

**Б.С. Серикбаев, Ф.А.Бараев, Э.Б.Серикбаева, Б.К.Салиев.**

# **Эксплуатация гидромелиоративных систем**

*Допущено Научно-методическим советом  
Министерства Высшего и Средне специального образования Республики  
Узбекистан в качестве учебника для студентов высших учебных заведений*

**Ташкент -2014**

**Рекомендовано к публикации МВССО Республики Узбекистан,  
2011,11.05.,№192**

**Опубликовано в 2014 году.**

**Под общей редакцией доктора технических наук, профессора  
Б.С.Серикбаева.**

Учебник написан на основе типового и учебного плана по дисциплине «Эксплуатация гидромелиоративных систем». Содержит основы организации эксплуатации оросительных систем по рациональному использованию водных ресурсов: речных, местных, подземных и сточных вод. Разработаны методики составления и проведения правильного плана водопользования фермерских хозяйств, АВП, УИС и БУИС. Приведены для различных природно-хозяйственных условий Узбекистана инженерно-технические мероприятия по поддержанию и содержанию оросительной и коллекторно-дренажной сети в хорошем техническом состоянии, путем своевременного проведения текущих и капитальных ремонтов. Определены эффективности эксплуатации и автоматизации ГМ систем.

Учебник предназначен для освоения профессиональных навыков будущих специалистов в направлениях: 5541800- Мелиорация и водное хозяйство, 5541500 – Мелиоративные системы в орошаемом земледелии, 5540200- Менеджмент (в водном хозяйстве), 5523700 - Использование водной энергии ирригационных систем, 5850300 – Экология и защита окружающей среды, 5540900 – Механизация водохозяйственных и мелиоративных работ, 5541400 – Эксплуатация и сервис мелиоративно-транспортных машин и технических средств, 5521800 – Автоматизация и управление (в водном хозяйстве), а также специальностей магистратуры, 5А650202 – Мелиорация, рекультивация и охрана земель, 5А650204- Мелиорация и орошаемое земледелие, 5А 650208 – Эксплуатация гидромелиоративных систем. Учебник предназначен также для работников системы сельского и водного хозяйства Республики Узбекистан.

Рецензенты: М.М.Мухаммадиев – д.т.н., Первый проректор по учебной работе ТашГТУ им. Беруний

Х.Х.Кабиров – Генеральный директор ОАО «Водный Проект»

О.М.Арифжанов – д.т.н., проф., Заведующей кафедрой  
«Гидравлики» ТИИМ

**Ташкент -2014**

## Введение

Природа Узбекистана обусловила развитие орошения как одной из важнейших отраслей народного хозяйства, от которой зависит уровень экономики республики.

За последние годы в Узбекистане осуществлены крупные организационно-хозяйственные и технические мероприятия для улучшения орошаемого земледелия и наиболее рационального использования водных, земельных, технических, материальных, трудовых, финансовых и других ресурсов. Огромный прогресс, достигнутый в области ирригации в Узбекистане, заключается в темпах, размахе и объемах реконструкции.

Именно в Узбекистане началась планомерная борьба с засолением земель на основе современных типов дренажа и промывок, стали внедряться передовые методы мелиорации земель.

Поэтому Министерство сельского и водного хозяйства (МСВХ) республики проводят большие работы по улучшению мелиоративного, экологического, санитарно-эпидемиологического состояния земель и совершенствованию эксплуатации крупных магистральных и межхозяйственных распределительных каналов. Проводятся планомерные работы по оснащению оросительных каналов современными ГТС, эксплуатационными приборами и оборудованием по учету оросительной и коллекторно-дренажной воды.

Проведены изменения структуры посевов на орошаемых землях, расширены площади посевов пшеницы до 1,25 млн. га, за счет внедрения передовой агротехники и технологии выращивания сельхоз культур.

Повышается урожайность основной сельскохозяйственной культуры хлопчатника и ежегодный валовый сбор хлопка сырца стабилизирован в пределах 4,2-4,4 млн. т, несмотря на сокращения их площади посевов до 1,2-1,3 млн. га за последние 2005-2009 г.г. На высвобожденных площадях от посевов хлопчатника (против существовавшей раньше схеме посевов при монокультуре хлопчатника) успешно возделываются зерновые, овощные кормовые и другие сельскохозяйственные культуры. Внедряются повторные посевы сельскохозяйственных культур после уборки озимых пшеницы и др.

Республика Узбекистан тесно интегрируясь в мировую экономику установила собственные модели устойчивого развития народного хозяйства. Стержнем интенсификации народного хозяйства является развитие ирригации и мелиорации земель. Эффективность использования водно-земельных ресурсов, ирригационных систем зависит от степени организации технической эксплуатации гидромелиоративной систем в различных природно-хозяйственных условиях нашей республики.

Выбор собственной модели развития народного хозяйства создали условия формирования совершенной системы подготовки высококвалифицированных специалистов. В нашей стране крупномасштабно реализуется государственная программа подготовки национальных кадров.

Настоящий учебник по ЭГМС предназначен для освоения профессиональных навыков будущих специалистов в направлениях: 554800-Мелиорация и водное хозяйство, 5523700-Использование водной энергии ирригационных систем, 5340200-Менеджмент (в водном хозяйстве), 5850300-Экология и защита окружающей среды, 5540900-Механизация водохозяйственных и мелиоративных работ, 5541400-Эксплуатация и сервис мелиоративно-транспортных машин и технических средств, 5521800-автоматизация и управление (в водном хозяйстве), а также специальностей магистратуры 5А650201-Гидромелиорация, 5А650202-Мелиорация, рекультивация и охрана земель, 5А650204-Мелиорация, земледелие, 5А650208-Эксплуатация гидромелиоративных земель.

Учебник разработан с учетом современных требований устойчивого развития страны на основе достижения науки и практики, у нас в Республике рецензентам данного учебника за добрые пожелания и замечания в процессе его подготовки генеральному директору Объединения «Водпроект» Кабилу Х.К, первому проректору по учебной работе ТашГТУ им. Беруний д.т.н., профессору Мухаммадиеву М.М., заведующему лабораторией ИВП АН Р.Узбекистана д.т.н., профессору Якубову М.А. заведующей кафедрой «Гидравлика» ТИИМ д.т.н., профессору Арифжанову О.М. выражаем благодарность. Выражаем также благодарность ректору ТИИМ проф., д.т.н. Худойбердиеву Т.С., проректору проф. Умурзакову У.П. за оказанную помощь при издании данного учебника и руководству Нижне-Амударьинского и Чирчик-Ахангаранского БУИС, БВО «Сырдарья» и «Амударья» за предоставленные эксплуатационно-технические данные.

За компьютерное оформление данного учебника авторы выражают благодарность соискателю кафедры «ЭГМС» ТИИМ, преподавателю Нукусского филиала Ташкентского государственного аграрного университета (НФ ТашГАУ) Джуманазаровой А.Т.

# Глава 1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

## 1.1. Понятие о предмете «Эксплуатация гидромелиоративных систем»

Предмет «Эксплуатация гидромелиоративных систем» – основные методы регулирования природных процессов на мелиоративных землях с помощью гидромелиоративных устройств и приспособлении, приемы поддержания и улучшения этих устройств, а также вопросы об организации управления гидромелиоративных предприятий является предметом технической эксплуатации гидромелиоративных систем. Слово эксплуатация- в переводе с французского означает извлечение выгоды.

Под технической эксплуатацией гидромелиоративных систем следует понимать повседневное, оперативное управление всеми техническими устройствами ирригационных систем с целью выполнения поставленных задач.

Эксплуатация гидромелиоративных систем ставит перед собой 4 задачи:

1. водопользование;
2. поддержание гидромелиоративных систем в рабочем состоянии;
3. улучшение и развитие гидромелиоративных систем;
4. организация службы, эксплуатация гидромелиоративных систем.

Эксплуатация оросительных систем – определенная отрасль народно-хозяйственного производства, которая не может рассматриваться без производства, а наоборот. Она тесно связана с ним и имеет общую задачу, т.е. совокупность мероприятий:

1. По водопользованию;
2. По поддержанию и содержанию оросительной системы в хорошем техническом и рабочем состоянии;
3. По совершенствованию и развитию оросительной системы;
4. По оптимальному управлению системой и организации службы эксплуатации от осуществляемых по заданиям государственного, народнохозяйственного плана в целях наиболее полного использования технических устройств, водных, земельных, финансовых и прочих производственных ресурсов, повышение производительности труда и получения наибольшего эффекта.

