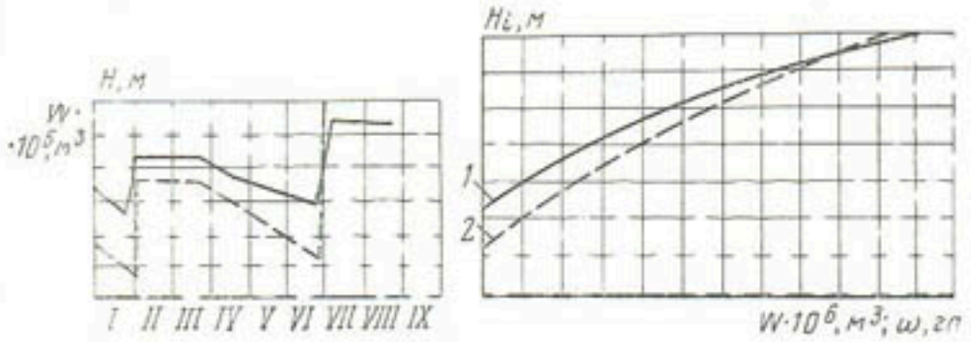


Рис. 35. Графики работы водохранилища:
1 — объемы воды; *2* — площади поверхности водохранилища.

должно быть в малых каналах не более 20 %, межхозяйственных — 10 % в течение не менее двух часов.

Лотковую сеть и трубопроводы в конце вегетации освобождают от воды, организуют наблюдения за облицовками, пленочными покрытиями и осадкой опор лотковой сети. При эксплуатации дюкеров, труб не допускают подпоров у входа в сооружения. Необходимо содержать в исправности металлические конструкции гидротехнических сооружений: щиты, решетки, подъемники, устройство для обогрева и др. Перед подъемом или опусканием шитов необходимо осмотреть механизмы, электромоторы, пазы, уплотнения и тормозные устройства.

Эксплуатация водохранилищ. Малые водохранилища объемом до 10 млн. м³ эксплуатируют на основе типовой инструкции, уточненной для данных условий. На крупные водохранилища составляют специальные инструкции и положения о порядке наполнения и сработки. При эксплуатации водохранилищ основное внимание уделяют составлению и осуществлению графиков работы, пропуску паводков и уменьшению потерь воды из водохранилищ (рис. 35). Ведут систематические наблюдения за состоянием сооружений (трещины, швы, крепления и др.), дренажными устройствами и контурами фильтрации, переработкой берегов и затоплением прилегающих земель. Надзор осуществляют за туннелями, подводящими и отводящими каналами, сооружениями инженерной защиты водохранилищ. Главная цель надзора — обеспечить безопасность и надежность всего комплекса сооружений при водохранилище: контроль за работой, выявление деформаций, устранение затруднений в работе. Систематический контроль за работой сооружений водохранилища обеспечивает совершенствование регулирования стока в целях лучшего использования воды на орошение. Уточняют геотехнические, гидрологические и водохозяйственные параметры гидроузла, пропускную способность сооружений и соответственно графики наполнения и сработки водохранилища, запасы прочности и статические нагрузки по элементам гидроузла, выясняют воздействие гидроузла на прилегающие земли в верхнем и нижнем бьефах.

Примерная схема эксплуатационных наблюдений на водохранилищах после пяти лет работы гидроузла: за уровнями воды в верхнем и нижнем бьефах и осмотр плотины и сооружений ежедневно; нивелирование реперов, марок и труб пьезометров в год; замеры уровней в пьезометрах в месяц; замеры расходов воды в дренах в квартал; осмотр подводных частей сооружений водолазами в три года; обследование бетона сооружений и крепления откосов в квартал; наблюдения за переработкой берегов и отложениями наносов после паводков; наблюдения за льдом осенью и весной (таяние) в пять дней; отбор проб воды на химический анализ в три года; осмотр сооружений и составление дефектных актов 2 раза в год (осенью и весной).

Гидротехнические сооружения водохранилищ оснащают контрольно-измерительной аппаратурой (КИА), которую подбирают по техническому проекту.

Эксплуатация насосных станций. На каждой насосной станции должен быть ответственный за содержание и эксплуатацию гидросилового оборудования, гидротехнических сооружений, зданий и всех устройств. Имеются инструкции по эксплуатации насосных станций. На насосных станциях периодически проводят очистку подводящих каналов, водоприемника, решеток и труб, ведут надзор за сохранностью и исправностью основного и вспомогательного оборудования. Во время паводка и ледохода на насосной станции организуют круглосуточные дежурства. При эксплуатации насосных станций осуществляют систематический надзор за работой насосно-силового оборудования, контроль за расходами электроэнергии, топлива, масел, проверки состояний заземлений, релейной и противогрозовой защиты, проводят противоаварийные мероприятия.

До начала поливов проверяют насосно-силовое оборудование, арматуру, средства автоматики, телемеханики и связи. Должна быть обеспечена надежная и бесперебойная работа станции согласно графикам. При разработке графиков учитывают технические характеристики насосов и двигателей, месячные нагрузки агрегатов, выполнение ремонтов двигателей, насосов, электрических сетей, трансформаторов и другого оборудования. Не разрешается длительная работа двигателей с превышением их мощности. Резервные насосы периодически (через 10 сут) опробуют при полной нагрузке. Насосные станции оборудуют огнетушителями по нормам и защищают от ударов молнии. На двигателях и насосах помещают на металлических табличках паспортные данные. Все электроизмерительные приборы (вольтметры, амперметры, частотомеры и др.) должны быть проверены в органах Государственного комитета СССР по стандартам. Основная задача эксплуатации насосных станций — это обеспечить нормальную, надежную и экономичную подачу воды на орошение в соответствии с графиками водопользования. На головных насосных станциях применяют рыбозащиту. При эксплуатации трубопроводов систематически наблюдают за опорами трубопроводов, антикорро-

зийной защитой, герметичностью стыков, швов, компенсаторами и клапанами срывов вакуума, за работой дренажа и водоотводов, за состоянием арматуры на трубопроводах. При заилении трубопроводов проводят промывки или механическую очистку. Насосные станции, работающие на закрытую сеть для поливов широкозахватными машинами, автоматизированы, их режим зависит от работы машин на поливе.

9. ЭКСПЛУАТАЦИЯ КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНОЙ СЕТИ И ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА НА ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Мероприятия по улучшению мелиоративного состояния земель проводят на основе анализа данных о режимах грунтовых вод, их минерализации и степени засоления земель. В составе УОС выделяют мелиоративную службу, в обязанности которой входит следующее:

техническая эксплуатация коллекторно-дренажной сети и сооружений на ней, наблюдательных скважин и скважин вертикального дренажа, наблюдения за режимами грунтовых вод, их минерализацией и за засолением почв, учет дренажных и сбросных вод и их минерализации, составление карт мелиоративного районирования и гидроизогипс;

техническая помощь хозяйствам в эксплуатации коллекторно-дренажной сети и проведении мероприятий по улучшению мелиоративного состояния земель;

организация работ мелиоративных лабораторий, балансовых створов, сети наблюдательных скважин, постов учета воды на коллекторно-дренажной сети;

проведение мероприятий по предупреждению и борьбе с засолением и заболачиванием земель, восстановлению ранее засоленных и заболоченных земель.

В ведении УОС выделена производственная база, которая готовит оросительную и коллекторно-дренажную сеть к поливам.

Для оценки надежности работы коллекторно-дренажной сети и уточнения норм обслуживания и ремонтов выделяют опытные участки, на которых ведут систематические осмотры и замеры, определяют деформации и устраняют их. Замеры и анализ данных на участках проводят ежемесячно с марта по октябрь, оценивают состояние и причины деформаций. Режимные скважины на системе размещают в створах. Створы устраивают через 5...6 км, скважины — через 1...1,5 км глубиной 5...6 м и более (рис. 36). Наблюдения по скважинам ведут долгие годы. В зоне режимных скважин выделяют площадки для оценки степени засоления земель и минерализации грунтовых вод. Примерные площади, которые приходятся на одну наблюдательную скважину: при хорошем состоянии естественно дренированной площади 1 000...2 000 га; при удовлетворительном состоянии без дренажа 500...1 000 га; при удовлетворительном состоянии с дренажем 250...500 га; на тяжелых почвах с густой сетью дренажа 100...200 га.

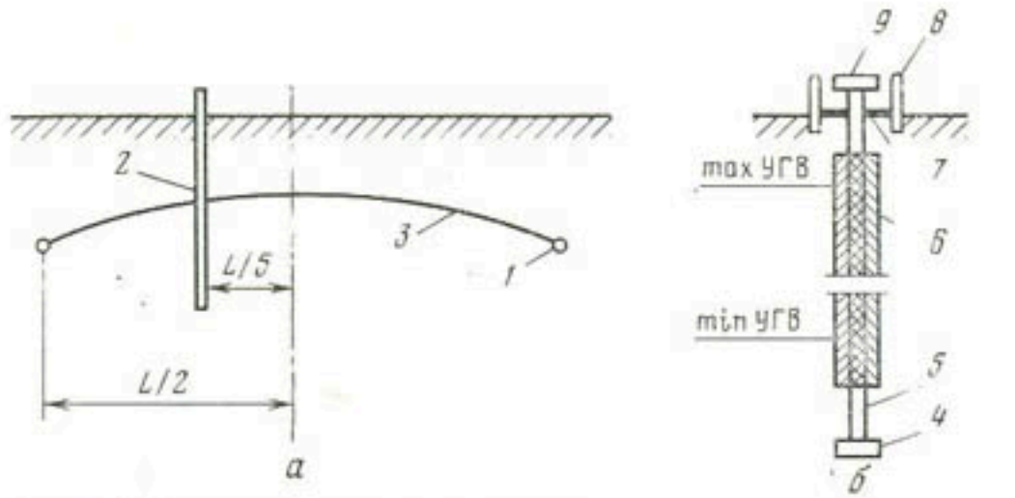


Рис. 36. Наблюдательная скважина при дренаже:
а — схема размещения; *б* — конструкции скважины; *1* — дрена; *2* — скважина; *3* — депрессионная кривая; *4* — пробка; *5* — отстойник; *6* — фильтр; *7* — глиняный замок; *8* — колодец; *9* — оголовок

Ремонтные работы и очистки коллекторов, определяемые по замерам, проводят через 2...3 года, ремонты режимной сети скважин и гидрометрических постов — через 1...2 года.

Различают три вида дренажа: систематический, когда коллекторы и дрены размещены на всей площади; выборочный, на отдельных слабодренированных участках, в низинах и отсечный (перехватывающий), вдоль рек, крупных каналов и коллекторов.

Порядок обслуживания и ремонтов зависит от вида дренажа. Для установления режимов работы дренажа определяют модули дренажного стока, положение уровней грунтовых вод, сбросные расходы, минерализацию грунтовых вод и др. Различают два периода в работе дренажа: мелиоративный, когда сеть работает с полной нагрузкой в период промывок и промывного режима орошения, и эксплуатационный, когда поддерживают низкий уровень грунтовых вод.

Не разрешается сбрасывать в коллекторно-дренажную сеть бытовые и промышленные сточные воды, а также сбросные воды из каналов при орошении. Дренаж работает хорошо, если скорости снижения уровней грунтовых вод составляют 8...10 см/сут, удовлетворительно — 5...7 см/сут.

При эксплуатации дрен и коллекторов проводят следующие работы: контролируют работу сети, охраняют дрены, коллекторы, устья и колодцы от повреждений и разрушений; наблюдают за уровнями грунтовых вод и минерализацией их, выясняют зависимости мелиоративного состояния земель от режима работы дренажа; очищают от мусора и засорений коллекторы, водоприемники, отверстия мостов и переезды, устья и другие сооружения; выполняют нивелирование дрен, коллекторов, водоприемников и сооружений для установления деформаций; проводят ремонтно-восстановительные работы.

При значительных деформациях на коллекторно-дренажной сети организуют ремонтные аварийные бригады в составе: мастера (бригадир), шофера (слесарь), тракториста (экскаваторщик), шофера (крановщик), трех рабочих. Не разрешено нарезать временную сеть над трассами дрен ближе 10 м. В местах пересечения оросительной сети с закрытыми дренами предусматривают противофильтрационные мероприятия Нельзя сажать деревья и кустарники ближе чем на 10...15 м от трассы дрен. Один раз в году проводят контрольную проверку наблюдательных скважин на «инертность» путем долива воды. Скважина работает удовлетворительно, если после долива воды уровень в ней восстанавливается. На массивах, где мелиоративное состояние земель ухудшается, проводят работы по загущению или углублению сети дрен на участках, углублению коллекторов и расчистке водоприемников. В случае необходимости устраивают перекачечные насосные станции. При заилении закрытого дренажа его промывают машинами Д-910 и ЦДТ-125А через смотровые колодцы или через специально вырытые шурфы с устройством отверстий для впуска промывной воды. После промывки восстанавливают смотровые колодцы, дренажные линии, фильтры и обратную засыпку. Ремонт дрен на участках с высоким уровнем грунтовых вод проводят при водоотливе. Уровни грунтовых вод по скважинам замеряют в период вегетации один раз в 5...10 сут и в невегетационный период 1...2 раза в месяц. На орошаемых землях, где уровни грунтовых вод глубоко и они не понижаются, наблюдения проводят один раз в месяц. Для оценки содержания солей в грунтовых водах 2 раза в год делают химические анализы (перед поливом весной и после поливов осенью).

Ежегодно проводят технико-экономическую оценку эффективности дренажа, определяют показатели — удельные капитальные вложения в строительство и затраты на эксплуатацию дренажа, протяженность дренажа на единицу площади, прибыль от дренажа (рост урожайности), срок окупаемости капитальных вложений, подсчитанный по приведенным затратам.

Необходимо составить технологические карты по надзору за техническим состоянием коллекторно-дренажной сети. В карте предусматривают по элементам три вида технического обслуживания (ТО): за 10 сут (ТО-1), за месяц (ТО-2), за сезон (ТО-3).

Примерные нормы эксплуатационного обслуживания коллекторно-дренажной сети: инженер на межхозяйственной сети — 80...100 км или 10 тыс. га мелиорированных земель, участковый техник — 3...3,5 тыс. га мелиорированных земель; объездчики — 50...75 км коллекторов или 4...6 тыс. га мелиорированных земель; наблюдатель скважин — 20...25 или 3...4 тыс. га мелиорированных земель, наблюдатель постов — 10 постов.

Вдоль коллекторов и открытых дрен должны быть защитные полосы, ширину полос рекомендуют 2...5 м от бровки, в одну сторону.

Удельные показатели устойчивой работы открытых коллекторов в условиях орошения приведены в таблице 31.

31. Удельные показатели устойчивой работы коллекторов

Показатели	Легкие суглинки	Средние суглинки	Тяжелые суглинки
Заложение откосов	2...2,5	1,5...2	1...1,5
Изменение отметок дна за год, м	0,3...0,6	0,2...0,35	0...0,1
Удельный объем заиления за год, м³/м	0,5...1,5	0,25...0,55	0,15...0,25
Периодичность очистки, лет	1...2	3	4...5
Надежность работы, лет	0,5...1	2	3...4

Воднобалансовые наблюдения, уточнение показателей работы дренажа и определение экономической эффективности проводят на воднобалансовых участках площадью 10...25 га, которые оборудуют створами и приборами для наблюдений за водоподачей, расходами воды на испарение и транспирацию, на отток в грунтовые воды и др. Балансовое уравнение имеет вид

$$\Delta W = B + \overline{\Pi} + \underline{\Pi} + A - C - E - \underline{O},$$

где ΔW — изменение запасов воды; B — водозабор; $\overline{\Pi}$, Π — приток поверхностных и подземных вод; A — осадки; C — сбросы за пределы по коллекторам; E — суммарное испарение; $\underline{O}$ — подземный отток.

Для эксплуатации вертикального дренажа необходимо организовать службу — специализированные ПМК с автокранами, буровыми станками и другим оборудованием. В составе эксплуатационной службы должны быть электрики и механики. Для ремонта электромоторов и насосов необходимо иметь заводы, а также склады для хранения запасных частей и оборудования. На больших массивах выделяют эксплуатационные участки по 70...100 скважин на площади 14...25 тыс. га. Участки следят за работой скважин, проводят профилактический ремонт, обеспечивают эксплуатационный режим работы и оценивают эффективность работы скважин по улучшению мелиоративного состояния земель. Стоимость эксплуатации одной скважины в год в Узбекистане в 1975 г. составляла 2,6 тыс. р., в том числе электроэнергии 1,3 тыс. р., стоимость 1 м³ откачки воды 0,22 к. Число включений и выключений скважин в год 300...600. При большом их числе ухудшается работа, износ насосно-силового оборудования происходит в 2...3 раза быстрее, поэтому необходимо устанавливать эксплуатационные режимы с меньшим числом включений и выключений. В степной зоне скважины вертикального дренажа включают в работу в начале вегетационного периода и выключают в конце, консервацию насосно-силового оборудования проводят в рабочем состоянии.

В работе скважин выделяют два периода: в первый период для понижения уровней грунтовых вод 2...3 года дренаж работает с коэффициентом использования времени 0,85; во второй эксплуатационный период уровни грунтовых вод поддерживают на глубине 5...6 до 8...10 м. Скважины включают по мере подъема уровней. Для улучшения условий проведения поливов необходимо поддерживать равномерное положение уровней грунтовых вод. Режимы поливов устанавливают с учетом положений уровней грунтовых вод.

Скважины профилактического дренажа обеспечивают автоморфный режим орошения, когда осуществляют промывной режим. Вода из скважин может быть использована на орошение или наполнение водохранилищ при минерализации до 3 г/л, поэтому необходимо проводить наблюдения за водно-солевым режимом.

10. РЕКОНСТРУКЦИЯ И ДООБОРУДОВАНИЕ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Оросительные системы в засушливой зоне, созданные в 1950...1970 гг., нуждаются в реконструкции и дооборудовании. Старые системы строили в земляных каналах для поливов по бороздам и полосам, а также машинами ДДА-100М и др. Ординаты графиков гидромодулей (проектные) составляли 0,3...0,4 л/(с·га), что приводило к затруднениям при проведении поливов. Коэффициенты полезного действия оросительной сети 0,55...0,65. Управления оросительных систем не имели достаточной производственной базы для проведения ремонтно-эксплуатационных работ. Эти условия привели к необходимости реконструкции оросительных систем.

Например, Генераловская система в Волгоградской области построена в 1952...1959 гг. для орошения 12,6 тыс. га земель. Проектная ордината графика гидромодуля 0,29 л/(с·га), КПД сети каналов 0,68. В течение первых лет эксплуатации поливная площадь составляла 50...65 % проектной вследствие недостаточной водообеспеченности. По проекту реконструкции в 1979 г. намечена закрытая поливная сеть, магистральный канал в бетоне, полив широкозахватными машинами «Фрегат», «Волжанка» и «Днепр». Ордината графика гидромодуля 0,83 л/(с·га). КПД 0,9. Предусмотрена дренажная сеть и скважины вертикального дренажа. Насосных станций 7, головной расход воды 8,7 м³/с вместо 4,5 м³/с до реконструкции. В проекте реконструкции намечено 91 км эксплуатационных дорог, 123 км электролиний, 82 км телефонных линий, автоматизация водораспределения и др. Производственная база 200 р/га. Капитальные затраты на реконструкцию оценены 4,8 тыс. р/га. За счет повышения продуктивности орошаемых земель срок окупаемости капитальных затрат определен 8 годами.

Реконструкцию и дооборудование старых оросительных систем после 10...15 лет эксплуатации проводят вследствие трех причин: внедрения новой, более совершенной, надежной техники (трубопроводы, насосные установки, дождевальные машины и др.); в связи с интенсификацией освоения орошаемых земель, когда необходимо повысить продуктивность орошения при выращивании кормовых и технических культур, овощей и фруктов, и старение отдельных звеньев систем, когда необходимо заменить устаревшие машины и конструкции, чтобы повысить производительность труда и надежность действия.

Основные положения реконструкции и дооборудования оросительных систем засушливой зоны:

на действующих оросительных системах составлять перспективные планы и намечать мероприятия по совершенствованию отдельных элементов. На основе опыта эксплуатации отбирать лучшие новые решения и добиваться их внедрения. В процессе эксплуатации следует проводить частичную реконструкцию. Полную реконструкцию осуществляют после 10...15 лет эксплуатации при низких показателях работы (системы III и IV разрядов). Реконструкцию и дооборудование выполняют с учетом автоматизации водораспределения и поливов, сокращения численности эксплуатационного персонала, повышения надежности действия и повышения продуктивности орошаемых земель;

изучать показатели работы систем и установить критические положения в работе, разработать перспективные планы развития систем, в которых предусмотреть мероприятия по устранению затруднений в работе и погашение вынужденных стохастических нарушений работы;

создание необходимых резервов — это первоочередная работа при реконструкции и дооборудовании систем. В числе резервов должны быть системные водохранилища и пруды, резервные насосные агрегаты и дождевальные машины, резервные площади для поливов в годы других обеспеченностей, коллекторная и дренажная сеть, эксплуатационное оборудование и оснащение.

В перспективных планах намечают мероприятия по использованию резервов и повышению продуктивности орошения.

Элементы оросительных систем — насосные станции, дождевальные машины, автоматы — менее долговечны и, кроме того, быстрее стареют морально. Поэтому реконструкцию и дооборудование систем проводят с учетом разновременности сроков службы. Долговечные элементы необходимо строить с учетом возможности их использования долгие годы и в соответствии с этим подбирать (комплектовать) другие элементы в звенья.

Развитие оросительных систем происходит за счет изменений условий водозаборов. Построены большие каналы и водохранилища, связанные в единую систему водотоки на определенной территории. В связи с этим при реконструкции и дооборудовании необходимо учитывать водохозяйственные схемы, которые должны быть составлены и утверждены для внедрения. В составлении схем по всей территории СССР активное участие должна принять эксплуатационная служба на местах. Схемы составляют проектные институты при помощи научных учреждений.

По зонам необходимо иметь опорно-показательные системы с хорошими эксплуатационными данными. Они будут служить эталоном при разработке проектов реконструкции и при дооборудовании систем.

При УОС следует иметь проектные группы, которые будут разрабатывать перспективные схемы развития оросительных систем

в зоне деятельности УОС с учетом генеральных водохозяйственных схем на данной территории. В перспективных схемах предусматривать организацию территории хозяйств с учетом размещения орошаемых площадей, намечать водопользовательские единицы 200...400 га и точки выдела воды в хозяйства — 1...2 на 1000 га. Схемы составлять по дешифровке планов в М 1 : 10 000 или 1 : 5000 при полевых изысканиях. Необходимо составить типовые перспективные схемы по зонам в качестве образцов для проектных групп УОС.

Реконструкцию внутрихозяйственных систем необходимо проводить по трем стадиям. Первая стадия — это улучшение систем при реальной поливной технике, уменьшение протяженности постоянных каналов до 20...25 м/га, сокращение числа точек выдела воды, развитие коллекторной сети, планировка земель и др. Эта стадия применима на старых системах с учетом перспективных схем. При этой стадии выделяют мелиоративное поле для ускорения реконструктивных работ. Вторая стадия — внедрение поливов из трубопроводов и машин, механизация эксплуатационных работ. Эта стадия будет осуществляться после сокращения протяженности каналов и уменьшения числа точек выдела воды в хозяйства. Третья стадия будет внедряться по мере развития автоматизации поливов и водораспределения.

На межхозяйственной сети необходимо внедрить в ближайшие годы автоматический учет воды до точек выдела, диспетчерский контроль и автоматизацию водораспределения.

Для составления перспективных схем надо подготовить нормативы, типовые схемы и инструкции. Необходимо повысить роль эксплуатационной службы УОС и хозяйств в составлении перспективных схем и проведении работ по реконструкции. При УОС следует организовать технические советы по рассмотрению схем и проектов.

При реконструкции оросительных систем возникает необходимость значительно расширять производственную базу УОС, внедрять диспетчерские методы управления и АСУ, строить развитую сеть специализированных ремонтных предприятий и др. Развитие производственной базы для эксплуатации систем необходимо проводить с учетом опыта опорно-показательных систем.

При реконструкции необходимо создавать совершенные системы, надежные в эксплуатации. Процесс совершенствования систем продолжается долгие годы. По мере развития техники и критериев оценки понятия о совершенстве систем изменяются. Через 10 лет следует проводить паспортизацию систем и определять их разряды. Это будет способствовать планомерному проведению реконструктивных работ на системах.

Глава IV. ЭКСПЛУАТАЦИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМ

1. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБВОДНИТЕЛЬНО-ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ И СИСТЕМ ЛИМАННОГО ОРОШЕНИЯ

Число обводнительно-оросительных систем в СССР увеличивается в связи со строительством крупных каналов и перераспределением стока по территории. Основное назначение таких систем — подавать воду в пустынные засушливые районы, где местного стока недостаточно для водоснабжения пастбищ и выборочного орошения. В РСФСР на крупных обводнительно-оросительных системах вблизи городов и населенных пунктов орошаемые площади составляют 5...15 % площади пашни. На таких системах выращивают страховые запасы кормов, овощи, картофель, фрукты и виноград. В районах Средней Азии обводнительно-оросительные системы создают для водоснабжения пастбищ и оазисного орошения, для выращивания страховых запасов кормов. По данным ЦСУ СССР, площадь пастбищ в пустынных и засушливых районах страны составляет 320 млн. га. Запасы кормов на пастбищах изменяются по годам в 2...3 раза и в критические годы в 7...8 раз. Чтобы повысить продуктивность пастбищ, развивают оазисное орошение для получения страховых запасов кормов.

Назначение обводнительно-оросительных систем:

обводнить территорию, то есть развить сеть каналов, подать воду в малые речки, увеличить число прудов и водохранилищ, создавать условия для размещения сети водопойных пунктов в радиусе 2,5...3,5 км для площади 2...4 тыс. га пастбищ;

оросить часть пашни и сенокосов для получения гарантированного количества кормов, а также овощей, картофеля, фруктов и крупяных культур для работников животноводческих хозяйств.

Ниже приведены примеры существующих обводнительно-оросительных систем.

Право-Егорлыкская система в Ставрополье имеет площадь обводнения 1,5 млн. га, в том числе пашни 0,9 млн. га. Воду подают из р. Кубани Невинномысским каналом в Троицкое водохранилище, откуда воду забирают в систему, расход 45 м³/с. При работе канала с марта по декабрь полным расходом и при наличии системных водохранилищ возможная площадь орошения составит 157 тыс. га. В последние годы орошают озимые зерновые, кукурузу, люцерну, сахарную свеклу, овощи на площади 60...80 тыс. га. Эффективное влияние систем на продуктивность сельского хозяйства в зоне отмечено при наличии орошаемых земель во всех хозяйствах в размере 5...20 % площади пашни. При этом орошение построено на высоком техническом уровне для обеспечения наиболее полного использования воды. На системе практикуют выборочное оро-

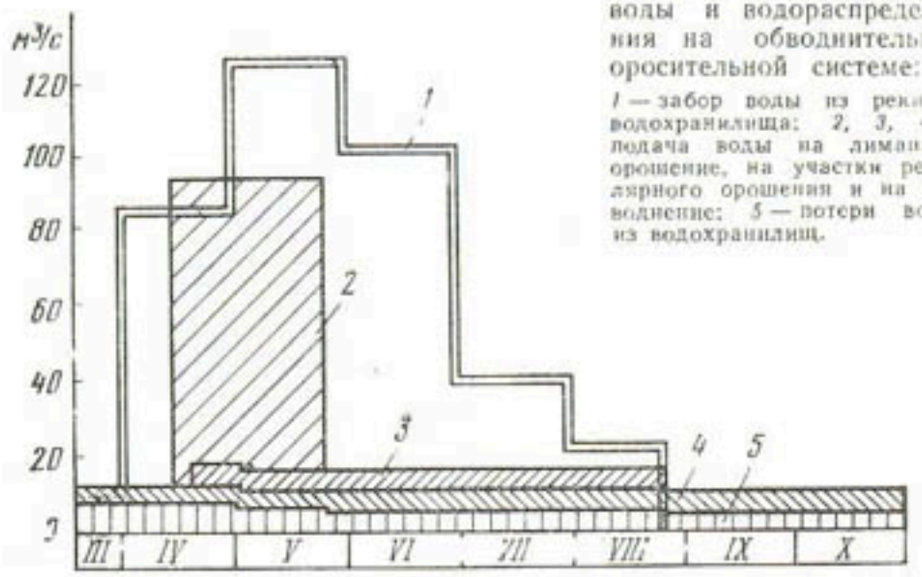


Рис. 37. График забора воды и водораспределения на обводнительно-оросительной системе:

1 — забор воды из реки в водохранилища; *2, 3, 4* — подача воды на лиманное орошение, на участки регулярного орошения и на обводнение; *5* — потери воды из водохранилищ.

шение (инициативное), в зависимости от погодных условий года площади орошения изменяются.

Для обводнения воду подают в местные речки, которые ранее пересыхали, обеспечивают санитарные подачи воды в речки, пруды и системные водохранилища.

Урало-Кушумская система в Казахстане имеет площадь обводнения 1,3 млн. га, лиманного орошения кормовых культур — 45...50 тыс. га и регулярного орошения — 5...6 тыс. га. Воду в систему забирают из р. Урала в паводок и подают по руслу р. Кушум в три водохранилища. Из водохранилищ вода поступает в каналы, которые размещены по кольцевой схеме через 10...12 км. На каналах построены шлюзы и вблизи каналов водопойные пункты. Площади лиманного и регулярного орошения размещают вблизи населенных пунктов. Вследствие недостаточного расхода воды в р. Урал намечают подачу воды в систему из канала Волго—Урал. Расчетные нормы водоподачи нетто: на обводнение 50 м³/га в год, на лиманное орошение 3...4 тыс. м³/га весной в паводок и на регулярное орошение зерновых и овощных 3...4 тыс. м³/га за вегетацию (рис. 37). Поливная площадь лиманов изменяется по годам от 15 тыс. до 50...55 тыс. га, в зависимости от расходов воды в р. Урале в паводок. Для эксплуатации системы организовано УОС и эксплуатационные участки.

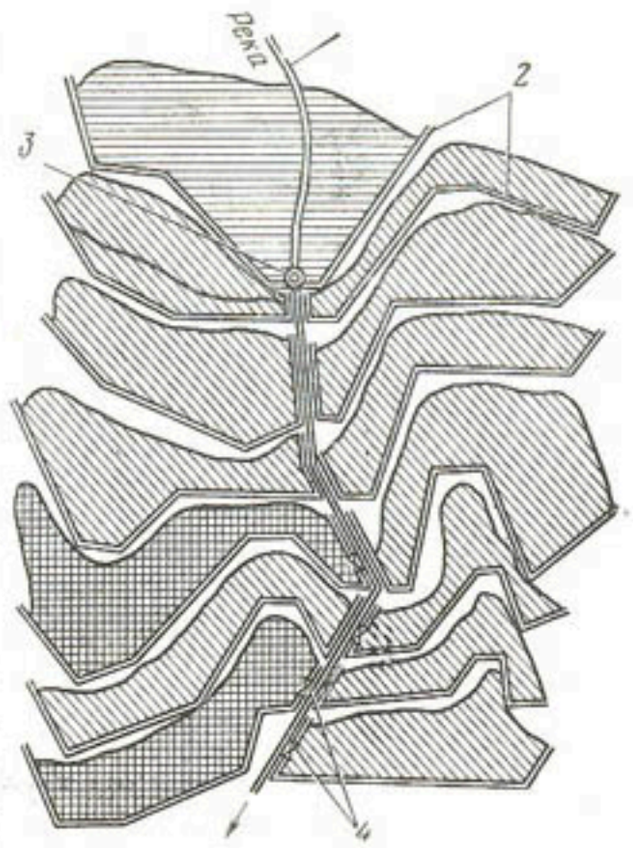
Койбальская обводнительно-оросительная система расположена в Хакасской автономной области. В зоне системы находится 165 тыс. га, из них пашни 47 тыс. га, пастбищ 84 тыс. га, сенокосов 17 тыс. га. Земли находятся в пользовании трех совхозов и двух колхозов, направление хозяйств — тонкорунное овцеводство. Проектная площадь орошения 8,3 тыс. га, или 17,7 % площади пашни. На системе построено головное сооружение на р. Абакане, длина магистрального канала 64 км, расход 19,5 м³/с. Протяженность распределительной сети 318 км, сбросной и коллекторной сети — 127 км. Организовано УОС.

Верхне-Сальская обводнительно-оросительная система (Ростовская область) с площадью обводнения 414 тыс. га находится в пользовании 11 хозяйств. Площади регулярного орошения 12,2 тыс. га, лиманного орошения 6,5 тыс. га, что составляет 5,8 % площади обводнения. Для обводнения и орошения на системе построены магистральный канал длиной 99 км, четыре насосных станции, распределительная и хозяйственная сеть на 2 050 км, 6 тыс. гидротехнических сооружений.

На отдельных обводнительно-оросительных системах существует лиманное орошение, в лиманы подают воду из каналов. Площадь лиманного орошения в СССР более 2 млн. га. Лиманное орошение применяют в степных и полупустынных районах, где сумма осадков за год составляет 200...300 мм и более.

Рис. 38. Схема ярусных лиманов:

1 — степная речка; *2* — лиманы и валы; *3* — шлюз на реке; *4* — шлюзы для сброса воды.



Лиманы устраивают:

на пологих склонах, в замкнутых понижениях и в верхней части оврагов. Такие лиманы затапливают талыми водами на глубину 0,25...0,4 м;

в поймах степных речек распространены ярусные лиманы (рис. 38). Их затапливают паводковыми водами из реки на глубину 0,3...0,5 м. Для подпитывания лиманов в маловодные годы строят каналы. Для распределения воды между ярусами устраивают валы и шлюзы;

на обводнительно-оросительных системах в пониженных местах путем обвалования (рис. 39). Воду в лиманы подают из каналов в паводковый период. Продолжительность затопления лиманов водой на системе 15...30 сут, воду подают в лиман на 5...6 сут слоем 25...40 см.

Для равномерного затопления лиманов и распределения воды между ними устраивают валы высотой 40...60 см, водовыпуски на каналах и в теле валов, сбросные каналы и др. В руслах степных речек строят плотины и направляющие дамбы. Лиманное орошение — одноразовое весеннее затопление земель нормой 2,5...5 тыс. м³/га. Лиманное орошение улучшает водный режим почв и повышает урожайность сенокосов и силосных культур в 2...3 раза. Площади лиманного орошения следует проектировать на местный сток 20...35%-ной обеспеченности, в этом случае площадей в 1,5...2 раза больше, чем при стоке 50%-ной обеспеченности. Лиманное орошение широко развито в Казахстане, в Саратовской, Волгоградской и Астраханской областях. На лиманах выращивают кормовые культуры: люцерну, кукурузу на силос, сорго, травы. В эксплуатации лиманы надежные, один человек может обслужить до 100 га лиманов, это способствует развитию лиманного орошения в пустынных зонах. Для подачи воды в лиманы из каналов применяют передвижные насосные установки.

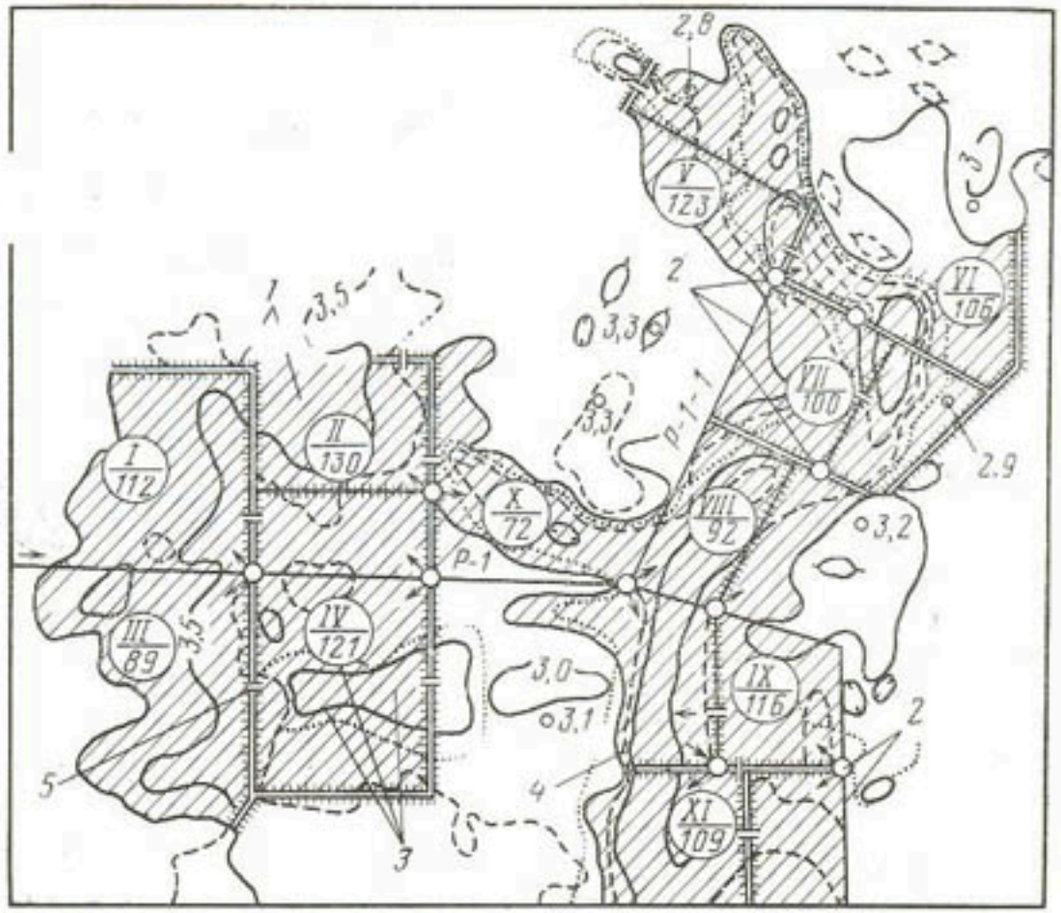


Рис. 39. Схема лиманов на обводнительно-оросительной системе:

1 — лиманы и валы; *2* — каналы и выпуски воды; *3* — номер секции и площадь (га); *4* — сбросной канал; *5* — выпуски воды из секции в секцию.

На Северном Кавказе площадь орошаемых земель составляет более 1 млн. га, или 4,6 % площади сельскохозяйственных угодий. В перспективе за счет строительства обводнительно-оросительных систем будет орошаться 3 млн. га. За годы Советской власти построены и строятся большие обводнительно-оросительные системы на Северном Кавказе, в Поволжье и в других районах РСФСР.