Исходя из задач стоящих перед органами водного хозяйства, главными направлениями совершенствования технического процесса в эксплуатации гидромелиоративной системы должны быть:

1. Дальнейшие улучшения мелиоративного и санитарно-эпидемиологического, а также экологического состояния орошаемых земель.
2. Повышение водообеспеченности ирригационной системы. Полная или частичная реконструкция и совершенствование оросительных систем.
3. Совершенствование и внедрение плана водопользования.
4. Повышение значения КПД каналов оросительной системы.

5. Повышение значения КЗИ и КИП.
6. Внедрение высокопроизводительных способов орошения и передовой технологии поливов сельскохозяйственных культур.
7. Создание специализированного отряда мелиоративной и эксплуатационной техники для полной механизации очистки оросительной и коллекторно-дренажной сети и др. работ по поддержанию системы в рабочем состоянии.
8. Улучшение структуры эксплуатационных организации и укомплектование их высококвалифицированными специалистами.
9. Широкое развитие научно-производственных исследований в области эксплуатации оросительных систем для выработки предложений по улучшению ЭГМС.
10. Организовать эксплуатационный мониторинг для регулирования и организации технической эксплуатации ГМС.

Для того, чтобы правильно организовать техническую эксплуатацию рассматривая оросительные системы, нам необходимо разделить по классам и разрядам.

Оросительная система по рекомендации проф. М.Ф.Натальчука разделит оросительные системы на следующие классы:

1. Высший класс – все оросительные системы имеющую орошаемую площадь 90 тыс.га.
2. Оросительные системы имеющие площадь орошения 60-90 тыс.га.
3. Оросительные системы имеющие площадь от 30 до 60 тыс.га.
4. от 15 до 30 тыс.га.
5. меньше 15 тыс.га.

Эти классы необходимы для определения объемов работ по капитальности, текущему ремонту (ПС).

По техническому состоянию оросительной системы подразделяются на 4 разряда:

1. Оросительная система инженерного типа, стоимость ремонтных работ, практически min 0, такая система оценивается высокими баллами в пределах 86-100%.
2. Оросительные системы нуждающиеся в частичной реконструкции, в пределах до 25% стоимости первоначальной стоимости данной системы.
3. Ирригационные системы требуют частичной реконструкции в пределах от 26 до 51%.
4. Оросительные системы требующие полные реконструкции от 52 до 100%.

По оснащение оросительной системы эксплуатационными устройствами, установками, приборами. Оросительные системы делятся на 4 разряда:

1. Оросительные системы оснащены необходимыми эксплуатационными устройствами в пределах 86-100% от нормативного показателя.
2. 76-85% сост. оснащение эксплуатации устройствами от нормативного показателя

3. О 51 до 75%.
4. Меньше 51% - низкий показатель.

### **1.1.2. Развитие оросительной системы в Узбекистане**

Орошаемое земледелие в границах современного Узбекистана существовало с давних времен. В Хорезме, например, оно имеет более чем 2,5 тысячелетнюю историю. Ниже рассмотрим исторический отрезок времени, начиная с середины XIX в.

В то время в границах современного Узбекистана находились территории, подвластные 3-м феодальным государствам – Кокандскому и Хивинскому ханствам и Бухарскому эмирату. После завоевания Центральной Азии царской Россией было образовано Туркестанское генерал-губернаторство (1867 г.), на языке мира – Туркестанский край, охватывающий все земли современного Казахстана, Кыргызстана, Туркменистана, Кокандского ханства (за исключением небольшой территории в Ферганской долине). В этот перечень не входили Бухарский эмират и Хивинское ханство – с ними Россия имела дипломатические отношения.

Формы владения обрабатываемой землей, включая орошаемые земли для производства сельхозпродукции:

- общинные или «санашковые» земли, ежегодно перераспределяемые между дворами общины или селения по количеству выставляемых на общее обозрение сох (плугов) с тягловыми животными (откуда и название «санашковые», санаш - считать);
- частные земли (частная собственность);
- амляковые земли – крупные земельные владения, принадлежащие хану и членам его семьи;
- вакуфные земли, передаваемые их собственникам на постоянное пользование святым местам, духовным учреждениям (медресе, мечети) или религиозным деятелям, оформляемые на основании установлений Шариата.

Что касается форм организации сельхозпроизводства на всех указанных землях, то их было только две: с использованием собственных сил и средства на «санашковых» или частных землях и арендная форма землепользования.

В рассматриваемый период (середина XIX в.) в границах современного Узбекистана проживало, по экспертным оценкам, приблизительно 3,5 млн. человек, орошаемая площадь орошаемых земель была порядка 1,6-1,8 млн. га. Выращивались (по приоритетности): зерновые (пшеница, ячмень, просо), сады и виноградники, овощи и бахчевые, хлопок и другие культуры. Оседлое земледельческое население феодальных государств не только обеспечивало себя необходимой продукцией растениеводства направления, но и снабжало население соседних кочевых государств, по обмену на

продукцию животноводства. Производился экспорт сельхозпродукции, в основном сухофруктов и шелковичных коконов, в дальнее зарубежье.

Отмеченное было возможным благодаря своеобразных условий для развития оросительного дела (ирригации):

- возможность строительства больших и малых оросительных каналов с сооружениями местных материалов на них для подачи воды на орошаемые поля в нужном количестве и в нужное время;
- функционирование демократически избираемой из числа инициативных и деловых дехкан группы самоуправления в лице ярык-аксакалов, мирабов и туганчи. Эти группы организовывали собственно строительство в каждой системы оросительных каналов их эксплуатацию, очистку, ремонт и содержание. Общины или население поселков выступали заказчиками такого строительства, а также материально содержали членов группы самоуправления;
- организация хашарных работ при строительстве, а в дальнейшем, при эксплуатации, очистке и ремонте действующих оросительных каналов во главе с группой самоуправления. Местная, как бы административная, группа арык-аксакалов, мирабов и туганчи со временем овладевала опытом, знаниями и навыками по строительству каналов и простых гидротехнических сооружений из местных материалов (камень, песок, дерево, камни, хворост и т.д.) и конструктивных устройств (сепоя, чорпоя, кара-бура – точнее, «кара буйра», фашинные тьюфяки и т.д.). К сожалению, приобретенные и развитые знания, и навыки не фиксировались в виде письменных материалов, поскольку узкие программы старой школы и медресе не позволяли этого сделать. Поэтому этот опыт передавался от отца к сыну, от учителя к ученику и часто терялся во время длительных общественно-социальных потрясений.
- Необходимо подчеркнуть, что кроме отмеченной выше наиболее простой формы управления и распределения воды – системы оросительных каналов и простых гидросооружений, построенных и эксплуатируемых во главе с группой самоуправления, - в то время существовали и более крупные и сложные системы с централизованным управлением. Например, в Хорезме имелись крупные оросительные системы с составными частями: «сага» или головная часть магистрального канала для забора воды из Амударьи для подачи в канал; «арна» или магистральный канал, «яб» - распределительные каналы первого порядка; «бедрак» - распределительные каналы второго порядка и, наконец, «солма» с водовыпусками – постоянные каналы, подающие воду на оросительные поля. Общее руководство работой системы осуществлял специально назначаемый ханом представитель двора. Например, в конце XIX в. Таким лицом был известный поэт Огохий.
- В XVII-XVIII вв. в значительной части бассейна р. Зарафшан, входящей в границы Бухарского эмирата существовал, если говорить на современном языке, бассейновый принцип управления водой, основанный на

взаимосвязанном управлении более 15 магистральными каналами, подающими воду на правый и левый берегах реки.

- Во всех случаях правовые вопросы водо-земельных отношений решались на основе мусульманского права Шариата, а также неписанных правил и традиций местного Адата.

- После образования Туркестанского края колониальная администрация на начальном этапе принимает ряд мер с целью реформирования существующего оросительного дела: все неиспользуемые земли и воды объявляются казенными, новое освоение земель и строительство каналов только с разрешения военных губернаторов областей; арык-аксакалы и мирабы назначаются на должность с подачи уездного начальника военным губернатором и т.д. Многие из таких мер были непонятны местному населению, и им не воспринимались. «Правила управления Туркестанским краем», принятым центром, а также утвержденные в 1886г. Генерал-губернаторством «Инструкции о правах и обязанностях ирригационных чинов.....» привнесли некоторые послабления в ранее принятые «Правила.....», за исключением порядка принятия и увольнения арык-аксакалов, что имело далеко идущие последствия.

- В крае постепенно начинает возникать и формироваться 4-х ступенчатая структура управления водным хозяйством: центр или краевое управление, область, уезд и группы самоуправления в лице арык-аксакалов, мирабов и туганчи. Важно подчеркнуть, что опыт Хорезма и Заравшана при этом оставался за бортом по причине нахождения ханства и эмирата за пределами Туркестанского края.

- Колониальная администрация принятием ряда экономических и других мер сумела добиться быстрого развития в крае хлопководства с 1895 по 1916 гг. доля собственного хлопка России, получаемого главным образом из Туркестанского края, возросла с 23% до 75% объема общего импорта хлопка-волокна для текстильной промышленности России. Еще в конце XIX в. была поставлена перспективная задача – исключительно для развития хлопководства создать второй орошаемый Туркестан (по площади орошения). Предстояло крупномасштабное освоение новых земель в речных бассейнах всего края. Для этого требовалось создать новой законодательную базу – шариатские законы не могли обеспечивать новые и масштабные задачи. В 1907-10 гг. разрабатывается и в 1911 г. Представляется в Госдуму России проект так называемого «Водного закона Туркестанского края 1910г.». Из-за начала 1-ой Мировой войны «Закон» так и остался не утвержденным. Но он имел далеко идущие последствия, поскольку та часть Закона, где речь шла об организованной структуре водного хозяйства края, стала реализовываться, не дожидаясь его утверждения Думой, и она же после установления Советской власти в Средней Азии была принята с некоторыми изменениями как основа организационной структуры водного хозяйства Туркестанского края.

- Подводя итоги, можно заключить, что местные самодеятельные группы водного самоуправления в лице арык-аксакалов, мирабов и туганчи по своей сути, т.е. по цели и задачам, были очень ближе к современным Ассоциациям водопользователей. По этой причине последние получили в ТАССР широкое распространение во второй половине 20-х годов XX в. под названием «Мелиоративные товарищества». Исторически управление водой по бассейновому принципу было знакомо нашим предкам. Постановления Кабинета Министров республики Узбекистан от 28 июня и 1 июля 2003 года возвращают водное хозяйство республики с учетом возникших за долгие десятилетия технических, технологических, экономических и т.п. условий в свое исконно родное русло.
- Четырехступенчатый административно-территориальный принцип управления водными ресурсами наряду с положительными результатами имел неустранимые недостатки прежде всего при организации управления и распределения воды на уровне хозяйств. Эти недостатки должны быть тщательно изучены для того, чтобы их не повторяли в новых условиях.

## 1.2. Совершенствование гидромелиоративных систем в Узбекистане

Для гарантированного обеспечения водой всех отраслей народного хозяйства Республики Узбекистан построена и эксплуатируется одна из мощнейших в мире ирригационных систем, которые включают в себя более 320 тыс. километров, в т.ч. закрытого горизонтального дренажа 39 тыс км; более 50 водохранилищ с полезной ёмкостью более 16 млрд. кубометров; десятки тыс. гидротехнических сооружений на каналах; около 1500 насосных станций, где установлены более 5 тысяч насосных агрегатов; 10 тыс. скважин на орошение и для вертикального дренажа; около 30 тыс. пунктов водоучета.

Объем ежегодного водопотребления страны около 55 млрд., что составляет почти половину воды, потребляемой в Центрально-Азиатскими республиками. Основным водопотребителем остается сельское хозяйство, которой использует более 80% всего объема водозабора. Особенность сельского хозяйства республики в том, что 98% продукции растениеводства получается на орошаемых землях. В таких регионах как Республика Каракалпакстан, Хорезмская, Бухарская, Сурхандарьинская области, Центральная Фергана без орошения вообще невозможно получать урожаи.

Площадь орошения по областям в республике Узбекистан (по данным МС и ВХ р.Узбекистан) приводится в таблице 1.

Таблица 1

### Площади орошаемых земель по областям Республики Узбекистан

№	Область	Площадь орошения тыс.га.	В том числе площадь орошения пшеницы, тыс.га.

1	Андижанская	271	74
2	Ферганская	361	105,5
3	Наманганская	276	74
4	Ташкентская	365	115,5
5	Самаркандская	377	103
6	Сырдарьинская	266	85
7	Джизакская	294	106
8	Бухарская	274	61
9	Хорезмская	149	31
10	Навоийская	139	38
11	Сурхандарьинская	326	95
12	Кашкадарьинская	487	142
13	р.Каракалпакстан	500	53
ИТОГО:		4 138	1 083

### **1.3. Правильная эксплуатация гидромелиоративных систем и их технический состав**

Эффективное использование водоземельных ресурсов и хорошо налаженная техническая эксплуатация гидромелиоративных систем являются необходимым условием получения высоких, устойчивых и экологически безопасных урожаев сельскохозяйственных культур.

По А.Н. Костякову, к показателям хорошей эксплуатации оросительных систем относятся: высокие и устойчивые урожаи сельскохозяйственных культур и высокая производительность труда, высокий коэффициент полезного действия (КПД) системы; повышение плодородия орошаемых земель; низкий уровень грунтовых вод и отсутствие засоления почв; нормальное расходование воды на единицу площади; хорошее состояние каналов и сооружений.

Оросительная система состоит из комплекса каналов, трубопроводов, гидротехнических сооружений на оросительной сети и вспомогательных устройств, обеспечивающих плановое распределение воды по системе и подачу ее на поля фермерских хозяйств и др. хозяйств и ассоциации водопользователей (АВП).

Оросительная система включает головной водозабор, магистральные, распределительные и оросительные каналы, технику и средства полива, сбросную и коллекторно-дренажную сети. Оросительные системы состоят

из межрайонных, межхозяйственных каналов обеспечивающих орошение полей нескольких АВП, и внутривозделных, обеспечивающих орошение полей только одной АВП, обслуживающей несколько фермерских хозяйств. Ответственность за работу и исправность, сохранность и правильное использование магистральных и межхозяйственных каналов, трубопроводов и сооружений на них, несут Управления ирригационных систем (УИС). Содержание же в исправном состоянии и эксплуатацию внутривозделной оросительной сети осуществляет АВП. В состав внутривозделной части оросительной системы входят следующие ее элементы:

- Точки выдела воды (водовыпуски);
- Хозяйственные распределительные оросительные каналы, лотки или трубопроводы;
- Внутривозделные оросительные каналы;
- Участковые оросительные каналы, выводные борозды, дождевальные машины и установки;
- Распределительные сооружения на внутривозделных каналах (водовыпуски, перегораживающие сооружения);
- Сопрягающие сооружения (перепады, быстротоки и др.)
- Дороги, переезды, посадки деревьев вдоль каналов;
- Сбросные каналы, коллекторы и дрены;
- Водомерные сооружения, водосливы и др.;
- Наблюдательные скважины;
- Телефонная линия к точкам выдела воды и сооружениям;

Оросительные каналы, трубопроводы и сооружения на оросительной сети нуждаются в постоянном наблюдении, охране и поддержании их в нормальном рабочем состоянии для обеспечения правильной эксплуатации. Только при соблюдении правил поддержания и содержания, а также эксплуатации оросительной системы возможно получение высоких и устойчивых экологически безопасных урожаев при экономном расходовании поливной воды и высокой эффективности капитальных и эксплуатационных затрат на орошение с/х культур.

#### **1.4. Организация эксплуатации гидромелиоративных систем и основные задачи эксплуатационной службы**

В соответствии с Указом Президента Республики Узбекистан от 24 марта 2003 года за №3226 осуществлен переход на гидрографическое управление водными ресурсами, созданы 10 Бассейновых Управлений Ирригационных систем (БУИС) по водным ресурсам, которые организованы по речным бассейнам и системам взамен областных и районных управлений водного хозяйства. Такой принцип управления позволит:

- Научно обоснованно планировать и использовать водные ресурсы;
- Сократить потери по организационным причинам;

- Повысить эффективность использования водохозяйственной техники;
- Исключить некомпетентное вмешательство в процесс управления водными ресурсами;
- Обеспечить целевое и рациональное использование выделяемых средств;
- Справедливое вододеление и водообеспечение, согласно договорным обязательствам и др.