Обводнительно-оросительные системы Северного Кавказа: Терская (площади обводнения 700 тыс. га и орошения 30 тыс. га, или 4,3 %, длина крупных обводнительных каналов 605 км, или 0,9 м/га площади обводнения), Кубань-Егорлыкская и Кубань-Калаусская (площади обводнения 4,5 млн. га и орошения 230 тыс. га, или 6,2 %, длина крупных обводнительных каналов 3474 км, или 1,35 м/га площади обводнения). В Ставропольском крае проводят централизованный диспетчерский контроль за водораспределением между системами. В критические периоды воды в р. Кубани недостаточно, чтобы обеспечить запросы систем, поэтому лимитируют подачу воды и осуществляют водораспределение через диспетчерские пункты с применением ЭВМ. На Невинномысском обводнительном канале водораспределение автоматизировано с 1964 г. Диспетчер с помощью устройств контролирует

положение уровней воды на воловыпусках и управляет щитами при водораспределении.

За счет развития обводнительно-оросительных систем улучшатся условия для развития животноводства. Площадь обводнения пастбищ возрастает за счет увеличения сети каналов и обводнения местных речек. В пустынных районах естественная речная сеть составляет 0,2...0,3 м/га, в то время как в предгорных районах она равна 1...1,8 м/га. Удовлетворительное обводнение достигается при густоте сети водотоков 1,5...2 м/га. За счет каналов увеличивают гидрографическую сеть и улучшают условия развития выборочного орошения и водоснабжения пастбищ.

В Казахстане развито обводнение пастбищ за счет строительства прудов-копаней (прудов) на 10...20 тыс. м³ глубиной более 4 м. Пруды-копани подпитывают из каналов. Потери воды на испарение и фильтрацию составляют 23...30 %. Нагрузка на один водопойный пункт 2...3 отары овец с числом голов 1,4...2,8 тыс. Водопойные пункты устраивают на расстоянии 30...40 м от канала или пруда, чтобы не загрязнять источник. Воду в каналах и в прудах следует обновлять.

Для эксплуатации обводнительно-оросительных систем организуют УОС и выделяют эксплуатационную службу в хозяйствах, а также эксплуатационные участки по обслуживанию орошаемых массивов и водопойных пунктов. Эксплуатационная служба проводит систематический надзор за работой всех устройств системы, организует ремонты и дооборудует систему для повышения надежности действия. На пастбищах в низовьях рек Амударьи, Сырдарьи, Урала, Терека и других поймах запасы кормов составляют 10...15 т/га. Поэтому водопойные пункты следует размещать из расчета нормальной эксплуатации пастбищ. Перегрузка их вблизи водопойных пунктов приводит к истощению пастбищ. Необходимо периодически улучшать пастбища за счет подсева многолетних трав и кустарников, изменять расположение водопойных пунктов.

Особенности эксплуатации обводнительно-оросительных систем:

системы работают неравномерно в году. В паводки забирают много воды для лиманного орошения и для наполнения водохранилищ и прудов. В летний период вода подается на регулярное орошение и для водопойных пунктов. Расходы воды в каналах в летний и осенний периоды пониженные, что приводит к необходимости более четко распределять воду, чтобы подать во все точки на большой территории. Перебои в подаче воды в отдельные пункты могут привести к гибели животных при отсутствии запасов кормов или при недостатке воды для водопоя скота. Обеспеченность и точность подачи воды во все точки должны быть выше, чем на оросительной системе;

на системах лиманного орошения необходимо иметь резервные площади лиманов для полного использования паводковых расходов во влажные годы. В засушливые годы необходимо строго нормировать подачу воды в лиманы, уменьшать норму подачи воды

до 2,5...3 тыс. м³/га и добиться увеличения площади поливов лиманов. Необходимо подготовить лиманы в местах зимовки скота для поливов малыми нормами. Для этого проводят планировку площади в лиманах, уменьшают площади чеков и увеличивают число сооружений для осуществления кратковременного затопления чеков и снижения норм;

необходимо своевременно выполнять эксплуатационные работы по поддержанию устройств в рабочем состоянии во всех звеньях системы, чтобы гарантировать четкое водораспределение в критические периоды. Для выполнения эксплуатационных работ создают мелиоративные отряды по участкам и по графикам проводят очистку и окашивание каналов, ремонт гидросооружений, работы проводят весь сезон при пониженных расходах воды в системе. Эксплуатация систем облегчается при условии, когда каналы взаимно связанные (закольцованы), вдоль каналов размещены эксплуатационные дороги и лесные посадки, на всех отводах установлены посты учета воды и имеется диспетчерская связь управления системы и участков со всеми точками выдела воды в хозяйства. Для облегчения водораспределения уменьшают число точек выдела воды на орошаемые массивы;

системы закрывают на зимний период, чтобы не повреждать каналы и сооружения при морозах и уменьшить поступление фильтрационных вод в грунтовые воды. Необходимо до морозов наполнить водохранилища, пруды и копани водой для хозяйственных нужд в зимний период. Следует увеличить число водохранилищ и прудов на системах и включать их в использование для водопоев скота и поливов. Водохранилища и пруды создадут возможность улучшить графики водозабора и водоподачи, они будут составлять резервы воды в критические периоды.

На обводнительно-оросительных системах санитарные требования более строгие, они должны соблюдаться при эксплуатации в согласовании с органами санитарного надзора. Необходимо выделять места для купания животных и устраивать их с учетом санитарных правил. На обводнительно-оросительных системах водные ресурсы используют комплексно на обводнение, водоснабжение, хозяйственные и промышленные нужды и для орошения отдельных участков. Одна из основных задач эксплуатационной службы систем — установить нормы водопотребления с учетом лимитов и осуществить плановое водораспределение. Системы, обводняя местные речки, улучшают водные режимы засушливых территорий, при этом отношение максимальных расходов к минимальным снижается. В малых водотоках оно в естественных условиях составляет до 900...1000. Обеспечение санитарных расходов в засушливые периоды и уменьшение паводковых расходов достигаются за счет регулирования в водохранилищах и прудах.

Водопользование на системах усложняется вследствие стохастических условий погоды и водного режима речек на большой территории. Поэтому вырабатывают эколого-математические модели и применяют ЭВМ для расчетов водораспределения на боль-

ших системах. При комплексном использовании водных ресурсов систем важное значение имеет борьба с загрязнением водами промышленных предприятий, очистка и использование сточных вод для орошения. Юго-восточные районы европейской части СССР наименее водообеспечены. На этой территории более 25 тыс. речек и водотоков с малыми водосборными площадями до 50 км². Поэтому подача расчетного количества воды в водохранилища, пруды и в естественные водотоки — одна из важных задач эксплуатационной службы обводнительно-оросительных систем в этой зоне. На обводнительно-оросительных системах более требовательно выявлены вопросы охраны природы: защита местных речек и прилегающих земель от размывов и подтоплений, от засоления и заболачивания отдельных участков, сохранение растительного и животного мира, создание условий для естественной миграции животных через каналы, борьба с эрозией почв, защита отдельных почвенных массивов от выдувания ветром и в связи с этим борьба с заилением каналов, устранение мелководий на водохранилищах и прудах и др.

2. ЭКСПЛУАТАЦИЯ РИСОВЫХ СИСТЕМ

В СССР широко развиваются инженерные рисовые системы. Площадь их составляет более 700 тыс. га. В перспективе площадь увеличится до 1,5...2 млн. га. Рисовые системы строят на тяжелых почвах в поймах больших рек в низовьях Кубани, Дона, Днепра, Дуная, Терека, Куры, Волги, Сырдарьи, Амударьи и др., на Дальнем Востоке. В прежние годы преобладали посевы риса на обычных оросительных системах в зоне выращивания хлопчатника, что приводило к ухудшению мелиоративного состояния земель.

Рисовые системы настоящего времени отличаются возможностью четко регулировать водные режимы на полях риса. Рис очень отзывчив на водный режим. Урожайность риса значительно изменяется в зависимости от слоя затопления чека, температуры воды в чеке, планировки поверхности чека и мелиоративного состояния земель. На участках, где слой воды в чеках недостаточный (0...5 см) или избыточный (30...35 см), урожайность риса в 2 раза ниже, чем на участках с нормальным водным режимом. Разница урожая при холодной и теплой воде составляет 1...1,2 т/га и более. Маневренность слоя воды в чеках — один из основных рычагов выращивания высоких урожаев риса. Рисовые системы размещены на равнинном рельефе, на тяжелых слабофильтрующихся почвах. Протяженность каналов, коллекторов и число мелких сооружений значительно больше, чем на обычных оросительных системах. Ниже приведены удельные показатели по основным элементам рисовых систем в пойме р. Кубани: объемы земляных работ при планировке поверхности чеков 300...800 м³/га; протяженность чековых валиков 150...200 м/га; объем работ 120...150 м³/га; протяженность оросительных каналов 50...54 м/га; объем работ 280...350 м³/га; сбросной и коллекторной сети соответственно

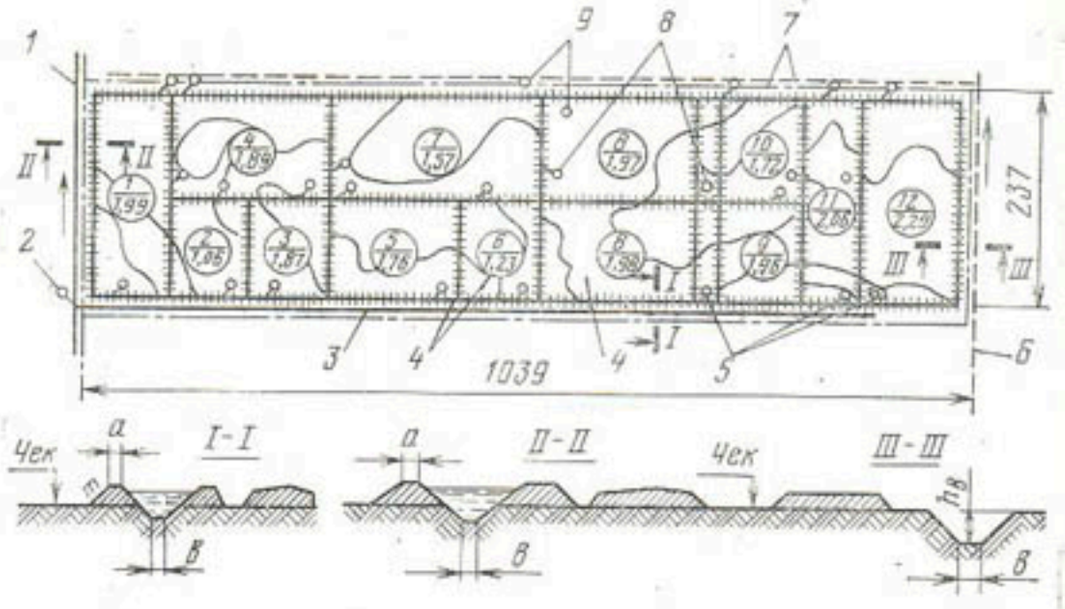


Рис. 40. Карта на рисовом поле:

1 — распределитель и дорога; *2* — водовыпуск в оросители; *3* — оросители; *4* — чеки и чековые валики; *5* — водовыпуски из оросителя в чек; *6, 7* — хозяйственный и картовый сбросы и дорога; *8, 9* — водовыпуски из чека в чек и из чека в сброс.

50...55 м/га и 250...300 м/га, дорожной сети 25...35 м/га и 150...200 м³/га; число гидротехнических сооружений на 1 га 1,2...1,3.

Эксплуатация рисовых систем более сложная. Основные эксплуатационные работы в хозяйствах выполняют по подготовке рисовых полей, сети каналов и сооружений, по поддержанию слоя воды в чеках в период вегетации риса. Поливальщики играют основную роль в выращивании высоких урожаев риса.

Совершенные рисовые системы строят с соблюдением следующих условий:

сбросную и коллекторную сеть устраивают глубиной 2...2,5 м для осушения рисовых полей до глубины 0,6...0,8 м. Посев, уборку, вспашку проводят по сухому полю; выращивают сопутствующие культуры;

рисовые карты строят площадью 15...50 га, чеки 1,5...4 га, вокруг чеков валики высотой и шириной поверху 0,35...0,5 м (рис. 40). Площадь чеков планируют под горизонтальную поверхность с отклонением отметок ±3...5 см. Планировку требуется проводить с допусками ±2 см;

каналы строят с командными уровнями 0,25...0,3 м для затопления чеков расчетными слоями. Резервы вдоль каналов не допускаются. Картовые оросители размещают через 150...300 м, длина оросителей 0,8...1,5 км. Лучше, когда оросители устраивают двухстороннего командования с горизонтальным дном. Рекомендуется строить закрытую сеть трубопроводов для подачи воды в чеки. При закрытой сети КЗИ равен 0,914, КПД — 0,96, урожайность — 6,01 т/га, стоимость строительства 3970 р/га, окупаемость затрат 4,1 года;

гидротехнические сооружения строят для распределения воды по системе, подачи и сброса воды из чеков, а также для подпоров воды в оросителях и на сбросных каналах. Для поддержания слоя воды в чеках устраивают регуляторы-автоматы, цепочку чеков связывают с водовыпуском-автоматом на картовом оросителе. Сооружения типовые трубчатые из сборного железобетона. Автоматизацию учета воды и водораспределения на межхозяйственной сети осуществляют при помощи телемеханики. На кубанских рисовых системах автоматика осуществлялась в процессе эксплуатации систем, по автоматизации поддержания уровней воды в чеках разрабатывают новые конструкции;

вдоль каналов и коллекторов устраивают дороги и лесные полосы. Дороги с насыпным полотном и гравийным покрытием, ширина дорог 4,5...6 м, деревья размещают в 1...2 ряда через 3...4 м с разрывами для механизации очистки каналов и эксплуатационной планировки земель;

сбросные воды рисовых систем используют для поливов культур на нижерасположенных участках. При необходимости сбросные воды разбавляют оросительной водой для снижения минерализации до 2...3 г/л;

дренажную и коллекторную сеть строят для снижения уровней грунтовых вод и улучшения мелиоративного состояния земель. Отсечные дрены и противофильтрационные экраны устраивают для уменьшения поступления грунтовых вод на отдельные чеки. Хорошее мелиоративное состояние полей, карт и чеков — основной признак технически совершенной рисовой системы. Каждое блюдце на чеке усложняет полевые работы и снижает урожай. Поэтому степень выровненности поверхности чека, его горизонтальность определяют мелиоративное состояние земель системы;

водохранилища строят для регулирования стока рек и повышения водообеспеченности рисовых систем в период первоначального затопления (апрель), когда потребность в воде в 1,5...2 раза выше, чем в период поддержания слоя затопления.

Дальнейшее развитие рисовых систем должно проходить в направлении: строительства совершенных систем полузакрытого или закрытого типа с полной автоматизацией и телемеханизацией процессов водопользования; реконструкции существующих систем с применением противофильтрационных мероприятий и совершенных конструкций водовыпусков; применения дифференцированных режимов орошения с учетом местных условий при экономии воды; повышения качества планировки поверхности чеков и совершенствования этих работ; использования сбросных вод систем;

Обильное применение ядохимикатов для борьбы с вредителями и сорняками ухудшили качество сбросных вод. Для улучшения использования сбросных вод необходимо разводить рыбу на системах, снижать применение ядохимикатов.

Максимальная продуктивность рисовых систем возможна при высокой водообеспеченности посевов, плановом водопользовании,

горизонтальной поверхности чеков и хорошем мелиоративном состоянии земель.

Для охраны окружающей среды необходимо предупреждать процессы засоления и заболачивания, сохранять и улучшать плодородный слой почвы, очищать сбрасываемые воды.

В настоящее время проектируют и строят новые рисовые системы с показателями:

в колхозах и совхозах площади орошения составляют 2...8 тыс. га, посевов риса — 60...75 %. Рисовые севообороты проектируют на 600...800 га с числом полей 3...9. За счет трав в рисовом севообороте в хозяйствах развивается животноводство. Защитную зону предусматривают в виде посадок деревьев. Рисовые поля размещают на расстоянии 1...1,5 км от поселков. Нагрузка на одного трудоспособного 8...12 га посевов в рисовом севообороте;

рисовые системы строят в районах, где обеспеченность водой составляет не ниже 90 %. Для снижения потерь воды в сети каналы облицовывают. Строят системы с подачей воды насосными станциями с откачкой сбросных вод насосами. Высокая доходность риса обеспечивает прибыль и окупаемость затрат в нормативные сроки;

рисовые системы строят на засоленных землях, за счет культуры риса улучшают мелиоративное состояние земель. Для промывки земель рис засевают подряд 3...5 лет. Для поливов риса применяют воду минерализацией до 3...4 г/л, строят дренаж, выращивают сопутствующие культуры в рисовом севообороте.

Большие работы по развитию рисовых систем ведутся на Кубани, юге Украины, на Дальнем Востоке и в других районах. Существующие рисовые системы на Кубани: Кубанская площадью 23 тыс. га, Анастасиевская — 33 тыс. га, Чебургольская — 15 тыс. га, Афипская — 10 тыс. га и др. Рис выращивают на Кубани более 50 колхозов и совхозов. Краснодарское водохранилище на 1980 млн. м³ воды повысило водообеспеченность рисовых полей в период залива чеков. На р. Кубани построен Федоровский гидроузел для распределения воды между рисовыми системами и обеспечения командования при самотечных поливах риса.

На многих рисовых системах оросительные нормы брутто составляют 25...35 тыс. м³/га. С упорядочением водопользования, ликвидацией проточности на рисовых чеках, снижением потерь воды и использованием сбросных вод оросительные нормы снижают до 13...15 тыс. м³/га (табл. 32).

32. **Оросительные нормы и урожайность риса на Кубани**
(В. Б. Зайцев)

Рисовая система	Площадь, тыс. га	Оросительная норма, тыс. м³/га	Урожайность, т/га
Кубанская	39,5	18,6	4,90
Анастасиевская	31,3	17,2	4,39
Афипская	10,4	12,6	4,72

Составляющие оросительной нормы риса M_1 (м³/га):

$$M_1 = W_п - W_ф + M_р + F_г - P + T + E + S - W_к,$$

где $W_п$ — полная влагоемкость слоя почвы до водоупора, м³/га; $W_ф$ — фактический запас влаги до посева, м³/га; $M_р$ — нормы разовых поливов риса, м³/га; $F_г$ — горизонтальная фильтрация, м³/га; P — осадки за период вегетации, м³/га; T — транспирация риса, м³/га; E — испарение с водной поверхности, м³/га; S — сбросы (проточность), м³/га; $W_к$ — запасы влаги в конце сезона, м³/га.

Из шести статей расхода воды продуктивной является транспирация риса, поэтому на рисовых полях необходимо определять составляющие баланса и добиваться снижения потерь.

Разовые нормы поливов риса $M_р$ можно уменьшить при периодическом изменении слоя затопления чеков с учетом развития риса от посевов до кущения. Поверхностная проточность в чеках не оправдана, она мало влияет на температурный или солевой режимы на всей площади чека. Технологические сбросы воды из чеков необходимы для смены минерализованной воды, на период кущения, обработки почвы гербицидами и борьбы с вредителями. Сбросные воды рисовых полей содержат пестициды, удобрения и элементы восстановительных процессов. Поэтому использование сбросных вод в пределах рисовых систем — одна из основных задач при водопользовании.

Расчетный водный баланс рисового поля для среднего года в условиях рисовых систем Кубани (м³/га): транспирация растений — 3149; испарение полем — 4314; фильтрация в грунт — 5625; затопление чеков — 1941; проточность чеков — 1107; сброс воды с чеков — 1182. Расход воды: 17 588 м³/га. Приход: осадки — 2067; поливы — 15 351.

Сбросные и возвратные воды составляют 7914 м³/га, или 51 % подачи воды на поле. Водный режим рисовых полей определяют почвенно-гидрогеологическими, технологическими, гидрологическими и агрономическими условиями. При установлении дифференцированных режимов по массивам можно экономить до 20 % оросительной воды. Планы водопользования необходимо составлять на основе дифференцированных режимов орошения риса с учетом снижения потерь воды на проточность и фильтрацию. В условиях незасоленных почвогрунтов в вегетационный период следует поддерживать уровни воды на сбросной сети для снижения фильтрационных потерь. При качественной эксплуатационной планировке чеков облегчаются условия поддержания расчетных уровней воды. Разработан метод контроля качества планировки чеков с отклонениями ±3 см, он внедрен на рисовых системах Кубани.

На Кубанской рисовой системе водопользование организовано с учетом непрерывной подачи воды по каналам. Сроки первичного затопления риса и сброса воды с полей назначают по очереди, по массивам, в этом случае выравниваются ординаты забора воды в систему и подачи ее в каналы.

В работе рисовых систем выделяют три периода: первоначальное затопление чеков — три декады, поддержание слоя воды в

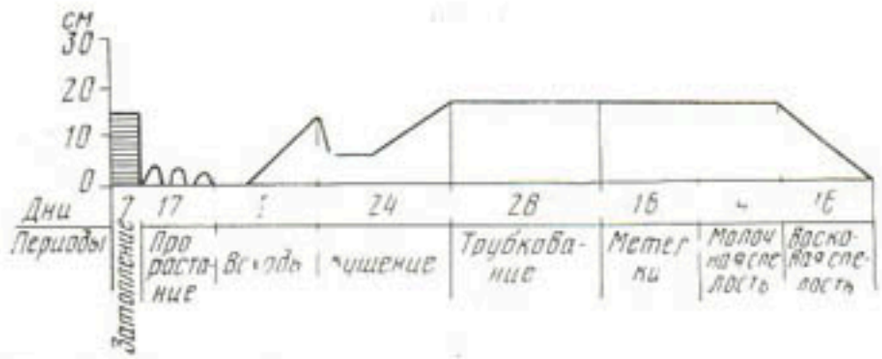


Рис. 41. Примерный режим затопления чеков.

чеках — семь декад и уменьшение подачи воды перед осушением — две декады (табл. 33, рис. 41).

33. Расчетные и фактические ординаты графика гидромодуля по декадам на Кубанской рисовой системе среднего года, л(с·га)

Показатели	Декада					
	1	2	3	4	5	6
Расчетные ординаты нетто:						
риса	2,58	1,43	2,18	2,37	1,3	1,35
рисового севооборота	1,15	1,67	1,82	1,64	1,05	1,22
Водозабор в голове системы	3,25	2,91	2,56	2,43	2,29	2,24
Подача в карточный ороситель	5,5	2,0	2,0	2,0	2,2	2,2

Продолжение

Показатели	Декада					
	7	8	9	10	11	12
Расчетные ординаты нетто:						
риса	1,6	1,54	1,48	1,29	1,36	0,9
рисового севооборота	1,37	1,3	1,23	1,14	1,0	0,37
Водозабор в голове системы	2,38	2,59	2,31	2,18	1,87	1,72
Подача в карточный ороситель	2,2	1,5	1,5	1,5	—	—

Организация эксплуатации в рисовом хозяйстве показана на примере совхоза «Красноармейский» на Кубани. Площадь земель в совхозе 13 тыс. га, в том числе орошаемых 7,9 тыс. га в 10 отделениях, из них 8 рисоводческих. Нагрузка на одного среднесписочного рабочего 4,3 га пашни. Рисовые 7- и 8-польные севообороты: 1 поле — озимая пшеница с подсевом люцерны; 2 — люцерна; 3, 4, 5 — рис; 6 — занятый пар; 7, 8 — рис. Ежегодно проводят капитальную планировку чеков на площади 700...800 га и эксплуатационную на всей площади. Выращиванием риса занимаются звенья механизаторов. Состав звена: 4...5 трактористов; 7...8 комбайнеров. Площадь посевов риса в звене 320 га. Все члены звена обрабатывают и поливают рис. Это обеспечивает высокую урожайность его по 7,2...7,4 т/га. Оплата труда механизаторов зависит от урожайности в соответствии с технологической картой, разработанной в начале года.

Агрономы и гидротехники контролируют слой затопления чеков. После посевов не позднее чем через два дня чеки затопляют. От начала затопления до появления массовых всходов организовано дежурство поливальщиков. Через 4...6 сут после посева воду с чеков сбрасывают; почву поддерживают в увлажненном состоянии до полных всходов. Для отвода воды из мелких понижений внутри чеков прокапывают канавки. После всходов чеки затапливают водой слоем 3...5 см и по мере роста растений увеличивают слой до 10...15 см. На засоленных участках воду в чеках меняют.

Рассоление почв на рисовых участках при хорошей дренированности достигается в слое 0,4...0,6 м после двух лет культуры риса. Необходимо вести наблюдения за уровнями грунтовых вод, определять степень минерализации оросительной и сбросной воды, а также в чеках. Оперативный контроль проводят полевыми солемерами ВСЕГИНГЭО. При использовании сбросных вод для полива риса на нижерасположенных участках необходимо уменьшать минерализацию воды до 2...3 г/л путем разбавления пресной водой.

Необходимый расход пресной воды $Q_п$ для смешивания определяют по формуле

$$Q_п = Q_с \left(\frac{C_с - C}{C - C_п} \right),$$

где $Q_с$ — расход сбросной воды; $C_п$, $C_с$ — минерализация пресной и сбросной воды; C — допустимая минерализация воды, 2...3 г/л.

Для получения хороших урожаев риса необходимо ежегодно проводить эксплуатационную планировку чеков. Повышение точности планировки чеков достигается применением лазерного луча, при помощи которого планировщики обеспечивают горизонтальную поверхность чеков. Эксплуатационную планировку проводят также по воде. На Кубани и в других рисосеющих районах для планировки чеков по воде применяют тракторы с боронами и планировочными брусьями. Этими агрегатами за 2...3 прохода по воде выравнивают поверхность до отклонений ±3 см, хорошо перемешивают плодородный слой почвы, кольматируют грунт, что снижает потери на фильтрацию. Для массового внедрения этого способа необходимо создать специальную машину, способную надежно работать в затопленном чеке.

Состав эксплуатационных работ в рисовых хозяйствах:

осенью — подготовка к зиме каналов и сооружений (съемка щитов, подъемников, поплавков, водомеров, автоматов, открытие сбросов, ремонт каналов, валиков и дамб, эксплуатационная планировка чеков);

зимой — составление планов водопользования и смет на ремонтные работы, ремонты щитов и водомеров, автоматов, подготовка поливальщиков;

весной — очистка каналов, ремонт сооружений, дамб, дорог, установка щитов, водомеров, автоматов, выравнивание поверх-

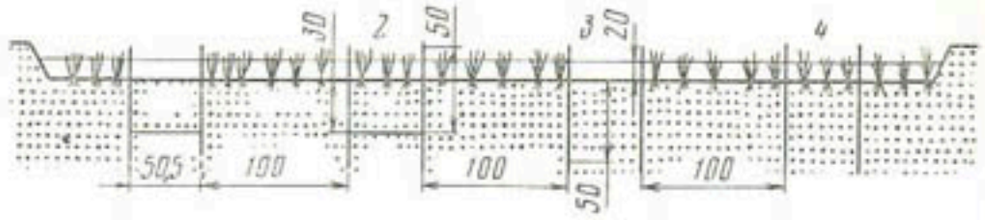


Рис. 42. Схема размещения испарителей.

1 — с дном без растений для измерения расходов воды на испарение (*И*); *2* — с дном с растениями для измерения суммарного расхода (*Т* + *И*); *3* — без дна без растений для измерения испарения и фильтрации (*И* + *Ф*); *4* — без дна с растениями для измерения расходов воды трех составляющих *Т* + *И* + *Ф*. (Размеры в см.)

ности чеков и посев риса; затопление чеков после сева с условием недопущения разрыва между севом и затоплением более двух суток, продолжительность затопления карты 2...3 сут, в севооборотном массиве чеков — 10...15 сут, по системе 20...30 сут, установка реек по чекам для наблюдений за уровнями воды. Нуль рейки соответствует средней отметке чека;

летом — поддержание слоя воды в чеках, пополнение ее до расчетных уровней через 3...4 сут в каждый чек, снижение или повышение слоя воды по расчетной очередности в периоды всходы, подкормки, кущение риса, борьба с сорняками и другие. На незасоленных землях слой воды в чеках пополняют днем и контролируют ночью, сбросная сеть находится в подпоре. Периодический осмотр каналов, валиков и сооружений, окашивание или обработка гербицидами для уничтожения сорняков, снижение слоя воды в чеках и сброс в конце вегетации для осушения чеков перед уборкой урожая. Подачу воды в чеки прекращают за 1...2 декады до начала сброса. Для спуска воды из понижений устраивают канавки. Ремонт дорог и мостов для заезда машин на каждую карту при уборке урожая.

На рисовых системах проводят производственные наблюдения за осадками, температурой воздуха и воды в реке, в каналах, чеках и почве; за расходами воды в реке, каналах и на сбросах. Определяют оросительные нормы брутто по массивам, потери воды в каналах, мутность воды в реке и каналах, заиление каналов и сбросной сети, за уровнями грунтовых вод, минерализацией воды в сбросной сети и в контрольных скважинах; за расходами воды на рисовом поле по испарителям в характерных 2...3 точках системы.

Методика наблюдений на рисовых системах ведется по В. Б. Зайцеву.

На чеке устанавливают четыре испарителя (рис. 42).

Уровни воды в чеке и в сосудах одинаковые. Воду доливают и определяют объемы. Сосуды 1 и 2 набивают грунтом, 3 и 4 забивают в грунт. Воду доливают ежедневно до необходимого уровня. Сосуды диаметром 50.5 см, площадью 2 тыс. см². При доливе 1000 см³ воды слой увеличивается на 0,5 см. Для учета осадков устанавливают дождемер. Расчетами определяют составляющие балансы: испарение (*И*) в сосудах 1, 2, 3, 4; транспирацию (*Т*) в сосудах 2, 4; фильтрацию (*Ф*) в сосудах 3, 4. Для повторности ставят по два сосуда. Производственные исследования проводит эксплуатационная служба хозяйства и управления оросительных систем. Это важный раздел деятельности на рисовых системах.

3. ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ НА МЕСТНОМ СТОКЕ И В ПОЙМАХ СТЕПНЫХ РЕК

В последние годы увеличиваются площади орошения за счет использования вод местного стока в речках и прудах (рис. 43, 44). В РСФСР площади орошения на небольших системах в 1976 г. составляли 1,8 млн. га. В степных и лесостепных районах имеется много прудов, которые используют для орошения. Для механизации поливов на небольших участках (25...150 га) разработаны типовые комплекты поливного оборудования — дождевальные агрегаты, насосные установки, разборные трубопроводы и водовыпуски-гидранты. Местный сток различен по областям. Так, в Тамбовской и Орловской областях он равен 80...90 мм, Курской 50...60, Воронежской 40...45 и в Волгоградской — 30...40 мм. Местный сток изменяется по годам в 5...10 раз и более, а также по сезонам, в короткие сроки за 10...15 сут проходят пики. Существует два способа использования местного стока: агротехнические — вспашка поперек склонов, снегозадержание и гидротехнические — задержание местного стока в прудах и использование воды для полива. Пруды и малые водохранилища строят по балкам и малым речкам. Средний объем пруда за период с 1948 по 1974 г. по Центрально-Черноземному району увеличился в 7 раз и составил 140 тыс. м³ воды.

Оросительные системы, использующие местный сток, работают в трудном режиме: в многоводные годы сбрасывают воду, в маловодные годы мало поливается площадей, подачу воды в большинстве случаев проводят в первую половину вегетации (два-три месяца в году).

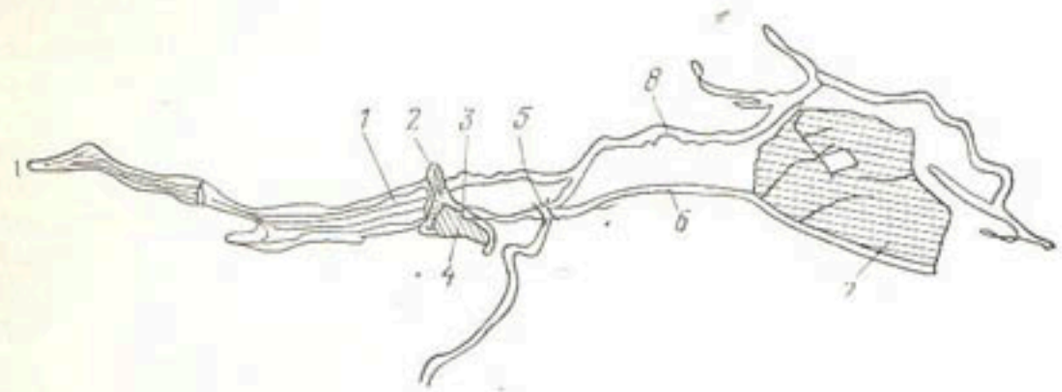


Рис. 43. Схема системы на местном стоке:

1 — пруд; *2* — плотина и водовыпуск; *3* — шлюз в лиман; *4* — лиман; *5* — дюкер; *6* — канал; *7* — участок орошения; *8* — оградительная сеть.

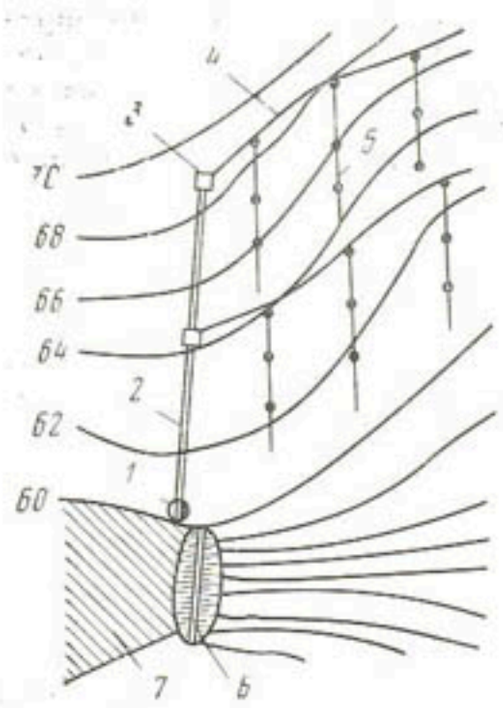


Рис. 44. Схема оросительной системы из пруда:

1 — насосная станция; *2* — трубопровод; *3* — регулирующий бассейн; *4* — каналы, лотки; *5* — трубопроводы и гидранты; *6* — плотина; *7* — пруд.

Важная проблема при использовании местного стока — это оздоровление малых речек и планомерное распределение воды по длине водотоков. При обмелении речек, потере русловой емкости и загрязнениях водные балансы отрицательные. Охрана и рациональное использование малых речек — часть большой проблемы охраны природы. Начало всех рек — родники, от них зависит полноводность и чистота воды. Поэтому необходимо сохранять родники, не допускать уменьшения их дебита и загрязнения. В местах родников устраивают водоохранные зоны, не осушают болота, которые служат истоками речек. Пастьба скота в местах родников приводит к тому, что родники вытаптываются и погибают. Необходимо отводить по берегам речек полосы отчуждений, чтобы хозяйства проводили на них только оздоровительные работы. Необходимо строить инженерные плотины и вести посадки леса по берегам речек. Малые речки имеют протяженность менее 100 км, их число очень большое в засушливых районах. В поймах и на притоках строят пруды и микролиманы, проводят мероприятия по устранению водной и ветровой эрозии, проводят лесные посадки, строят террасы и водозадерживающие каналы на крутых склонах. Зарегулирование стока на реках улучшает грунтовое питание и микроклимат, оздоравливает окружающую территорию. Необходимо проводить комплексные мероприятия на речках — регулирование стока, расчистку отдельных участков русл, берегоукрепление, подпитывание речек за счет перераспределения стока из других бассейнов, строительство очистных сооружений, лесные посадки и др. Реки малой протяженности, протекающие в широких поймах с пологими берегами, расчищают и устраивают глубоководные плесы. Отвалы грунта закрепляют посевами многолетних трав, посадкой деревьев и кустарников, выделяют водоохранные зоны. При расчистке рек удаляемый грунт используют для намыва насыпей плотин и дорог, а также для удобрения полей. Возможную площадь орошения на местном стоке для отдельных водосборов определяют по формуле

$$\Omega = Fh_p a\eta/M,$$

где Ω — возможная площадь орошения водами местного стока водосбора, га; F — площадь водосбора, км²; h_p — слой весеннего стока с водосбора, расчетной обеспеченности, мм; a — коэффициент полезной водоотдачи прудов, $a = 0{,}6...0{,}8$; η — КПД оросительных систем, для закрытой сети $\eta = 0{,}9...0{,}95$, для открытой — $\eta = 0{,}65...0{,}7$; M — средняя оросительная норма на год 75 %-ной обеспеченности, тыс. м³/га.

Отмечена значительная изменчивость оросительных норм по годам, а также большая эффективность первых поливов по сравнению с последующими.

По данным И. П. Сухарева, в районах Курской области оросительные нормы сельскохозяйственных культур по годам значительно изменяются (табл. 34).

34. Оросительные нормы сельскохозяйственных культур

Культуры	Урожайность, т/га	Водопотребление, м³/га	Оросительные нормы (м³/га) в годы		
			50%	75%	95%
Сахарная свекла	45	4 500	460	1 200	2 060
Картофель	25	3 700	400	860	1 700
Многолетние травы (сено)	12	4 200	800	1 200	1 800
Капуста	60	4 200	650	1 360	2 200
Помидоры	50	4 000	600	1 300	1 800
Плодовые	16	5 600	800	1 400	2 000

Системы рекомендуют строить на год 75 %-ной обеспеченности, при засушливых годах поливную площадь сохраняют, но поливают меньшими нормами. Во влажные годы поливают дополнительную площадь, для этого на системах имеют резервные площади.

При определении возможной площади орошения по водным ресурсам необходимо учитывать изменения стока и оросительных норм по годам. Число поливов зерновых культур, люцерны, кукурузы в засушливые годы можно снижать, чтобы увеличить площади поливов и получить больше продукции (табл. 35). Эффективность первого и второго поливов значительно больше последующих. Поэтому необходимо выяснять допустимые снижения

35. Влияние поливов на прибавку урожаев (т/га) сельскохозяйственных культур
(И. П. Сухарев)

Вариант опыта—число поливов	Яровая пшеница		Сахарная свекла		Многолетние травы		Кукуруза	
	у	прибавка	у	прибавка	у	прибавка	у	прибавка
Контроль (без орошения)	1,47	—	34,44	—	9,67	—	5,6	—
Один	2,61	1,14	—	—	—	—	7,16	1,56
Два	3,17	0,56	45,38	10,94	—	—	8,35	1,19
Три	3,58	0,41	56,8	11,42	30,2	20,62	8,8	0,45
Четыре	—	—	57,8	1,0	—	—	—	—
Пять	—	—	63,6	5,8	—	—	—	—
Шесть	—	—	—	—	38,1	7,9	—	—

числа поливов в засушливые годы и учитывать при осуществлении водопользования в критические периоды по условиям наличия воды в прудах.

Изменение стока по годам вносит существенные поправки при определении возможной площади орошения. При малых изменениях площади могут быть больше.

$$C_v = \frac{\sqrt{\sum (W_i - W_c)^2/(n-1)}}{W_c},$$

где C_v — изменение стока в долях от среднего; W_i — сток за год или сезон; W_c — средний сток за число наблюдений n лет.

В таблице 36 приведены расчетные значения стока для орошения.

36. Расчетные значения стока для орошения в долях от среднего значения стока W_c в зависимости от принятой обеспеченности орошения

Изменение стока C_v	Обеспеченность орошения, %							
	50	60	70	75	80	85	90	95
0,2	1	0,94	0,88	0,86	0,83	0,8	0,76	0,7
0,4	0,95	0,86	0,76	0,71	0,65	0,6	0,55	0,46
0,6	0,88	0,75	0,63	0,57	0,49	0,42	0,35	0,25
0,8	0,8	0,63	0,49	0,42	0,34	0,27	0,2	0,12
1	0,69	0,51	0,35	0,29	0,22	0,16	0,11	0,05

При задержании стока в прудах следует принимать 70...75 %-ную обеспеченность орошения. В этом случае значительная доля стока будет использована и площадь орошения увеличится. Например, при изменении стока C_v=0,6 и 70 %-ной обеспеченности орошения площадь увеличится в 1,83 раза по сравнению с обеспеченностью 90 %.

По данным И. П. Сухарева, для 17 малых водосборов с площадью от 2,4 до 494 км² средний многолетний сток составил за 10...18 лет от 40 до 99 мм, C_v=0,3...0,81. Сток в многоводный год равнялся 110,6 мм, в средний — 41,3 мм, в засушливый год 4,2 мм.

Пруды рекомендуется рассчитывать на местный сток 65...70 %-ной обеспеченности. При наличии емкостей строят пруды для полного задержания стока без сброса во все годы на малых водосборах с площадью до 6...10 км². Пруды долговечные, их размещают в верховьях балок. При использовании местного стока на орошение полезный объем прудов составил 0,55...0,6. На прудах не допускают переполнение емкостей. В отдельных районах бывают большие ливни, которые могут привести к подъему воды в прудах. Например, в Курске наибольшее суточное количество осадков при обеспеченности 5 % составляет 104 мм, при 10 % — 80 мм. На балках с водосбором более 30 км² рекомендуют строить пруды на зарегулирование стока 15...25 %-ной обеспеченности. В отдельных случаях наливные пруды сооружают на возвышен-

ностях, воду подают насосными станциями. За счет аккумулирования воды можно увеличить орошаемую площадь. Потери на испарение из прудов в Курской области составляли 13...25 % объема пруда. Для расчета месячного испарения для ЦЧР можно использовать формулы:

для степных прудов

$$E = 8{,}7d(1 + W);$$

для прудов, обсаженных деревьями,

$$E = 7{,}8d(1 + 0{,}2W),$$

где E — испарение за месяц из пруда, мм; d — среднемесячный дефицит воздуха, мм; W — среднемесячная скорость ветра, м/с.

Для других районов необходимо опытным путем установить зависимость для расчета месячного испарения.

При комплексном использовании прудов — на орошение, рыбоводство и разведение водоплавающей птицы следует точно определять потери. По данным И. П. Сухарева, суммарные потери воды из девяти прудов Таловского района Воронежской области за май — октябрь составляли в среднем за 8...14 лет 27,5 % полного объема, в том числе на фильтрацию 11,2 %. Потери воды на фильтрацию зависят от геологических и гидрогеологических условий ложа прудов; они изменяются по месяцам. В мае отмечается приток грунтовых вод, в июне потери увеличиваются, в июле и августе они достигают максимального значения. Средние значения потерь воды в прудах Таловского района: май — 0,03 м; июнь — 0,08 м; июль — 0,1 м; август — 0,09 м; сентябрь 0,08 м; октябрь — 0,02 м; всего — 0,4 м.

Средние потери воды из прудов Курской области составляли 0,64 м. Полезный объем пруда, заключенный между уровнями НПУ и мертвого объема, составил в Таловском районе 57,2 % за девять лет наблюдений, для малых прудов он равнялся 40...45 %. Для уменьшения испарения проводят посадку деревьев вокруг прудов. Это снижает потери на испарение на 20...22 % по сравнению со степными прудами. На прудах повышенной фильтрации эффективны противофильтрационные мероприятия — уплотнение, оглеение ложа, укладка пленок. С 1 км² водосбора при регулировании стока 80 %-ной обеспеченности можно оросить 7,2...5,8 га. При подпитывании прудов из больших рек площади орошения значительно увеличиваются.

Развитие орошения на местном стоке показано на примере Марьинского района Донецкой области. В районе было 60 прудов, площадь орошаемых земель 6,7 % всей пашни, максимально возможная площадь орошения на местном стоке 10 % площади пашни.

Характеристика прудов по средним значениям: площадь водосбора 10...90 км²; глубина воды в прудах 4...12 м; ширина прудов 75...400 м; площадь поверхности 6...40 га; объем воды 180...1 250 тыс. м³; длина плотины по гребню 160...550 м; ширина плотины по гребню 4...10 м; строительная стоимость одного пруда 80...150 тыс. р. Воду на орошение подают насосными установками; удельный расход составлял 1,6 л/(с·га). Высота подачи воды 50...150 м. Электрифицированные насосные установки подают воду в регулирующие бас-

сейны объемом 4...18 тыс. м³. Из бассейна вода попадает в закрытые трубопроводы и из гидрантов в оросители для поливов машинами ДДА-100М и ДДН-70. Наличие регулирующих бассейнов и закрытой сети трубопроводов повышает надежность подачи воды на поливы культур. Орошаемые культуры: овощи и картофель — 34,6 %; кормовые — 50; зерновые — 10,3; сады — 5,1 %.

Имеются значительные резервы для развития орошения на местном стоке во многих районах СССР — в ЦЧР, в Заволжье, в Ростовской области и др. (табл. 37). В последнее время строят каскады прудов и подают воду из каналов в пруды.

37. Эффективность мероприятий по задержанию местного стока для условий Заволжья

Мероприятия	Увеличение, %	
	запасов влаги	урожаев зерновых
Вспашка поперек склонов $i > 0{,}005$	8...10	12...13
Гребневая вспашка поперек склона $i = 0{,}01$	14	12
Глубокая зяблевая вспашка 30...35 см	17,5	21
Снегозадержание риджером	22...35	17,5
Лесные полосы площадью 5,7% пашни		10
Пруды и лиманы в понижениях		150...200

В Саратовской области из 6 млн. га пашни можно орошать крупными системами 2 млн. га. На остальной площади необходимо проводить систему агротехнических мероприятий по использованию местного стока.

Пруды в степной зоне располагают в верховьях балок и малых речек. В чаше накапливается много ила и различных солей, поступающих из водосбора с весенней водой. Интенсивность заиления наносами прудов 1,7...4 см в год, а на распаханных водосборах до 20 см. Ил содержит много органических веществ: азота 2...7 %, фосфора 2...4, калия 0,3...0,5 % и др.

Прудовой ил может быть использован как органическое удобрение, он повышает урожайность культур на 30...40 %. Пруды необходимо систематически чистить, обновлять, ил использовать в качестве удобрений на полях. Ил из прудов и водохранилищ можно добывать двумя способами: механической очисткой из-под воды землесосами и экскаваторами и просушиванием прудов в течение 2...3 лет и последующим вывозом ила из чаши на поля. Для очистки прудов необходимо создавать специальные машины. Около каждого пруда на площади 5...50 га пашни можно значительно повысить плодородие почв за счет прудового ила.

4. ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ В ЗОНЕ КРУПНЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ НА РЕКАХ

В СССР на многих реках построены крупные водохранилища, которые изменили водные режимы прилегающих земель. При эксплуатации водохранилищ регулирование стока может быть суточным, недельным, сезонным, многолетним и специальным.

При суточном регулировании перераспределяют сравнительно равномерный приток воды в течение суток. Это регулирование удовлетворяет в основном запросы гидростанций, судоходства и водоснабжения.

Недельное регулирование обеспечивает расчетное водопотребление в течение недели, расходы изменяют по дням недели. Это в основном требуют гидроэнергетика и водоснабжение.

Сезонное или годичное регулирование предусматривает запас стока в многоводный период для использования в маловодный.

Многолетнее регулирование выравнивает сток на протяжении ряда лет. Накопление воды происходит в многоводные годы, расходование — в маловодные.

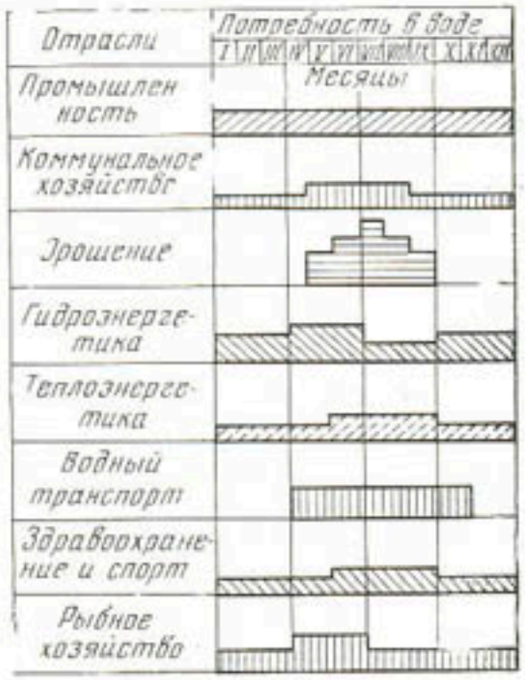


Рис. 45. Схема водопотребления различных отраслей.

Специальное регулирование проводят в тех случаях, когда потребление воды отдельными участниками комплекса переменное, например лесосплав. При лесосплаве необходимо суточное, недельное регулирование и попуски для поддержания скоростей и глубин в реках. Возникают попуски для судоходства и рыбного хозяйства, а также подачи воды для затопления пойменных лугов и лиманов. Регулирование стока рядом водохранилищ в пределах бассейнов облегчает удовлетворение противоречивых запросов участников комплексов, использующих воду. Годичное и многолетнее регулирование проводят на больших водохранилищах. Использование полезного объема водохранилища проводят с учетом запросов участников комплекса на основе диспетчерских графиков, которые разрабатывают по данным прогнозов стока, запросов участников и водохозяйственных расчетов (рис. 45).

Требования участников комплексов к водохранилищам:

водоснабжение и здравоохранение — обеспечить качество воды, проточность не менее 0,2 м/с. Первые объемы паводка рекомендуется сбрасывать. Не допускаются мелководья, глубина воды должна быть не менее 2 м. Необходимо предусматривать водоохранные санитарные зоны вблизи водозабора, попуски воды в нижний бьеф, обеспечивать санитарные расходы;

орошение и осушение — водохранилища необходимо заполнять в паводки, создавать максимальные запасы стока, бесперебойную подачу воды на орошение, избегать зимнего затопления земель, используемых под посевы, обеспечивать весеннее затопление пойменных земель на массивах сенокосов;

гидроэнергетика — поддерживать напоры, обеспечивающие пропуск через турбины наибольшей части стока, проводить суточное и недельное регулирование стока, желательно срабатывать водохранилища до уровней мертвого объема до начала весенних паводков, наполнять водохранилище до предельных уровней, что повысит мощность и выработку электроэнергии;

водный транспорт и лесосплав — в навигацию необходимо поддерживать нужные глубины по трассе, проводить в засушливые периоды попуски в нижний бьеф для создания глубин воды в реке, не проводить суточное и недельное регулирование стока, что может вызвать резкие колебания уровней воды в нижнем бьефе;

рыбное хозяйство — поддерживать постоянные уровни в водохранилище в периоды нереста рыб, обсыхание нерестилищ наносит вред воспроизводству рыб. После нереста и появления мальков понижать уровни воды в водохранилище на 1...1,5 м, чтобы ложе покрылось растительностью и служило нерестилищем на следующий год. Не рекомендуется допускать повышение и сработку уровней воды в летний период. В нижнем бьефе необходимо обеспечить попуски для поддержания уровней в местах нерестилищ рыбы.

Населенные пункты и промышленные объекты, расположенные вблизи водохранилища, заинтересованы в малых колебаниях уровней воды, так как это приводит к переработке берегов, подтопления и ухудшению санитарного состояния берегов. При установлении режимов работы водохранилищ необходимо учитывать требования участников и учитывать воздействие наполнений и сработки водохранилища на прилегающие земли. Необходимо определить для каждого водохранилища рациональные графики работы, выбирать приемлемые варианты, удовлетворяющие противоречивые запросы в отдельные периоды. При разработке расчетных графиков работы водохранилищ следует учитывать требования сельскохозяйственного производства;

не допускать длительного затопления земель, которые выделены под сенокосы в период с мая по август, подтопления пахотных земель в вегетационный период (уровень грунтовых вод не должен быть выше 1...1,2 м) и зимнего затопления пахотных земель. Необходимо подавать воду в нижний бьеф в летний период на пойменные участки сенокосов для периодического их увлажнения.

Для разработки расчетных графиков работы водохранилищ необходимо выяснить зависимость изменения состояния прилегающих земель от наполнения и сработки водохранилища.

Влияние водохранилищ на окружающую среду заключается в следующем: происходит затопление больших площадей. Например, в зоне волжских водохранилищ затоплены пахотные земли, сенокосы, выгоны и пастбища, леса и кустарники; в чаше водохранилищ имеются мелководья, которые периодически затапливаются при наполнении и сработках; прилегающие к водохранилищам земли подтапливаются вследствие подъемов уровней грунтовых

вод; в нижнем бьефе водохранилищ земли осухотворяются, остаются без затоплений в паводки; в зимний период при повышенных расходах воды для ГЭС часть земли в нижнем бьефе затапливается.

Процесс подтопления земель протекает медленно, он обусловлен фильтрационными свойствами грунтов, режимами уровней воды в водохранилище, притоком грунтовых вод и др. Ширина зоны подтопления измеряется километрами. Повышение уровней грунтовых вод приводит к заболачиванию земель, подтоплению сооружений и зданий, к ухудшению санитарных условий местности.

Переформирование берегов и дна проходит долгие годы, размытые породы образуют отмели, заиляют водохранилище, наблюдается всплытие торфяников, которые образуют плавающие острова, происходят размывы в нижнем бьефе при попусках больших расходов, удлиняется период ледостава. В нижних бьефах образуются полыньи, возрастают потери воды на испарение, проявляется цветение воды, что ухудшает санитарное состояние прилегающей территории. В южных районах в зоне водохранилищ наблюдается некоторое снижение средней температуры воздуха за год.

На снижение отрицательных явлений водохранилищ должны быть направлены эксплуатационные мероприятия, а также работы по устранению мелководий, устройству защитного дренажа, обвалованию, перерегулированию стока во взаимно связанных водохранилищах и др. В зоне городов и населенных пунктов проводят комплексы мероприятий — обвалование, подсыпку пониженных мест, углубление, создание пляжей, строительство набережных, устройство парков и др.

В СССР на равнинных реках построено и строится 67 крупных водохранилищ, площади поверхности которых составляют 9,6 млн. га (табл. 38). Значительные площади водохранилищ составляют мелководья.

38. Площадь мелководий по некоторым водохранилищам при нормальном подпорном уровне (НПУ)

Водохранилище	Отметки НПУ, м	Площадь поверхности, тыс. га	Площадь затоплений пашни и сенокосов, тыс. га	Площадь мелководий, тыс. га	Процент мелководий от площади поверхности
Волгоградское	15	326	83	50	15
Саратовское	29	195	48	45	23
Куйбышевское	53	600	235	80	13
Чебоксарское	71	224	60	50	22
Горьковское	84	175	93	41	23
Рыбинское	102	455	139	90	20
Каховское	16	215	35	40	19
Цимлянское	36	270	117	31	11

При хорошем режиме работы водохранилищ часть мелководий можно использовать под сенокосы после сработки. В мелководьях

мало полезной воды — 1,5...2 % объема водохранилища. Например, в Куйбышевском водохранилище на площади мелководий 80 тыс. га полезный объем воды составляет 1,4 % объема водохранилища. Использование мелководий возможно при установлении расчетного режима наполнения и сработки водохранилища с учетом снижения уровней в вегетационный период. На Волге и Днепре построены каскады водохранилищ, что облегчает маневрирование объемами воды с учетом использования мелководий. На мелководьях слой затоплений составляет 1,5...2 м при НПУ, после сработки водохранилищ значительная часть мелководий освобождается от воды и может быть использована в сельском хозяйстве. В перспективе необходимо защитить мелководья от затопления и возвратить эти земли в сельскохозяйственный оборот.

Мелководья водохранилищ глубиной до 2,5 м можно использовать под рыбоводные пруды и рисовые поля. В Болгарии мелководья защищают дамбами. Около дамб устраивают рыбоводные бассейны с глубиной воды 0,3...2,5 м. Рядом с бассейнами размещают рисовые чеки, которые можно затопить водой слоем до 20...25 см и сбросить воду. Бассейны разделены поперечными дамбами, оснащены гидросооружениями для наполнения и сброса воды. Вода подается в бассейны и на рисовые поля каналами через водовыпуски с учетом уровней воды в водохранилищах. Рыбоводные бассейны освобождают от воды осенью, когда низкие уровни в водохранилищах. Организация рыбного хозяйства в зоне мелководий значительно улучшает санитарно-гигиенические условия, рыба поедает личинки комаров, водоросли и др. Отлов рыбы с 1 га составляет 1,5 т в год при выращивании промысловой рыбы из мальков в бассейнах. Обвалованные участки мелководий можно использовать для устройства систем двухстороннего регулирования, где выращивают рис, овощные, бахчевые и технические культуры. На таких участках можно получать больше продукции, чем на участках, расположенных на верхних террасах.

Подтопление прилегающих к водохранилищу земель происходит при подъемах уровней грунтовых вод. В зоне водохранилищ надо изучать режимы уровней грунтовых вод в связи с наполнением и сработкой емкостей и на основании этого проводить меры по предупреждению ущерба от подтопления. Для понижения уровней грунтовых вод необходимо строить дренаж и отсечные дрены.

При работе ГЭС повышенными расходами в зимний период часть площадей затапливается в нижнем бьефе, образуются ледовые зажоры, при которых увеличиваются площади зимнего затопления. Например, в нижнем бьефе Волгоградской ГЭС при ледовых зажорах уровень воды повышается на 4 м и подтапливает земли на 120 км ниже плотины.

Изменение режимов увлажнения пахотных земель и лугов в нижнем бьефе в летний период приводит к остепнению пойменных плодородных земель. Необходимо строить системы, обеспечивающие увлажнение этих земель за счет попусков из водохранилищ или подачи воды насосными станциями.

В ЧССР на р. Мораве построена система по орошению лугов затоплением. Шлюзами на реке подпирают воду и подают в каналы, которые распределяют ее по участкам площадью 10...30 га для затопления лугов слоем 30...35 см. Срок затопления 12...24 ч. В засушливые годы проводят три затопления, урожайность сена составляет 8...9 т/га. В нижнем бьефе водохранилищ необходимо подготовить площади для кратковременного затопления участков сенокосов слоем 30...35 см.

В районе Волгоградского водохранилища в зоне Волго-Ахтубинской поймы предусматривают периодическое затопление больших лиманов в период вегетации. Пойменные земли очень плодородные, их необходимо защищать от мелких затоплений и подтоплений в зоне водохранилища и осваивать под посевы и сенокосы. Положение прилегающих земель ухудшается при развитии орошения на верхних террасах, когда потери воды при поливах пополняют уровни грунтовых вод, площади подтоплений увеличиваются. Водопользование в зоне крупных водохранилищ проводят с учетом освоения прилегающих земель под посевы и сенокосы.

5. ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ СТОЧНЫЕ ВОДЫ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ

Сточные воды промышленных предприятий, городов, населенных пунктов и стока животноводческих комплексов загрязняют реки и подземные воды. Перед сбросом в водоприемники они должны пройти очистку. Сточные воды содержат питательные вещества, поэтому после соответствующей очистки их можно использовать для орошения некоторых сельскохозяйственных культур. С этой целью строят специальные системы (рис. 46).

В СССР сточными водами орошают более 100 тыс. га земель (1978 г.), площади орошения намечено довести в перспективе до 5 млн. га. Широкое развитие орошения сточными водами требует разработки совершенных систем, учитывающих санитарные требования и обеспечивающих оздоровление природных условий в зоне. Регулярное орошение сточными водами не ухудшает почвенных условий и качество продукции. Сточные воды разнообразны по составу. Для почв Нечерноземной зоны при оросительной норме 4...5 тыс. м^3/га используют сточные воды нейтральные или слабощелочные (pH 6,5...8,5) с содержанием солей 0,5...3 г/л. Для светло-каштановых почв Заволжья используют слабокислые (pH 6...7) сточные воды. Строят большие межрайонные очистные сооружения, где очищают бытовые и промышленные сточные воды, имеющие нейтральную реакцию и содержащие азота 40 мг/л, фосфора до 10 г/л, калия до 12 г/л и другие вещества. Эти сточные воды пригодны для орошения. При определении поливных режимов надо учитывать потребность в минеральных удобрениях. Разработан метод интенсификации очистки сточных вод в биологических прудах при внесении в них водорослей. Это ускоряет обеззараживание сточных вод и увеличивает гидравлическую нагрузку в 3...4

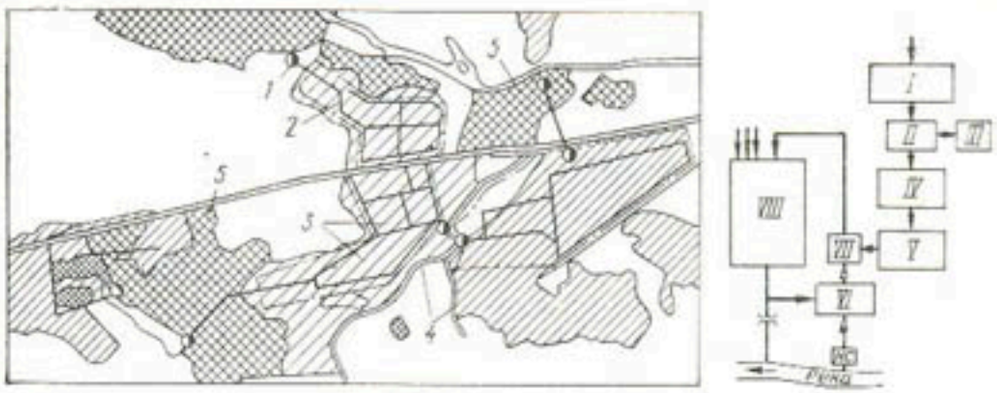


Рис. 46. Схемы земледельческих полей орошения (*1* — насосные станции; *2* — сеть трубопроводов; *3* — ЗПО; *4* — реки; *5* — поселки, из которых используются сточные воды) и оборотного водопользования (I — животноводческий комплекс; II — механическая очистка; III — торфокомпост; IV, V, VI — отстойники-накопители; VII — смеситель; VIII — поля орошения).

раза. На земледельческих полях орошения круглый год используют сточные воды. Есть системы, где сточные воды накапливают зимой в течение 2...6 месяцев в прудах-накопителях и в вегетационный период используют для орошения. Пруды-накопители устраивают при поливе дождеванием сенокосов и пастбищ. Годовая оросительная норма на супесчаных почвах составляет 6...7 тыс. м³/га, на суглинистых — 2,5...3 тыс. м³/га. Подача воды за один полив во вневегетационный период 1...2,5 тыс. м³/га. На орошение отзывчивы многолетние травы, урожаи увеличиваются в 2...5 раз. Травы развивают мощную корневую систему и дернину, что способствует лучшей очистке сточных вод. Один гектар трав на супесчаных почвах может очистить 3...7 тыс. м³ сточных вод в год. При регулярном круглогодовом орошении сточными водами в Московской области сохранялась высокая продуктивность в течение 10...15 лет травосмеси — костра безостого, тимофеевки луговой, лисохвоста, клевера белого.

Полив сточными водами проводят по полосам и бороздам, дождеванием, перспективно внутрипочвенное орошение. Зимние поливы сточными водами проводят затоплением по чекам, которые образованы валиками высотой 40...45 см с пологими засеваемыми откосами (1 : 6...1 : 10). Площадь поверхности поля должна быть спланирована. В настоящее время получает развитие орошение с использованием животноводческих стоков.

При использовании сточных вод для орошения решают две задачи — санитарную по очистке вод от загрязнений и повышения плодородия почв и урожайности кормовых культур.

Схема подачи сточной воды для орошения: подвод воды канализационной сетью к насосной станции и подача на сооружения механической очистки (решетки, песколовки, первичные отстойники); биологическая очистка сточной воды в прудах; подача воды насосными станциями в трубопроводы на поля для поливов.

При орошении сточными водами необходимо соблюдать сле-

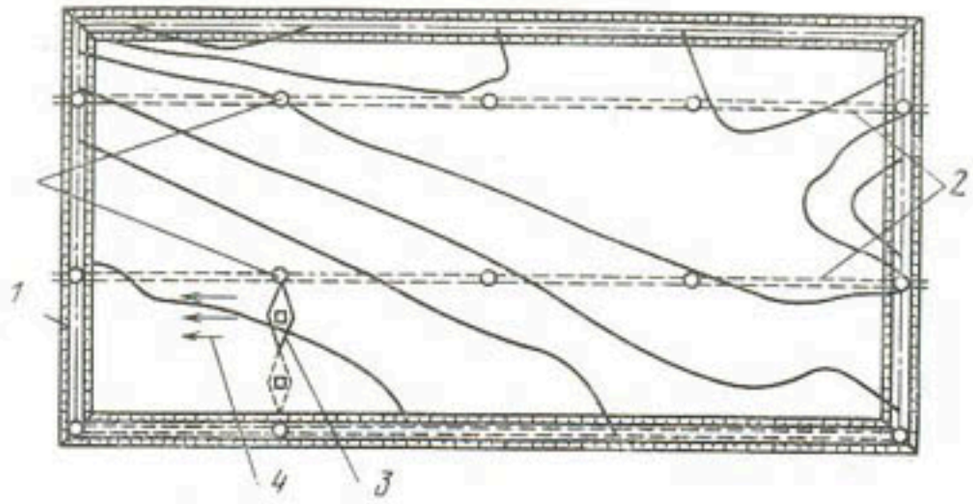


Рис. 47. Схема участка полива сточными водами:

1 — валики; *2* — трубопровод с гидрантами; *3* — передвижной поливной трубопровод; *4* — направление полива по бороздам.

дующие условия: поля орошения располагать вблизи прудов на легких почвах при глубоких грунтовых водах; поливать в основном кормовые культуры, подбирать долговечные травосмеси; проводить систематический контроль за химическим и бактериальным составом вод, почв и орошаемых культур; устраивать зоны санитарного разрыва между участками орошения и жилыми домами, а также валы и буферные пруды, чтобы исключить сбросы сточных вод за пределы орошаемых массивов.

Системы, использующие сточные воды для орошения, включают следующие звенья: приемные бассейны и насосные станции для перекачки сточной воды к местам первичной очистки; очистные пруды, где воду осветляют и очищают от примесей и ила; биологические пруды и пруды-накопители; насосные станции и трубопроводы с гидрантами для подачи воды на поля на обвалованные участки. Заложение труб — до глубины промерзания, расстояния между трубами и между гидрантами по 200...250 м; обвалованные участки площадью 40...50 га, высота валиков 40...45 см (рис. 47); передвижные трубопроводы для поливов сточной водой по бороздам или полосам. Длина борозд 100...200 м, струи воды в борозды 0,2...0,5 л/с.

При поливах дождеванием к трубопроводам подключают дождевальные агрегаты. Крупная система, использующая сточные воды для орошения дождеванием, построена около г. Киева. На левом берегу Днепра сточная вода, переброшенная с правого берега дюкером, проходит очистку в очистных сооружениях, далее подается в распределители, откуда насосными станциями подается в трубопроводы, к которым подключают дождевальные установки.

Оросительные системы, использующие сточные воды, совершенствуют с учетом условий:

сточные воды подают на поля круглый год. Осенью, зимой и весной поливают участки для удобрений полей. Летом проводят

вегетационные поливы смешанной водой — сточной и речной. Поливают травы, силосные и кормовые культуры. Норма удобрительного полива 2...4 тыс. м³/га. Поливы сточными водами повышают плодородие песчаных и супесчаных почв. При круглогодовом орошении травы и сенокосы занимают 30...40 % площади земледельческих полей орошения (ЗПО). Нормы орошения сточными водами составляют не более 4 тыс. м³/га, поливные — 600...1500 м³/га;

площади ЗПО рассчитывают с учетом полного использования сточных вод в данном пункте, предусматривают пруды-накопители, в которые собирают сточную воду в отдельные периоды, когда погодные или хозяйственные условия затрудняют проведение поливов, организуют специализированные хозяйства или отделения, которые обеспечивают техникой и оснащением для круглогодового использования всех сточных вод в данном пункте для орошения;

в районах, где площадь ЗПО в нескольких хозяйствах составляет более 3 тыс. га, организуют эксплуатационные управления. В ведении управлений находятся межхозяйственные трубопроводы, насосные станции, пруды. Управление обеспечивает прием сточной воды из канализационной сети и очистку воды, затем подает ее в хозяйства для поливов, контролирует использование воды в хозяйствах, ведет лабораторный контроль сточных вод и почвы на полях орошения, а также наблюдения за уровнями и минерализацией грунтовых вод;

устраивают окислительно-биологические пруды, в которых оседают и обезвреживаются патогенные бактерии и яйца гельминтов. Время задержания воды в прудах не менее 5...6 сут;

используют осадок сточных вод из прудов и отстойников для удобрения полей, ил сушат и компостируют вместе с мусором. Компосты как удобрение активизируют деятельность микроорганизмов в почве. При компостировании мусор рыхлят и освобождают от крупных примесей. Сырой компост укладывают в кучи высотой 4 м, где он созревает в течение 6 месяцев. На малых системах устраивают специальные поля, где осадок вносят в почву при глубокой вспашке на 30...40 см. Осадок вносят в борозды самотеком нормой 400...1000 м³/га. Использование осадка в виде удобрений в глубокие слои почвы повышает урожайность в 2...3 раза по сравнению с неудобренными полями.

Значительную часть отработанных вод промышленных предприятий можно использовать для орошения. Например, в Донбассе 87 % сбросных вод 39 промышленных предприятий можно употребить для орошения при условии очистки и разбавления речной водой. Необходимо дополнительно очищать воды с применением реактивов. Сточные воды, загрязненные нефтяными продуктами, следует тщательно очищать, так как нефть склеивает почвенные частицы, затрудняет доступ воздуха в почву и загрязняет грунтовые воды.

При использовании сточных вод для орошения надо соблюдать санитарно-гигиенические правила:

размещать ЗПО вдали от поселков и обсаживать их лесными полосами шириной 15...20 м;

систематически проводить химический анализ сточных вод и почв из ЗПО, биологические и химико-бактериологические исследования, определять радиоактивность осадка сточных вод;

инструктировать поливальщиков и рабочих при поливе сточными водами о необходимости соблюдения санитарно-гигиенических правил, обеспечить спецодеждой и средствами дезинфекции. Лица, работающие на ЗПО, систематически проходят медицинский осмотр и подвергаются профилактическим прививкам против кишечных заболеваний.

Вокруг городов, населенных пунктов и животноводческих комплексов необходимо развивать ЗПО. При использовании сточных вод для орошения уменьшаются сбросы загрязненных вод в реки, улучшается санитарное состояние. При строительстве животноводческих комплексов предусматривают использование животноводческих стоков для орошения кормовых культур. Создают крупные системы, использующие сточные воды для орошения.

Глава V. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОСУШИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

1. ОСУШИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

В районах избыточного увлажнения в зависимости от типов водного питания переувлажненных земель строят следующие гидромелиоративные системы:

осушительные, где предусматривают отвод избыточных вод по дренам, коллекторам и каналам в водоприемник; осушительно-увлажнительные, где имеются шлюзы для задержания стока в засушливый период, а также перераспределения стока по каналам; осушительные на обвалованных землях (польдерные), где осушение проводят путем откачки воды насосными станциями; осушительно-оросительные, где на осушаемых землях проводят орошение дождеванием машинами ДДН-70, ДДА-100М, «Фрегат», «Волжанка» и др.

Состав осушительной системы: водоприемник (река), проводящая сеть (каналы, коллекторы), регулирующая сеть (дрены), ограждающая сеть (нагорные и нагорно-ловчие каналы), защитные дамбы и валы, гидротехнические сооружения (шлюзы на реке и каналах, перепады, колодцы, переезды и др.), насосные станции, дороги, оснащение для эксплуатации (посты учета воды, скважин, связь, здания, машины и др.).

По способу отвода воды в водоприемник преобладают самотечные осушительные системы; увеличивается число систем, позволяющих задерживать местный сток и перераспределять его по массивам.

В среднем на каждые 1000 га осушаемых земель приходится 3...4 км отрегулированных водоприемников, 25...30 км проводящих каналов, 30...35 км закрытых коллекторов, 300...350 км дрен-осушителей, 20...30 гидротехнических сооружений на каналах (регуляторы, трубы-переезды и др.).

В зависимости от типов водного питания на системах преобладают следующие способы осушения земель (см. с. 207).

На осушительных системах создаются оптимальные условия для выращивания высоких урожаев сельскохозяйственных культур: свободная порозность почвы 20...40 %; влажность почвы 60...75 % полной влагоемкости; уровень грунтовых вод (норма осушения) перед посевом 40...50 см; в вегетацию 70...110 см; зимой 60...70 см; допустимые сроки весеннего затопления луговых трав 10...12 сут; предельные сроки отвода воды из почвы в период вегетации 1,5...2 дня.

Типы водного питания	Способы осушения
Атмосферный	Открытая и закрытая сеть собирателей, дренаж на отдельных участках, агромелиоративные мероприятия (грядование, гребневание, кротование, бороздование, планировка)
Грунтовый и грунтово-напорный	Открытая и закрытая осушительная сеть, глубокие каналы, вертикальный дренаж, противофильтрационные завесы
Склоновый	Нагорные каналы, противоэрозионные мероприятия (снегозадержание, глубокое рыхление, щелевание, кротование, обработки поперек склона, обвалование и др.)
Намывной	Регулирование речного стока, спрямление и углубление русл рек, строительство водохранилищ и защитных дамб

Указанные условия создаются при расстояниях между дренами на суглинистых почвах 14...20 м и в торфяниках 20...40 м, глубине заложения дрен 1,1...1,5 м, длине дрен при уклонах 0,003...200 м. Заложение откосов в проводящих каналах на суглинках 1,25...1,5. Необходимые перепады дна при сопряжении элементов осушительной сети: закрытые дрены в коллекторы 10...25 см; закрытые коллекторы в открытые каналы 25...50 см; открытые каналы в магистральные каналы 25...30 см.

Глубина осушительных каналов с учетом сопряжения бьефов: нагорные — 1...1,2 м, магистральные — 1,6...3 м, открытые коллекторы 1,4...1,8.

На каждые 1000 га земель, осушаемых закрытым дренажем, приходится 20...50 смотровых колодцев, 150...250 устьев, 50...80 труб-переездов, а на 100 км дренажа 5...10 смотровых колодцев, 35...65 устьев.

Укрупненные нормативы затрат на строительство и реконструкцию осушительных систем для центральных районов Нечерноземной зоны РСФСР: осушение открытыми каналами 720 р/га, закрытым дренажем 1360 р/га, с обвалованием и закрытым дренажем 1550 р/га; реконструкции осушительных систем 1250 р/га; протяженность и ориентировочная стоимость автомобильных дорог на осушаемых землях приведена в таблице 39.

39. Протяженность и стоимость автомобильных дорог на осушаемых землях

Сельскохозяйственное использование земель	Дорог на 100 га, км	Дороги с гравийным покрытием толщиной 35 см		Дороги из асфальтобетона	
		р/км	р/га	р/км	р/га
Овощные севообороты	2...2,5	15 000	300...370	60 000	1 200...1 500
Полевые севообороты	1...1,4	15 000	150...210	60 000	600...840
Сенокосы и пастбища	0,5...0,7	15 000	75...105	60 000	300...420

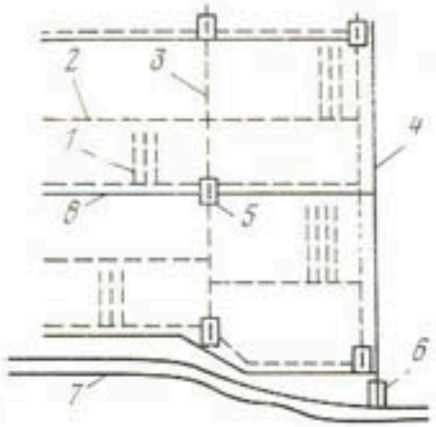


Рис. 48. Дренажная осушительная система:

1 — дрены; *2* — коллектор II порядка; *3* — коллектор I порядка; *4* — магистральный канал; *5* — оголовки коллекторов; *6* — сброс в реку; *7* — река (водоприемник); *8* — собиратели (каналы).

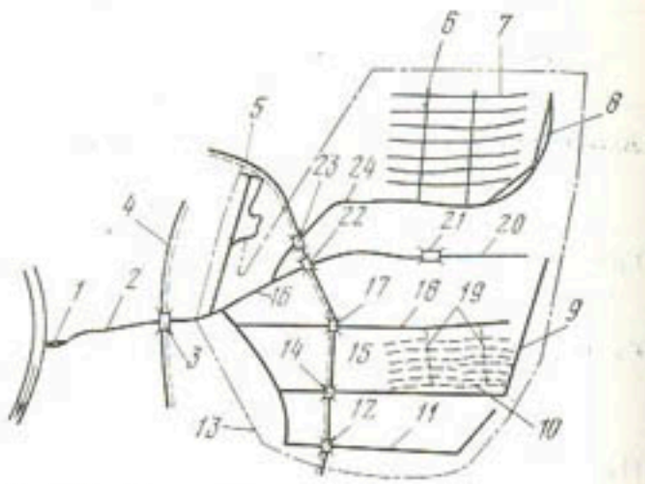


Рис. 49. Схема осушительной системы:

1 — устье малой реки; *2* — водоприемник; *3* — мост; *4, 5* — дороги; *6, 7, 15, 16, 18, 20* — открытые осушители и собиратели; *8, 9, 11* — нагорно-ловчие каналы; *19, 10* — закрытые дрены; *12, 14, 17, 22, 23* — трубы-переезды; *13* — границы системы; *21* — перепад; *24* — тальвеговый канал.