Создано 10 бассейновых управление (БУИС) ирригационных систем и одно управление систем магистральных каналов по Ферганской долине с объединенным диспетчерским центром. В их состав входят: 52 управления ирригационными системами, 7 управлений магистральными каналами, 3 управления магистральными системами (в бассейнах рек Заравшан, Кашкадарья и Сурхандарья).

1. Нарын-Карадарьинское бассейновое управление ирригационных систем.
2. Нарын-Сырдарьинское.
3. Сырдарья-Сохское.
4. Нижнесырдарьинское бассейновое управление.
5. Чирчик-Ахангаранское.
6. Аму-Сурханское.
7. Аму-Кашкадарьинское.
8. Аму-Бухарское.
9. Заравшанское.
10. Нижнеамударьинское бассейновое управление.
11. Управление систем магистрального канала по Ферганской долине с объединенным диспетчерским центром.

Основными задачами БУИС являются:

- Организация целевого и рационального использования водных ресурсов на основе внедрения рыночных принципов и механического водопользования;
- Проведение единой технической политики в водном хозяйстве на основе внедрения новой технологии;
- Организация бесперебойного и своевременного обеспечения водой потребителей;
- Обеспечение техники надежности ирригационных систем и водохозяйственных сооружений;
- Рациональное управление водными ресурсами на территории бассейна и повышение его оперативности;
- Обеспечение достоверного учета и отчета водных ресурсов в использовании.

Управление и эксплуатация в водном хозяйстве проводится во внутрихозяйственной оросительной системе органами АВП.

Основными задачами БУИС являются организация целевого и рационального использования водных ресурсов на основе внедрения рыночных принципов и механизмов водопользования, проведения единой технической политики в водном хозяйстве на основе внедрения передовых

водосберегающих технологий; обеспечение технической надежности ирригационных систем и водохозяйственных сооружений и др.

Для выполнения этих задач БУИС осуществляет следующие основные функции:

- Обобщает прогнозы водопользования и вносит предложения по лимитам водозаборов;
- Устанавливает лимиты водозаборов по отраслям экономики, магистральным каналам (системам), ирригационным системам, административным областям и районам;
- Управляет поверхностными водными ресурсами в целом по бассейну и ирригационным системам, организует их целевое и рациональное использование;
- Выполняет также ряд других функций.

Для совершенствования и улучшения функционирования БУИС необходимо:

1. Осуществить бесперебойное функционирование связи между объемами БУИС и обеспечить их системами автоматизации, телемеханизации и компьютеризации.
2. Провести реконструкцию и модернизацию каналов, водохранилищ, насосных станций и сооружений БУИС.
3. Усовершенствовать учет водных ресурсов и оснастить точки водовыделов гидрометрическими постами.
4. Обеспечить каналы, водохранилища, насосные станции и сооружения БУИС их паспортами и правилами эксплуатации, учитывая переход режима их работы с сезонного на круглогодичный.
5. Восстановить первоначальную проектно-сметную документацию каналов, водохранилищ, насосных станций и сооружений БУИС для их дальнейшей модернизации и реконструкции.
6. Планировать эксплуатационные работы: текущий ремонт (ежегодно) и капитальный ремонт (периодически), исходя из возможностей финансирования.
7. Проводить постоянный финансовый анализ функционирования БУИС:
  - основных затрат: зарплаты, расходов электроэнергии, составляющих 60-65% основных затрат;
  - транспортных расходов;
  - расходов на горюче-смазочные материалы;
  - коммунальных расходов и др.
8. Использовать иностранные инвестиции. Такие примеры в республике имеются, например: - Азиатский банк развития начал финансировать модернизацию канала «Аму-Занг» с насосными станциями в Сурхандарьинской области;
9. Повышать квалификацию специалистов БУИС в ведущих центрах республики и за рубежом.
10. Сотрудничать с соседними государствами по вопросам управления трансграничными водами и использование водных ресурсов трансграничных источников.

Выполнение предложенных мероприятий обеспечит совершенствование и улучшение функционирования БУИС за счет повышения надежности объектов ирригационных систем, точности учета водных ресурсов, рационального и оперативного управления водными ресурсами, использования иностранных инвестиций, повышения квалификации специалистов и усиления сотрудничества с соседними государствами, что, в свою очередь, обеспечит экономию водных и энергетических ресурсов при функционировании бассейновых управлений.

К числу специально уполномоченных госорганов, регулирующих использование подземных вод на различные нужды, относится Государственный комитет по геологии и минеральным ресурсам Республики Узбекистан. Подразделения Госкомгеологии ведут государственный кадастр (раздел «Подземные воды»), государственный учет подземных вод, кадастр охраняемых природных территорий. Для этих целей на территории каждой области созданы гидрогеологические станции.

В решении, предусмотренным Законом задачи охраны вод от загрязнения важное значение имеет мониторинг качества природных вод, обеспечивающий получение информации, необходимой для принятия своевременных и экологических обоснованных управленческих решений.

Начальники, заместители начальников бассейновых управлений ирригационных систем и начальники управлений магистральных каналов назначаются на должность Министром сельского и водного хозяйства РУ на конкурсной основе. Порядок поведения конкурса утверждается Министром сельского и водного хозяйства РУ.

#### **1.4.1. Типовое положение об управлении магистральных каналов**

Управление магистральных каналов (далее – Управление) является структурным подразделением Бассейнового управления ирригационных систем по регулированию водных ресурсов в соответствующем магистральном канале (системе).

Управление в своей деятельности руководствуется конституцией РУ, законами РУ, установлениями и иными решениями ОМ РУ, указами и распоряжениями Президента РУ, установлениями и распоряжениями Кабинета Министров РУ, постановлениями коллегии, приказами и другими решениями Министерства сельского и водного хозяйства РУ, бассейнового управления ирригационных систем и другими актами законодательства, а также настоящим положением.

Управление является юридическим лицом, имеет печать с изображением государственного герба РУ и со своим наименованием, счета в учреждениях банков.

Задачи и функции Управления.

Управлением является ответственным за проведение технической политики в регулировании водных ресурсов в системе.

Основными задачами Управления являются:

Рациональное управление водными ресурсами по магистральным каналам и сооружениям, повышение его оперативности;

Обеспечение соблюдения установленного порядка водопользования в целом по магистральному каналу;

Обеспечение технической надежности магистральных каналов и водохозяйственных сооружений;

Подготовка магистрального канала для надежной эксплуатации и содержание его в рабочем состоянии;

Ведение достоверного учета и отчетности о водозаборе и водоподаче; Внедрение водосберегающих технологий, повышение эффективности и целевое использование выделенных средств, материально – технических ресурсов, техники и оборудования.

Управление осуществляет следующие функции:

- Осуществляет управление водными ресурсами и водоподачи

Управлениям ирригационных систем в соответствии с утвержденными Бассейновым управлением ирригационных систем лимитами;

Заключает договоры с управлениями ирригационных систем и насосных станций энергетике и связи на водоподачу, устанавливает режим эксплуатации внутрисистемных насосных станций и агрегатов;

- Корректирует графики подачи воды ирригационным системам с учетом общей водохозяйственной обстановки;

- Обеспечивает внедрение рыночных принципов и механизмов водопользования;

- Подготавливает и реализует предложения по повышению водообеспеченности отдельных каналов системы;

- Ведет учет водозабора и водоподачи в целом по системе, составляет баланс водных ресурсов по системе;

- Осуществляет контроль за рациональным управлением водными ресурсами по магистральным каналам и водохозяйственным сооружениям;

- Обеспечивает систему необходимым количеством водоизмерительных установок, внедряет и совершенствует современные системы связи, автоматики и телемеханики в управлении водными ресурсами;

- Составляет комплекс мероприятий по капитальному и текущему ремонту, обеспечивает целевое и эффективное использование выделяемых на эти цели средства;

- Разрабатывает и внедряет ресурсосберегающие технологии, оптимальные формы и методы производства ремонтных работ в целях их удешевления и повышения качества;

- Распространяет в подведомственных системах каналов передовой опыт в организации производства работ, научные достижения, касающиеся водного хозяйства;

- Готовит совместно с объединенными дирекциями строящихся предприятий предложения по модернизации, реконструкции и техническому переоснащению системы и сооружений для включения в инвестиционные

программы, организует выполнение инвестиционных программ по магистральному каналу;

- Готовит предложения по составлению схем перспективного развития водного хозяйства в целом по ирригационной системе.