На осушительных системах проводят комплексные мелиоративные работы по созданию благоприятных условий для развития сельского хозяйства с учетом специализации и концентрации производства с созданием агропромышленных комплексов. Комплексные мелиорации включают — осушение земель, очистку угодий от камней и кустарников, ликвидацию мелких контуров полей, окультуривание почв, орошение полей. Это способствует переводу сельского хозяйства на индустриальную основу.

Мелиоративные работы обеспечивают значительное повышение плодородия почв, создают условия для устойчивых высоких урожаев зерна, картофеля, овощей, льна и кормовых культур. В Нечерноземной зоне РСФСР насчитывается 9,7 тыс. колхозов и совхозов, которые производят более 30 % сельскохозяйственной продукции РСФСР.

Осушительные системы имеют почти все хозяйства (рис. 48). По мере развития мелиораций увеличивается число межхозяйственных систем, обслуживающих несколько хозяйств. Осушительные системы становятся технически более совершенными и обслуживают большие площади (рис. 49). К межхозяйственной части осушительной системы относят: водоприемники, проводящие, нагорные и ловчие каналы, насосные станции, шлюзы и сооружения на межхозяйственной сети, которая обслуживает два хозяйства и более. Межхозяйственную часть системы эксплуатируют УОС за счет государства, внутрихозяйственная часть эксплуатируется хозяйствами.

Осушительная система состоит из согласованно действующих звеньев, обеспечивающих отвод из почвы избыточных вод, а также подачу и задержание стока воды для увлажнения в засушливые периоды.

Увлажнение земель в засушливый период проводят дождеванием. На осушаемых землях строят оросительные системы для забора воды насосными станциями из рек, прудов или каналов, подачи воды трубопроводами на поля и для полива дождевальными машинами. На осушаемых землях с легкими почвами увлажнение земель осуществляют созданием подпора в дренах. В этом случае дрены закладывают в 2 раза чаще и применяют кротование на глубину 0,5...0,6 м при расстояниях между кротовинами 1,5...2 м.

Для двухстороннего регулирования водного режима почвы строят осушительно-увлажнительные системы. Закрытые коллекторы на этих системах выполняют двойную роль — весной отводят избыточную влагу, в засушливый период подают воду для увлажнения. Дождевальные машины забирают воду для поливов из колодцев на коллекторах. Воду в коллекторы подают из каналов или прудов. При совмещенных системах капитальные вложения сокращают на 30...40 % за счет уменьшения протяженности сети трубопроводов (рис. 50, 51).

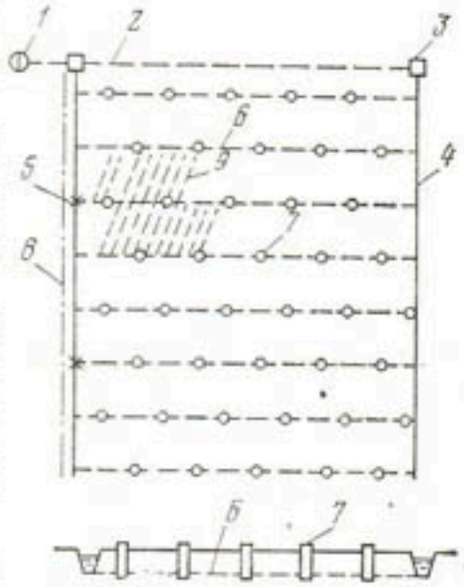


Рис. 50. Схема осушительно-оросительной сети при поливе ДДН-70:

1 — насосная станция; *2* — трубопровод; *3* — водовыпуски; *4* — канал; *5* — перегораживающее сооружение; *6* — коллектор-трубопровод; *7* — колодец; *8* — дорога; *9* — дрены.

На осушительных системах применяют дождевальные машины «Фрегат», «Волжанку», ДДА-100МА, ДДН-70, ДДН-100, КИ-50 «Радуга», ДШ-25-300.

Удельные капитальные вложения в строительство оросительных систем на осушаемых землях для овощных севооборотов составляют 1500...1900 р/га, для культурных пастбищ 1100...1400 р/га. По мере развития орошения в зоне неустойчивого увлажнения перераспределяют сток малых рек, а также создают водохранилища и пруды для регулирования стока. Системы становятся взаимно связанными на большой территории; они в основном межхо-

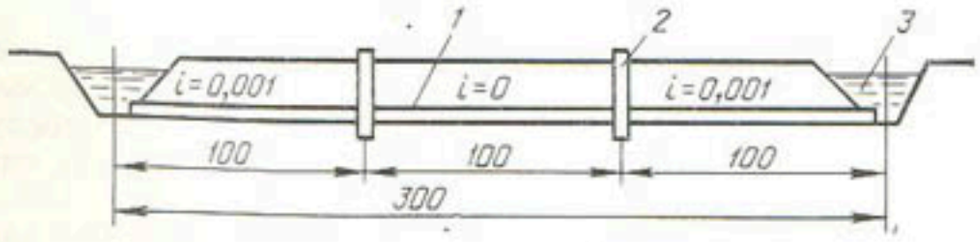


Рис. 51. Схема совмещенного действия коллектора на осушение и орошение:

1 — коллектор; *2* — колодец; *3* — канал. (Размеры в м.)

зяйственные. На таких системах выделяют внутрихозяйственную часть, которая обслуживает только одно хозяйство. Внутрихозяйственная осушительная и оросительная сеть находятся на балансе хозяйств и обслуживание ее проводится силами хозяйств.

2. ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОСУШИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

На осушительных системах организована межхозяйственная и внутрихозяйственная служба эксплуатации. В каждом хозяйстве на 1...1,5 тыс. га мелиорированных земель имеется примерно следующий штат: инженер-гидротехник, два техника-гидротехника, два бригадира мелиоративных отрядов. Кроме того, на вегетационный период с апреля по октябрь выделяют двух мотористов насосных станций, двух регулировщиков и наблюдателей по скважинам. Для выполнения эксплуатационных работ — пропуска паводков, отвода воды из понижений планировки земель, ремонта гидросооружений и каналов, очистки сети и поливов — организованы мелиоративные отряды. В ведении одного отряда из 10...14 человек находится следующая мелиоративная техника: четыре одноковшовых экскаватора с ковшом вместимостью 0,5 м³, один многоковшовый, два бульдозера, автогрейдер, каналоочиститель, косилка, дренопромывочная машина, 12...14 дождевальных машин.

Техническое обслуживание внутрихозяйственной сети проводится силами межхозяйственной службы эксплуатации УОС.

Задачи внутрихозяйственной службы эксплуатации: регулирование водного режима на полях — отвод избыточной воды, задержание стока, подача воды, организация поливов, проведение планового водопользования на мелиорированных землях; подготовка систем к пропуску паводков, к отводу избыточной воды и подачи ее в засушливый период, наблюдение за работой устройств, организация ремонтов и очистки сети; совершенствование внутрихозяйственной системы, развитие осушения и орошения в хозяйстве.

Межхозяйственные эксплуатационные управления организованы для эксплуатации одной системы на одном водоприемнике или территориальные управления для эксплуатации осушительных систем в нескольких районах или в бассейне средней реки. По мере развития осушения и орошения эксплуатационные управления организуют по бассейнам рек для учета водных ресурсов и перераспределения стока. Организованы также ремонтно-строительные управления, ПМК, СпецСМУ и ремонтные предприятия.

Во всех областях имеются областные управления мелиорации и водного хозяйства, в союзных республиках министерства мелиорации и водного хозяйства. В зависимости от площади обслуживания (тыс. га) Управлением эксплуатации осушительных систем выделяют категории управлений: I — более 180; II — 120...180; III — 60..120; IV — 30...60; V — менее 30. В состав УОС входят эксплуатационные участки по 5...15 тыс. га.

Задачи межхозяйственной службы эксплуатации: учет водных ресурсов в границах системы, осуществление планового водораспределения по системам и хозяйствам; поддержание межхозяйственной части системы в рабочем состоянии, проведение ремонтов и очистки каналов, техническое обслуживание внутрихозяйственной сети; составление перспективного плана развития системы; проведение реконструктивных работ в целях совершенствования систем; контроль за использованием мелиорированных земель в хозяйствах, организация работ по повышению плодородия почв на осушительных системах; развитие осушения и орошения в зоне системы, активное участие в выборе массивов осушения и орошения, в приемке в эксплуатацию законченных гидромелиоративных систем, охрана водных источников от истощения и загрязнения.

Эксплуатационный штат осушительных систем зависит от технического оснащения систем. В управлении 10...15 человек и линейный персонал: участковые гидротехники, техники-гидрометристы, техники-механики насосных станций, электромонтеры, ремонтеры, бригадиры ремонтеров, регулировщики на шлюзах, наблюдатели гидропостов и скважин, монтеры телефонных линий. При УОС организована почвенно-мелиоративная лаборатория и проектно-изыскательская группа из четырех человек. Межхозяйственный эксплуатационный штат на системах, где проводят орошение, 4...5 человек на 1000 га. Для обслуживания водоприемников (рек) выделяют эксплуатационные участки, в задачу которых входит учет водных ресурсов и водораспределение по длине реки.

В соответствии с правилами охраны водных ресурсов от загрязнения в реках в каждом створе должны сохраняться санитарные расходы, соответствующие межени 95 %-ной обеспеченности не менее 200 л/с. Соблюдение этих условий и создание емкостей для сезонного регулирования стока — основная задача русловых эксплуатационных участков. Границы таких участков необходимо совмещать с границами бассейнов малых рек. Водоприемники и межхозяйственные каналы делят на участки и закрепляют за русловыми ремонтерами. Ответственность за сохранность, содержание в исправном состоянии и правильное использование осушительных систем несут эксплуатационные работники и землепользователи.

Межхозяйственная эксплуатационная служба совместно с хозяйствами, имеющими мелиорированные земли, выполняет следующие виды работ:

регулирует водный режим на мелиорируемых землях — отводит избыточные воды и подает воды в засушливые периоды;

охраняет и содержит в исправности все устройства на системе;

оказывает техническую помощь хозяйствам в планировании и проведении водопользования и эксплуатационных работ, контролирует качество и своевременность проведения этих мероприятий;

следит за выполнением хозяйствами противопожарных мероприятий на осушаемых торфяниках;

ведет мелиоративный кадастр и учет мелиоративного состояния осушаемых земель, принимает участие в их учете и использовании;

ведет наблюдения за режимами грунтовых и поверхностных вод, за изменением влажности на контрольных участках, накапливает опытные данные для совершенствования систем;

составляет проектную документацию по проведению капитальных ремонтов и по дооборудованию систем;

участвует в приемке работ по строительству, восстановлению, реконструкции и капитальным ремонтам систем, контролирует качество и объемы выполненных работ;

проводит мероприятия по подготовке и переподготовке кадров массовых профессий — ремонтеров, поливальщиков, операторов и других для эксплуатации систем;

пропагандирует передовой опыт и внедряет в производство достижения науки и техники по эксплуатации систем.

Использование водоприемников и межхозяйственных каналов, а также выполнение строительных работ на системах проводят по разрешению эксплуатационной службы (УОС).

Основные виды мероприятий по эксплуатации осушительных систем — регулирование водного режима на полях, надзор, уход и ремонт всех элементов осушительной системы.

В обязанности межхозяйственной эксплуатационной службы входит выполнение следующих водоохранных мероприятий на системах и прилегающих землях: закрепление оврагов, террасирование склонов, создание лесных полос в балках и оврагах, посевы трав на эродированных склонах, уменьшение ливневого стока, проведение мероприятий по увеличению меженного стока в реках и уменьшению паводкового стока (стабилизация уровней грунтовых вод на осушаемых землях благоприятно влияет на продуктивность полей), сохранение болот — верховых, переходных и низинных, сбвалование затапливаемых участков земель.

Недопустимым считается обнажение бесплодных и засыпка плодородных почв, ухудшение водно-физических свойств почв, резкие колебания уровней грунтовых вод, эрозионные процессы и др. Вдоль рек-водоприемников, крупных каналов, дамб и водохранилищ сохраняют лесные насаждения. Ширину лесных полос вдоль рек принимают не менее 10...15 м.

Благодаря лесным полосам на осушаемых землях уменьшается скорость ветра и испарение влаги, повышается температура почвы, растет урожайность сельскохозяйственных культур на 5...15%. В РСФСР взято под охрану более 150 болот, вдоль русл Днепра, Десны, Угры созданы водоохранные зоны шириной до 300 м, где запрещена рубка леса и кустарников. Охранные зоны устанавливают вдоль мелких рек и озер.

В Московской области мелиорированные земли (1978 г.) составляют 17 % площади сельскохозяйственных угодий. Удельная протяженность сети: водоприемников 3,5 м/га, каналов 45 м/га, закрытой сети 245 м/га, гидротехнических сооружений 158 на 1 000 га. Балансовая стоимость систем 965 р/га. Техническое обслуживание и ремонт систем проводят шесть ПМК, девять межрайонных управлений, хозрасчетная проектная организация.

Штат эксплуатационных работников насчитывает 2 тыс. человек, или 6,9 человека на 1 000 га, в том числе специалистов 1,4, механизаторов 2,1. Затраты на техническое обслуживание мелиорированных земель в хозяйствах составили 24 р/га. В области организованы механизированные звенья, за которыми закреплены мелиорированные земли в хозяйствах; тяжелый труд русловых ремонтеров стал механизированным.

В составе звена 3...5 русловых ремонтеров. В паспорте звена приведены данные о закрепленной технике, основные сведения о системе, посевные площади и плановая урожайность, смета на работы по обслуживанию системы, листок оценки качества работ, план расположения каналов, коллекторов, дрен, сооружений. Одно звено обслуживает 4,4 тыс. га. За звеном закреплено: четыре трактора МТЗ, экскаватор ЭО-2621, один автомобиль, четыре косилки. Весной звено подготавливает систему к пропуску паводка, готовит оросительную сеть, окрашивает щиты, подъемники, задвижки, удаляет посторонние предметы из каналов для подготовки к окашиванию, засыпает понижения на полях, вывозит органические удобрения. Летом звено занимается окашиванием каналов, устранением деформаций, осенью — участвует в уборке урожая, подготовке системы к зимовке. В зимний период звено ремонтирует эксплуатационные дороги и вывозит органические удобрения. Звено устраняет дефекты в работе и обеспечивает повышение производительности труда и урожайности на полях. Договор на техническое обслуживание мелиоративной системы в хозяйствах составляется УОС на 3...4 года. При звеньевом техническом обслуживании обеспечивается материальная заинтересованность в получении высоких урожаев на закрепленных полях.

Эксплуатационная служба на системах имеет следующие технические документы:

план системы в масштабе 1 : 25 000 с показанием сети, полей севооборотов, водоприемников, валов, дорог, постов учета воды, скважин, границ участков;

продольные и поперечные профили водоприемников, каналов, трубопроводов, дорог, валов и др. На профилях указаны уклоны, отметки, места расположения сооружений;

ведомости сооружений, креплений откосов, каналов, гидропостов, скважин, реперов и береговых знаков;

паспорта на системы и отдельные сооружения, исполнительные чертежи. Эксплуатационные управления (УОС) составляют годовые отчеты и перспективные планы. Виды и объемы ремонтных работ определяют на основании дефектных ведомостей. Капитальные ремонты и реконструкцию проводят по проектам и сметам.

Годовые планы разбивают по кварталам. Утвержденные планы служат основными документами для финансирования эксплуатационных работ. Осенью проверяют техническое состояние систем и определяют объемы ремонтных работ на предстоящий год

Управления осушительных систем составляют оперативные и годовые отчеты о выполнении эксплуатационных работ. Годовые отчеты рассматривают на балансовых комиссиях вышестоящих организаций, после утверждения данные отчетов вносят в паспорта.

Перспективные планы составляют на основании производственных исследований, с учетом прогрессивных норм, достижений передового опыта науки и техники.

3. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ РАБОТЫ НА ОСУШИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

На осушительных системах выполняют четыре вида эксплуатационных работ: управление водным режимом, перераспределение расходов воды по массивам (этот вид работ выполняют на системах, где осуществляются поливы и увлажнения, а также поддержание уровней грунтовых вод при откачке воды на обвалованных участках); надзор и обслуживание технических устройств на всех системах; ремонты сети и сооружений, очистку каналов и водоприемников от наносов и зарастания, очистку дрен и коллекторов; реконструкцию и дооборудование проводят периодически для повышения технического уровня систем.

На системах постоянный эксплуатационный штат в УОС, на эксплуатационных участках и на линии обосновывает все виды эксплуатационных работ, управляет водным режимом, ведет надзор и обслуживает технические устройства систем. Для ремонтов сооружений и очистки сети в весенний и осенний периоды имеются бригады рабочих и механизаторов. Для реконструкции и дооборудования систем привлекают строителей и механизаторов через СМУ и ПМК. Число единиц постоянного эксплуатационного штата для организации всех работ на системе и для управления водным режимом изменяется в зависимости от технического состояния систем. На системах двухстороннего регулирования водного режима почвы, где построены водохранилища, регуляторы, валы, насосные станции, число единиц на 1 000 га осушаемых земель 4...5; на простых системах, где осуществляют только отвод избыточной воды и проводят надзор и обслуживание систем, 1...2.

В зависимости от объемов ремонтных работ на системах число рабочих и механизаторов на 1 000 га изменяется от 4 до 10. Например, в Литовской ССР для обслуживания осушительных систем с закрытым дренажем площадью 1,6 млн. га организовано 44 УОС. В УОС штат из пяти человек, на каждые 8 тыс. га выделены эксплуатационные участки. Линейный персонал — русловые ремонтеры по обслуживанию 8...12 км каналов. Число ремонтеров около двух на 1 000 га осушаемых земель. Виды и объемы ремонтных работ определяются работниками УОС и гидротехниками хозяйств. Осенью специалисты УОС и хозяйств проверяют состояние сети и сооружений, составляют дефектные акты. Надзор и уход за межхозяйственной сетью проводят русловые ремонтеры и сезонные рабочие. Текущий ремонт осенью и весной выполняют механизированные отряды УОС, СМУ, ПМК, в зависимости от объемов работ. В хозяйствах выделяют ремонтеров из расчета один человек на 200...300 га земель, осушаемых закрытым дренажем. Они находятся в полевых бригадах и участвуют в полевых работах. Заработная плата ремонтера зависит от урожайности культур в бригаде.

Для удаления наносов и растительности из каналов организованы специальные бригады.

Эффективность и долговечность работы систем зависят от своевременного выполнения эксплуатационных мероприятий: надзора за работой звеньев систем; обслуживания устройств на системе; проведения временных мероприятий; текущих ремонтов; капитальных ремонтов и переустройства.

Постоянные русловые ремонтеры и постоянные звенья ремонтеров осуществляют надзор и уход за каналами и дренами. Для нормальной работы системы эксплуатационная служба обеспечивает выполнение следующих мероприятий: понижение уровней воды в каналах, которые принимают воду из дрен и коллекторов, чтобы не было подпоров воды; очистку каналов и устьев дрен от наносов, растительности, камней, дерна, пней и др.; поправку откосов каналов, бермы очищают от кустарников и растительности; поправку воронок и фильтров для сброса поверхностных вод в каналы; систематические наблюдения за работой гидротехнических сооружений — труб-переездов, регуляторов дренажных устьев, перепадов, быстротоков, колодцев, фильтров и др.; устройство на каналах достаточного числа переездов, мостиков, водопоев для скота и др.

Надзор за системой ведут в течение года. Состав работ по надзору за системой: контроль за соблюдением правил эксплуатации системы землепользователями; наблюдение за работой всех звеньев системы, обнаружение повреждений, выяснение причин и ликвидация повреждений; профилактические мероприятия — отвод поверхностных вод с понижений, удаление посторонних предметов из каналов, устьев и гидросооружений, устранение мелких повреждений на всех устройствах; наблюдение за водным режимом по водомерным постам, в контрольных колодцах и скважинах, регулирование (сброс и задержание) стока при помощи регуляторов, каналов и водохранилищ; наблюдение и контроль за соблюдением противопожарных мероприятий на осушаемых торфяниках, ликвидация очагов пожаров; организация дежурств в период паводка на ответственных сооружениях, устранение очагов аварий.

Состав работ по уходу за системами: профилактическая очистка каналов от наносов на отдельных участках при толщине слоя наносов до 10 см; удаление травяной и кустарниковой растительности в каналах со дна, с откосов, дамб и берм; очистка труб-переездов, лотков, дренажных устьев, колодцев, фильтров и др.; ежегодная покраска реперов — пикетов, ограждающих и преду-

предительных знаков; исправление мелких повреждений на каналах, сооружениях, дамбах и дорогах; подготовка системы для пропуска паводков.

При профилактической очистке каналов один раз в год наносы и донную растительность складывают слоем не более 0,1 м не ближе 1 м от бровки канала. Растительность с откосов каналов скашивают 2 раза в год — в июне и в августе. После весеннего паводка проверяют состояние всех сооружений, чистят отверстия. В хозяйствах проводят агромелиоративные мероприятия — эксплуатационную планировку земель и отвод поверхностных вод с понижений. Кротование повторяют на тяжелых почвах через три года. Планировку выполняют по вспаханному, дискованному и очищенному полю весной или осенью планировщиками. Прирост урожая при хорошей планировке составляет 10...15 %. Весной и летом после ливней воду отводят из понижений и придорожных полос. Все работы на внутрихозяйственной сети проводят за счет средств хозяйств своими силами или по договору при техническом обслуживании УОС или ПМК. Надзор и уход за каналами и сооружениями проводят русловые ремонтеры, за которыми по акту закреплены участки каналов и отдельные сооружения. Ремонтеры ведут рабочие журналы, в которых указывают объемы работ, выполненных за рабочий день. Контроль за работой ремонтера проводят один раз в месяц, в журнал заносят результаты проверки. Ремонтеру выплачивают заработную плату после контроля его работы.

Каналы, сооружения, коллекторы и дрены осматривают 2...3 раза в год — после паводка весной, летом и осенью. Многие осушительные системы отводят воду в зимний период. В этом случае необходим надзор и уход за системой в зимний период — устранение льда и снега из отверстий мостов, труб и устьев, заделка трещин в дамбах и др.

Эксплуатационная служба проводит противопожарные мероприятия, в летне-осенний период устраняет деформации в каналах и сооружениях, очищает отверстия от завалов, наносов, растительности. Перед началом паводка скалывают лед с бетонных стенок, с креплений каналов, отверстий труб и устьев. В осенне-зимний период завозят аварийный материал — бревна, доски, фашины, песок, мешки, навоз и др. Промоины в дамбах закладывают мешками с песком или фашинами. На дамбах, насосных станциях и на больших сооружениях вводят круглосуточное дежурство. На период пропуска паводка выделяют аварийные бригады, транспорт и материалы. При авариях комиссия выясняет причины, определяет объемы повреждений и намечает порядок и сроки устранения последствий аварий. При осушении торфяных массивов проводят противопожарные мероприятия — строят регуляторы и противопожарные каналы для подачи воды на тушение пожаров. Эксплуатационная служба содержит в образцовом порядке реперы, береговые, устьевые и предупредительные знаки и др.

4. ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ НА ПОЛЯХ

Прибавки урожаев овощных культур от увлажнения составляют 30...90 %, на культурных пастбищах — 15...20 %. Дополнительный чистый доход в севообороте от шлюзования исчисляется 28...45 р/га, от дождевания — 51...101 р/га. Предельные капитальные затраты на устройства для увлажнения, которые окупаются в нормативные сроки, в овоще-кормовом севообороте составляют 630 р/га, в том числе по культурам: зерновые не окупаются, картофель 1 260 р/га, овощи 4 500 р/га, травы (сено) 360 р/га, пастбища 640 р/га.

Для Нечерноземной зоны РСФСР вероятность увлажнения за сезон по годам составляет: яровые зерновые — 0,45; травы и овощи — 0,75; картофель — 0,5; пастбища — 1. Нормы увлажнения (орошения) в годы различной обеспеченности приведены в таблице 40.

40. Нормы увлажнения для некоторых культур в Нечерноземной зоне РСФСР, м³/га

Культуры	Год обеспеченности		
	95%	75%	50%
Капуста	1 100...1 300	800...1 100	700...1 000
Корнеплоды	2 100	600	200
Многолетние травы	1 300...3 000	1 800	900
Картофель	700...1 600	1 000	500

На осушительных системах составляют планы увлажнения полей, в которых определяют потребные расходы для увлажнения и передают их в УОС для расчетов системных планов водораспределения.

Внутрихозяйственные планы увлажнения полей составляют по севооборотным массивам. В трех расчетных таблицах дают: обоснование оросительных и поливных норм для подачи и сброса при избыточном поступлении воды; расчетные потребные расходы воды для подачи и сброса по массивам, потребное число машин для полива в календарные сроки; очередность работы машин на полях, согласование поливов и обработок.

Регулирование влажности на полях проводят с соблюдением следующих условий: уровни грунтовых вод поддерживают не ниже 60...110 см; поливные нормы при дождевании 150...400 м³/га; нормы увлажнения при шлюзовании — 1,1...2 тыс. м³/га.

Нормы подачи воды и сброса определяют по декадам балансовыми расчетами для типовых участков.

Схема расчетов:

в марте с учетом прогнозов определяют расчетный год — ожидаемые по декадам за апрель — сентябрь расчетные расходы водоприемников, уровни грунтовых вод по массивам, темпера-

туры воздуха, осадки, испаряемость. Они могут быть приняты из ряда лет 95, 75, 50, 25 и 5%-ной обеспеченности. Например, для Яхромской системы Московской области осадки в июле в год 90%-ной обеспеченности составляли 37 мм, в год 25%-ной обеспеченности — 108 мм;

по участкам для легких, средних и тяжелых суглинистых почв, для супесчаных почв и торфяников устанавливают расчетные характеристики — полную (ПВ) и наименьшую (НВ) влагоемкость, водоотдачу (γ);

по участкам по декадам определяют расчетные уровни грунтовых вод 0,5; 0,75; 1; 1,25 м;

по культурам (зерновые, травы, овощи, картофель) устанавливают расчетные глубины корневой системы, допустимое снижение влажности (в % НВ) в расчетном слое.

Балансы влажности составляют по декадам:

$$W_к = W_н + M_о + M_г - E_о,$$

где $W_к$, $W_н$ — запасы влаги на конец и на начало декады; $M_о$ — пополнение запасов за счет осадков; $M_г$ — подпитывание слоя почвы грунтовыми водами; $E_о$ — испаряемость, или расход влаги на испарение почвой и транспирацию растений.

Расчеты начинают с декады начала роста растений в большинстве случаев с 01.05, при $W_н = ПВ$, и заканчивают декадой уборки урожая.

Запасы влаги на конец декады должны быть в пределах НВ — 0,7 НВ. Если влажность больше НВ, то осуществляют сброс ПВ—НВ$=m_с$, если меньше 0,7 НВ, то полив $m_о$=НВ—0,7НВ$\sim$ $\sim$0.3 НВ или $m_о$=НВ—$W_н$.

В зависимости от интенсивности осадков в расчет принимают осадки с коэффициентом использования 05...1, в большинстве случаев $M_о = 0{,}7\ O$ (O — осадки по данным метеостанций).

Подпитывание от грунтовых вод может быть принято:

по формуле ГГИ:

$$M_г = E_о / e^{mh};$$

по формуле С. Ф. Аверьянова

$$M_г = E_о (1 - h/h_к)^2,$$

где $E_о$ — испаряемость за расчетный период; e^{mh} — параметр, зависящий от почв (m) и глубины грунтовых вод (h). Его определяют по таблице. Например, для средних почв при глубине грунтовых вод 1 м e^{mh}=2,23; h, $h_к$ — глубины грунтовых вод — фактическая и критическая, из которой начинается испарение.

Испаряемость $E_о$ (мм/мес) подсчитывают по формуле Н. Н. Иванова:

$$E_о = 0{,}0018\,(t + 25)^2\,(100 - a),$$

где t — среднесуточная температура воздуха за месяц, °С; a — относительная влажность воздуха за месяц, %.

Для типовых участков составляют расчетные графики (рис. 52), по которым определяют расчетные (м³/га) нормы поливов ($m_о$) и нормы сбросов $m_с$.

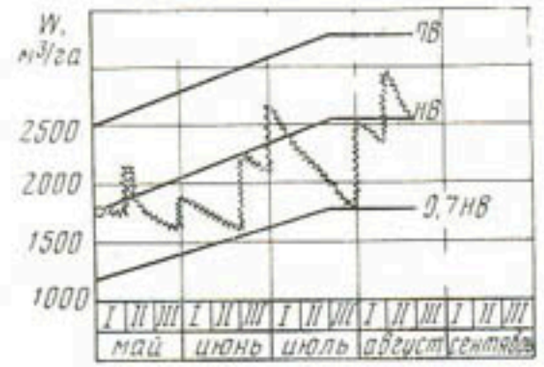


Рис. 52. Схема расчетных графиков регулирования влажности на полях осушительных систем.

По графикам вычисляют нормы подачи ($Q_п$) и сброса ($Q_с$) воды, а также сроки поливов, расчетные расходы воды в зависимости от площади, для которой характерен график. Сброс воды $Q_с$ (л/с):

$$Q_с = m_с ω / 86{,}4 t_с;\ t_с = m_с / 86{,}4 K_о,$$

где $t_с$ — продолжительность сброса воды в зависимости от модуля дренажного стока ($K_о$, л/(с·га)).

Подачу воды находят по формуле

$$Q_п = m_о ω / 86{,}4 t η;\ t = mω / W_м,$$

где $W_м = QtK_и$; t — время работы машин на поливе; $K_и$ — коэффициент использования времени на поливе. Для машин ДДА-100М $Q_м$ = 100 л/с, для ДДН-70 $Q_м$=65 л/с. Для ДДА-100М $W_м$=0,1·16·3 600·0,75=4 320 м³, а $t = m_о ω / 4\,320$; $η$ — КПД сети при подаче на орошение.

Влажность почвы ($P_ф$) на опытных участках определяют путем замеров. Расчетную поливную норму вычисляют по формуле

$$m_о = 100 Hd\,(P_{НВ} - P_ф),$$

где H — глубина расчетного слоя, м; d — плотность почвы в слое, т/м³; $P_{нв}$, $P_ф$ — весовые проценты влажности почвы при наименьшей влагоемкости и фактическая влажность при замерах.

Ведут производственные исследования и накапливают фактические данные о водно-физических свойствах почв, о поливных режимах и эффективности увлажнения. Для предварительных расчетов планов увлажнения ниже приведены сведения применительно к Нечерноземной зоне РСФСР (табл. 41, 42).

Для качественной оценки земель, определяющей плодородие почв и уровень урожайности, применяют баллы бонитета почв. Принято 100 баллов, определены урожайные цены балла, то есть доля средней многолетней урожайности, приходящаяся на 1 балл. Каждому уровню агротехники соответствует урожайная цена балла. В связи с этим различают три уровня агротехники: средний — для всех хозяйств при существующей технике; повышенный — для передовых хозяйств и высокий — перспективный, соответствующий показателям опытных станций и сортоучастков.

Ориентировочная качественная оценка осушаемых среднеокультуренных земель при освоении под овощные севообороты и урожайная цена балла приведены ниже (см. с. 221).

41. Расчет планов увлажнения

Культуры	Расчетный слой почвы, м	Поливной период	Оросительная норма, м³/га	Число поливов	Предел влажности, % НВ	Прирост урожая от дождевания, %
Примерные режимы увлажнения при дождевании						
Капуста:						
ранняя	0,6...0,7	20.05...20.07	1 200...1 500	5...6	75	60...70
средняя	0,6...0,7	05.06...05.08	1 200...1 800	5...7	75	
поздняя	0,6...0,7	15.06...01.09	1 500...2 100	6...8	75	80...90
Лук-репка	0,6...0,7	20.05...20.08	400...600	3...4	75	
Свекла столовая	0,6...0,7	05.05...25.08	600...1 000	3...4	75	60...70
Морковь	0,6...0,7	10.05...20.08	600...1 000	3...4	75	50...60
Картофель	0,7...0,8	20.05...20.08	600...900	2...3	70	35...40
Многолетние травы	0,5...0,6					
Пастбища	1	05.05...01.09	1 300...2 100	5...7	70	20...30

Перенос сроков полива, сут

Среднесуточные температуры воздуха, °С	Осадки, мм					
	10	15	20	25	30	35	40
10...15	5	6	7	8	9	10	11
15...20	4	5	6	7	8	9	10
20...25	3	4	5	6	7	8	9

42. Распределение суммарного испарения по декадам вегетационного периода культур, %

Культуры	Декада						
	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я	6-я	7-я
Картофель	3,4	5,6	6,9	11,0	13,0	15,7	15,8
Сахарная свекла	4,2	4,5	4,8	8,0	8,5	11,9	15,0
Кукуруза	2,5	4,5	6,1	7,4	9,8	13,6	14,7
Яровая пшеница	4,0	6,5	9,7	14	16,2	15,3	12,1
Ячмень	3,2	6,6	12,2	18,6	18,7	14,5	11,4
Озимая пшеница	2,0	5,2	9,1	12,6	16,4	16,9	16,3
Озимая рожь	2,6	6,5	11,7	14,2	15,3	14,3	15,1
Горох	3,8	6,8	12,3	14,5	17,5	16,9	14,9
Столовая свекла	1,3	3,7	4,4	6,2	8,6	8,5	9,8
Морковь	2,3	3,3	4,5	7,1	9,4	12,0	15,0
Капуста	2,2	4,2	4,7	6,7	7,5	11,1	12,7
Лен	4,5	7,6	9,1	12,5	18,2	19,1	12,4
Многолетние травы	3,9	7,2	7,8	9,9	9,4	10,9	11,0

Продолжение

Культуры	Декада						
	8-я	9-я	10-я	11-я	12-я	13-я	14-я
Картофель	10,3	7,8	6,1	3,4	0,8	0,3	
Сахарная свекла	11,2	10,2	7,7	6,0	4,6	3,3	—
Кукуруза	14,3	12,7	7,9	5,6	0,9	—	—
Яровая пшеница	9,8	6,8	2,9	2,2	0,3	—	—
Ячмень	9,0	4,9	0,9	—	—	—	—
Озимая пшеница	9,6	7,8	3,2	0,9	—	—	—
Озимая рожь	8,5	7,1	3,2	1,5	—	—	—
Горох	6,9	5,0	1,4	—	—	—	—
Столовая свекла	11,1	8,9	9,1	11,7	4,2	10,5	2,1
Морковь	13,4	11,7	8,0	5,9	4,0	3,4	—
Капуста	10,7	10,0	8,1	6,4	6,7	9,1	—
Лен	10,1	6,5	—	—	—	—	—
Многолетние травы	9,3	9,7	8,3	6,2	3,0	2,7	0,8

Почвы	Баллы	Почвы	Баллы
Дерновые, аллювиальные	57...61	Супесчаные	66...73
Супесчаные	70...72	Глеватые	60...63
Среднесуглинистые	76...78	*Бурые лесные*	
Тяжелосуглинистые	51...65	Среднесуглинистые	70...72
Подзолистые		Тяжелосуглинистые	46...74
Песчаные	50...55	*Торфянистые*	
Супесчаные	60...66	Дерново-глеевые	58...65
Среднесуглинистые	65...67	Подзолистые	53...59
Тяжелосуглинистые	50...65	Перегнойные в поймах	68...79
Лесные			
Среднесуглинистые	75...77		
Тяжелосуглинистые	58...75		

Продолжение

Урожайная цена балла, кг/(балл · га)		Урожайная цена балла, кг/(балл · га)	
Зерновые	42	Травы на зеленый корм	240
Картофель	280	Травы, сено	62
Овощи	475	Сенокосы культурные	58
Кормовые корнеплоды	560	Пастбища культурные	250
Силосные	320		

Расстояние между дренами в условиях Нечерноземной зоны РСФСР при осушении мелкозернистых песков принимают равным 30...50 м, супесей 25...35 м, средних суглинков — 14...20 м, торфа низинного — 20...40 м.

На осушаемых землях необходимо проводить комплекс агротехнических мероприятий, обеспечивающий при увлажнении земель получение плановой урожайности культур (табл. 43). Ежегодно проводят эксплуатационную планировку земель на минеральных слабоводопроницаемых почвах с коэффициентом фильтрации менее 0,1 м/сут. Планировкой устраняют мелкие бессточные западины и неровности, профилируют поверхность, создают равномерные уклоны. Планировку выполняют планировщиками и волокушами при влажности среднесуглинистых почв не более 19...20 % массы сухой почвы.

43. Агромелиоративные мероприятия, проводимые на осушаемых землях

Мероприятие	Его назначение	Чем выполняют
Узкозагонная вспашка	Проводят осенью для ускорения стока. Загоны по уклону через 12...20 м	Плуги ПН-4-35, ПКС-3-35 и др.
Нарезка гряд	Гряды под посев или посадку по уклону для ускорения стока	Грядоделитель
Гребневая вспашка зяби	Проводят по уклону для ускорения стока	Плуги без отвалов
Гребневый посев озимых	На малых уклонах гребни делают по уклону	Специальные сеялки, агрегат ГСД-1,4
Нарезка водоотводных борозд	Нарезают поперечные водоотводные борозды и выводят в сбросную сеть	Бороздоделитель
Глубокое рыхление без отвалов	Проводят осенью на глубину 30...35 см по уклону	Плуги, рыхлители
Кротование	На глинистых почвах поперек дрен на глубину 30...45 см через 1...1,5 м диаметром 5...6 см	Крот-9Б, Крот-3, Крот-5
Эксплуатационная планировка	Заравнивание микропонижений после уборки урожая	Планировщики П-4, П-2,8А, волокуши

На осушаемых землях проводят культуртехнические работы в целях создания условий для интенсивного освоения земель. Они включают очистку площадей от кустарников и мелколесья, удале-

ние пней, кочек и мохового очеса, ликвидацию древесины в торфе, уборку камней, первичное освоение земель. На новых землях культуртехнические работы проводят за счет строительства. При эксплуатации культуртехнические работы проводят на отдельных участках при расширении контуров, а также в местах осушительных каналов. Кустарник высотой 1,5...2,5 м запахивают на глубину 25...30 см. Стоимость очистки территории от кустарника и мелколесья при средней густоте составляет 165 р/га. Для нормальных условий выращивания сельскохозяйственных культур пахотный слой наращивают до глубины не менее 24 см. Внесение минеральных и органических удобрений повышает содержание гумуса и способствует развитию полезной микрофлоры.

При окультуривании почв среднего плодородия под овощные культуры доза органических удобрений составляет 60...70 т/га в течение 2...3 лет, азота — 100...130 кг/га, фосфора — 70...90 кг/га, калия — 80...100 кг/га ежегодно.

В Нечерноземной зоне РСФСР под кислыми почвами занято 82,2 % площади пашни. Кислотность почв устраняют известкованием (табл. 44).

44. Дозы извести на кислых почвах, т/га чистого сухого $CaCO_3$

Почвы	Сильнокислые почвы, pH 4...4,5	Средне-кислые почвы pH 4,6...5	Слабокислые почвы, pH 5,1...5,5	Почти нейтральные почвы, pH 5,6...6	Нейтральные почвы, pH 6,1...7
Супесчаные	5,5...9	4...5	3...4	2,5...3	—
Суглинистые:					
легкие	7...10,5	5,5...6,5	4,5...5,5	3,5...4	—
средние	8...11,5	6,5...7,5	5...6,5	4...5	—
тяжелые	10...14	7...9	6...7	4...6	3
глины	11...18	8...9,5	6,5...8	4,5...5,5	4

Дозы извести рассчитывают из условия снижения кислотности (pH 5,5...6); продолжительность действия извести 6...8 лет, после чего известкование возобновляют и повторяют через 4...5 лет. За один прием под вспашку вносят 7...8 т/га извести. При больших дозах известь вносят в 2...3 приема при вспашке и культивации. Известкование проводят весной и осенью.

Создание прочной кормовой базы — основная задача интенсивного земледелия на осушаемых землях. В Нечерноземной зоне РСФСР пастбищ и сенокосов насчитывается 13,2 млн. га, или 31,1 % площади сельскохозяйственных угодий.

Коренного улучшения лугов и пастбищ на осушаемых землях добиваются посевом многолетних трав. Культурные пастбища разбивают на загоны, устраивают водопойные площадки и скотопрогоны. Для повышения продуктивности пастбищ выполняют следующие работы: минеральную подкормку трав, подкашивание трав в загонах, уход за мелиоративной сетью, поливы, выпас скота (табл. 45).

Примерные эксплуатационные затраты на культурных пастбищах на дерново-подзолистых почвах: отчисления на амортизацию

45. Состав травосмеси и нормы высева семян для культурных пастбищ, кг/га

Травы	Пастбища на почвах		Примерные дозы минеральных удобрений для культурных пастбищ за сезон, кг/га
	минеральных	торфяно-болотных	
Клевер:			
красный	6 . . . 8		
белый	4 . . . 5	4	$N_{240...360}$
Овсяница луговая	6 . . . 8	8	$P_{90...90}$
Мятлик луговой	2 . . . 4	3	$K_{90...120}$
Лисохвост луговой	4 . . . 6	—	
Райграс пастбищный	2 . . . 4	—	
Ежа сборная	5 . . . 6	—	
Тимофеевка	—	5	
Костер безостый	—	8	
Всего	29 . . . 41	28	

устройств — 168 р/га; текущий ремонт и подсев трав — 62 р/га; текущий уход, подкормка, подкашивание 2 раза — 84 р/га, всего 314 р/га.

На осушительных системах пойменные земли затапливают в весенний паводок. Необходимо проводить регулировочные работы, не допускать длительного затопления посевов трав и пахотных земель. Нормы затопления 2...4 тыс. м³/га. Затопление пашни допускается 6...8 сут., посевов трав — 12...15 сут. Время понижения уровней грунтовых вод после затопления до глубины 0,6...0,7 м составляет 15...18 сут и определяется расчетом

$$t = M_з/86{,}4K,$$

где $M_з$ — норма отвода избыточной воды, м³/га. Ее определяют как разность между полной и наименьшей влагоемкостью почв. $M_з = 100h\delta$; h — глубина понижения уровней грунтовых вод, $h = 60...70$ см; δ — водоотдача почв, измеряемая в долях, $\delta \sim 0{,}2$; K — дренажный модуль. На хорошо дренированных землях $K = 0{,}7...1$ л/(с·га), на слабодренированных — $K = 0{,}5...0{,}6$ л/(с·га).

При строительстве дренажа коэффициенты фильтрации заметно увеличиваются. Так, на супесчаных почвах при наличии дренажа он равняется 0,56 м/сут по сравнению с 0,30 м/сут без дренажа, на суглинистых соответственно 2,60 и 1,15 м/сут, на глинистых — 0,23 и 0,11 м/сут и на глееватых почвах 0,05 и 0,02 м/сут.

Действие дренажа зависит от многих факторов. При хороших условиях он отводит избыточную воду круглый год. В верхних слоях почвы (0,6...0,7 м) не должна быть избыточная влага. О работе дренажа можно судить по нижеприведенным результатам исследований (табл. 46).

За дренажным стоком необходимо вести наблюдения, определять коэффициенты стока и добиваться такой работы дренажа, чтобы улучшить условия дренированности осушаемых земель. Дренажный сток самый большой весной. Например, в Литве во влажные годы весной он равнялся 54...63 %, осенью — 21...36 % стока

46. Работа дренажа по сезонам года

Место наблюдений	Зима		Весна		Лето		Осень		За год	
	г	к	г	к	г	к	г	к	Сток, мм	к
Голландия	41	88	20	44	10	14	29	55	344	46
Англия	40	82	15	36	13	26	32	57	372	51
СССР:										
Латвия	40	34	55	47	3	3	19	16	117	
Литва	12		70		5		13		121	
РСФСР										
Калининградская область	41	28	31	22	6	2	22	11	96	13
Ленинградская область	—	—	36	17	23	6	41	13	51	9

Примечание. г — процент от годового дренажного стока, к — коэффициент стока, % осадков.

по дренажу. На орошаемых участках запасы влаги в почве на 60...70 мм больше, чем на неорошаемых при дренаже. Гидрограф дренажного стока — важная характеристика дренажа, поэтому необходимо вести производственные исследования по дренажному стоку. На основании данных исследований определяют коэффициенты интенсивности дренажа, которые зависят от почвенных условий, глубины дрен, расстояний между дренами и интенсивности поступления воды. На осушаемых землях контролируют изменение мелиоративной обстановки, для чего каждую декаду замеряют уровни грунтовых вод в контрольных скважинах или в смотровых колодцах, а также выборочно по типовым участкам по культурам определяют влажность почвы в слое почвы 0,3 м. Данные замеров наносят на графики и используют при корректировании планов водопользования по массивам. Учет воды, поступающей на увлажнение земель, и сбросной воды, поступающей в межхозяйственные каналы, проводят по водомерным постам, которые размещают в местах забора воды и сброса в каналы. Для автоматического учета воды устанавливают расходомеры или лимниграфы. Наблюдения за расходами воды в местах ее подачи для орошения и сброса с полей ведут не реже одного раза в смену работы машин. Для регулирования влажности на полях необходимо иметь данные о почвах (полная и наименьшая влагоемкость, плотность, порозность, водоотдача, глубина пахотного слоя, механический состав и др.), о грунтовых водах (изменение уровней по декадам), о культурах (сорт, фазы развития, водопотребление, пределы изменения влажности, агротехника, удобрения) и о погодных условиях (испаряемость, осадки). Эти данные систематически накапливают и оперативно проводят плановое водопользование.

При регулировании влажности на полях интенсивность действия дренажа оценивают в зависимости от почвенных условий, глубины дрен и расстояний между дренами.

По данным Ц. Н. Шкинкиса, в средний год дренаж (глубина заложения дренажа $h = 1,4$ м, расстояние между дренами $b = 16$ м, $d = 100$ мм, $K_Ф = 0,02...0,06$ м/сут) отводил избыточную воду в количестве 311 мм, в том числе по месяцам: 09.11 — 208 мм; 12.02 — 13 мм; 03.05 — 90 мм; 06.08 — 0.

В зависимости от глубины заложения дрен уровни грунтовых вод в годы различной обеспеченности значительно колебались (табл. 47).

47. Уровни грунтовых вод, см

Глубина заложения дрен, м	Обеспеченность, %				Число суток стояния грунтовых вод ниже 70 см
	5	10	25	50	
1,8	49	68	100	135	29
1,5	43	66	97	124	23
1,2	25	49	73	96	40
0,9	0	7	36	73	122
Без дрен	0	1	14	53	175

В результате исследований, проведенных в 1964...1978 гг., были установлены следующие причины переувлажнения отдельных участков земель в Латвии: недостаточное расстояние между дренами — $b = 18,5$ м, норма $b = 12,5$ м; дрены необходимо загущать в пониженных местах и засыпать гравием, отводить поверхностные воды из впадин; недостаточная глубина дрен — 1,2...1,4 м, норма 1,4...1,6 м; дрены нельзя укладывать в глинистую массу. Необходимо провести предварительное осушение перед укладкой дренажа. В неустойчивых грунтах дрены укладывают на стеллажи и защищают фильтрующим материалом, присыпают дрены гумусовым слоем; необходимо окультуривать почвы, повышать их структурность (рыхление, кротование, удобрения, посевы трав и др.); не следует использовать тяжелые машины на обработках, а также избыточные минеральные удобрения, которые повышают кислотность почв и приводят к зарастанию дренажа железистыми соединениями. Желательно иметь дренажные системы площадью до 50 га.

При кротовании на глинистых почвах дренажный сток увеличивается в 2 раза, уровень грунтовых вод на 20...40 см ниже, спелость почвы наступает на 4...8 дней раньше, урожайность культур выше на 20...30 %. Расстояние между кротовинами 1...1,5 м, глубина 0,5...0,6 м, диаметр 5...6 см. Срок действия 2...4 года. Стоимость работ 10...15 р/га.

5. СИСТЕМНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ РАСХОДОВ ВОДЫ ПО МАССИВАМ ПРИ ОСУШЕНИИ

Развитие осушительных мелиораций приводит к перераспределению стока воды по территории — отводить воды из районов избыточного увлажнения, задержание расчетного стока в пределах

систем и подача воды в маловодные районы. На межхозяйственных осушительных системах составляют системные планы водораспределения с учетом режимов расходов воды в водоприемниках, объемов воды в прудах и водохранилищах, потребностей воды для орошения и увлажнения, а также санитарных расходов воды по рекам и каналам.

Эксплуатационные управления (УОС) накапливают данные для расчетов по массивам, на которых учитывают расходы воды в водотоках (приходная часть) и потребность воды для орошения, увлажнения и попуски (расходная часть). Расчеты составляют по декадам для лет различной обеспеченности — 95, 75, 50, 25, 5 %-ной. Если при сопоставлении расходов, имеющихся на массивах и потребных в пределах этих массивов, будет избыток воды, то ее отводят с массивов, при недостатке ее подают из водохранилищ, соседних речек по каналам при помощи регуляторов и насосных станций. Расчеты составляют на два периода: пропуск паводков и распределение расходов для затопления пойменных земель и на период подачи воды для орошения и увлажнения с мая по сентябрь. Потребность воды для орошения и увлажнения определяют по хозяйственным планам водопользования, которые составляют с учетом лимитов.

Схема расчетов системных планов водораспределения:

определяют расчетные расходы водоприемников по декадам по створам через 10...15 км для характерных лет 95, 75, 50, 25, 5 %-ной обеспеченности; приток воды и подачу на нижерасположенные системы, уровни воды в реках, выясняют периоды подтопления каналов и устьев дрен. Расчетные расходы определяют по аналогии с оросительными системами;

определяют потребные расходы по расчетам хозяйств для орошения и увлажнения. При этом учитывают потери воды при водораспределении по руслам рек и каналов. Расчеты выполняют от точек выдела хозяйств до водоприемников и водохранилищ;

увязывают потребные расходы воды с имеющимися в наличии, проводят расчеты в обратном порядке от водоприемников до точек выдела. Расходы подачи воды для орошения и увлажнения с допустимой невязкой ± 5 % по декадам записывают в диспетчерские графики водозаборов и водораспределения;

системные планы водораспределения утверждают в исполнительных комитетах — в районных, областных или республиканских в зависимости от площади обслуживания и территориальных границ землепользователей.

Планы водораспределения оперативно корректируют в зависимости от расходов воды в реках и погодных условий.

В эксплуатационных управлениях организована гидрометрическая служба, в обязанности которой входит:

определение расходов и уровней воды в реках, каналах, водохранилищах, насосных станциях и др.; наблюдение за уровнями грунтовых вод по створам, а также выборочные замеры влажности почвы на полях; замеры расходов в реках, каналах, коллекторах

и дренах в целях повышения пропускной способности; наблюдения на опытных участках для установления расчетных нормативов для планового водопользования на системе; производственные исследования для оценки действия системы и совершенствования ее устройств.

Состав работ и пункты наблюдений устанавливают по проекту. Наблюдения проводят длительно для оценки направленности процессов развития системы.

В системном плане водораспределения рассматривают мероприятия по регулированию стока на водоразделах, на пойменных землях и по руслам рек.

На осушительных системах распределение водных ресурсов неравномерное и в засушливые годы возникает необходимость подавать воду из водохранилищ и соседних рек. Так, в Московской области имеется 2 тыс. рек, из них 700 длиной до 10 км. В бассейне р. Ловати (Псковская область) 590 рек, из них 80 % длиной до 1 км. В Рязанской области 192 реки, из них 156 длиной до 20 км и расходы 80 %-ной обеспеченности менее 200 л/с, 25 рек длиной 67 км и расходами от 200 до 1 000 л/с. В Нечерноземной зоне РСФСР преобладают малые реки, в которых летние расходы не обеспечивают потребность в воде для орошения, поэтому там создают водохранилища по регулированию стока, строят каналы по перераспределению его.

В Рязанской области по расчетам требуется орошать 200...250 тыс. га земель. Из живого тока рек для орошения можно забрать воду для 40...50 тыс. га. Потребуется регулирование стока в водохранилищах и в прудах, будет зарегулирован сток в 14 реках. Недостаточная водообеспеченность отмечается в Калужской, Орловской, Тульской, Брянской, Московской областях и др.

Ниже приведены примеры некоторых осушительных систем, где проводят межхозяйственное водораспределение.

Ирпенская система (Киевская область) эксплуатируется с 1951 г.; площадь осушаемых земель 8 тыс. га. Русло р. Ирпень отрегулировано на 147 км, длина осушительных каналов 446 км (56 м/га). Русловых шлюзов 20, шлюзов на каналах 638, насосных станций 16. В верховьях реки построено два водохранилища многолетнего регулирования. Для устранения подтопления водохранилищем Киевской ГЭС построены защитная дамба и насосная станция в устье р. Ирпень. На осушаемых землях выращивают картофель (15 % площади), овощи (20 %), кормовые культуры (65 %). Прибавка урожаев культур от увлажнения и дождевания составляет 25...78 %.

Трубежская система (Черниговская область) эксплуатируется с 1960 г.; площадь осушаемых земель 41,5 тыс. га. Построены насосные станции для подачи воды из рек Десны и Осетра в р. Трубеж в год 75 %-ной обеспеченности в объеме 16 млн. м³, в год 90 %-ной — 30 млн. м³. Река на участке в 124 км отрегулирована, в нее впадает 29 каналов, построено 18 шлюзов, на каналах 798 регуляторов. Весной при избытке воды ее отводят кротовыми дренами, коллекторами и каналами в русло реки. Летом закрывают русловые шлюзы и подпирают воду в каналах. Уровни грунтовых вод повышаются до 0,5...0,6 м на 3...4 сут, затем их сбрасывают. Такие увлажнения проводят 3...4 раза за сезон в засушливые годы. Однако из-за нечеткого регулирования влажности на полях урожаи неустойчивы, колебания по годам составляют 66...272 %. Прибавки урожаев культур за счет увлажнения 30...225 %.

Яхромская система расположена в Московской области; площадь осушаемых земель 10 тыс. га, из них 50 % торфяники на глубине 0,5...6 м. Дренаж на системе гончарный. Для полива дождеванием применяют машины ДДА-100М и ДДН-70. Вода для поливов подается из р. Яхромы насосными станциями. На системе расположены осушаемые земли четырех совхозов, в которых производственные бригады имеют закрепленные земли, машины и дождевальную технику, что способствует получению высоких урожаев овощей (капуста, морковь, свекла) по 45...50 т/га.

Оресская система находится в Полесье; площадь осушаемых земель 98,5 тыс. га, из которых торфяниками занято 78 %. Из водохранилища вода подается для увлажнения на 51,5 тыс. га в каналы и коллекторы. Открытая сеть каналов насчитывает 4,5 тыс. км, шлюзов — 407.

Славская система предназначена для осушения польдерных земель Неманской низменности в Калининградской области. С помощью насосных станций осушают 70 тыс. га земель. Для защиты их от затопления водами р. Немана построены дамбы обвалования высотой 1...6 м и шириной поверху 3,5 м, откосы 1 : 2,5 и 1 : 2. В низине размещена 61 насосная станция. Соединительными каналами они объединены в группы по 3...7 станций. В устьях рек построены шлюзы. Польдеры выделены в три группы: низкого уровня с отметками до 1 м ниже уровня моря; среднего уровня с отметками 1...3 м и высокого уровня с отметками выше 3 м над уровнем моря. Земли осушают открытыми каналами, расстояние между каналами 40...90 и 70...140 м. Насосные станции имеют по два агрегата с электроприводом.. Здания станций размещены в нижней части канала. Насосные станции автоматизированы, управление ведется из диспетчерского пункта. Насосы включаются в работу при подъеме уровней воды в каналах до заданного предела, после понижения уровня насосы автоматически отключаются. Уровни грунтовых вод регулируются в пределах от 0,6...0,7 до 1,1...1,2 м. На польдерных системах насосные станции автоматически включаются и выключаются, что обеспечивает поддержание уровней грунтовых вод в расчетных пределах.

Основная задача системных эксплуатационных управлений (УОС) — обеспечить плановое распределение водных ресурсов систем по массивам, контролировать мелиоративное состояние земель, проводить работы по охране земельных и водных ресурсов в зоне деятельности. Особое развитие получили мероприятия по охране природы после постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР «Об усилении охраны природы и улучшении использования природных ресурсов» от 29.12.72.

Основные источники загрязнения рек — сточные воды промышленных предприятий, населенных пунктов и животноводческих комплексов. При мелиорации земель возникают отрицательные явления, которые ухудшают природные условия на отдельных массивах. В процессе эксплуатации необходимо проводить мероприятия по улучшению природных условий на мелиорированных землях. Состав и объемы мероприятий определяют в проекте в разделе «Охрана природы». Выделяют зоны лесоохраны, рыбоохраны, защиты от затоплений и подтоплений, санитарные и др. Составные части мероприятий по охране окружающей среды: охрана болот, использование сточных вод населенных пунктов и животноводческих комплексов для орошения.

Предупредительные мероприятия на системах в целях улучшения плодородия почв включают следующее:

внесение органических удобрений после планировки земель из расчета 10 т/га на 1 см срезанного почвенного слоя;

устройство отстойников на магистральных каналах для задер-

жания наносов, разравнивание наносов на полях после очистки каналов и отстойников;

двухстороннее регулирование водного режима на полях, создание прудов и каналов для противопожарного водоснабжения;

интенсивный дренаж и поливы на землях, подверженных засолению при подъеме уровней грунтовых вод;

регулирование стока, осушение и орошение, подача воды на безводные участки в целях создания благоприятного водного режима на всех землях системы;

ограничение применения ядохимикатов и минеральных удобрений на мелиорируемых землях;

освоение торфяных почв на системах под посевы трав.

Вокруг животноводческих комплексов создают санитарные закрытые зоны, выделяют полосы шириной от 500 до 2 тыс. м с использованием их под посевы трав и посадки деревьев.

При создании земледельческих полей орошения (ЗПО) сточные воды предварительно очищают в биологических прудах и отстойниках (табл. 48). Их используют для круглогодового орошения. Нормы орошения сточными водами применяют с учетом самоочищающейся способности почвогрунтов (табл. 49). На ЗПО не возделывают культуры, которые идут в пищу человека в сыром виде (овощи, ягоды, бахчи и др.). На них выращивают травы для приготовления травяной муки, сенажа, силоса и семян травы.

48. Примерные площади ЗПО, обеспечивающие полное использование отходов животноводческих комплексов в условиях Нечерноземной зоны РСФСР

Виды животных	Число голов, тыс	Площадь ЗПО, тыс. га
Крупный рогатый скот	2	0,4...0,7
	10	1,4...2
Свиньи	24	0,55...0,65
	108	2,5...3,5

49 Примерные нормы и число поливов культур на ЗПО для Московской области, тыс. м³/га

Культуры	16.10...15.05	16.04...31.04	01.06...01.08	01.09...15.10	За год
Кукуруза на силос	2	—	0,5·2	—	3
Сахарная свекла	2	—	0,5·2		3
Кормовая свекла	2				4,2
Картофель	2	0,5·2	0,6·2		2
Капуста кормовая	2	0,5·1	0,5·4	0,5·1	5
Травы на сено	—	1	0,5·4	1·2	5
Травы на выпас	—	1	0,5·6	1·2	6

На межхозяйственных оросительных системах воду распределяют по точкам выдела с учетом установленных режимов поливов на ЗПО.

Эксплуатационная служба УОС проводит противоэрозионные мероприятия на всех землях в зоне деятельности. Водная эрозия почв (линейная, овражная и ирригационная) проявляется при неупорядоченном водном режиме на полях. На осушительных системах проводят следующие противоэрозионные мероприятия:

на основании почвенно-эрозионных карт в хозяйствах выделяют участки, где внедряют почвозащитные лугопастбищные севообороты с 5...6 полями многолетних трав. Поля севооборотов размещают поперек склонов;

снегозадержание, глубокую вспашку, глубокое рыхление, щелевание, кротование, посевы поперек склонов, полосную обработку почвы, поделки прерывистых борозд и др. Для выполнения противоэрозионных работ имеются специальные машины — сеялки, щелеватели, кротователи, рыхлители, плоскорезы и др.;

для создания корки на эродированных почвах, снижающей размывы почв, применяют полиакраламид;

по балкам и оврагам, берегам рек, по склонам и между оврагами устраивают лесные полосы. Корневые системы лесных насаждений закрепляют почву и укрепляют берега. Посадки деревьев снижают испарение из прудов и водохранилищ;

для закрепления оврагов применяют быстротоки, перепады, консоли, которые сглаживают уклоны и образуют площадки-ступени, где сажают деревья. Проводят террасирование склонов и отводят поверхностный сток.

При ветровой эрозии почву закрепляют посевом трав и посадкой леса. Служба УОС на осушительных системах — основной организатор комплекса мероприятий по рациональному использованию водных ресурсов, повышению плодородия почв и охране водных и земельных ресурсов от загрязнений и истощений.

Для оценки работы осушительной системы определяют следующие показатели: площадь осушаемых земель, коэффициент земельного использования (КЗИ) площади орошения и увлажнения; стоимость сельскохозяйственной продукции, выращиваемой на системе; стоимость устройств системы (балансовая), необходимые затраты на реконструкцию и дооборудование (р/га); затраты (р/га) на эксплуатацию системы — внутрихозяйственные и межхозяйственные; дренированность системы, объем (м³/га) отвода воды дренами за вегетацию; интенсивность понижения уровней грунтовых вод (см/сут); показатель использования воды в системе e (м³/га на 1 °С за вегетацию). При хороших условиях $e = 2...2{,}7$ м³/га на 1 °С.

Показатель e определяют по массивам и по системе балансовыми расчетами: приход воды в систему — осадки (O), весеннее затопление ($З$) и подача воды на орошение (M_1), расход воды — отвод воды дренажно-коллекторной сетью (d) и расход на транспирацию растений и испарение (T).

На мелиорированных землях за вегетацию приход равен расходу $O + З + M_1 = d + T$.

Отсюда

$$T = O + З + M_1 - d,$$

$$T = \alpha e n t,$$

где α — коэффициент земельного использования; n — число дней вегетации (май—сентябрь); t — среднесуточная температура за вегетацию, °С.

При $e < 2$ наблюдается переосушение земель, то есть избыточный отвод воды, при $e > 2{,}7$ — подтопление земель, значит, недостаточный отток.

6. РЕМОНТНЫЕ РАБОТЫ И ОЧИСТКА СЕТИ НА ОСУШИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Эксплуатационная служба обеспечивает надежную работу всех технических устройств на системах, проводит систематический надзор и уход за устройствами и периодические ремонты — текущие, капитальные и аварийные (восстановительные). Текущие и профилактические ремонты проводят 2 раза — весной после прохождения паводка и осенью до морозов в счет затрат на эксплуатацию системы. Капитальные ремонты повторяют периодически через 5...15 лет по технорабочим проектам: за счет амортизационных отчислений на капитальные ремонты. Аварийные ремонты выполняют в случае внезапных разрушений, вызванных стихийными явлениями (паводки, наводнения, ливни и др.). Объемы и характер этих ремонтов устанавливают на основе обследований комиссий, составления актов и расчетов по ликвидации аварий. Состав текущих ремонтов: очистки водоприемников и каналов от наносов, удаление из них водной и древесно-кустарниковой растительности; устранение перекатов и оползней, ремонты креплений откосов каналов, заделка трещин на сооружениях; промывка и прочистка закрытых коллекторов и дрен; ремонты дренажных устьев, колодцев и других сооружений на закрытой сети, а также сооружений, каналов и дорог, вспомогательных устройств (зданий, постов учета воды, связи, скважин и др.). Текущие ремонты составляют до 20 % первоначальной стоимости каналов, сооружений и других устройств. Работы проводят по дефектным ведомостям, которые составляют на основе замеров осенью и калькуляций по проведению ремонтных работ в расчете на единицу объема.

Для обоснования объемов очистки от наносов один раз в два года проводят нивелирование водоприемников и каналов. Отметки дна, откосов и берм наносят на исполнительные профили и выясняют характер и объемы деформаций, а также определяют комплекты машин для очистки. Текущие и капитальные ремонты проводятся ремонтными бригадами и ПМК. Эксплуатационный линейный персонал ведает надзором и уходом за устройствами систем. В состав работ по уходу за осушительными системами, например, Белорусской ССР, входят следующие: земляные работы — 35 %, окашивание растительности на каналах 15, очистка дна каналов от водорослей — 20, профилактические ремонты сооружений — 5, осмотр каналов — 10 %. Объемы земляных работ при текущем ремонте на внутрихозяйственной сети составляли (1975 г.) 10,7 м³/га. Состав капитальных ремонтов: восстановление проектных размеров водоприемников, каналов дорог, коллекторов; замена отдельных сооружений — регуляторов, мостов, труб, устьев, колодцев; восстановление закупоренных дрен и коллекторов с перекладкой линий; устройство новых креплений каналов.

Капитальные ремонты составляют 20...50 % первоначальной стоимости сооружений. Капитальные ремонты каналов зависят от технического состояния и своевременности проведения текущих ремонтов и ухода за каналами в процессе эксплуатации. Ориентировочные сроки службы устройств осушительных систем и сроки проведения капитальных ремонтов учитывают при экономических расчетах и перспективном планировании ремонтно-эксплуатационных работ (табл. 50).

50. Ориентировочные сроки службы и капитальных ремонтов элементов осушительных систем, лет

Элементы системы	Срок службы	Капитальные ремонты	
		на торфяных почвах	на минеральных почвах
Водоприемники	25	10...15	5...10
Проводящие каналы	20	6...10	5...8
Оградительные каналы	10	6...7	4...6
Регулирующие каналы	5...8	4...6	3...5
Гончарный дренаж	50...80	20...25	20...25
Трубы-переезды бетонные	25	8...10	10...12

На ремонтных работах и очистке осушительных каналов применяют машины с учетом того, что объекты рассредоточенные, удельные объемы малые и выемки грунта проводят в основном из-под воды. В Минской области по анализу объемов земляных работ при эксплуатации и строительству определены удельные объемы на единицу длины канала (м³/м): строительство каналов — 8,1; капитальные ремонты — 2,8; текущие ремонты — 0,1. Ремонты каналов проводят в большинстве случаев выборочно, места ремонтов рассредоточенные, что снижает производительность машин. Выемки из-под воды при строительстве составляли 19 %, при капитальных ремонтах — 51 %.

Причины, вызывающие повреждение и разрушение каналов дамб, дрен и сооружений, делятся на природные (паводки, ливни, осадка торфа, засухи и др.) и искусственные (плохое качество проектирования и строительства и эксплуатация системы). Недостатки проектирования: недостаточные исследования грунтов и гидрогеологических условий, ошибки при геодезических съемках и в определении водосборных площадей, неправильные ра-

счеты параметров каналов, дрен, труб, мостов и др., недостаточный объем крепления откосов и дна. Недостатки строительства: отклонение от проектов, неправильное сопряжение каналов, плохая планировка земель, плохое крепление откосов и дрен, превышение зазоров в стыках дрен, обратные уклоны на дренажных линиях и др. Недостатки эксплуатации: несвоевременная очистка каналов, зарастание дрен корнями, разрушение откосов, прогон и пастьба скота по каналам и дамбам, устройство запруд и переездов и др.

Основные виды деформаций и мероприятия по их устранению включают следующее:

заиление каналов наносами в паводок и при ливнях. Для уменьшения заиления овраги и склоны закрепляют. Каналы профилируют с учетом уменьшения наносов;

заиление каналов наносами вследствие неправильного сопряжения боковых каналов, вынос наносов с верхней части системы. Для устранения заиления участки размыва укрепляют, устраивают пороги, уполаживают уклоны;

размывы канала и заиления вследствие изломов уклонов и недопустимых уклонов на размыв и заиление. Размывы и заиления устраняют выравниванием уклонов и устройством быстротоков, перепадов, мощением и др.;

разрушение канала при осадке торфа, выпучивание откосов и дна. Устраняют путем углубления канала;

зарастание канала древесной и травяной растительностью, уменьшение пропускной способности, создание подпоров. Не допускают зарастания канала — откосы и бермы каналов окашивают 1...2 раза в год. Большие кустарники удаляют с помощью арборицидов;

разрушение дна и откосов канала под действием почвенно-грунтовых вод. Вытекание грунтов — плывунов, супесей, мелких песков со дна и откосов. На участках, где проявляются деформации, закладывают дренаж на расстоянии 2...4 м от бровки канала на глубине дна канала, уполаживают откосы и укрепляют дно и откосы;

разрушение откосов канала под давлением грунта кавальеров, когда они размещены вблизи бровки канала. Кавальеры разравнивают слоем не более 0,5 м, устраивают воронки для сброса поверхностной воды, которая скапливается за кавальерами;

размывы откосов дождевыми водами, отложение наносов в каналах. Размывы устраняют при креплении откосов дерном и устройстве ловчих борозд для сброса в канал дождевых вод;

разрушение откосов канала при замерзании и оттаивании грунтов, появление трещин и размывов устраняют креплением откосов дерном и посевом трав;

размывы дна и откосов при малых радиусах поворота каналов. Размывы устраняют креплением вогнутой части каналов гравием, дерном, бетонными плитами;

отложение наносов на участках с расширенным руслом. Профилируют каналы, устраивают буны, траверсы, в отдельных случаях сводные трассы;

разрушение крепленых каналов льдом, промерзание крепления канала и обрушение весной. Разрушения устраняют при скалывании льда вдоль откосов канала;

разрушение каналов при неправильной эксплуатации — несвоевременной очистке, пастьбе скота на откосах, захламлении хворостом, камнями и другими предметами, устройстве запруд, переходов, переездов, вспашке полей вблизи каналов (0,5 м), сплаве древесины по каналу и др. Разрушения устраняются при соблюдении правил эксплуатации каналов. Своевременные надзор, уход, очистки обеспечивают надежную работу системы;

разрушение мостов, труб-переездов, перепадов, регуляторов и других сооружений паводковыми водами, льдом, при осадках фундаментов и др. Нарушения устраняют при очистке отверстий сооружений перед пропуском паводка, скалывают лед с опор, стенок, откосов. На основных гидротехнических сооружениях организовано круглосуточное дежурство, создают запасы аварийных материалов;

подпоры дренажных устьев, вызванные зарастанием и заилением водоприемника, а также осадкой дренажных линий. Подпоры устраняют при расчистке водоприемника и проводящих каналов. Участки дрен, где произошла осадка, углубляют;

заиление дренажных труб в местах, где зазоры между стыками больше 1,5...2 мм для дрен и 2,5...3 м для коллекторов. Деформации устраняют перекладкой дренажа. Высококачественной укладкой считается такая, когда при подъеме одной трубы вместе поднимаются смежные трубы. Минимальный уклон для собирателей 0,002, минимальная скорость воды в трубах 0,2 м/с;

зарастание дренажных труб корнями растений через зазоры. Деформации устраняют прокладкой новой линии не ближе 10...20 м от деревьев и изоляции стыков дрен рубероидом;

разрушение дренажных устьев при осадках, закупорке, размыве водой, подмыве откосов и др. Деформации устраняют при замене устьев надежными конструкциями с сетками, креплением откосов и дна ниже устьев.

Своевременное выявление деформаций и устранение их в процессе ухода, а также при текущих ремонтах обеспечивают долговечную надежную работу осушительной системы.

Ремонтные работы на системах выполняют машинами, которые комплектуют для полной механизации (табл. 51).

По опыту организации ремонтной службы осушительных систем в Белорусской ССР одна ПМК с объемом работ 0,8...1 млн. р. может обслужить 100...120 тыс. га осушаемых земель. В ПМК выделены 2...3 производственных участка. База ПМК — мастерская для ремонта машин (100 единиц в год), гараж на 25 автомашин, склад, навес для машин, нефтесклад, контора, котельная и скважина. Стоимость базы 0,5...0,6 млн. р. База производ-

51. Нормативная потребность в машинах для очистки сети и ремонтов на 1000 га осушаемых земель
(Корженевский, 1978)

Вид работ	Машины	Удельные объемы выемки, м³/м	Производительность	Потребное число машин на 1000 га		
				Сеть		Закрытая + шлюзование
				открытая	закрытая	
Удаление водной растительности	ЭСОКС ВМЖ-200		—	0,04	0,03	0,05
Удаление травяной растительности косилками	ККД-1,5, РР-22, КС-1,2		0,2 га/ч	0,25	0,11	0,21
			0,4 га/ч	2,18	2,94	1,82
Очистка русл от наносов экскаваторами: одноковшовые	Э-653, ТЭ-3М	0,3...1	35 м³/ч	0,03	0,02	0,04
	Э-352, Э-304В	0,3...1	25...40 м³/ч	0,02	0,01	0,04
многоковшовые экскаваторы	ЭМ-202, ЭМ-152	0,05...0,3	30...60 м³/ч	0,14	0,02	0,01
	МР-2А, МР-7, МР-9, МР-10	0,15...1	50...80 м³/ч	0,05	0,01	
		0,05...0,3	75 м³/ч	0,05	0,01	0,01
Каналоочистители	БУ-55, Д-535		100 м/ч	0,04	0,02	0,05
				—	0,49	0,26
Разравнивание кавальеров (бульдозеры)	Д-910, Э-153		—	—	0,25	0,12
Промывка дрен	Д-598, Д-700		—	0,03	0,03	0,03
Планировка дорог	ГАЗ-53А, ЗИЛ-555Б		—		0,07	
Автомобили	УАЗ-452В		—		0,01	
Автобусы	МТЗ-50, Т-40 К-700		—		0,08	
Тракторы колесные			—		0,01	
Трайлер	ЧМЗАП-5208		—		0,01	
Автопередвижная мастерская	ГосНИТИ-2		—		0,02	
Автокраны	К-46, АК-75		—		0,02	
Автозаправщики	03-1664		—		0,02	
Экскаваторы	Э0-4621		—		0,02	
Мотоциклы	МТ-10		—		0,04	

ственного участка — станция технического обслуживания машин, склад, навес, контора, общежитие, нефтебаза. Сметная стоимость 90...100 тыс. р. Удельные объемы выемки не менее 0,12...0,15 м³/м. Один экскаватор может очистить сеть за месяц на площади 200 га и за год на 1,5 тыс. га (табл. 52).

52. Режимы работы машин на ремонтах и очистке каналов

Показатели	Экскаваторы		Каналоочистители
	одноковшовые	многоковшовые	
Годовая выработка, тыс. м³	145	22	200
Число рабочих смен	3	2	2
Зимняя консервация, сут	110	120	120
Выходные и праздничные дни	79	76	76
Ремонты и техническое обслуживание машин	15	14	14
Переезды на объекты, сут	7	7	16
Число суток рабочих	154	148	139
Число часов чистой работы	3 142	2 131	1 557
Коэффициент использования времени:			
календарного	0,51	0,55	0,4
сменного	0,85	0,9	0,7

Удельные объемы механизированных работ по уходу и текущему ремонту открытой осушительной сети в Белоруссии приведены в таблице 53.

53. Удельные объемы работ

Элементы системы	Окашивание 2 раза в год, м²/м	Удаление водной растительности 2 раза в год, м²/м	Очистка наносов, м³/м
Водоприемники	21,6	3,5	0,14
Магистральные каналы	18,2	1,4	0,12
Открытые собиратели, коллекторы	15	—	0,2
Открытые дрены	14,4	—	0,15
Дамбы	12	—	—
Дороги	6	—	—

На работы по текущему ремонту и уходу на каждые 1 000 га осушаемых земель требуется 145 машино-смен комплекта машин. При выполнении работ вручную необходимо иметь 10 русловых ремонтеров, зарплата которых составляет 7,2 р/га. Работы по уходу за осушительной сетью и по текущим ремонтам сезонные, разбросанные по территории с незначительными удельными объемами. Поэтому требуется подбор комплектов машин и внедрение рациональной технологии выполнения работ. Число проходов машин для выемки наносов из каналов при глубине 1,5...2 м и ширине поверху 4,5...8,5 м увеличивают до 3...4, 5...6 и 7...9 раз, в зависимости от слоя наносов в 20, 30 и 50 см.

На осушительных системах каналы и водоприемники очищают каналоочистителями, экскаваторами, многоковшовыми и одноковшовыми, скребками на тракторах, на больших каналах применяют землесосы. Очистку каналов глубиной до 1,5 м и шириной по дну до 1 м с откосами 1 : 1,5 проводят каналоочистителем Д-490М на тракторе Т-75. Производительность машины 30...60 м³/ч. Грунт из канала разбрасывают вдоль бровки на ширину до 10 м.