Права Управления.

Управление имеет право:

- Запрашивать и получать в установленном порядке от предприятий, учреждений и организаций материалы, необходимые для решения вопросов, входящих в его компетенцию;

- Давать заключения на представляемые ему на согласование проекты решений по управлению водными ресурсами;

- Выполнять ремонтные работы на других системах и на внутрихозяйственной гидромелиоративной сети по договорам;

- В установленном порядке ходатайствовать о привлечении виновных лиц за нарушение правил эксплуатации водохозяйственных систем, порядка лимитированного водопользования к соответствующей ответственности;

- Корректировать в пределах 10 процентов лимиты водных ресурсов, утвержденные Бассейновым Управлением ирригационных систем, с учетом создавшейся водохозяйственной обстановки;

Имеет иные права, предусмотренные законодательством.

- Решения управления, принятые в пределах его компетенции, являются обязательными для исполнения органами на местах, хозяйствующими субъектами, а также должностными лицами и гражданами.

- Управление возглавляет начальник, который назначается на должность приказом Министерства сельского и водного хозяйства РУ на конкурсной основе. Конкурс проводится Главным управлением водного хозяйства по представлению начальника Бассейнового управления ирригационных систем.

- Заместители начальника утверждаются на должность на конкурсной основе приказом начальника Бассейнового управления ирригационных систем по представлению начальника Управления по согласованию с Главным управлением водного хозяйства.

- Порядок проведения конкурсов утверждается Главным управлением водного хозяйства.

Начальник Управления руководит деятельностью Управления и несет персональную ответственность за выполнение возложенных на Управление задач и обязанностей;

Представляет в бассейновое управление ирригационных систем согласованные с Главным управлением водного хозяйства кандидатуры для назначения на должности заместителей начальника управления;

В установленном порядке вносит в бассейновое управление ирригационных систем предложения по штатному расписанию аппарата Управления для утверждения;

Назначает на должность и освобождает от должности работников аппарата Управления, а также руководителей подведомственных систем каналов по согласованию с бассейновым управлением ирригационных систем;

Назначает руководителей и специалистов подразделений на конкурсной основе. Порядок проведения конкурса утверждается начальником Управления по согласованию с главным управлением водного хозяйства;

Осуществляет иные полномочия в пределах компетенции, установленной законодательством.

Структурными подразделениями Управления являются гидроучастки и гидроузлы, осуществляющие свою деятельность согласно Положению, утвержденному Бассейновым управлением ирригационных систем.

Источниками финансирования Управления являются бюджетные ассигнования и средства, поступающие от хозяйственной деятельности и оказания услуг водопотребителям, а также другие источники, не запрещенные законодательством.

Деятельность Управления прекращается в установленном законодательством порядке.

#### **1.4.2. Положение о Главном управлении водного хозяйства Министерства сельского и водного хозяйства РУ.**

##### **Общие положения:**

1. Главное управление водного хозяйства (далее – Главное управление) является структурным подразделением Министерства сельского и водного хозяйства РУ. На главное Управление возлагается регулирование использования и поверхности вод и осуществление необходимых мероприятий по обеспечению водой отраслей экономики и населения республики.

2. Главное управление в своей деятельности руководствуется законами РУ, решениями ОМ, указами и распоряжениями Президента РУ, постановлениями и распоряжениями КМ РУ, постановлениями коллегии и приказами Министерства сельского и водного хозяйства РУ, настоящим положением и другими актами законодательства.

3. Главное управление обеспечивает контроль за выполнением водного законодательства в бассейновых управлениях ирригационных систем и других предприятиях и организациях системы водного хозяйства, разрабатывает предложения по совершенствованию законодательных актов и в установленном порядке вносит их на рассмотрение.

##### **Задачи и функции Главного управления:**

- Организация целевого и рационального использования водных ресурсов на основе внедрения рыночных принципов и механизмов водопользования;

- Проведение единой технической политики в водном хозяйстве, внедрение передовых водосберегающих технологий;
- Организация бесперебойного и своевременного обеспечения водой потребителей;
- Обеспечение технической надежности ирригационных систем и водохозяйственных сооружений;
- Рациональное управление водными ресурсами по бассейнам ирригационных систем и повышение его оперативности;
- Обеспечение достоверного учета и отчетности использования водных ресурсов;
- Координация работ по углублению экономических реформ развитию различных форм собственности в водном хозяйстве и мониторинг за их реализацией;

Ведение государственного водного кадастра по разделу «Использование вод»

Главное управление водного хозяйства в соответствии с возложенными на него задачами осуществляет следующие функции:

а) в области управления и комплексного использования водных ресурсов обеспечивает:

Обобщение прогнозов водопользования, разработку баланса водных ресурсов, установление лимитов водозаборов из поверхностных источников и лимитов водозаборов бассейновых ирригационных систем, отраслей экономики и отдельных особо важных водохозяйственных объектов;

Рациональное управление поверхностными водными ресурсами на территории республики по бассейновому принципу, внедрение рыночных принципов и механизмов в водопользование;

Ведение государственного водного кадастра по разделу «Использование вод»:

Определение совместно с Госкомприроды РУ, советом Министров Республики Каракалпакстан, хокимиятами областей прибрежных полос и водоохранных зон водохозяйственных объектов, участвует в установлении прибрежных полос и водоохранных зон рек и других водных объектов;

Организацию контроля за соблюдением водного законодательства, а также привлечение в установленном порядке к ответственности лиц, виновных в нарушении его требований;

Разработку перспективных схем комплексного использования водных ресурсов, развития мелиорации и водного хозяйства;

Выдачу заключений о наличии водных ресурсов и согласований, имеющих обязательную силу, по проектам строительства новых и реконструкции действующих предприятий, связанных с использованием водных ресурсов и сброса дренажно-сточных вод;

Согласование разрешения на специальное водопользование и регистрацию водозаборов использования водных ресурсов из всех источников всеми юридическими и физическими лицами независимо от ведомственной принадлежности и форм собственности;

Оказание методической и практической помощи в организации и развитии ассоциации и других объединений водопользователей, а также организация внутривладельческого водоучета;

Участие от имени республики в обсуждении и решении межгосударственных вопросов по регулированию и использованию водных ресурсов, развитию водного хозяйства и мелиорации земель;

б) в области эксплуатации водохозяйственных объектов *обеспечивает:*

Организацию ремонта, надежную эксплуатацию и совершенствование комплекса водохозяйственных объектов, находящихся на балансе предприятий и организаций водного хозяйства, совершенствование и внедрение новых средств автоматики, телемеханики, связи и другого оборудования и технологий, проведение работ по метрологическому обеспечению средств водоучета:

Осуществление мер по улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель;

*Организует:*

Ежегодное проведение учета и мониторинга мелиоративного состояния орошаемых земель, составление мелиоративного кадастра, оценку эффективности освоения новых и реконструкции староорошаемых земель, строительства и переустройства коллекторно-дренажной сети;

Работу по паспортизации мелиоративных систем, ведению государственного водного кадастра и разработку на этой основе предложений по повышению технического уровня мелиоративных систем;

Разработку необходимых мероприятий по совершенствованию эксплуатации ирригационно – мелиоративных систем и сооружений, выполнение мероприятий по предотвращению засоления и заболачивания сельскохозяйственных угодий;

Проведение мер по сбережению водных, энергетических и других материально-технических ресурсов;

в) в области капитального строительства проводит эффективную инвестиционную политику и обеспечивает оптимальное сочетание централизованных капитальных вложений и собственных средств предприятий для производственного и социального развития отрасли;

*Организует:*

Работу по реконструкции и техническому перевооружению гидромелиоративных систем, качественному улучшению старопахотных и внутриконтурному освоению новых земель, внедрению технически – совершенных мелиоративных систем и сооружений, передовой технологии строительства, новых строительных материалов, оборудования;