Многоковшовыми экскаваторами ЭМ-152, ЭМ-202 очищают каналы глубиной до 1,8 м, шириной по дну 0,4...1 м с откосами 1 : 1,5. Каналоочистителем МР-7А очищают каналы глубиной до 1,9 м. Экскаваторы Э-352 и Э-304В с ремонтной лопатой ЛР-2 применяют для очистки каналов глубиной до 2,5 м при зарослях кустарников высотой до 1,5 м. Дренопромывщиком Д-910 на тракторе «Беларусь» промывают дрены длиной 100...150 м. При длинных дренах промывку выполняют по участкам. Каналоочиститель КОБ-1,5 на тракторе Т-100 используют для очистки каналов глубиной до 1,5 м и шириной по дну 0,8 м. Многие виды ремонтных работ недостаточно механизированы. Предстоит разработать конструкции машин для полной механизации эксплуатационных работ. При существующем уровне механизации затрачивается много ручного труда при эксплуатации осушительных систем. В таблице 54 приведены нормативы затрат ручного труда по уходу и текущему ремонту на 1000 га осушаемых земель для условий Белорусской ССР.

54. Нормативы затрат ручного труда на уход и текущий ремонт осушительных систем, сутки рабочего времени на 1000 га
(Корженевский, 1978)

Виды работ	Сеть		
	открытая	закрытая	закрытая+шлюзование
Пропуск паводка и ледохода	14,8	11	35,7
Очистка от наносов русл, ремонт откосов	173,8	140	266,7
Текущие ремонты сооружений	74	55	178,5
Удаление водной растительности	26,8	12,4	21,4
Удаление травяной и древесной растительности	21,7	10,6	18,6
Подсев и подкормка трав	25,6	22,3	33,6
Борьба с землероями	3	3	3
Контрольные вскрытия дренажа	—	54	28
Ремонт закрытого дренажа	—	142,7	75,1
Наблюдение за грунтовыми водами	—	—	0,7
Регулирование уровней щитами	0,6	0,3	3,9
Нивелирование каналов	1	0,6	1,4
Поддержание гидропостов и береговых знаков	8,2	7,6	11,6
Ремонт дамб			19

На системах, где воду откачивают насосными станциями, потребность в машинах на ремонтные работы и затраты ручного

55. Нормы амортизационных отчислений и затрат на текущие ремонты, % первоначальной стоимости

Сооружение и оборудование	Амортизация			Текущие ремонты
	всего	восстановление	капитальный ремонт	
Плотины земляные с креплением откосов	1,9	1	0,9	0,6
Плотины бетонные и каменные	1,6	1	0,6	
Лотки, дюкеры, акведуки	1,14	1	0,14	
Трубопроводы металлические	1,27	1	0,27	
Берегоукрепительные сооружения бетонные	4,55	3,35	1,2	0,8
Водосбросы и водовыпуски при водохранилище бетонные	2,9	2	0,9	
Дамбы защитные без облицовки	2,6	1	1,6	
Внутрихозяйственные сооружения-регуляторы, мосты и др.	3,8	2,5	1,3	1,8
Каналы в облицовке, земляные	3,8	2	1,8	1,5
Водоприемники и каналы	3,8	2	1,8	2,5
Дренаж гончарный:				
в минеральных грунтах	1,9	1,2	0,7	0,8
в торфяных грунтах	2,5	1,4	1,1	1,5
Водосбросы и водовыпуски при прудах	4,5	3,5	1	
Трубы и лотки железобетонные и бетонные	1,4	1	0,4	
Поля орошения и поля фильтрации	9,3	5	4,3	
Дождевальные машины	125	125	—	
Гидрометрические посты				2,2
Закрытая оросительная сеть с трубопроводами:				
железобетонными				0,4
асбестоцементными				0,7
полиэтиленовыми				0,4
Каналы земляные без креплений:				
в минеральных грунтах				4
в торфяных почвах				6
Коллекторы из асбестоцементных труб				0,5
Вертикальный дренаж				4,5
Оборудование насосных станций				5
Машины:				
ДДА-100М				10
ДДН-70, ДДН-100, ДДН-150				38
«Фрегат», «Волжанка», КИ-50, «Радуга» и др.				3 2
Сборно-разборные поливные трубопроводы				2
Оборудование стационарных насосных станций				2,9
Дороги:				
с покрытием				3
гравийные				4

труда увеличиваются (содержание насосных станций, дамб, стоимость электроэнергии и др.). Разрабатывают технологические карты по эксплуатации осушительных систем, в которых указывают объемы работ по видам, сроки проведения работ, потребные машины и рабочую силу. Разрабатывают нормативы затрат по видам работ. Технологические карты ежегодно уточняют с учетом особенностей погоды, комплектования машин и применения ремонтных материалов.

При определении стоимости ремонтных работ в проектах, а также для приблизительных расчетов применяют нормативы отчислений на ремонты от первоначальной стоимости (табл. 55).

7. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОДОПРИЕМНИКОВ, КАНАЛОВ, СООРУЖЕНИЙ, ВОДОХРАНИЛИЩ И ДАМБ НА ОСУШИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Осушительные системы обеспечивают хорошую работу в том случае, если устранены причины нарушений и деформаций.

Ниже приведен примерный календарный график потребности в рабочих для выполнения эксплуатационных работ на осушительных системах в условиях Белоруссии (Корженевский, 1978).

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Требуется рабочих при $n = 1$ в зимний период (ноябрь—февраль)	1	1	1,3	2	2,5	3,8	2,5	2,5	3,2	1,2	1	1

Виды эксплуатационных работ рассмотрены по основным периодам: зима; пропуск весеннего паводка; вегетационный период; подготовка системы к зиме.

Зимой (декабрь—февраль): очистка от снега и льда отверстий переездов и регуляторов, устьев коллекторов, участков каналов около сооружений вверх 5 м и вниз 3...4 м; скалывание льда на стенках сооружений, на сваях мостов, в устьях коллекторов; засыпка пустот вокруг труб и стенок сооружений, подсыпка дорог, устранение выбоин, трещин и ям на дорогах; исправление повреждений мостов и переездов.

Пропуск весеннего паводка (март—апрель): образование прорезей льда вокруг опор, бетонных стенок, укрепленных участков каналов, гидросооружений; дробление льдин в пролетах сооружений и в отверстиях проездов; устранение ледяных и снежных заторов в водоприемниках; подготовка к пропуску паводка через сооружения и крепленые участки каналов; исправление отдельных повреждений на сооружениях, переездах и в устьях.

В вегетационный период (май—сентябрь): регулирование водного режима на полях, подача воды в каналы для орошения; очистка русл открытых каналов от наносов и растительности; разравнивание выпутого грунта вдоль каналов.

Подготовка системы к зиме (октябрь—ноябрь): удаление водной растительности из каналов; покрытие частей сооружений и деталей, подверженных гниению, защитными составами; ремонт постов учета воды, береговых знаков, скважин, вспомогательных сооружений и механизмов; вырубка кустарников.

Основную работу по уходу и надзору за состоянием водоприемников, каналов и сооружений выполняют русловые ремонтеры, нагрузка которых по магистральным каналам от 5...7 до 10...15 км при наличии механизированных отрядов. Площадь обслуживания ремонтеров при открытой сети 100...300 га, при закрытой — 250...500 га.

Основные обязанности руслового ремонтера состоят в следующем. Каналы, коллекторы, дамбы и сооружения закрепляют по акту. Ремонтер систематически осматривает каналы, дамбы и сооружения, устраняет повреждения, очищает каналы в период вегетации, срезает травянистую и древесную растительность, отводит поверхностные воды возле каналов, чистит дренажные устья, проводит профилактический ремонт крепления, труб, сооружений, переездов, подготавливает каналы и сооружения к пропуску паводков, пропускает паводок, открывает и закрывает щиты на регуляторах при изменениях расходов, проводит предупредительные противоаварийные и противопожарные мероприятия, сохраняет береговые знаки, ведет наблюдения по скважинам и гидропостам, обеспечивает надежную работу и охрану всех устройств на участке системы.

Ремонтер должен следить, чтобы не пасли скот на каналах и дамбах, устраивали карьеры для добычи торфа, глины, песка и др., разводили костры, портили одерновку, трубы, устья и др., устраивали запруды для водопоя скота и переезды для машин, захламляли каналы и чтобы не делали свалку мусора. Русловой ремонтер каждый рабочий день должен быть на участке, иметь исправный шанцевый инструмент и выполнять работы по уходу. О проведенной работе он записывает в рабочий журнал, по которому в конце месяца подсчитывают объемы выполненной работы. В конце года журнал передают в УОС.

Эксплуатация водоприемников. Русловые ремонтеры обеспечивают нормальное состояние водоприемников, которое определяется следующими условиями: на протяжении вегетационного периода водоприемник не подтапливает каналы и устья дрен; не подтапливаются нижерасположенные земли; течение воды в русле свободное, места впадения притоков и каналов не обрушиваются; откосы и гребень дамб засеяны травой, ширина берм достаточна для работы машин при очистке, в кавальерах устроены воронки для свободного стока поверхностных вод в водоприемник; староречья засыпаны и на поверхности не застаивается вода; вдоль русла реки выделена полоса отвода, в которой установлены береговые знаки и посты учета воды; мосты, водопойные пункты, пешеходные мостики и все сооружения в исправном состоянии.

На водоприемниках выполняют следующие эксплуатационные

работы: поддерживают в исправном состоянии русла, бермы, сооружения, гидропосты и береговые знаки; подготавливают русла и гидросооружения к пропуску паводков; регулируют уровни и расходы воды в реке, очищают русла, бермы и отверстия сооружений от наносов, травяной и древесной растительности, завалов и сорений; измеряют на гидропостах уровни и расходы воды, определяют уклоны и шероховатость русла; проводят противомалярийные мероприятия; для оценки устойчивости русла выполняют нивелировки и промеры глубин по поперечникам.

После паводка русло водоприемника осматривают и устраняют выявленные деформации в местах впадения каналов, притоков, балок и оврагов. На основе дефектной ведомости устанавливают объемы ремонтных работ, определяют необходимые затраты на ремонты. При нормальных условиях эксплуатации коэффициенты шероховатости водоприемников и магистральных каналов составляют 0,02...0,035, скорости воды при меженных уровнях не менее 0,3 м/с, уклоны не менее 0,005. Максимально допустимые скорости в слабых грунтах 0,55...0,85 м/с. При выходе грунтовых вод в русло нарушается устойчивость откосов и могут быть оползни, оплывание и выпирание грунта. В этом случае уполаживают откосы, устраивают береговой дренаж или делают пригрузку откосов фильтрующими материалами (гравий, плиты из пористого бетона и др.).

Эксплуатация осушительных каналов. Осушительные каналы всех видов русловые ремонтеры поддерживают в исправном состоянии, которое определяется следующими условиями: глубины каналов должны быть проектные, не допускается уменьшение глубин; уровни воды в каналах не должны подпирать устья коллекторов, воду своевременно отводят в водоприемники; русла каналов в хорошем состоянии, откосы и бермы одернованы, слабые участки каналов закреплены, воронки на каналах и сооружения в исправном состоянии; отвалы грунта после ремонтов разравнены или отсыпаны на низовую сторону и оформлены в виде валов; русла каналов в местах сопряжения с другими каналами закреплены и не размываются.

На каналах устанавливают береговые знаки (номерные, предупредительные, километровые, угловые и пикетные, реперы и др.) и водомерные посты.

К основным эксплуатационным работам на каналах относятся следующие: надзор и уход, охрана от повреждений и разрушений, поддержание в исправном состоянии; подготовка к пропуску паводков без аварий; регулирование уровней и расходов воды в каналах, подача воды на увлажнение и орошение; очистка русл каналов, берм и воронок от наносов, древесной и травяной растительности, завалов и др.; ремонт русл, крепление, устройство воронок; определение расходов воды, наблюдения за уровнями воды в каналах; проведение противопожарных и противомалярийных мероприятий; контрольные нивелировки каналов для определения объемов очистки сети.

После прохождения паводка эксплуатационная служба осматривает все каналы и определяет объемы ремонтных работ, выполняемых до начала вегетации. Каналы должны быть устойчивыми, для этого проводят одерновку, посев многолетних трав, подсыпку гравия и др. Капитальные крепления плитами применяют на каналах, проходящих в населенных пунктах.

Откосы небольших каналов с шириной по дну 2...3 м крепят одерновкой. Откосы залужают многолетними травами, травостой на откосах поливают и удобряют первые 2...3 года, пока трава не укоренится. Травостой скашивают при высоте более 25 см. При очистке каналов устраивают перемычки по участкам для удаления наносов в течение 2...3 сут. Не допускают, чтобы ливневые дожди смывали наносы в канал. Основная причина разрушения каналов — зарастание откосов и дна травяной и древесной растительностью. В заросших каналах коэффициенты шероховатости увеличиваются в 3...4 раза, что приводит к снижению пропускной способности каналов и к заилению их наносами. При плохом уходе и надзоре каналы зарастают кустарником, который удаляют не реже 2 раз в год. Водную растительность в каналах различают по группам: осоки, хвощи, камыши, щавель, тростник, мята; манник, полевица и др.; водоросли зеленые, харовые и др.

Наибольший вред причиняют полевица, манник, красноволоска и др. Водную растительность удаляют волокушами, специально сделанными из шарнирно соединенных ножей, длина цепи 3...7,5 м.

Эксплуатация гидротехнических сооружений и насосных станций на осушительных системах. Гидротехнические сооружения на системах — регуляторы, трубы-переезды, перегораживающие сооружения, быстротоки, перепады и др. — должны быть в исправном состоянии и отвечать следующим условиям: отверстия сооружений обеспечивают пропуск максимальных расходов без превышения нормальных уровней в каналах; бетонные части сооружений не имеют трещин, разломов, каверн, оголенной арматуры; деревянные части сооружений не гниют и не имеют грибных заболеваний; отсутствует фильтрация воды через трещины и щели сооружений; крепления входов и выходов сооружений, а также откосов каналов в местах сооружений не повреждены; подъезды и подходы к сооружениям в исправном состоянии; сооружения имеют номерные знаки и реперные точки.

Эксплуатационные работы на сооружениях включают следующее:

подготовку сооружений и к пропуску паводков, пропуск паводков;

ежегодную окраску или покрытие предохранительными составами наружных частей сооружений, подверженных коррозии или гниению;

регулирование уровней воды в каналах, подачу воды на орошение;

контрольные промеры и осмотр всех элементов сооружений;

до начала вегетации проверка, ремонт и опробование насосов, двигателей, трубопроводов, затворов и подъемников, энергоснабжения, сигнализации, автоматики на насосных станциях;

на затопляемых станциях все оборудование осенью демонтируют и перемещают на склады или под навесы;

подводящие каналы и решетки очищают от мусора, шуги и льда;

соблюдают правила техники безопасности и охраны труда;

на станции измеряют расходы, напоры и затраты электроэнергии. Эти данные заносят в журнал;

режим работы станции устанавливают на сезон. План откачки воды корректируют в зависимости от погодных условий.

Эксплуатация водохранилищ. Водохранилища на осушительных системах обеспечивают снижение паводковых расходов и подачу воды в засушливые периоды для увлажнений. Эксплуатационная служба поддерживает водохранилище и узел сооружений в исправном состоянии, проводит ремонты сооружений, крепление берегов, оврагов, склонов, ухаживает за лесными посадками в зоне водохранилищ.

Водохранилище находится в исправном состоянии, если на поверхности нет растительности, вода не загрязнена сбросными водами, мелководье ликвидировано, достаточно площадок и пляжей для культурно-бытовых целей населения, в теле плотины нет трещин, оползней, ходов землероев, в местах сопряжения плотины с сооружениями и берегами нет просадок и деформаций; откосы и гребень плотины спланированы, закреплены, задернованы или засеяны травой, дренаж и крепления в хорошем состоянии; берега водохранилища не размываются, овраги и склоны закреплены.

Эксплуатационные работы на водохранилищах:

соблюдение расчетного режима работы водохранилища, надзор за работой сооружений, охрана от повреждений;

подготовка водохранилища и сооружений к пропуску паводка, пропуск паводка;

очистка чаши водохранилища от растительности, устранение мелководий, борьба с потерями воды на фильтрацию, предохранение водохранилища от поступления наносов;

учет объемов воды в водохранилище, поступление расходов и подача из водохранилища;

промеры чаши водохранилища и нивелировки по плотине и на сооружениях;

до наступления паводков проводят осмотр плотины и сооружений, опробуют подъемники и щиты, устраняют выявленные недостатки, заготавливают запасы аварийных материалов, организуют дежурные аварийные бригады, налаживают связь и сигнализацию.

В период паводков и наполнения водохранилища вводят круглосуточное дежурство технического персонала.

Эксплуатация польдерных систем. На польдерных системах проводят откачку поверхностных и грунтовых вод насосными станциями. Основная задача эксплуатационной службы на польдерах — установление режима работы насосных станций на основании изменений уровней воды в водоприемнике и в подводящих каналах по декадам, а также притока воды в каналы на осушаемой территории с учетом регулирующей емкости каналов и прудов на системе.

Эксплуатационная служба составляет график колебания уровней воды и определяет высоту откачки воды по декадам.

В каналах определяют расчетные уровни воды минимальные и максимальные по периодам с учетом установленных норм осушения. В период весеннего половодья и осенних паводков допускают превышение поверхности полей над уровнями воды в канале 0,15...0,2 м, в вегетационный период это превышение больше нормы осушения на 0,1...0,2 м. Приток воды в осушительную сеть устанавливают по гидрографам или коэффициентам откачки воды, которые определяют по отношению объемов откачки к осадкам. Например, для Рижского побережья коэффициенты откачки для среднего года определены по периодам: октябрь—ноябрь — 0,32; декабрь—март — 0,47; апрель—май — 0,98; июнь—сентябрь — 0,18; за год 0,3...0,47.

При эксплуатации составляют план откачки воды насосными станциями для трех лет: многоводного — 5...10, среднего — 50 и маловодного — 75...80%-ной обеспеченности. Объемы откачки воды для Рижского побережья определены для многоводного года 2,6 тыс. м³/га, или 144 %, среднего года — 1,8 тыс. м³/га, или 100 %, и маловодного года — 1,4 тыс. м³/га, или 78 %.

Годовой приток воды (W, м³) к насосным станциям определяют по зависимости

$$W = 10a\,(h - b)\,F,$$

где h — осадки за год, мм; F — площадь, обслуживаемая насосной станцией, га; a и b — коэффициенты, которые определяют опытным путем.

Для Калининградской области $a=0{,}56$, $b=125$, для Рижского побережья $a = 0{,}44$, $b = 155$.

При составлении плана откачки воды предусматривают техническое обслуживание насосов. Отдельные насосы работают не более 18...20 ч в сутки. План откачки воды корректируют по декадам. Потребность в электроэнергии для откачки определяют по зависимости

$$Э = 2{,}73 H W/\eta,$$

где H — полный напор, м; W — объем откачиваемой воды за период (декада, месяц, квартал), тыс. м³; η — КПД агрегата (электромотора и насоса).

Насосы включают при наполнении каналов до максимально допустимого уровня и выключают при минимальных уровнях. Для автоматического включения и выключения насосов при сработке регулирующих емкостей в каналах и водохранилищах уста-

навливают поплавки. Для записи уровней воды в верхнем и нижнем бьефах устанавливают лимниграфы. На станции ведут журнал учета работы насосов, в котором отмечают номера работающих насосов, продолжительность их работы, отсчеты по водомерам и по счетчикам, простои и время, затраченное на ремонты и наладки. Летом очищают входные решетки от мусора, зимой ото льда, шуги и снега (табл. 56).

56. Распределение стока по месяцам, %

Год обеспеченности	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Калининградская область												
10%	11,5	5,2	8,4	3	1,5	2,6	—	5,3	6,2	22	15,2	19,1
50%	10	26	18	8	1	—	—	—	—	10	10	17
75%	13	5,8	31,8	21,2	5,8	—	—	—	—	—	—	22,4
Рижское побережье												
50%	6	8	7	20	12	4	3	5	6	11	8	10

Эксплуатация дамб. Защитные дамбы на осушительных системах делят на летние, затапливаемые при весеннем паводке, и зимние, которые защищают населенные пункты и интенсивно освоенные земли от затоплений. Защитные дамбы содержат в исправном состоянии при соблюдении следующих условий: тело дамб не пучится, нет трещин, оползней и ходов землероев; откосы и гребни дамб спланированы, закреплены, задернованы или засеяны травой; при фильтрации через тело плотины частицы грунта не выносятся; на дамбах имеются переезды и съезды в необходимых местах.

К эксплуатационным работам на дамбах относятся следующие: предохранение дамб от повреждений во время паводков, надзор за состоянием дамб и сооружений; устранение повреждений дамб землероями, не допускать образования понижений на гребнях и скопления воды; создание запасов аварийных материалов в местах возможных аварий; перед весенним паводком окалывание льда на дамбах вблизи гидросооружений, очистка отверстий сооружений; контрольные нивелировки и шурфование по створам, оценка технического состояния дамб; после паводков осмотр дамб и сооружений, устранение выявленных повреждений.

Древесно-кустарниковая растительность на дамбах увеличивает фильтрационную способность и создает угрозу разрушения дамб. Роющие животные (бобры, ондатры, кроты и др.) понижают надежность работы дамб. Разрушение дамб при пропуске паводков, осадки тела дамб, деформации на участках, где неустойчивые грунты и др., устраняются при ремонтах. Защитные дамбы закрепляют за ремонтерами — на одного ремонтера 10... 12 км дамб. Ремонтеры не допускают образование деформаций, своевременно проводят профилактические работы и надзор, при

стихийных разрушениях организуют ремонты. Устойчивость защитных дамб повышается, когда соотношение ширины подошвы дамбы и высоты паводка в месте дамбы составляет не менее 5... 7. В опасных местах дамбы укрепляют. Защитные дамбы (зимние) подготавливают осенью к пропуску весеннего паводка; на участках, где выклиниваются паводковые воды на нижний откос проводят пригрузку откоса банкетом или устраивают экран в теле дамбы.

Противопаводковые мероприятия. Безаварийный пропуск паводков — одна из первоочередных задач эксплуатационной службы. Подготовку к пропуску паводков начинают с августа — сентября. Каналы очищают от наносов, завалов и растительности, разрушения откосов, дамб и гидросооружений устраняют, трещины в бетонных конструкциях ликвидируют, лед скалывают с бетонных стенок и с креплений откосов. Отверстия мостов, труб, устьев расчищают. В осенне-зимний период завозят аварийные материалы — бревна, доски, хворост, комья, фашины, песок, лотки, навоз из расчета от 3 до 15 м³ каждого материала на одну точку. На защитных дамбах организуют круглосуточные дежурства. На больших реках в районах защитных дамб на поверхность льда перед паводком с самолета разбрасывают смесь каменного угля и соли (10 : 1) из расчета 700...800 кг на 1 га. Иногда лед разрыхляют с помощью взрыва или дробят ледоколом. На отдельных участках при критическом состоянии дамбы укрепляют фашинами, мешками с песком, досками и др. На крупных сооружениях, водохранилищах и дамбах вводят круглосуточное дежурство. Лица, участвующие в проведении противопаводковых мероприятий, должны соблюдать правила техники безопасности, иметь спасательные средства.

Для установления размеров ущерба от разрушений паводками создаются комиссии, которые выявляют причины разрушений, определяют объемы работ, порядок ликвидации разрушений и сроки, составляют дефектный акт и рекомендуют схему технических решений и источники финансирования.

Противопожарные мероприятия. Осушаемые земли, где слой торфа более 30 см, называют торфяниками. В засушливые периоды торфяники пересыхают и возникает угроза пожаров. При пожарах сгорают торфяники, теряется урожай, гибнут или повреждаются сооружения. Выгоревшие торфяники становятся непригодными для интенсивного использования. Основные причины возникновения пожаров на торфяниках: разведение костров, сжигание травы, лесные пожары, искры от двигателей машин, неосторожное обращение со спичками и папиросами и др. Эксплуатационная служба проводит профилактические мероприятия; все население в зоне торфяников соблюдает правила противопожарной безопасности. В населенных пунктах, на фермах, полевых станах устанавливают предупредительные знаки и плакаты. Машины, работающие на торфяниках, должны иметь искроуловители. Пожары тушат опрыскивателями, установленными на трак-

торе. На осушаемых массивах должны быть химикаты и тракторные опрыскиватели в специальных сараях. Места очагов пожара опахивают болотным плугом полосой в 2...3 м, роют противопожарный канал и затапливают водой из каналов, реки или противопожарных прудов. Торфяники на границе с лесными массивами для предупреждения пожаров ограждают противопожарными каналами. На больших торфяных массивах устраивают регуляторы, противопожарные пруды и разветвленную сеть каналов для ликвидации очагов пожара. Ремонтеры несут ответственность за обнаружение и предупреждение пожаров на торфяниках.

Эксплуатационная гидрометрия и береговые знаки на осушительных системах. Эксплуатационная служба проводит наблюдения за расходами воды в водоприемниках и каналах, а также за уровнями грунтовых вод по контрольным скважинам. Наблюдения ведут с целью перераспределения расходов воды по каналам и регулирования уровней грунтовых вод на полях. В УОС организована эксплуатационная гидрометрия в составе инженера, техников и наблюдателей по постам и скважинам. В состав работ, выполняемых эксплуатационной гидрометрией, входит следующее:

наблюдение по водомерным постам за уровнями воды в водоприемниках, каналах, водохранилищах, прудах, насосных станциях и регуляторах;

наблюдение за уровнями грунтовых вод по створам скважин;

измерение расходов воды по водомерным постам, установление и контроль зависимости расходов от уровней воды, обеспечение достоверного учета воды с допустимыми отклонениями ± 5 %;

определение пропускной способности каналов и сооружений на основании замеров расходов, коэффициентов шероховатости, скоростей, объемов воды, подаваемых или сбрасываемых насосными станциями;

определение влажности почвы на отдельных участках для установления режимов орошения или увлажнения культур и организации планового водопользования;

определение модуля стока дренажа по участкам по периодам, интенсивности понижения уровней грунтовых вод при работе дренажа и регулировании расходов воды в каналах.

Для облегчения работы эксплуатационной службы устанавливают береговые знаки — реперы-пикеты, устьевые и предупредительные знаки.

Реперы-пикеты устанавливают на водоприемниках, каналах и дамбах, на них указывают расстояния от начала канала, они имеют абсолютные отметки. Реперы устанавливают через 1 км вдоль канала на расстоянии 0,5 м от бровки канала. Номер репера обозначает протяженность в километрах от начала канала Надписи на реперах обращены по течению воды. В каталоге реперов указывают название каналов, номера реперов и абсолютные отметки с точностью до 1 мм. Предупредительные знаки на

железобетонных столбах устанавливают около населенных пунктов, ферм, дорог и др. Устьевые знаки дренажных систем помогают определить месторасположение устьев и предупредить возможное разрушение при очистке каналов машинами. На знаках указывают номер устья и площадь обслуживания данной системой. Все береговые знаки наносят на план земель системы. Береговые знаки должны быть побелены, иметь четкую нумерацию и записаны в каталоги. Русловые ремонтеры обязаны содержать береговые знаки в образцовом порядке.

Техника безопасности и охрана труда. Эксплуатационная служба уточняет инструкции применительно к видам эксплуатационных работ и добивается строгого их выполнения всеми работниками. Плакаты по технике безопасности помещают в местах выполнения работ. Работы, требующие специальной подготовки, должны выполнять лица, имеющие права, — механики, электрики, трактористы, бульдозеристы, скреперисты, шоферы, водолазы, подрывники и др. Технику безопасности контролируют при пропуске паводков, при работе с ядохимикатами, при защитно-регулировочных работах, при работе в котлованах и траншеях. На производственных участках имеются аптечки для оказания медицинской помощи. Ремонтеры и рабочие, работающие в одиночку, обеспечиваются индивидуальными перевязочными пакетами.

8. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЗАКРЫТОЙ КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНОЙ СЕТИ

Долговечность закрытого дренажа установлена по данным производственного опыта Литовской ССР — 50 лет. Нормальная работа дренажа на длительный срок достигается правильным проектированием, высококачественным строительством и эксплуатацией дренажа и всей осушительной системы: водоприемников, каналов, коллекторов, дрен, сооружений, колодцев, дамб и др. Эффективность действия дренажа повышается при высоком качестве проектирования и строительства дренажа, когда не допущено нарушений в технологии работ. Хорошо построенный дренаж редко разрушается, меньше затрачивается сил на поддержание его в рабочем состоянии. Недостатки проектирования дренажа: недостаточный уклон дренажных линий, недостаточные — глубина заложения дрен и расстояния между дренами, малые диаметры труб, отсутствие колодцев-поглотителей, ловчих каналов, фильтров и др. Недостатки строительства дренажа, превышение зазоров между стыками труб, плохое качество фильтров, изменение уклонов дренажных линий, неправильное соединение дрен с коллекторами, коллекторов с устьями и колодцами, невысококачественное строительство устьев, колодцев, сопрягающих сооружений.

Повреждение закрытого дренажа приводит к образованию переувлажненных участков, топей, почва почти не высыхает. Основные причины повреждений закрытого дренажа: зарастание

дрен корнями растений, заиление дрен, закупорка дрен известковыми и железистыми соединениями, ледовыми пробками, уменьшение глубины дрен в связи с осадками торфа, разрушение труб, устьев, колодцев, фильтров и др.

Зарастание дренажных труб корнями растений в условиях Литвы составляло 95 % всех случаев нарушений работы дренажа, заиление дрен — 3 % и закупорка железистыми отложениями — 2 %. При исследовании причин повреждений старого дренажа (35 лет) на площади около 3 тыс. га отмечен 191 случай повреждений: закупорка дрен многолетними растениями — 66 %, однолетними растениями — 1,6, заиление дрен — 21, закупорка осадками извести — 1,6, разрушение труб — 6,3, неисправность фильтров — 6,8, колодцев — 2,6 и устьев — 13 %. Зарастание дрен корнями растений происходит при размещении дрен ближе 5...15 м к растениям (тополь, ива, ольха, щавель, хвощ, смородина и др.). При зарастании дрены корнями снижаются скорости дренажной воды и откладываются наносы. Интенсивное зарастание дрен начинается после 10...20 лет работы дрен. Для предупреждения зарастания дрен корнями растений стыки труб засыпают щебнем, смазывают смолой, обвертывают толем. Лесные массивы отгораживают каналами. В садах дрены промывают антисептиками (карболинеум и нефть) ежегодно.

Заиление дренажа частицами грунта и железистыми соединениями происходит в первые годы эксплуатации. Участки дрен, где отмечено повышенное заиление дрен железистыми соединениями, периодически промывают машиной Д-910. Для устранения причин заиления чаще всего приходится перестраивать дренаж. Для предотвращения заиления труб необходимо зазоры в стыках выдерживать не более 1,5 мм в дренах с диаметром труб 4...10 см и не более 2 мм в коллекторах при диаметрах труб 12,5...20 см. В пылеватых грунтах защита дренажа фрезерным торфом и растительным грунтом недостаточна, дренаж заиляется через 3...15 лет. Применение стеклохолста обеспечивает защиту дренажа от заиления в пылеватых грунтах. Неравномерность уклона дрен снижает скорости и способствует заилению участков дрен. При несовпадении отверстий сопрягаемых труб дрен и коллекторов отмечается заиление участков дрен. В заросших каналах вода подтапливает устья дрен, что приводит к заилению дрен. Наносы, которые попадают с поверхностным стоком в колодцы, не очищаются. При скоростях воды в дренах 0,35...0,4 м/с происходит смыв наносов, дренажные линии самоочищаются при длине их более 150 м. При содержании в грунтовых водах соединений железа более 10 мг/л для предотвращения попадания их в дрены вносят ингибиторы: фосфоритную муку, известь или смесь гипса с известью. Расход их на 1 га: муки — 0,45 т, медного огарка — 0,4, извести — 0,36 т.

Дренаж на осушаемых торфяниках деформируется за счет осадки торфа, которая иногда составляет 0,75...1 м за год. Для уменьшения деформаций проводят предварительное осушение мас-

сива до закладки дрен. Отдельные дренажные трубы разрушаются под воздействием ударов камней, при работе тракторов и других машин. Разрушение дренажных сооружений происходит от воздействия морозов, ливней, закупорки отверстий животными, мусором и др. Контрольные, илоосадочные и фильтрационные колодцы должны быть в исправном состоянии, трещины, зазоры между кольцами заделывают бетонным раствором, снаружи кольца обкладывают глиной и уплотняют. После паводка и ливневых затяжных дождей ремонтеры осматривают дренаж. Выявленные деформации отмечают на плане и устанавливают знаки (вехи) и др. При неисправности дренажа проявляются застои воды, переувлажнение отдельных участков, прекращение стока воды в устье. Устья размещают не ниже 0,5 м от дна канала и не выше 0,9 м от поверхности земли (рис. 53). Колодцы-поглотители ежегодно очищают (рис. 54).

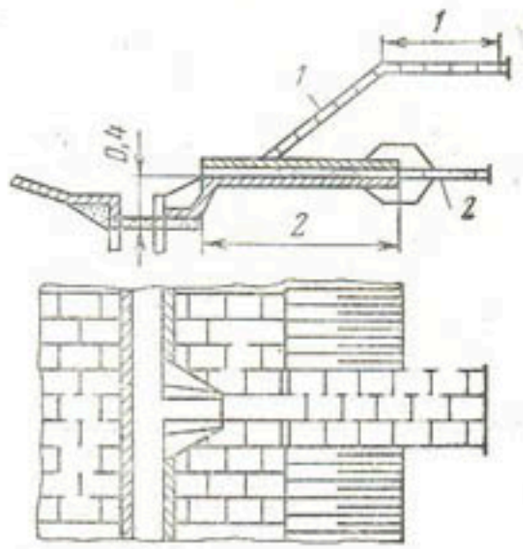


Рис. 53. Устье на канале:
1 — одерновка; *2* — дрена. (Размеры в м.)

Ремонты устьев проводят в засушливые периоды. При ремонте дренажа эффективно использовать экскаватор ЭТЦ-165 на тракторе «Беларусь» МТЗ-50. Он роет траншею глубиной до 1,6 м и шириной 0,2...0,4 м, производительность его 100 м³/ч. Перпендикулярно к дренажной линии экскаватором прокладывают шурф до глубины дренажа. Место дрены определяют при помощи щупа. Гумусовый слой над дреной в 15...20 см снимают вручную. Шурфы прокладывают через 7...12 м вдоль дренажной линии (рис. 55). Из шурфов вынимают 1...2 трубы и участок между шурфами очищают протаскиванием проволоки 6...8 мм с ершами или болванками. После очистки дренажные трубы укладывают и шурфы засыпают бульдозером на ЭТЦ-165.

В засушливый период проводят текущий ремонт закрытого дренажа. Он включает следующие работы: очистку дрен от заиле-

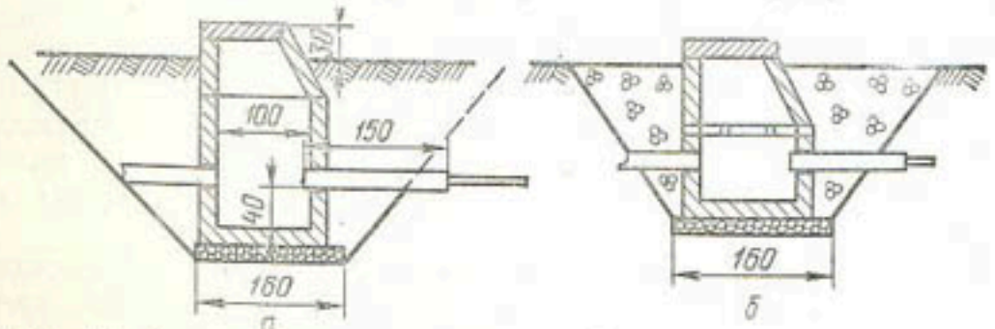


Рис. 54. Регулирующий (*а*) и поглотительный (*б*) колодцы. (Размеры в см.)

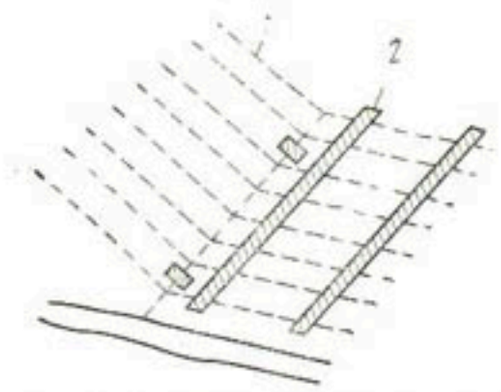


Рис. 55. Схема размещения поисковых траншей:
1 — дрены; *2* — траншеи.

ния, закупорки отложениями и от корневых пробок, замену разрушенных труб и устранение смещений, уменьшение зазоров между трубами, очистку от наносов всех колодцев, заделку трещин и размывов на колодцах, исправление устьев и др.

Капитальный ремонт направлен на устранение сплошной закупорки дрен илом, отложениями или корнями растений, при полной или частичной замене устьев, колодцев фильтров и прокладке дополнительных дренажных линий. При заилении дренажных труб до 30 % сечения очистку не проводят, при 30...80 % очистку проводят пунктирным способом, при 80...100 % требуется полная очистка всей линии. При очистке дрен устраняют причины заиления (зазоры, обратные уклоны, некачественный фильтр и др.). Сплошное вскрытие дренажных линий выполняют многоковшовыми экскаваторами ЭТН-124, ЭТЦ-202. Дрены промывают машиной Д-910А, в комплекте которой имеются приборы для установления мест закупорки дрен. Производительность машины 100 м/ч. Дренаж ремонтируют летом при пониженных уровнях грунтовых вод. Систематически ведут контрольные нивелировки дрен, коллекторов, колодцев, устьев и сооружений на осушительных системах. Ежегодно проводят профилактические промывки дрен на участках, подверженных заилению.

Дренаж находится в исправном состоянии, если соблюдаются следующие условия: на поверхности земли нет воронок и провалов над дренами, после снеготаяния не образуются лужи; устья коллекторов не в подпоре в межень, не подмыты, не засорены, клапаны на устьях легко открываются и закрываются; дренажные колодцы не заилены, не засорены, имеют крышки, уровни воды в колодцах не создают подпоров в дренах; дренажные трубы не заилены более чем на 25 % диаметра, дренажные линии не имеют обратных уклонов.

В состав работ по эксплуатации дренажа входит следующее: сбрасывание воды из понижений в дрены и колодцы; очистка и промывка дренажных линий, предохранение дрен от заиления и закупорки отложениями; очистка колодцев и фильтров-поглотителей, замена фильтрующей засыпки; восстановление поврежденных дрен, исправление сопряжений дрен, ремонт устьев и колодцев; наблюдения за дренажным стоком, уровнями грунтовых вод и влажностью почвы.

Для эксплуатации дренажа необходимо иметь следующие документы: планы земель с указанием дрен, коллекторов, каналов, переездов, устьев, колодцев, регуляторов и других сооружений М 1:5 000 или 1:2 000; ведомость каналов с описанием грунтов,

размеры каналов, размещение по пикетам устьев, труб, регуляторов и др.; ведомость сооружений с указанием пикетов, размеров, пропускной способности и др.; исполнительные профили каналов и дренажных линий, исполнительные чертежи сооружений.

Для регулирования водного режима почвы на полях необходимо поддерживать в рабочем состоянии все элементы осушительной системы — от дрен до водоприемника с впадающими в него каналами, устьями, переездами и регуляторами.

9. РЕКОНСТРУКЦИЯ И ДООБОРУДОВАНИЕ ОСУШИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Строительство осушительных систем с 1966 г. проводят комплексно. Осушенные земли передают для использования хозяйствам после проведения всех работ. В их состав включают следующее:

регулирование водоприемников (рек) и строительство каналов;

строительство закрытого дренажа и коллекторов;

устройство регуляторов, сопрягающих сооружений, труб-переездов и других гидротехнических сооружений;

строительство дорог для заезда машин на поля и вывозки урожая;

культуртехнические работы на полях (удаление кустарников и пней, уборка камней, планировка земель, первичная обработка полей, первичные посевы культур-освоителей и др.);

кротование на тяжелых почвах, известкование кислых почв, закладка культурных лугов и пастбищ, противоэрозионные работы и регулирование стока в прудах и водохранилищах;

строительство шлюзов-регуляторов, насосных станций, дамб обвалования для двухстороннего регулирования водного режима почвы на полях;

строительство населенных пунктов, производственных построек, механической базы и дорог для нормального проведения сельскохозяйственных работ на мелиорируемых землях.

Эти работы выполняются мелиоративными организациями по проектам. Комплексное проведение работ дает возможность полностью осваивать осушаемые земли, получать проектную урожайность.

На старых осушительных системах проводят работы по реконструкции и дооборудованию в целях повышения эффективности использования мелиорированных земель и производительности труда при выращивании сельскохозяйственных культур. Состав и содержание мероприятий по улучшению систем устанавливают УОС на основании производственных исследований, при которых определяют показатели работы системы.

В зависимости от объемов и сложности работ по улучшению систем составляют проекты реконструкции или улучшения. Проекты реконструкции реализуются строительными организациями.

Реконструкцию проводят при замене открытой осушительной

сети закрытой на всей площади, при строительстве регуляторов, дамб, насосных станций, водохранилищ и оросительной сети для двухстороннего регулирования влажности, при углублении и сгущении сети дрен и коллекторов, а также при переустройстве гидротехнических сооружений и каналов для выращивания овощных и технических культур.

Управления осушительных систем составляют проекты улучшения систем и осуществляют их при дооборудовании или капитальных ремонтах. Улучшения намечают при необходимости сгущения или углубления дрен и коллекторов на отдельных участках; при замене отдельных сооружений и креплений каналов из долговечных материалов и улучшенных конструкций; при креплении каналов на участках, подверженных деформациям, при оснащении системы водомерными сооружениями, береговыми знаками, при автоматизации насосных станций, шлюзов-регуляторов, водосбросных сооружений и др. Мероприятия по улучшению намечают в перспективных планах, которые ежегодно уточняют.

В Литовской ССР ведется большая работа по замене открытой сети каналов закрытыми коллекторами больших диаметров в целях повышения КЗИ и снижения эксплуатационных затрат на очистку и окашивание каналов.

Капитальные ремонты и переустройство по проектам осуществляются СМУ по технологии строительных организаций. Значительное место занимают работы по борьбе с мелкоконтурностью полей в целях повышения производительности машин при обработке полей. Площадь поля должна быть не менее 15...20 га, что достигается при уменьшении протяженности каналов, осушении заболоченных ложбин, раскорчевке кустарников и др.

Переустройство и дооборудования системы определяют на основе анализа следующих показателей: возможности своевременного проведения сельскохозяйственных работ на всех осушаемых землях (опоздание с севом ячменя, пшеницы, овса, картофеля, свеклы и других культур на один день снижает урожайность на 2...3 %). На плохо дренированных участках начало полевых работ задерживается на 4...10 сут, что приводит к значительному уменьшению урожаев, к пестроте посевов на системе и затрудняет проведение полевых работ; подтопления отдельных участков земель во время летних и осенних паводков, что приводит к вымоканию посевов; возможности своевременной вывозки урожая с полей в осенний период и заезда на поле для обработки посевов: площадей вымоканий и подсушек на системе.

На совершенных системах всю осушаемую площадь эффективно используют и с каждого гектара получают проектную урожайность.

На осушительных системах должно быть достаточно шлюзов-регуляторов, труб-переездов, прудов, дорог, водомерных постов, скважин, береговых знаков, зданий, машин и другого эксплуатационного оснащения для управления водными потоками. Осушительные системы создают с учетом водоохранных полос, заповедных массивов по охране дикорастущей растительности, верховых болот, рек-водоприемников, по организации зон отдыха населения и др. В этом случае рядом с осушительной системой выделяют заповедные массивы или зоны отдыха, на которых выполняют дополнительные работы по регулированию стока реки (пруды, дамбы, насосные станции и др.). Дренажный сток систем может быть использован для орошения сельскохозяйственных культур. Для подачи воды на повышенные безводные массивы предусматривают обводнительные каналы. По мере развития возникают совершенные комплексные осушительные системы. Сроки и очередность проведения работ по реконструкции и улучшению систем определяют по планам развития экономики районов. В первую очередь предусматривают реконструкцию систем, где намечено выращивать овощи, картофель и технические культуры. Реконструкцию систем приурочивают к периоду старения, когда возникает потребность в капитальном ремонте и обновлении. Реконструкцию систем проводят на основе технических проектов, которые составляют с учетом данных производственных исследований,

Глава VI. АВТОМАТИЗАЦИЯ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

1. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОЛИВА

Высший уровень организации эксплуатации гидромелиоративных систем будет обеспечен при внедрении автоматизации производственных процессов в гидромелиорации — учете водных ресурсов, водораспределении и поливов. Внедрение автоматизации в гидромелиорации осуществляется в три стадии: I — применение устройств, облегчающих условия эксплуатации машин и трубопроводов при поливах, гидравлических автоматов и электроподъемников на гидросооружениях, расходографов и лимниграфов на постах учета воды, связи и диспетчерских устройств; II — применение датчиков, электромоторов, программников, телемеханики и ЭВМ для диспетчерского управления и устройств для осуществления расчетной программы водораспределения и поливов; III — полная автоматизация, при которой данные датчиков поступают в счетно-решающие устройства, где уточняется программа действий — выбор участков поливов, каналов и трубопроводов для подачи расходов воды и др. и обеспечивается осуществление эвристической программы в зависимости от сложившихся условий. При III стадии необходима высокая культура земледелия для полной согласованности подачи воды и использования ее на полях при орошении или отвода воды при осушении.

В настоящее время на оросительных системах внедряют I и II стадии автоматизации. На многих системах переоборудуют водовыпуски для поддержания расчетных уровней и расходов воды, проводят линии связи и телемеханики для диспетчерского управления водораспределением и цикличной передачи сведений о расходах в диспетчерский пункт — шесть циклов в сутки. Поливы выполняют машинами — непрерывного действия «Фрегат» и по способу, предложенному МГМИ, из закрытой сети трубопроводов. При I стадии автоматизации осуществляют в основном диспетчерский контроль за ходом процесса. На II стадии проводят диспетчерское управление водораспределением: водовыпуски-автоматы настраивают на расчетный режим, и в диспетчерский пункт цикличо 6 раз в сутки поступают сведения о расходах воды. Их сравнивают с заданными с учетом допустимых отклонений. При значительных отклонениях возникают сигналы (импульсы), которые включают исполнительные механизмы (электропривод) на

подъем или опускание щитов сооружений. Электропривод работает до согласования расходов фактических с заданными.

В настоящее время круглосуточные поливы под контролем поливальщиков автоматически проводятся четырьмя видами устройств — дождевальными машинами «Фрегат», стационарными дождевальными среднеструйными установками, закрытыми трубопроводами и поливными лотками при поливах по бороздам.

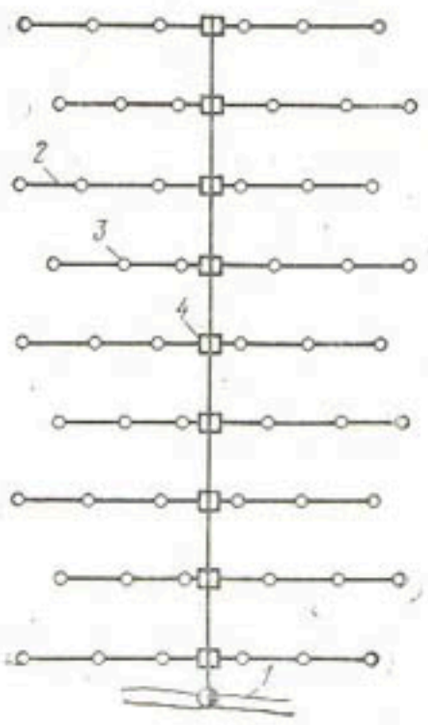
Многоопорная машина «Фрегат», предназначенная для полива сельскохозяйственных культур, многолетних трав и пастбищ, имеет 12...16 тележек с радиусом действия 335...453,5 м. На машине установлены среднеструйные дождевальные аппараты кругового действия — в количестве 38...50 и концевой аппарат, работающий по сектору. Площадь полива с одной позиции от 39 до 70 га. Поливную норму устанавливают изменением скорости движения машины с помощью крана-регулятора. Для этого имеется шкала на восемь меток, соответствующих определенным скоростям движения последней тележки при напоре воды в концевой части 42 м. Минимальная продолжительность одного оборота машины с 16 тележками 50 ч. Машину используют для поливов на одной или двух позициях. Поливные нормы применяют от 150 до 1 100 м³/га. Перед пуском в работу машину регулируют, обслуживание проводят при аварийных остановках и после одного оборота (смазка, очистка фильтра). После окончания поливов машину промывают, электропроводку и арматуру снимают и хранят в помещении.

Машина «Фрегат» работает в автоматическом режиме от 35 до 250 ч. Полив углов и участков земель, которые не поливаются машиной «Фрегат», предусматривают машинами ДДН-70 из закрытой сети трубопроводов. В связи с внедрением поливов машинами «Фрегат» уточняют размеры и конфигурации полей севооборотов. Стоимость строительства внутрихозяйственной системы для машины «Фрегат» оценивается в 400...500 р/га. Коэффициент полезного действия оросительной сети при поливе «Фрегатом» 0,96 при земляных каналах, при поливе машинами ДДА-100М — 0,79; КЗИ соответственно 0,95 и 0,88. Применение машин «Фрегат» обеспечивает круглосуточное использование воды, снижает потребные расходы воды в точках выдела на 20 % по сравнению с поливами ДДА-100М в две смены. Срок окупаемости затрат оценивается в пять лет за счет повышения урожайности культур и экономии на издержках производства. Один оператор может обслужить 3...4 машины при групповом размещении машин (рис. 56).

Автоматизацию поливов осуществляют на стационарных системах дождевания, где аппараты размещены по определенной схеме на всей орошаемой площади. Воду к аппаратам подают по закрытой сети трубопроводов. Типы дождевальных аппаратов и высоту стояков подбирают по интенсивности дождя с учетом водно-физических свойств почв и высоты сельскохозяйственных культур. Расстояния между аппаратами 30...70 м. Дождевальные

аппараты работают группами 3...4 по очереди. Затворы на трубопроводах автоматически включаются и выключаются при изменении напора в сети. Подача команд на изменения давлений автоматическая в зависимости от заданного времени дождевания. Густая сеть стояков с аппаратами затрудняет механизацию обработки посевов. В этом отношении перспективны выдвижные, скрытые гидранты. Системы синхронного импульсного дождевания применяют при орошении интенсивных культур. Эти системы поддерживают влажность почвы на уровне 76...90 % НВ. Схема стационарной автоматизированной системы дождевания приведена на рисунке 57.

Московский гидромелиоративный институт разработал систему автоматизации поливов из закрытой сети трубопроводов по бороздам. На рисунке 6 показана схема системы автоматизации поливов из трубопроводов на участках с малыми уклонами с применением электрифицированных насосных установок. Для II стадии автоматизации поливов применены электрифицированные насосные установки и электрифицированные задвижки, программники для переключения расходов воды в поливные трубопроводы. Асбестоцементные трубопроводы закладывают в грунт на глубину 30...35 см из расчета 50...70 м/га. В поливных трубопроводах просверливают отверстия диаметром 5...8 мм через 0,6...1 м для расходов струй 0,2...0,4 л/с. Один поливной трубопровод обслуживает площадь в 4...10 га. При уклонах полей 0,001...0,006 одну насосную установку принимают на расход 130...160 л/с и напор 15...20 м для площади орошения 200...250 га.



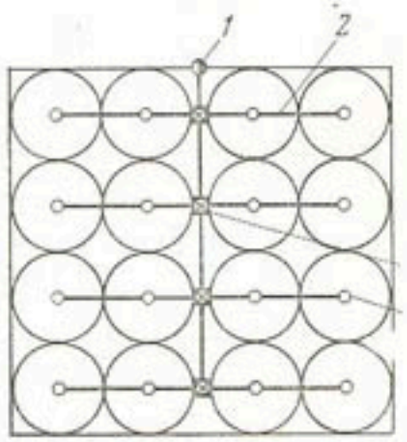


Рис. 56. Схема оросительной системы с машиной «Фрегат»:
1 — насосная станция; *2* — трубопроводы; *3* — колодцы; *4* — гидранты для машин.

Рис. 57. Схема стационарной автоматизированной системы дождевания:
1 — насосная станция; *2* — трубопроводы; *3* — стояки-дождеватели; *4* — задвижки с гидроприводом.

На опытных участках испытания этого способа автоматизации поливов определены технико-экономические показатели:

увеличение полезной площади на полях на 5...10 % за счет сокращения длины постоянных каналов до 7...8 м/га вместо 25...30 м/га, ликвидации временных оросителей и выводных борозд 150...200 м/га;

согласование поливов с обработками по участкам 8...20 га, проведение поливов по установленной очередности, повышение производительности тракторов на обработках посевов на 15...20 % и снижение затрат ручного труда на 20...30 % за счет своевременного проведения работ и отсутствия оросителей и каналов на полях;

возможность проведения круглосуточных поливов, ночные поливы — без поливальщиков, снижение напряжения труда поливальщика (выработка 3...4 га за смену), надежность проведения круглосуточных поливов оценивается 0,98, устранение сбросов воды и гарантия планового водопользования;

рост плановой продукции на 15...20 % за счет увеличения полезной площади, равномерного увлажнения полей и согласования поливов с обработками. Стоимость полива 1 га за один раз составляет 6...7 р. Капитальные затраты оцениваются 450...500 р/га. Срок окупаемости три года при поливах садов.

На основании опыта автоматизации поливов из трубопроводов по бороздам рекомендуется принципиальная схема системы в хозяйстве для малых уклонов (рис. 6):

в точке выдела воды из межхозяйственного канала на 600...1 000 га устанавливают водовыпуск-автомат, забирающий расчетные расходы воды (автоматизация по нижнему бьефу);

постоянных каналов 7...8 м/га, по которым воду подают к электрифицированным насосным установкам. Одна установка обслуживает 150...250 га, в зависимости от площади суточного полива и поливного периода. Насосные установки типовые — расходом 130...150 л/с и напором 15...20 м;

насосные установки автоматизированные, внутри здания насосной станции устанавливают пульт управления и программник, проводят автоматическое переключение расходов по поливным трубопроводам на массиве;

в хозяйстве в диспетчерском пункте устанавливают табло, на котором отмечают работающие поливные трубопроводы. При отключении насосных установок вода в точках выдела автоматически уменьшается (действует обратная связь).

Предложенная схема может быть осуществлена при существующих конструкциях водовыпусков-автоматов, электрифицированных насосных установок и электрозадвижек. Для автоматизации поливов по бороздам необходимо на массиве 150...250 га размещать равновеликие участки 8...20 га. Технологическую продолжительность одного полива культуры принимают 12...16 сут. По условиям круглосуточных поливов проводят два переключения расходов в каждом поливном трубопроводе, длины борозд прини-

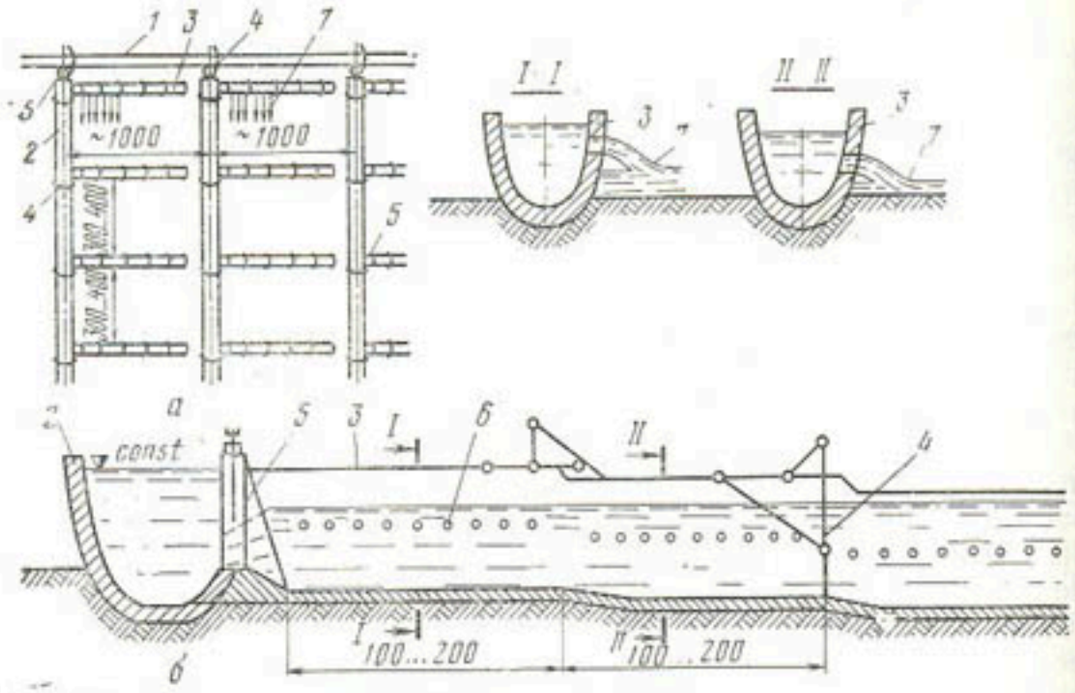


Рис. 58. Оросительная сеть с поливными лотками:

а — схема оросительной сети; *б* — схема поливного лотка; *1* — внутрихозяйственный канал; *2* — распределительный лоток; *3* — поливной лоток; *4* — автомат уровня воды; *5* — автомат расхода; *6* — водовыпускные отверстия; *7* — поливные струи. (Размеры в м)

мают 100...300 м, расходы струй в борозды 0,2...0,4 л/с, поливные нормы 0,6...1,2 тыс. м³/га. Расходы струй переменные: в начале полива повышенные 0,3...0,4 л/с и после добегания струй до конца борозд уменьшаются в 2 раза (расход делится на два трубопровода). Автоматизация поливов обеспечивает рациональное использование оросительной сети.

В Средней Азии разрабатывают устройства для автоматизации поливов по бороздам из лотков.

На рисунке 58 приведена схема размещения лотков для автоматизации поливов. Сеть состоит из распределительных и поливных лотков. Распределительные лотки размещают по наибольшему уклону, а поливные перпендикулярно к ним. Лотки укладывают с заглублением в землю с сохранением командования над орошаемыми полями. Головы распределительных и поливных лотков оборудуют автоматами расходов, в местах выделов воды в поливные и распределительные лотки устанавливают автоматы уровней. В боковых стенках поливных лотков имеются отверстия, из которых вода поступает в борозды. Расстояние между отверстиями равно ширине междурядий (60 или 90 см). Размеры отверстий определяют гидравлическими расчетами из условия подачи в борозды поливной струи при постоянном напоре и свободном истечении из лотка в борозды.

С помощью автоматов уровней поливные лотки делятся на отсеки (бьефы) длиной 100—200 м. В пределах отсеков отверстия делают на одном уровне. В каждом последующем отсеке ряд отверстий располагается ниже. Автоматы уровней устанавливают расчетами для обеспечения постоянных уровней в двух вышерасположенных отсеках (бьефах). При поливах в работу включают вначале первый ближний к голове лотка автомат уровня, через отверстия вода поступает в борозды первого отсека. После добегания воды до конца борозд включают второй автомат и одновременно отключают первый. В таком порядке происходит включение и отключение автоматов уровней на поливном лотке и полив продолжается до расчетного увлажнения по длине борозд. Расстояния между распределительными и поливными лотками, длину отсеков и размеры площадей, подвешенных к одному поливному лотку, и площади участков единовременного полива устанавливают с учетом топографических, почвенных, технологических и технико-экономических условий. При хорошей планировке поля длина отсеков составляет 100...200 м, поливных лотков — до 1 000 м, расстояние между ними, то есть длина поливных борозд, 300...400 м. Из одного поливного лотка поливают 30...40 га, участки одновременного (сосредоточенного) полива составляют 6...16 га.

Автоматизация поливов из лотков обеспечивается гидравлическими затворами-автоматами уровней верхнего бьефа или клапанами. Уставки затворов и клапанов можно изменять вручную и с помощью телемеханики при центральном контроле и управлении с диспетчерского пункта.

При автоматизированном поливе из лотковой сети устраняются потери оросительной воды на полях, производительность на поливе увеличивается в 10...20 раз по сравнению с поливом из земляных каналов. Производственные испытания поливов из поливных лотков показали, что наблюдаются отклонения уровней при малых напорах, резкие колебания расходов воды вдоль фронта поливов и заиление лотков.

2. АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧЕТА ВОДЫ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ НА ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ

Внедрение автоматизации учета воды и водораспределения изменяет структуру эксплуатационной службы на гидромелиоративных системах, выделяют отделы связи и автоматики, вводятся должности инженеров, техников и слесарей-наладчиков для обслуживания сложной техники. Например, в Краснодарском крайводхозе РСФСР с 1975 г. организован эксплуатационно-технический узел связи (ЭТУС), который обеспечивает бесперебойную связь, устойчивую работу средств автоматики и телемеханики, внедрение и развитие повых систем связи, телемеханики и автоматизации, совершенствование существующих средств телемеханики и автоматики, уточняет структуры штата по обслуживанию и проведению планово-профилактических ремонтов средств связи, телемеханики и автоматики. Специализированную эксплуатационно-техническую службу необходимо создавать при облмелиоводхозах с выделением линейно-технических участков при УОС. Первооче-

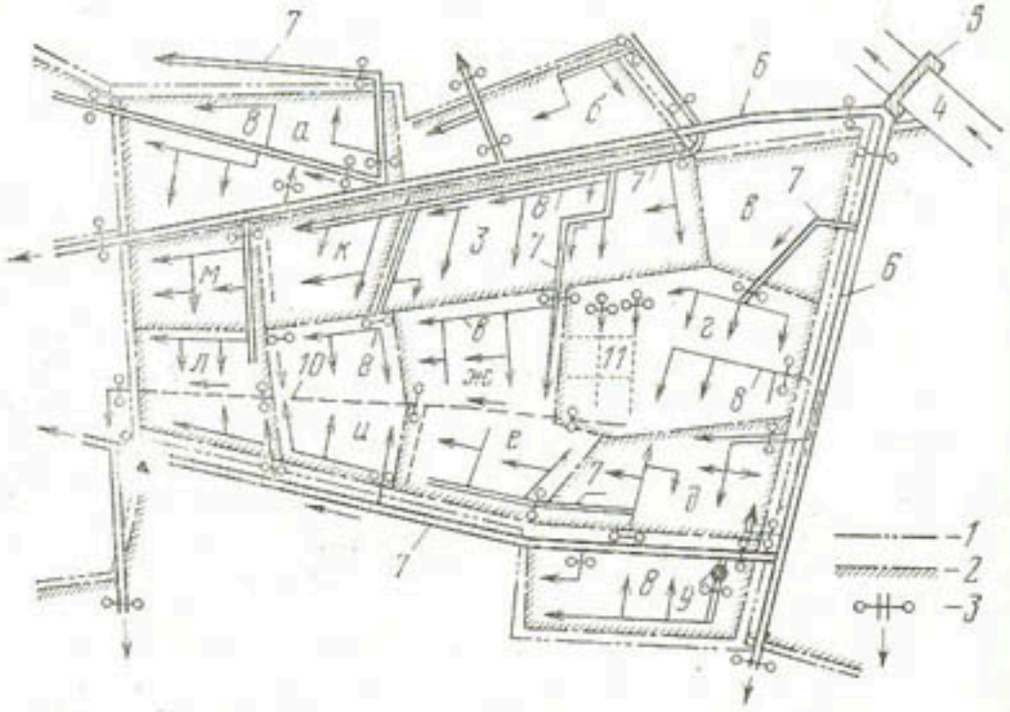


Рис. 59. Схема размещения постов учета воды для межхозяйственного водораспределения:

1 — районные границы; *2* — хозяйственные границы; *3* — гидропост; *4* — река; *5* — гидроузел; *6* — магистральные и *7* — межхозяйственные каналы; *8* — внутрихозяйственные распределительные каналы; *9* — насосная станция; *10* — дренаж; *11* — сеть выклинивания грунтовых вод и подачи подземных; *а*...*М* — колхозы и совхозы.

редные работы на системах — внедрение диспетчерской связи и достоверного учета воды на межхозяйственной сети, чтобы обеспечить плановое водораспределение по точкам выдела хозяйств.

В хозяйствах необходимо развивать оперативную связь, обеспечивающую передачу сведений о работе дождевальных машин, насосных станций, о ходе поливов и использовании воды при поливах или об отводе воды при осушении. Средствами оперативной связи могут быть радиостанции типов 29 РТ («Алмаз»), 30 РТ («Гроза»), 6 РТ («Карат») и «Недра-4». Они предназначены для симплексной радиотелефонной связи в полевых условиях на расстояниях от 30...50 км («Карат») до 100...200 км («Алмаз»).

По опыту планового водопользования определены основные требования к учету воды на системах: оперативность получения сведений о расходах и стоках в диспетчерских пунктах; простота учета расходов и стоков с погрешностями не более ±5 %; надежность работы водомерных устройств, обеспечивающих достоверность учета при изменениях расходов воды в системах.

Эти требования предопределили необходимость строительства специальных водомерных сооружений и устройств, а также развитие диспетчерской связи на системах.

Схема размещения постов учета воды на межхозяйственной сети в хлопковой зоне представлена на рисунке 59.

Для автоматизации учета воды применяют первичные измерительные устройства, по которым определяют расходы по 1...2 пе-

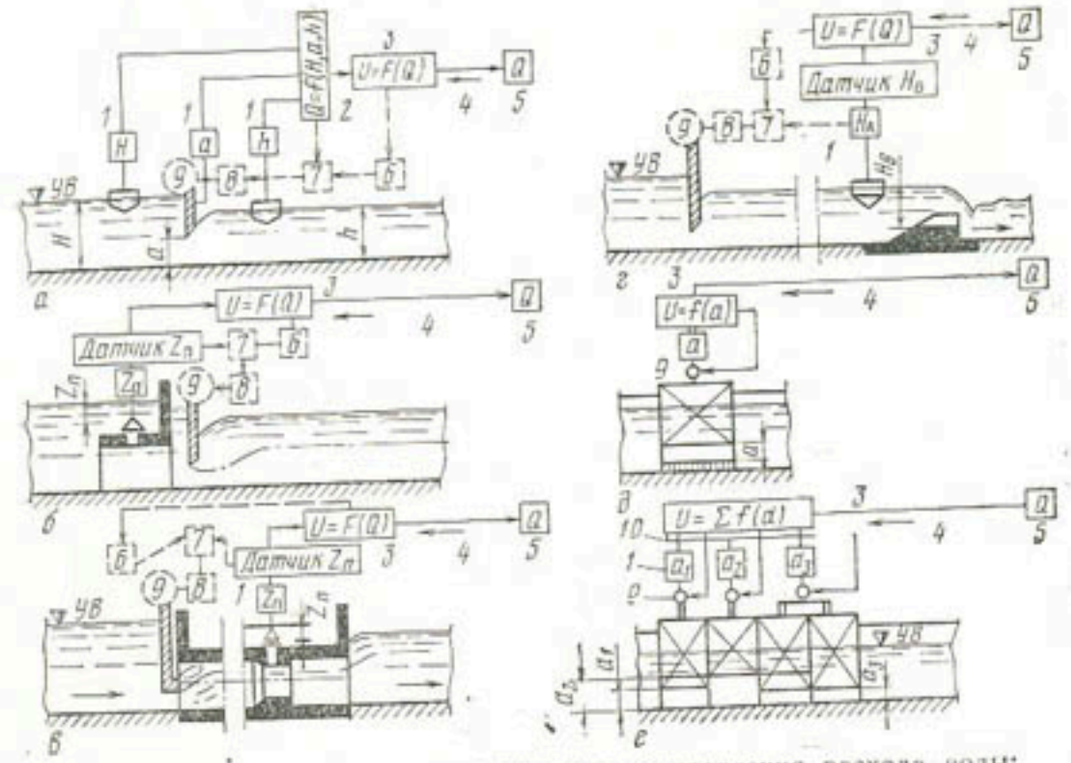


Рис. 60. Скелетные схемы телеизмерения и телеуправления расхода воды:

а — тарированного сооружения; *б*, *в* — водомеров-регуляторов; *г* — водомерного сооружения с выпуском (типа ВПС); *д* — затвора автомата; *е* — многопролетных регуляторов; *1* — измерительные устройства (датчики); *2* — счетно-решающее устройство; *3* — преобразователь; *4* — канал связи; *5* — прибор на диспетчерском пункте; *6* — задатчик расхода; *7* — сравнительный орган; *8* — усилитель; *9* — электромотор; *10* — программный распределитель сигналов; *H* — глубина воды в верхнем бьефе; *h* — глубина воды в нижнем бьефе; *a* — открытие затвора; *Z* — перепад уровней.

ременным (пороги, водосливы, насадки, водовыпуски-водомеры). Первичные устройства имеют преобразователи, позволяющие подсоединить средства телемеханики и авторегулирования. Телемеханизация и автоматизация гидротехнических сооружений обеспечивают диспетчерское автоматизированное водораспределение с достоверным учетом воды. При минимальном числе измеряемых гидравлических параметров для определения расходов воды упрощается структурная схема телеизмерений и телеуправления сооружениями. Водоизмерительную технику изготавливают на заводах серийно. Водомерные устройства, средства телемеханики и автоматики защищают от постороннего вмешательства. Эти устройства подключают в диспетчерский пункт и проводят диспетчерское водораспределение по отдельным каналам и по системе. Линейный персонал (сторожа-регулировщики) заменяют слесарями-наладчиками, которые контролируют работу устройств и устраняют случайные нарушения. Водомерные приборы, телемеханика и автоматика находятся в будке под замком. Структура эксплуатационного линейного персонала изменяется: гидротехнические участки укрупняются, один участок на 30...50 км длины канала по обслуживанию гидротехнических сооружений и каналов. Круглосуточное наблюдение за работой устройств системы проводят дежур-

ные диспетчеры, в распоряжение которых выделяют аварийные бригады. Линейный эксплуатационный штат находится на благоустроенном гидротехническом участке, он работает в основном в одну смену — в дневное время. При строительстве гидротехнических сооружений и устройств для водомерности, телемеханики и автоматики создают нормальные условия для осмотров, проверки работы, ремонтов и замены частей приборов, средств телемеханики и автоматики. Скелетные схемы телеизмерений и телеуправления расходов воды на системах приведены на рисунке 60. На системах применяют водовыпуски-водомеры, обеспечивающие измерение и регулирование расходов. Малые типовые сооружения на расходы воды до 3...5 м³/с имеют водоизмерительные приборы серийного выпуска. При благоприятных гидравлических условиях применяют водовыпуски-автоматы, поддерживающие постоянные расходы воды. На одной оросительной системе устанавливают однотипные водомерные устройства, приборы, средства телемеханики и автоматики. Схемы некоторых автоматических устройств гидравлического действия для установления постоянных расходов воды на открытой сети приведены на рисунке 61.

Много конструкций создано для автоматического регулирования уровней и расходов воды в каналах. Однако из них мало отобрано в качестве типовых. Для диспетчерского регулирования применяют системы приборов, обеспечивающих поддержание уровней и расходов воды на сооружениях по длине каналов:

система приборов типа «Ташкент» — датчик расхода воды, телеметрические преобразователи, реле угла поворота и регулирующее устройство. Приборы по перепаду напора от 2 до 75 см обеспечивают телеизмерение, телеконтроль и автоматическое регулирование расходов на каждом сооружении (рис. 62). Погрешности при регулировании расходов ±4...6 %;

система приборов типа «Баку-1» — датчики уровней воды и блок рассогласования, имеется механизм изменения уставки уровней с датчиком телеизмерения. Диапазоны измерения уровней воды 0...125 см и более. Погрешности при измерении уровней ±1 см;

система приборов «Баку-2» — датчики расходов воды, частотный преобразователь и блок рассогласования. По перепаду уровней от 2 до 100 м определяют расходы воды, проводят телеизмерение и регулирование уровней при диспетчеризации;

система приборов типа БКТ-62 — датчики уровней и телеизмерение. Новые приборы «Темир» и др. — разработаны в Узбекистане.

При внедрении автоматизации водораспределения по длине каналов на гидросооружениях устанавливают затворы-регуляторы и устройства телемеханики и связи с диспетчерским пунктом. Щиты-регуляторы могут быть гидравлического действия или с электромоторами. Регулирование расходами может быть по верхнему и нижнему бьефам и смешанного типа, когда каналы,

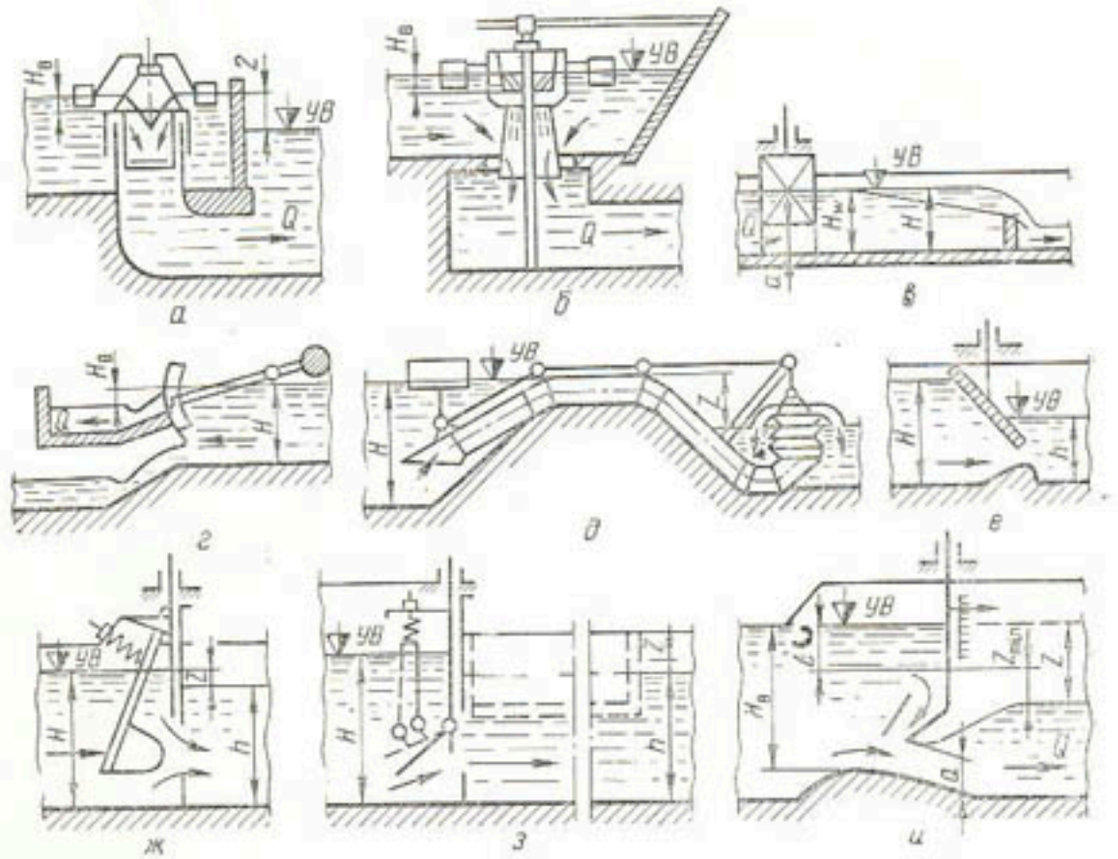


Рис. 61. Схемы некоторых гидроавтоматов постоянных расходов воды:

а, б — затворы-автоматы на поплавках; *в* — водосливы с боковыми отверстиями; *г* — сегментный затвор-автомат; *д* — сифонный регулятор расхода; *е* — затворы-автоматы с вращающимися щитками; *ж* — пружинный автомат расхода; *з* — пружинный автомат расхода с вращающимся щитком; *и* — затворы-автоматы расхода с двойными стенками.