Проектно-изыскательские и научно-исследовательские работы, связанные со строительством, техническим перевооружением, реконструкцией и эксплуатацией объектов водохозяйственного, промышленно- гражданского назначения;

Проведение экспертизы проектно-сметной документации всех водохозяйственных объектов на территории республики, независимо от

принадлежности и источников финансирования, а также экспертизы проектно-сметной документации отечественных водохозяйственных объектов расположенных за пределами республики;

*Обеспечивает:*

Координацию деятельности подрядных, проектно – изыскательских, промышленных и других предприятий и организаций, входящих в систему Главного управления водного хозяйства;

Прогнозирование и организацию строительства объектов в нормативные сроки, рациональное использование капитальных вложений в систему Главного управления водного хозяйства;

Прогнозирование и организацию строительства объектов в нормативные сроки, рациональное использование капитальных вложений и повышение их эффективности, снижение стоимости строительства, своевременный ввод в действие и освоение производственных мощностей и основных фондов;

г) в области внешнеэкономических связей:

Организует привлечение иностранных инвестиций в развитие мелиорации и водного хозяйства, создание совместных предприятий по производству мелиоративной, строительной, землеройной и другой техники, оборудования, материалов, изделий и потребительских товаров, организует работу специалистов министерства за рубежом;

На договорной основе реализует выполнение водохозяйственных работ за рубежом;

Организует проведение в республике международных мероприятий, связанных с выполнением обязательств узбекской стороны в рамках международных соглашений, программ сотрудничества с зарубежными странами в области водного хозяйства и мелиорации, участвует в переговорах с иностранными партнерами по водохозяйственным проблемам;

д) в области подготовки, переподготовки и повышения квалификации кадров совместно со структурными и территориальными подразделениями министерства разрабатывает и осуществляет меры по укреплению подведомственных предприятий и организаций квалифицированными кадрами;

Организует повышение квалификации, подготовки и переподготовки кадров;

Главное управление в лице его начальника является членом Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии по ирригации и дренажу и других международных организациях по водохозяйственным вопросам.

В структуре центрального аппарата управления Министерства сельского и водного хозяйства Республики Узбекистан создается Совет по решению проблем рационального использования земельно-водных ресурсов, развития ирригации и повышения плодородия земель.

Функции рабочего органа Совета возлагаются на Управление развития водного хозяйства и внедрения рыночных принципов в водопользование.

Главное управление возглавляет начальник, который является первым заместителем министра сельского и водного хозяйства и назначается на должность Кабинетом Министров Республики Узбекистан.

Начальник Главного управления одновременно является представителем республиканского комитета по ирригации и дренажу, членом Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии Центральной Азии.

Заместителем начальника Главного управления по уровню социального и бытового обслуживания приравниваются к заместителю министра и назначаются на должность приказом министра сельского и водного хозяйства.

Вопросы эксплуатации водохозяйственных систем, мелиорации земель, ирригационно-мелиоративного строительства, другие важнейшие направления деятельности главного управления регулярно рассматриваются на заседаниях коллегии Министерства сельского и водного хозяйства.

Главное управление содержится за счет средств государственного бюджета, а также других источников, не запрещенных законодательством.

Деятельность Главного управления прекращается в установленном законодательном порядке. В настоящее время техническая эксплуатация оросительных систем основывается на кибернетической схеме управления. Они проводятся по двум направлениям:

- Управление оросительных систем по техническим устройствам.
- Управление оросительных систем по биологическим показателям объектов.

К техническим объектам относится гидромелиоративные система: гидроузлы, головное водозаборное сооружение, магистральный канал, межхозяйственный канал и каналы внутрихозяйственных систем. Известно, что оросительная система состоит из проводящей и регулирующей части.

– К биологическим объектам регулирования относится применение передовых технологий возделывания сельхозкультур для получения высоких и экологически чистых урожаев. Применение новых сортов сельхозкультур, прием передовых агротехнических, лесотехнических мероприятий. Внедрение повторных посевов. В настоящее время для достижения данной цели разработаны кибернетические схемы управления автоматизацией ГМ систем. Основоположниками данной системный являются профессор Натальчук М.Ф., профессор Бочкарев Я.В., профессор Овчаров Е.Е., профессор Серикбаев Б.С. и другие. Основоположником кибернетического управления является Норберт Винер, который доказал и обосновал необходимость проведения комплекса работ по автоматизации на основе кибернетики – науки об управлении.

Кибернетическая схема управления автоматизацией ГМ систем приведена на рис.2.

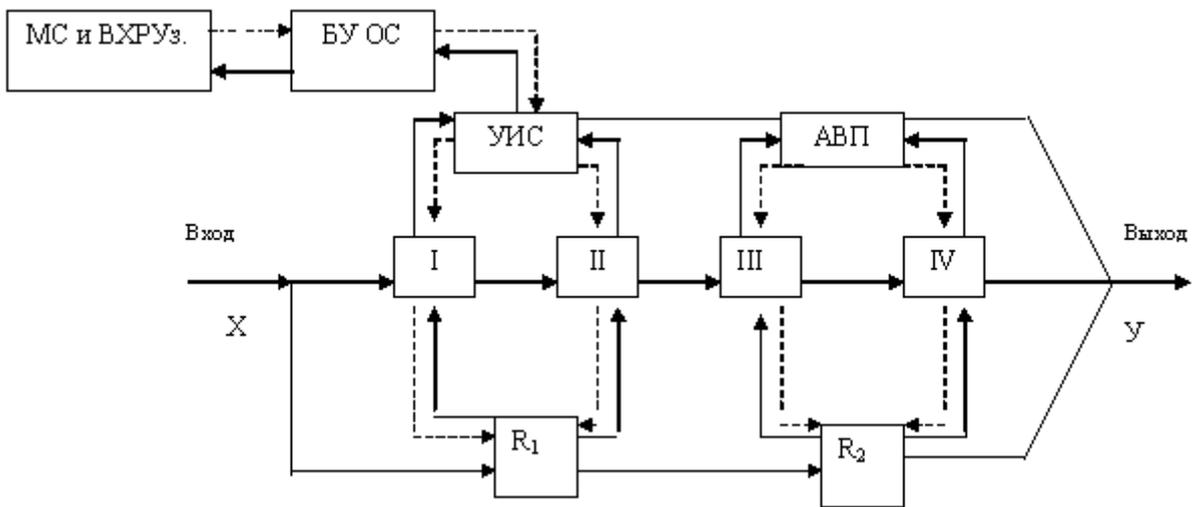


Рис. 2. Кибернетическая схема управления эксплуатацией и автоматизацией ГМ систем

Условные обозначения:

**X** – Вход в систему. «Понятие вход в систему» Включает все ГТС, гидроузел, головное водозаборное сооружение, предназначение для забора воды в нужном количестве и качестве и в нужном горизонте воды в проводящей части канала.

**У** – Выход из системы; **I**- Головное водозаборное сооружение; **II** – Меж - районная и меж хозяйственная часть оросительной системы; **III** – Системы АВП и хозяйств; **IV** – Поливная техника; **R<sub>1</sub>** –Резерв водных, технических, материальных, финансовых, трудовых и других ресурсов для межрайонной и межхозяйственной части ОС; **R<sub>2</sub>** – тоже самое для внутрихозяйственной части ОС; ———→ - линия связи; - - - - -→ - линия воздействия.

### 1.5. Классификация оросительных систем

Для того, чтобы правильно организовать техническую эксплуатацию рассматривая оросительные системы, нам необходимо разделить по классам и разрядам.

Оросительная система делится на следующие классы:

1. Первый класс – все оросительные системы, имеющие орошаемую площадь более 300 тыс. га.
2. Второй класс - оросительные системы, имеющие площадь орошения 100-300 тыс. га.
3. Третий класс - оросительные системы, имеющие площадь от 50-100 тыс. га.

4. Четвертый класс - оросительные системы, имеющие площадь менее 50 тыс. га.

Эти классы необходимы для определения объемов работ при проведении капитального и текущего ремонта оросительной системы.