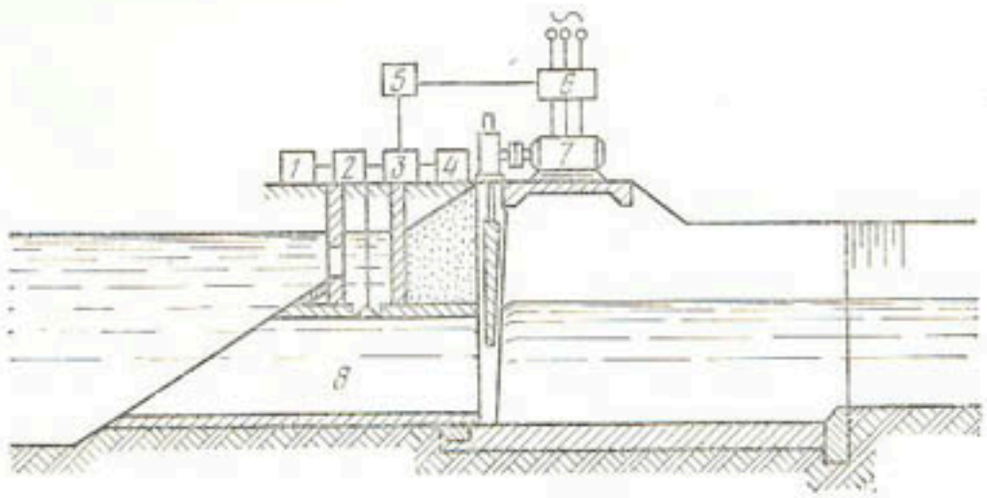


Рис. 62. Схема автоматического регулирования расхода с помощью системы приборов «Ташкент»:

1 — телепреобразователь контроля расхода воды; *2* — датчик расхода; *3* — реле угла поворота; *4* — телепреобразователь контроля регулятора; *5* — регулирующее устройство; *6* — магнитный пускатель; *7* — электродвигатель; *8* — водомерная приставка.

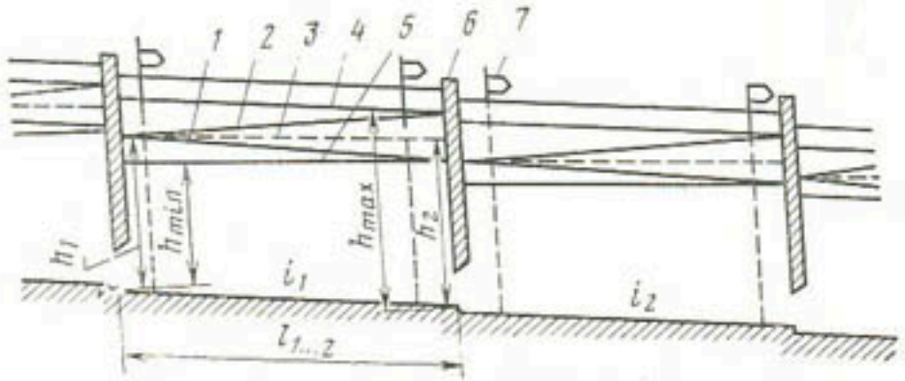


Рис. 63. Уровни поверхностей воды при смешанном регулировании:
1—5 — уровни воды при водопользовании; *6* — автоматическое перегораживающее сооружение; *7* — водовыпуски.

сооружения, резервные емкости и сбросы строят с учетом колебаний расходов при водопользовании (рис. 63).

В условиях эксплуатации большинство выпусков работает по принципу обеспечения устойчивости расходов в нижних бьефах, когда можно рационально использовать поливную технику и выполнить расчетные режимы орошения. Однако при стохастических нарушениях возникает необходимость регулировать расходы по верхним бьефам в зависимости от наличия воды перед сооружениями. При избыточных расходах вода направляется в резервные емкости или в сбросы. При малых расходах обеспечивается равномерное распределение расходов между бьефами. При этом способе регулирования расходов устраивают автоматические перегораживающие сооружения по длине каналов, обеспечивающие перераспределения расходов по 1...2 боковым отводам и расчетную подачу воды на нижние участки. Такие сооружения имеют более сложную конструкцию по сравнению с сооружениями, регулирующими расходы по верхнему или нижнему бьефу, они поддерживают минимальные, максимальные и расчетные расходы.

Крупные гидротехнические сооружения имеют электроподъем-

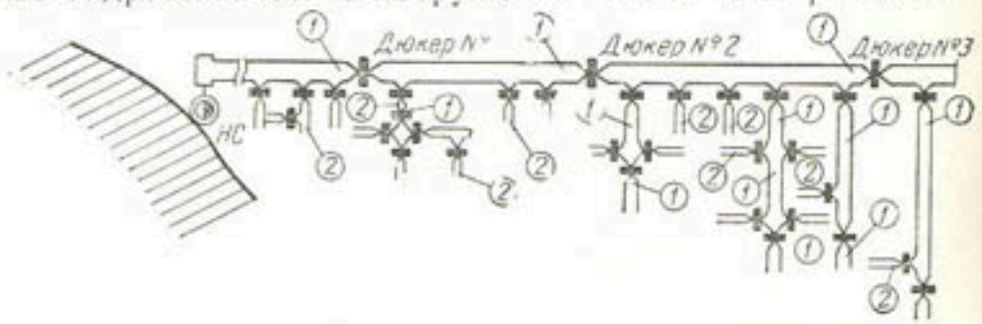
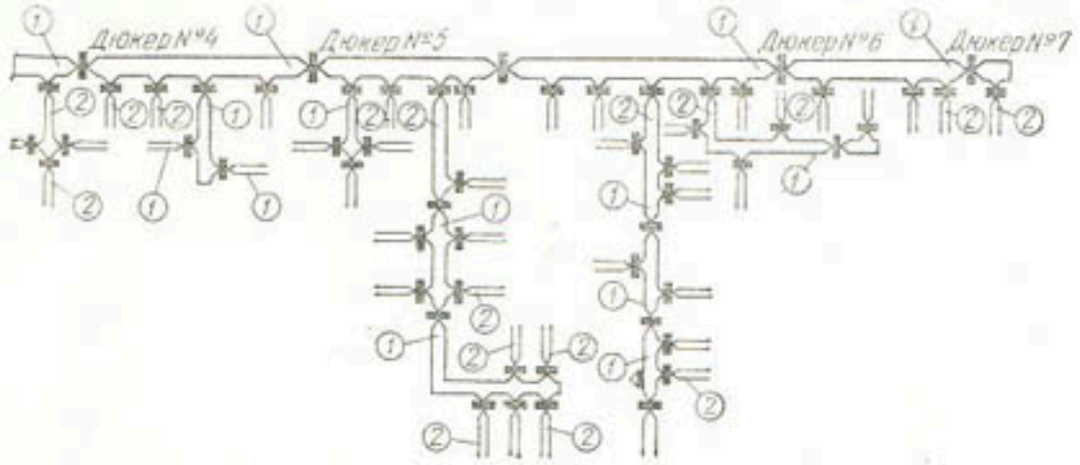


Рис. 64. Схема автоматизации и телемеханизации Азовского
1, 2 — автоматы регулирования уровней и расходов.

ники, к ним пристраивают системы приборов для диспетчерского регулирования расходами при помощи телемеханики. На закрытой оросительной сети применяют электрозадвижки для регулирования расходов и индукционные водомеры.

Гидравлическими расчетами определяют зависимости расходов от переменных величин на каждом сооружении — глубины воды в верхнем и нижнем бьефах, высоты поднятия щитов и характеры истечения воды через отверстия. Основные расчетные формулы $Q=mвH^{3/2}$ и $Q=mав\sqrt{z}$. При помощи вычислительной техники в диспетчерских пунктах устанавливают технологические схемы изменения переменных величин для получения расчетных расходов воды на каждом сооружении. При допустимых колебаниях уровней воды в бьефах $\pm 10\%$ погрешность водораспределения не превышает $\pm 5\%$. Вначале отрабатывают локальные системы автоматизации регулирования расходов на отдельных сооружениях и узлах сооружений, затем связывают локальную автоматизацию в диспетчерские пункты при помощи телемеханики. Для обслуживания систем автоматики выделяют специальную службу.

Большие работы по автоматизации водораспределения проведены в Узбекистане, в Киргизии и в отдельных областях РСФСР. Например, в Ташкентской области Узбекистана электрифицировано и автоматизировано более 50 крупных гидротехнических сооружений (1980 г.). Гидроузлы, насосные станции и водохранилища оснащены средствами дистанционного учета воды, водораспределения и контроля. Телемеханизацию проводят установками типа «Темир-2». Внедряют новый комплекс устройств телемеханики типа УТМ-1 конструкции Узводприборавтоматики Минводхоза Узбекской ССР. Данные по учету воды обрабатывают на ЭВМ «М-6000». В РСФСР большие работы по автоматизации и телемеханизации проведены в Ростовской области и Краснодарском крае. На Донском магистральном канале с 1975 г. работают устройства автоматики и телемеханики. Длина канала 112 км, расход воды 160 м³/с, площадь орошения 177 тыс. га, площадь обводнения 600 тыс. га. Регулирующих сооружений 42, которые



магистрального канала:

оборудованы электрическими подъемниками затворов, авторегуляторами расходов, датчиками уровней и положения затворов, контрольными устройствами из системы телемеханики ТМ-201. В диспетчерском пункте установлены мозаичный щит с мнемосхемой канала и устройства телемеханики. Из диспетчерского пункта проводят централизованное телеуправление и телеконтроль, автоматическую стабилизацию параметров водораспределения. Система телемеханики ТМ-201 обеспечивает из диспетчерского пункта: телеуправление электроподъемниками, телеизмерение параметров, телесигнализацию состояния электромоторов и активную сигнализацию аварийных режимов. На мнемосхеме канала отображается динамика процесса водораспределения. Автоматизация и телемеханизация водораспределения в Ростовской области внедрены с учетом опыта Донского магистрального канала на Азовской и Нижне-Донской оросительных системах (рис. 64). Длина Азовского магистрального канала 112 км, расход воды в голове 20 м³/ч, число регулирующих сооружений 93, площадь орошения 30,6 тыс. га.

Автоматизация и телемеханика обеспечивают оперативное централизованное управление регулирующими сооружениями на межхозяйственной сети с диспетчерского пункта. Комплекты технических средств — датчики уровней воды и положения затворов, электрифицированные подъемники затворов, авторегуляторы уровней (расходов), устройства ТМ-201 серийно выпускаются промышленностью. Комплекты обеспечивают работу регулирующих сооружений в режимах — автоматическом местного и телемеханического управления.

На системе осуществляют телемеханические операции: телеизмерение уровней воды и высоты открытия затворов; телеуправление затворами, насосными агрегатами; телерегулирование уставками по изменению уровней воды и открытия затворов; телесигнализацию — вызовы, проверки состояния электрических моторов, насосных агрегатов и положения затворов; телесигнализацию активную — аварий, отказов автоматики и предельных уровней воды в каналах.

Внедрение автоматизации и телемеханизации водораспределения на системах обеспечивает рациональное использование водных ресурсов, улучшение условий сельскохозяйственного производства и повышение производительности труда, своевременную и надежную подачу воды водопользователям при орошении.

Опыт внедрения автоматизации учета воды и водораспределения показывает, что необходимо улучшить конструкции гидросооружений, приспособить их для измерения расходов по 1...2 параметрам, электрифицировать подъем затворов, обеспечить присоединение устройств телемеханики и построить будки, чтобы управлять водовыпусками без участия линейного персонала из диспетчерского пункта. Техника автоматики и телемеханики должна обслуживаться электриками-наладчиками, которые будут проводить профилактические осмотры и устранять текущие

отказы. На автоматизированных гидромелиоративных системах необходимо разработать новую структуру эксплуатационной службы.

3. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

При интенсификации сельскохозяйственного производства и развитии агропромышленных комплексов увеличивается число факторов, влияющих на все сферы производства, в том числе на водное хозяйство. Возникает необходимость внедрения АСУ, связывающих взаимно обусловленные отрасли сельского и водного хозяйства.

Важную роль в проработке возрастающих объемов информации играют методы математического моделирования, алгоритмы, обеспечивающие решение задач системного анализа, прогнозирования, оптимального планирования и оперативного управления на основе АСУ по разделам, в том числе АСУ — эксплуатация гидромелиоративных систем (АСУ—ЭГМС). Техническое обеспечение АСУ представлено техническими устройствами, предназначенными для сбора, накопления, хранения, передачи, обработки, поиска, обновления информации и ее воспроизводства для потребителей.

Основные задачи АСУ—ЭГМС:

проведение многовариантных расчетов и оптимизация планов водопользования и водораспределения в целях наилучшего использования водных, земельных, трудовых и материальных ресурсов в масштабах отдельных хозяйств, районов, гидромелиоративных систем, бассейнов рек, областей и территориальных комплексов;

накопление комплексной информации о процессах производства, анализ текущей информации и выявления тенденций в развитии;

осуществление необходимых корректировок в процессе выполнения планов и выработки оптимальных решений для оперативного управления, обеспечение устойчивой обратной связи по уровням управления;

координация действий всех звеньев, составляющих комплексные системы, участвующие в процессе производства и обслуживания, организация взаимодействия с АСУ вышестоящих организаций;

обеспечение эксплуатационной службы на всех уровнях водного хозяйства всеми данными, которые необходимы для прогнозирования, планирования, оперативного управления и контроля.

Автоматизированная система управления и ее функциональные подсистемы внедряются постепенно, вначале принимают существующие методы управления и затем на основе опыта улучшают технические средства и соответствующие им методы, проводят структурные сдвиги, расширение и углубление связей, внедряют ЭВМ новых поколений и периферийные устройства подсистем.

Каждую подсистему АСУ разрабатывают с учетом связи с другими звеньями и вышестоящими организациями. Создают единые органы, координирующие проектирование, внедрение и эксплуатацию АСУ подсистем, ведомств и отрасли. В перспективе будет объединенное АСУ (ОАСУ) эксплуатации водохозяйственных систем, всей отрасли водного хозяйства и единая государственная система всех отраслей народного хозяйства (ОГАСУ). При оснащении АСУ новой техникой продолжают изучать ее действие и используют опыт оперативного управления для дальнейшего совершенствования. При разработках АСУ соблюдают принцип однократной фиксации информации, когда объем первичной информации минимальный и фиксируется только один раз.

Первичная информация фиксируется во время производственного процесса и поступает для последующей обработки по иерархическим ступеням. Технические носители отчетных данных — перфокарты, перфоленты, магнитные ленты, диски — обеспечивают хранение и накопление информации. Первичный учет используют для оперативного управления, статистического учета, планирования и анализа процессов. Оперативный анализ в хозяйствах, на системах и по бассейнам рек о расходах воды и площадях поливов проводят ежедневно, по пятидневкам, декадам, месяцам и сезонам. На основе оперативного анализа проводят водораспределение по хозяйствам и системам. Текущий анализ за декаду, месяц и сезон позволяет контролировать выполнение планов водопользования по хозяйствам, системам, районам и бассейнам рек.

Годовой анализ выявляет основные результаты производства по всем показателям по звеньям систем. Сравнение данных за ряд лет дает возможность оценить эффективность управления водопользования с учетом водных ресурсов, мелиоративного состояния земель и погодных условий. Для внедрения АСУ — ЭГМС необходимо разработать типовые решения по трем классам: техника, персонал и задача. При разработке таких типовых решений подбирают комплексы технических средств, персонал для эксплуатации средств АСУ, программы и алгоритмы. Экономическую эффективность внедрения АСУ оценивают за счет: сокращения потерь воды при водопользовании, что обеспечивается оперативным управлением в сложных ситуациях; увеличения продукции сельскохозяйственного хозяйства в результате рационального распределения и использования водных, земельных, трудовых и материальных ресурсов; более интенсивного использования основных фондов, повышения производительности труда и совершенствования структуры управления эксплуатацией гидромелиоративных систем. Срок окупаемости капитальных вложений по внедрению АСУ оценивается 3...4 годами.

В Узбекской ССР внедряют в эксплуатацию оросительных систем автоматизацию, телемеханизацию и АСУ на основе электрификации. Процессы контроля и распределения воды по большим каналам осуществляют с диспетчерских пунктов при помощи телемеханики. Автоматическое централизованное управление про-

водят на крупных гидроузлах, насосных станциях и кустах скважин вертикального дренажа. На телемеханический контроль переведено более 500 объектов (1980 г.).

Из Центрального диспетчерского пункта Минводхоза Узбекистана (г. Ташкент) через диспетчерские пункты в облУОС, каналов, гидроузлов и водохранилищ проводят распределение воды в бассейнах рек Сырдарьи, Амударьи и Зеравшана. В диспетчерских пунктах по сведениям, поступающим в ЭВМ, проводят расчеты расходов воды наполнения и сработки водохранилищ, хода поливов, состояния насосных станций и др., а также оперативное руководство водохозяйственными системами.

В последние годы выполнено кольцевание систем, что способствовало диспетчерскому оперативному перераспределению стока в Ферганской долине, в Бухарской области и др. Эксплуатируется первая очередь АСУ в долине Зеравшана, при помощи информационно-вычислительного комплекса с ЭВМ третьего поколения, проводят расчеты по планированию и оперативному управлению водными ресурсами долины. Расчетная модель составлена на основе структурной схемы оросительной сети и водопотребления. На ЭВМ составляют и уточняют декадные планы водораспределения на всех ступенях, наполнения и сработки водохранилища, прогнозы стока на очередную декаду.

В первой очереди АСУ — Зеравшан реализовано 59 задач математического обеспечения. Внедрение бассейновых АСУ позволит автоматизировать распределение и учет воды на площади более 1 млн. га. На межхозяйственной сети разрабатывается типовая телеавтоматическая информационная система оперативного диспетчерского управления распределения и учета воды.

В Узбекистане переходят от автоматизации отдельных сооружений и каналов к АСУ водохозяйственными комплексами бассейнов рек. Разработку, внедрение и эксплуатацию устройств АСУ и вычислительной техники ведет Информационно-вычислительный центр, созданный при Министерстве мелиорации и водного хозяйства Узбекской ССР.

На Центральном диспетчерском пункте Минводхоза Узбекской ССР с учетом особенностей погоды, наличия водных ресурсов, почвенно-мелиоративных условий районов устанавливают дифференцированные лимиты водораспределения по декадам вегетации, на основе которых проводят оперативное водораспределение. Лимиты водообеспеченности районов и отдельных групп хозяйств устанавливают при разработке характеристик гидромодульного районирования по массивам (учет природных условий). По каждой группе хозяйств за последние 10...15 лет по отчетным данным оценивают урожайность и водоподачу по фазам развития хлопчатника — перед посевом, всходы, бутонизация, цветение, созревание и раскрытие коробочек. По этим периодам по годам определяют сумму температур (в градусах), осадки и водоподачу. По анализу данных устанавливают связи по периодам суммы температур осадков и водоподачи с урожайностью хлопчатника. При макси-

муме суммы температур, осадков и водоподачи по периодам, которые обеспечили повышенную урожайность хлопчатника в ряде 10...15 лет, принимают в качестве лимитов водообеспеченности по периодам. При оперативном водораспределении эти лимиты служат основой выравнивания водообеспеченности по районам и группам хозяйств. Кольцевание каналов и развитие водораспределительной сети по районам, областям и между областями повышает эффективность использования водных ресурсов при внедрении АСУ—ЭГМС.

В Чуйской долине (Киргизская ССР) на площади около 400 тыс. га внедрено АСУ водными ресурсами. Сведения о расходах рек и каналов, а также запасах воды в водохранилищах поступают в вычислительный комплекс АСУ. Здесь расчетами определяют расходы, которые необходимо подать в системы при ограниченных водных ресурсах по принципу равной водообеспеченности с учетом состава культур, гидромодульного районирования и погодных условий. Воду распределяют по оросительным системам долины в контуры 20...40 тыс. га. Через местные диспетчерские пункты УОС распределяет расходы по точкам выдела воды.

На Украине проводят испытание автоматизированной информационно-советующей системы оперативного планирования поливов на основе АСУ.

На Бортничской оросительной системе, использующей сточные воды для орошения, внедрена Информационно-советующая система (ИСС-1), которая помогает устанавливать сроки и нормы поливов культур с учетом запасов влаги в почве и осадков на отдельных участках. Система разработана в содружестве УкрНИИГиМ со специалистами ГДР. Модель расчетов динамики влажности в 15-сантиметровом слое почвы составлена с использованием полуэмпирического уравнения гравитационного переноса влаги в почве, в котором учитываются запасы влаги в почве, наименьшая влагоемкость почвы, приток влаги из верхних слоев, суммарное испарение растениями и почвой. Суммарное испарение принимают пропорционально данным водного испарителя с коэффициентами для каждой культуры по периодам. Для расчетов по модели в ЭВМ вводят следующие данные: основные нормативные глубины расчетных слоев, верхнюю и нижнюю границы увлажнений для культур, коэффициенты гравитационного переноса влаги, степень покрытия поля растениями по периодам, биологические коэффициенты; сезонные нормативы, запасы влаги в 15-сантиметровом слое почвы при наименьшей влагоемкости, при влажности завядания культуры, средние многолетние значения суточного испарения. Оперативную информацию — суточные показания испарометра, осадки, нормы поливов по участкам, фазы развития растений — вводят 2 раза в неделю.

Динамику запасов влаги в почве по участкам рассчитывают за каждые сутки. На десять дней составляют прогноз изменения запасов влаги по данным испарометра. Два раза в неделю проводят расчеты по фактическим данным об испарении, осадках,

поливах и фазах развития растений, уточняют динамику запасов влаги за прошедший период и прогнозы на последующие десять дней. Программное обеспечение ИСС-1 составлено на алгоритмическом языке Фортран для ЭВМ БЭСМ-6.

Рекомендации по срокам поливов выдают хозяйствам по участкам в виде типовых фраз и сокращений. На ИСС-1 выполняют оперативное прогнозирование динамики запасов влаги в почве, анализируют данные о влагозапасах и выдают рекомендации по участкам о сроках и нормах поливов культур. Измерение влажности почвы проводят термостатно весовым способом весной по типовым участкам. Изменение запасов влаги в почве устанавливают расчетами. Контроль правильности расчетов проводят эпизодически.

Опыт эксплуатации ИСС-1 на Бортничской системе в 1977...1979 гг. показал простоту и надежность получения расчетных данных. В ГДР ИСС-1 обслуживала в 1979 г. 216 тыс. га орошаемых земель, на 5 тыс. поливных участках. Обслуживание ИСС-1 проводят научные сотрудники исследовательского центра ГДР. На Бортничской системе ИСС-1 обслуживает 39,4 тыс. га (640 поливных участков и в 22 хозяйствах), организована лаборатория при УОС с метеорологическим пунктом и испарометром, число обслуживающего персонала восемь человек. Служба ИСС-1 проводит подготовку и ввод в ЭВМ сезонной нормативной информации, измерение исходной влажности на типовых участках, сбор, контроль и ввод в ЭВМ оперативной информации, передачу в хозяйстве рекомендаций, выполненных расчетами на ЭВМ. Для специалистов хозяйств составлена инструкция по использованию данных ИСС-1. Проводят инструктаж по подготовке, контролю и использованию данных, вводимых и получаемых из ЭВМ. На Бортничской системе (1976...1979 гг.) при проведении поливов по рекомендации службы ИСС-1 за счет более четкого поддержания влажности почвы (пшеница, кукуруза, свекла и травы) урожайность была выше в разные годы на 3...86 %. Ежегодная экономическая эффективность внедрения ИСС-1 оценивается 20...24 р/га.

4. ПРИМЕНЕНИЕ ЭВМ ПРИ ПЛАНОВОМ ВОДОПОЛЬЗОВАНИИ

Для решения задач планового водопользования и водораспределения на системах необходимо разрабатывать и анализировать исходные данные: технические — о состоянии системы, агроэкономические о составе культур и агротехнике, режимах орошения, урожайности, технологии поливов и др.

В настоящее время разработаны при существующих методах планирования и управления математические модели, алгоритмы и программы для расчетов на ЭВМ планов водораспределения между системами, хозяйствами, районами и областями. Для планирования водораспределения внедрены программы на системах в Чуйской (Киргизская ССР) и Зеравшанской (Узбекская ССР)

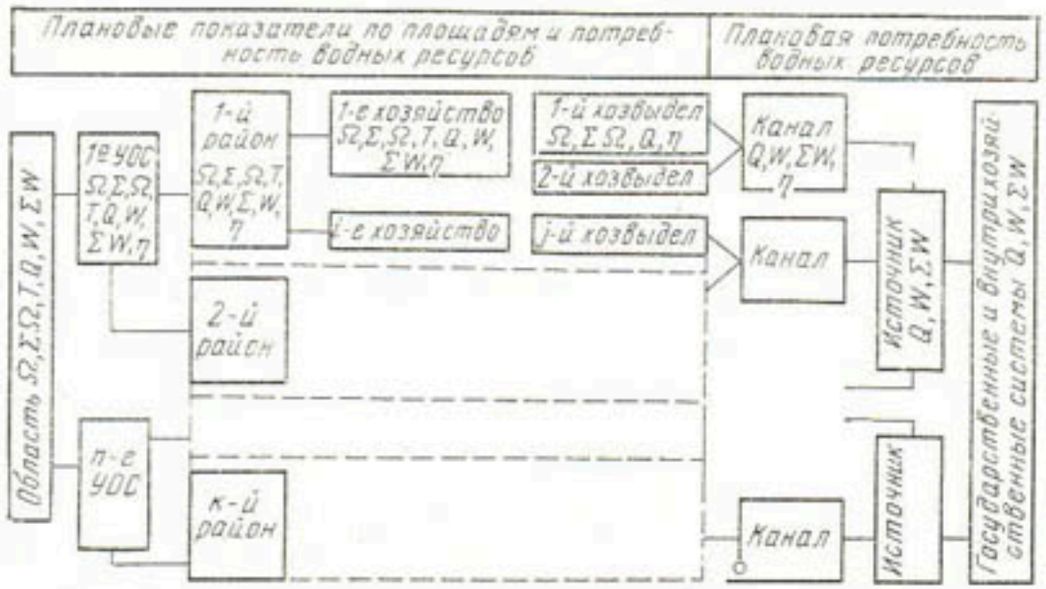


Рис. 65. Схема расчета на ЭВМ плана водораспределения для области: Ω — площадь; T — поливы-смены; η — КПД; Q — расход; W — сток.

долинах и в других республиках. Для планирования водопользования объем исходной информации (число параметров) в Бухарской области (Узбекская ССР) определен следующими цифрами: расчет плана водопользования в хозяйстве 600, плана водораспределения по району 1 600 и по области 2 190.

Разработку указанной информации на ЭВМ БЭСМ-3м проводят за 90...180 мин. На ЭВМ ведут расчеты размещения сельскохозяйственных культур по гидромодульным зонам, режимов орошения, наличия и использования водных ресурсов, прогноз изменения уровней грунтовых вод и др. Решения на ЭВМ проводят по существующим формулам и логическим операциям на 12...15 декад, определяют план-задание по поливным площадям, по культурам и потребные расходы воды в каждой точке выдела для поливов расчетной площади принятыми нормами орошения. По декадам составляют календарные ведомости, в которых указывают площади поливов, гектаро-поливы, забор воды из источников и подачу воды в точки выдела. При расчетах на ЭВМ используют исходные данные, которые необходимы для обычных традиционных методов планирования водопользования (рис. 65). Применение ЭВМ при планировании водопользования и водораспределения повышает точность и оперативность расчетов, затраты труда на расчеты сокращаются в 8...10 раз. Повышение качества планирования способствует лучшему использованию земельных и водных ресурсов гидромелиоративных систем.

Применение ЭВМ в планировании водораспределения рассмотрено на примере Ингулецкой оросительной системы УССР. Орошаемая площадь системы 60 тыс. га размещена на территории в 272 тыс. га в 54 хозяйствах. Вода для орошения в хозяйства подается через 200 точек выдела. В голове системы установлена

насосная станция — семь насосов с расходами по 5 м³/с. Длина межхозяйственных каналов 463 км и внутрихозяйственных — 1 365 км. На системе поливают 15 культур — зерновые, травы, сахарную свеклу, овощи, сады и виноградники, кроме того, воду подают в водохранилища и в 26 прудов.

Для планирования водораспределения по системе разработаны алгоритмы и программы для ЭВМ «Минск-32». При расчетах используют исходные данные: линейную схему системы с указанием границ хозяйств, участков, районов, областей; рекомендуемые режимы орошения культур; структуру посевных площадей под точками выдела воды; данные о пропускной способности каналов и КПД каналов; графики выполнения и сработки водохранилища и прудов.

Потребные расходы воды на поливы вычисляют при помощи структурных коэффициентов посевов и декадных ординат гидромодулей. Расходы уточняют с учетом подачи головной насосной станции, затем распределяют по каналам и точкам выдела. Алгоритм расчета состоит из семи блоков: структурных коэффициентов по хозяйствам; декадных гидромодулей и поливных заданий; потребных расходов на поливы и заполнение водохранилищ и прудов; подбор числа рабочих насосов головной насосной станции; уточнение расходов воды на поливы и на заполнение прудов; распределение уточненных расходов воды на поливы и площадей полива по хозяйствам, участкам и районам; расчет расходов воды по межхозяйственным каналам.

Алгоритмы состоят из 144 операторов, в которых приведены расчетные формулы. По расчетам на ЭВМ получают данные: расходы воды на поливы, в водохранилище и пруды, площади поливов по хозяйствам, участкам, районам, областям и по системе. Данные расчетов подачи воды в точки выдела, гектаро-поливы, диспетчерский график водозабора и водоподачи — представляют в табличной форме. Корректировку плана проводят по заявкам хозяйств в пределах лимитов. При применении ЭВМ в расчетах планов водораспределения повысилась оперативность, в 15 раз ускорилось планирование и корректирование графиков, создалась возможность использовать дифференцированную исходную информацию о режимах орошения, о мелиоративном состоянии земель, о КПД и др.

Внедрение ЭВМ при планировании водопользования проводят по этапам: I — разработка алгоритмов и программ для вычислительных операций при существующих методах планирования водопользования; II — уточнение методики планирования с разработкой задач по оптимизации водораспределения в критические периоды при дефиците водных ресурсов.

Для внедрения ЭВМ в управление плановым водопользованием необходимо: разработать дифференцированные режимы орошения с учетом мелиоративного состояния земель и водно-физических свойств почв, а также алгоритмы для моделирования поливных режимов культур на ЭВМ; уточнить привязки площадей

к точкам выдела воды и привязку прудов к каналам; структуру посевных площадей под всеми точками выдела и по межхозяйственным каналам, данные о КПД по участкам каналов по периодам вегетации и КПД внутрихозяйственной сети по точкам выдела, формы ведомостей для сбора и передачи информации на ЭВМ.

Алгоритмы задач целесообразно описывать на алгоритмическом языке — Кобол и Фортран.

Каждая крупная оросительная система должна иметь свой алгоритм, который создают из отдельных блоков алгоритмов. На оросительных системах изменяются режимы орошения, мелиоративное состояние земель, погодные и хозяйственные условия. Поэтому надо оперативно учитывать переменные факторы и применять ЭВМ для планирования и корректировки расчетов по водопользованию и водораспределению.

При внедрении АСУ для осуществления планового водопользования на оросительных системах необходимо:

определить объемы информации и направление ее потоков, подобрать и улучшить нормативы планового водопользования — дифференцированные режимы орошения, потери воды при поливах и водораспределении, согласование поливов с обработками, оросительную способность расходов воды и др.;

подготовить алгоритмы и программы для расчетов и корректирования планов водопользования, водораспределения и для уточнения расчетных нормативов;

совершенствовать эксплуатационную службу, уточнить уровни подчинения, связи, степень централизации и децентрализации управления;

оснастить УСС техническими средствами для сбора, передачи и обработки информации, подготовить программы для ЭВМ, улучшить первичный учет расходов воды по узловым сооружениям и точкам выдела, а также учет политых площадей.

Дифференцированная информация параметров планового водопользования — необходимое условие оперативного управления. Внедрение экономико-математических моделей в практику планового водопользования приводит к усовершенствованию существующих методов управления водными ресурсами систем.

УКАЗАТЕЛЬ ЛИТЕРАТУРЫ

Андреева Л. З. Экономика мелиорации земель Нечерноземной зоны РСФСР. — Л.: Колос, 1978.

Бочкарев В. Я., Натальчук М. Ф. Практикум по эксплуатации и автоматизации гидромелиоративных систем. — М.: Колос, 1980.

Винникова Н. В. и др. Механизация и техника полива сельскохозяйственных культур. — М.: Россельхозиздат, 1976.

Горизонтальный дренаж орошаемых земель/Духовный В. А., Баклушин М. Б., Томин Е. Д., Серебренников Ф. В. — М.: Колос, 1979.

Зарубаев Н. В. Комплексное использование и охрана водных ресурсов. — Л.: Стройиздат, 1976.

Комплексное использование водных ресурсов юга европейской территории СССР. — М.: Колос, 1979.

Козин В. М. Эффективное использование мелиорированных земель в Нечерноземной зоне. — М.: Россельхозиздат, 1976.

Кравченко Р. Г. и др. Экономико-математические методы в управлении сельским хозяйством в странах—членах СЭВ. — М.: Колос, 1980.

Корженевский А. Н. Ремонтные работы на осушительных системах. — М.: Колос, 1978.

Костяков А. Н. Основы мелиораций. — М.: Сельхозгиз, 1960.

Лауринавичус В. С. Надзор и уход за осушительными системами. — М.: Колос, 1975.

Натальчук М. Ф. Внутрихозяйственная эксплуатация оросительных систем. — М.: Колос, 1969.

Натальчук М. Ф. Эксплуатация оросительных систем. — М.: Колос, 1971.

Ольгаренко В. И. Эксплуатация оросительных систем. — М.: Россельхозиздат, 1976.

Ольгаренко В. И. и др. Ремонтные работы на оросительных системах. — М.: Колос, 1976.

Опыт осушения закрытым дренажем. — М.: Колос, 1975.

Остапчик В. И. Автоматизированная информационно-советующая система оперативного планирования. — Гидротехника и мелиорация, 1981, № 3.

Правила технической эксплуатации осушительных систем. — М.: Колос, 1972.

Решеткина Н. М., Якубов Х. И. Вертикальный дренаж. — М.: Колос, 1978.

Робертсон А. Управление качеством. — М.: Мысль, 1974.

Справочник по механизации орошения. — М.: Колос, 1979.

Сухарев И. П. — Регулирование и использование местного стока. — М.: Колос, 1976.

Стариков Х. Н. Увлажнение осушаемых торфяников. — М.: Колос, 1977.

Тимченко Н. С. Использование местных водных ресурсов. — М.: Россельхозиздат, 1979.

Техническое совершенствование оросительных систем. — М.: Колос, 1978.

Хамадов И. Б., Бутырин М. В. Эксплуатационная гидрометрия в ирригации. — М.: Колос, 1975.

Холодок Л. А. Эксплуатация осушительно-увлажнительных систем. — Минск: Урожай, 1979.

Циприс Д. Б. Выращивание сельскохозяйственных культур при орошении на Северо-Западе. — Л.: Колос, 1978.

Шаров И. А. Эксплуатация гидромелиоративных систем. — М.: Колос, 1968.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3

Глава I. **Общие вопросы эксплуатации гидромелиоративных систем** . 7

1. Развитие систем в СССР 7
2. Совершенные системы. Принципы управления системами 10
3. Эксплуатационная классификация систем 16
4. Эксплуатационные требования к техническим устройствам систем 21
5. Устройства и оснащение для эксплуатации систем 27
6. Перспективные планы развития систем 35
7. Принципы организации эксплуатации систем 40
8. Принципы планового водопользования на системах 52
9. Производственные исследования на системах 63
10. Вопросы эксплуатации в проектах строительства систем 72
11. Надежность при эксплуатации систем 76

Глава II. **Эксплуатация оросительных систем районов хлопководства Средней Азии** 81

1. Оросительные системы 81
2. Организация эксплуатации систем 84
3. Эксплуатационные работы на системах 86
4. Борьба с наносами на системах 87
5. Водопользование в хлопководческих хозяйствах 92
6. Системное водопользование 103
7. Коэффициенты полезного действия систем 108
8. Улучшение мелиоративного состояния земель 111
9. Эксплуатация сооружений, водохранилищ, закрытой сети и лотков на системах 116
10. Реконструкция и дооборудование оросительных систем 129

Глава III. **Эксплуатация оросительных систем засушливой зоны** . . 136

1. Оросительные системы 136
2. Организация эксплуатации оросительных систем 140
3. Эксплуатационные работы на оросительных системах 144
4. Внутрихозяйственное водопользование 148
5. Системное водопользование 156
6. Потери воды при водопользовании 159
7. Ремонтные работы и очистка сети на системах 163
8. Эксплуатация каналов, лотков, трубопроводов, гидротехнических сооружений, насосных станций и водохранилищ 166
9. Эксплуатация коллекторно-дренажной сети и вертикального дренажа на оросительных системах 170
10. Реконструкция и дооборудование оросительных систем 174

Глава IV. **Эксплуатация специальных систем** 177

1. Эксплуатация обводнительно-оросительных систем и систем лиманного орошения 177
2. Эксплуатация рисовых систем 183
3. Эксплуатация систем на местном стоке и в поймах степных рек . . 191
4. Водопользование в зоне крупных водохранилищ на реках . . . 196
5. Эксплуатация систем, использующих сточные воды для орошения . 201

Глава V. **Эксплуатация осушительных систем** 206

1. Осушительные системы 206
2. Организация эксплуатации осушительных систем 210
3. Эксплуатационные работы на осушительных системах 214
4. Внутрихозяйственное регулирование влажности почвы на полях . . 217
5. Системное регулирование расходов воды по массивам при осушении 226
6. Ремонтные работы и очистка сети на осушительных системах . . 232
7. Эксплуатация водоприемников, каналов, сооружений, водохранилищ и дамб на осушительных системах 240
8. Эксплуатация закрытой коллекторно-дренажной сети 249
9. Реконструкция и дооборудование осушительных систем 253

Глава VI. **Автоматизация гидромелиоративных систем** 253

1. Автоматизация полива 253
2. Автоматизация учета воды и автоматизация водораспределения на гидромелиоративных системах 261
3. Автоматизированные системы управления при эксплуатации гидромелиоративных систем 269
4. Применение ЭВМ при плановом водопользовании 273

Указатель литературы 277

Михаил Федотович Натальчук,
Хаким Ахмедович Ахмедов,
Владимир Иванович Ольгаренко

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

И.о.заведующей редакцией *Г. М. Попова*
Редактор *Г. М. Попова*
Художественный редактор *О. М. Соркина*
Технический редактор *Н. В. Новикова*
Корректор *Н. Я. Туманова*

НБ № 3066

Сдано в набор 27.09.82. Подписано к печати 26.05.83. Т-00493. Формат 60×90¹/₁₆. Бумага тип. № 1. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 17,5. Усл. кр.-отт. 17,5. Уч.-изд. л. 19,78. Изд. № 64. Тираж 20 000 экз. Заказ № 29. Цена 1 р. 10 к.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Колос», 107807, ГСП, Москва, Б-53, ул. Садовая-Спасская, 18.

Типография им. Котлякова издательства «Финансы и статистика» Государственного комитета СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 191023, Ленинград, Д-23, Садовая, 21.