По техническому состоянию оросительной системы подразделяются на 4 разряда:

1. Оросительная система инженерного типа, стоимость ремонтных работ, практически минимальная, такая система оценивается высокими баллами. Реконструкция таких систем не требуется;

2. Оросительные системы, нуждающиеся в частичной реконструкции, в пределах до 25% от первоначальной стоимости данной системы;

3. Ирригационные системы требуют частичной реконструкции в пределах от 26 до 50% первоначальной стоимости данной системы;

4. Оросительные системы, требующие полной реконструкции от 50 до 100% от балансовой стоимости основных фондов системы;

Оросительные системы по оснащению эксплуатационными устройствами, установками, приборами, делятся на 3 разряда:

1. Оросительные системы оснащены необходимыми эксплуатационными устройствами в пределах 86-100% от нормативного показателя.

2. Оросительные системы оснащены необходимыми эксплуатационными устройствами в пределах 75-85% от состояния оснащения эксплуатационными устройствами от нормативного показателя.

3. Оросительные системы оснащены необходимыми эксплуатационными устройствами в пределах 51-75% от нормативного показателя.

4. Оросительные системы оснащены необходимыми эксплуатационными устройствами в пределах менее 51% от нормативного показателя.

### **1.6. Значение надежности при эксплуатации оросительных систем**

Обеспечение надежности работы гидромелиоративных систем является первоочередной задачей при совершенствовании эксплуатации оросительной системы. Плановое водопользование и круглосуточное использование воды при поливах зависит от надежной работы оросительных каналов и КДС гидротехнических сооружений, насосных станций, лотковой сети 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 различным причинам. В зависимости от причины возникновения отказы бывают 3 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.

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. 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, наработку на отказ, интенсивность отказов, технический ресурс, коэффициент технического использования системы.

Вероятность безотказной работы системы за определенный период определяется по формуле М.Ф. Натальчука:

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

Где:  $P$  – надежность (вероятность), в долях единицы;  $e$  – число 2,71;  $\lambda$  – интенсивность отказов;  $t$  – продолжительность работы системы.

Нарботка на отказ – это средняя продолжительность безотказной работы,

$$T = \frac{1}{\lambda},$$

Интенсивность отказов – это среднее число отказов в единицу времени,

$$\lambda = \frac{1}{T},$$

Технический ресурс – суммарная продолжительность безотказной работы системы, от начала эксплуатации до предельного состояния (износа),  $T_T$ . Коэффициент технического использования системы (отношения технического ресурса к сумме слагаемых – технического ресурса, продолжительности ремонтов и наладок) определяются по формуле М.Ф. Натальчука:

$$K_{И} = T_T / (T_T + T_P + T_H).$$

По рекомендации И.А. Шарова, М.Ф. Натальчука, Х.А. Ахмедова, В.А. Сурина, В. И. Ольгаренко и др. при организации эксплуатации системы, необходимо, определить для каждого элемента и системы в целом: среднюю продолжительность приработки и ввода в действие; интенсивность отказов, среднюю продолжительность приработки и ввода в действие; интенсивность отказов, среднюю продолжительность безотказной работы, характер отказов и устранение отказов; Среднюю долговечность (технический ресурс); продолжительность и интенсивность отказов.

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).

Оросительная 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 расчетов 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 показаний 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,  $\lambda$  составляющих систему.

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

Анализ надежности систем – построение математических моделей, прогнозирование надежности, 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 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 ( $\lambda$ ) и среднего времени безотказной работы. Распределения этих величин моделируют под одному из законов – экспоненциальному, нормальному, логарифмическому, биномиальному 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. По определению М.Ф. Натальчука, Я.В. Бочкарёва, Е.Е. Овчарова, В.А. Сурина и др. основные положения теории надежности сводятся к следующему:

Надежность системы равна произведению надежностей звеньев системы:

$$P_c = P_1 P_2 P_3 \dots P_i^n;$$

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 надежность системы. Капитальные затраты на совершенствование звеньев ( $C$ ) и надежность системы ( $P$ ) оценивают соотношениями (применительно к машинам):

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

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  $1,58$  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 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 (поливная норма, продолжительность поливов, равномерность поливов, круглосуточное использование воды); обслуживание, профилактика и ремонт техники; затраты труда и оплата рабочих при поливах; надежность поливной техники – продолжительность безотказной работы, отказы, устранение использования техники за сезон; экономические показатели – нормы выработки, затраты на обслуживание и ремонты, долговечность работы, урожайность полей, высокие значения КЗИ, КПД, КИВ. Высокая производительность одного кубометра оросительной воды, низкая себестоимость валового урожая и др.

### **1.7 Системный анализ при управлении оросительными системами**

Научно-технический прогресс последних десятилетий требует новому подходу к вопросам управления производством, в том числе на оросительных системах. Важное воздействие на перестройку систем управления оказало развитие кибернетики – науки об управлении сложными системами. Возникла прикладная кибернетическая ветвь – системный анализ, т.е. методология исследования любых объектов посредством представления

их в качестве систем и анализ этих систем. Такой подход предполагает систематическое исследование и взаимное сравнение тех альтернативных действий, которые приводят к достижению желаемых целей, сравнению альтернатив на основе стоимости расходуемых ресурсов и получаемых эффектов по каждой из альтернатив, учету и подробному анализу неопределенностей. Таким образом, в основе применения методов системного анализа находится понятие «система» и прежде всего «большая или сложная система». Следует отметить, что в научной концепции системного анализа имеется ряд свойств, которые общепризнаны необходимыми свойствами большой системы.

Проведенный анализ показывает, что сложились необходимые объективные предпосылки для использования в управлении гидромелиоративными системами методов системного анализа, так как им присущи характерные признаки больших систем.

Эмерджентность – наличие у системы свойства целостности, т.е. таких свойств системы, которые не присущи составляющим ее элементам. Применительно к гидромелиоративной системе – это стабилизация производства сельскохозяйственной продукции, изменение социальной структуры в зонах широкого развития орошения, новые экологические свойства этих зон.

Экономический гомеостаз – устойчивое и оптимальное (равновесное) функционирование экономических систем в изменяющейся социальной среде. Для гидромелиоративных систем это свойство больших систем проявляется в их способности выполнять свои функции в широком диапазоне изменения погодных условий, структуры площадей орошения, условий хозяйственной деятельности и т.д.

Разнообразие – мера числа различных состояний системы заключается в наличии многочисленных ограничений на функционирование систем: по пропускной способности каналов, применяемым режимам орошения сельскохозяйственных культур, необходимым режимам работы сооружений и соответствующего оборудования на них.

Одной из наиболее перспективных областей использования методов системного анализа в эксплуатации гидромелиоративных систем является сфера управления, которая представлена системой управления, отличающейся значительным собственным разнообразием и построенной по иерархическому принципу – это обуславливает разработку и внедрение на системах методов оптимального управления, которые могут быть реализованы в следующих аспектах:

- Систематическое изучение системы управления для выполнения целей управления и возможных альтернатив их достижений;
- Определение функциональной схемы и схемы функциональных потоков, выявления узких мест;
- Создание системы управления, базирующейся на современных способах переработки информации с помощью ЭВМ, средствах связи,

оргтехнике, позволяющей оперативно принимать оптимальные решение (система моделей)  
Указанные аспекты сформировались как крупное самостоятельное направление, названное автоматизированными системами управления.

## **1.8 Особенности эксплуатации оросительных систем в период освоения**

### **1.8.1 Значение организации технической эксплуатации в период освоения**

А.Н. Костяков писал: «Правильное освоение орошаемых земель и хорошо поставленная эксплуатация оросительных системы имеют громадное народнохозяйственное значение. Только при этом условии может быть обеспечено получение высоких урожаев сельхозкультур, продуктивное использование орошаемых земель и оросительной воды, высокая эффективность капиталовложений на орошение. При проектировании орошения и расчете оросительной системы необходимо предусматривать условия и требования будущей эксплуатации данной системы основания орошаемых ею земель. С другой стороны, характер и формы эксплуатации системы и использования земель связаны с характером и условиями работы оросительной системы.

Показателями хорошей эксплуатации оросительной системы служат:

- Высокие и устойчивые экологические безопасные урожаи сельскохозяйственных культур полученные на основе запрограммированного по бизнес плану фермерских хозяйств и высокая производительность труда в АВП и хозяйствах.
- Высокое значение КПД системы и КЗИ.
- Применение рационального режима орошения сельскохозяйственных культур.
- Уровень применения новой техники и технологии поливов сельскохозяйственных культур обеспечивающих ресурсосбережение, прогрессивное повышение плодородия орошаемых почв.
- Низкий уровень грунтовых вод и отсутствие засоления почв.
- Хорошее мелиоративное и экологическое состояние земель, каналов и сооружений.
- Налаженный мелиоративный и эксплуатационный мониторинг на ГМС.

Все эти вопросы должны разрешаться не только в процессе эксплуатации, но и быть предусмотрены при самом проектировании и устройстве оросительных систем. Технический проект орошения должен обязательно сопровождаться проектом организации хозяйства на орошаемой

площади и сельскохозяйственного освоения земель. Оба эти проекта должны быть четко увязаны между собой.

При утверждении технических проектов и генеральных смет на строительство оросительных систем нужно одновременно утверждать планы сельскохозяйственного освоения земель, намечаемых к орошению, с указанием стоимости и сроков осуществления работ по освоению».

Академик И.А. Шаров пишет: «В голодной степи в новых совхозах, несмотря на наличие целого комплекса гидротехнических сооружений и устройств, урожайность достигла только 15 ц/га и те не везде... Анализ причин низкого использования оросительных устройств скрывает существо этого дефекта. Он кроется в первую очередь в неправильном отношении к запросам и требованиям к освоению и эксплуатации. Этот упрек нужно отнести в первую очередь к проектным и планирующим организациям. Они не учитывают и мало считаются с практикой использования орошаемых земель, полагая что раз запроектировано и построено, освоение должно соответствовать принятым и положенным в основу установкам. Такое по существу догматическое отношение к орошению, не допускающее ошибок в расчетах и установках, наблюдается давно. Нужно не догму класть в основу, а анализ практики и всего процесса, определяющего выход продукции. Количество воды и сроки подачи на орошение должны, прежде всего увязываться с технологией производства. Причем эта технология должна исходить не из опытов, а из возможности работы систем в данных конкретных условиях не только почвенно-геологических и метеорологических, но и хозяйственных».

Профессор Р.К. Ризенкампф писал: «Для освоения больших вновь орошаемых площадей должна быть подготовлена не только сеть ирригационных сооружений, но и должно быть произведено большое и сложное устройство всей сельскохозяйственной жизни в условиях искусственного орошения, что требует значительного трудового и денежного напряжения. Рациональный темп строительства имеет свои пределы, зависит от рабочей силы, материалов, погоды, и, наконец, определяется известным гармоничным планом развития... Поливной режим отдельных культур, потери воды в сети и при распределении, ход развития спроса и потребления воды имеют не постоянный характер во времени... При одних и тех же почвенно-грунтовых метеорологических условиях на величину поливной нормы имеют решающее влияние, прежде всего техника полива, степень оборудованности и подготовленности под орошение, экономического благосостояние и навыки земледельца... Абсолютные величины поливных норм имеют определенную тенденцию с течением времени уменьшится за счет рационализации техники и экономики».

При широком развитии орошения, когда ежегодно вводятся новые площади под полив, необходимо определить порядок ввода в эксплуатацию систем после строительства. В настоящее время существуют большие затруднения при вводе новых систем в эксплуатацию.

В практике проектирования оросительных систем не рассматриваются вопросы ввода в действие систем, т.е. временная эксплуатация устройства в период освоения. В период испытанию и освоения ирригационных устройств после строительства возникают значительные трудности, которые не могут быть устранены без дополнительных затрат. В практике имеется много примеров, когда системы после окончания строительства не давали должного эффекта по причине плохой эксплуатации в период строительства.

По данным исследования профессора Серикбаева Б.С. в период освоения новой зоны орошения Голодной степи установлены следующие недостатки:

- не везде проведена капитальная планировка земель.
- не закончено строительство КДС.
- не закончена облицовка каналов.
- не закончено строительство отдельных сооружений и насосной станции на некоторых участках земли.
- отмечены на некоторой части недостаточная пропускная способность лотковой сети и отсутствию на них ГТС.

Срок временной эксплуатации ГМС в хозяйствах и по оросительной системе новой зоны орошения Голодной степи составил в пределах 5-8 лет.

По данным Е.И. Озерского обычный срок временной эксплуатации крупны межхозяйственных оросительных систем более 10 лет. В период ввода в действие возникают дополнительные работы, для выполнения которых необходимо предусмотреть рабочую силу и машины. Эти затраты в большинстве случаев 3-4 раза меньше чем в период постоянной (установившейся) эксплуатации.

### **1.8.2 Состав работ по эксплуатации устройств в период ввода в действие оросительных систем.**

В период ввода в действие оросительных систем выполняется много дополнительных работ, связанных с устранение дефектов и дооборудованием устройств. Было проведено сопоставление видов эксплуатационных работ по периодам – в первые годы эксплуатации устройств в последующие годы при постоянной эксплуатации (см. табл.1.1).

Таблица 1.1.

Виды эксплуатационных работ в период освоения

<b>№.№ ПП</b>	<b>Виды работ</b>	<b>При временной эксплуатации</b>	<b>При постоянной эксплуатац ии</b>
1.	<b>Очистка каналов, коллекторов и гидросооружений</b>	+	+
2.	<b>Подсыпка дамб, планировка кавальеров и засыпка резервов. Заделка прорывов. Устранение перемычек на каналах и</b>	+	-

	<b>коллекторах</b>		
3.	<b>Замена лотков, устранение просадок сооружений, переоборудование стыков сооружений.</b>	+	-
4.	<b>Устройство дрен и коллекторов для отвода воды из резервов.</b>	+	-
5.	<b>Устройство дополнительных оросителей и лотков для промывки земель и для полива отдельных участков</b>	+	-
6.	<b>Устранение просадок дамб и размыва откосов. Повышение устойчивости откосов.</b>	+	-
7.	<b>Дополнительное крепление нижнего бьефа сооружений, устранение размыва, уплотнение щитов</b>	+	-
8.	<b>Устройство эксплуатационных дорог вдоль каналов. Обсадка каналов деревьями.</b>	+	-
9.	<b>Эксплуатационная планировка земель перед поливами, нарезка оросителей, выводных борозд и поливных борозд.</b>	+	-
10.	<b>Испытание в работе каналов и сооружений, замочка каналов.</b>	+	-
11.	<b>Дооборудование гидротехнических сооружений водомерами, рейками, реперами, подвод электроэнергии и телефонной связи, обсадка сооружений деревьями. Строительство зданий и складов и др.</b>	+	+

Состав эксплуатационных затрат в период временной эксплуатации:

1. Содержание штата эксплуатационных работников и транспорта
2. Содержание бригад рабочих по замочке каналов, испытанию сооружений и устранению дефектов в работе устройств.
3. Затраты на аварийные материалы и временные устройства для замочки каналов и испытания сооружений (лотки, перемычки, выпуски и др.)
4. Затраты по переоборудованию и переделке сооружений с устранением дефектов, которые выявлены в процессе испытаний и временной эксплуатации.
5. Затраты на работы по поддержанию устройств в рабочем состоянии в период временной эксплуатации.

Из приведенного перечня работ и состава затрат в период временной эксплуатации видно, что в период ввода в действие устройств возникают дополнительные работы, для выполнения которых необходимо предусмотреть рабочую силу и машины. Эти затраты в большинстве случаев в 3-4 раза больше, чем в период постоянной эксплуатации.

Временная эксплуатация должна проводиться за счет специальных средств, которые необходимо предусмотреть в проекте. Порядок временной эксплуатации может быть следующим:

- При развитии орошения на больших массивах временная эксплуатация производится строительной организацией, которая выделяет эксплуатационные управления.
- При строительстве отдельных систем в новых районах (на примере Украины) после окончания строительства организовывается эксплуатационное управление, которому выделяются дополнительные средства и машины для временной эксплуатации устройств.
- При строительстве новых систем в зоне существующего орошения необходимо усилить существующие эксплуатационные управления и выделить им дополнительные возможности для временной эксплуатации новых систем.

Необходимо в проектах строительства оросительных систем подробно рассматривать вопросы эксплуатации, чтобы учесть требования эксплуатации в размещении сети и сооружений на массивах и в конструкциях устройств. Особое внимание необходимо уделить разработке устройств в техники полива в хозяйствах. Техника полива в хозяйствах определяет темп освоения новых земель.

### **1.9. Эксплуатационный мониторинг на ГМС**

В современных условиях без налаженного инженерно мелиоративного мониторинга при организации технической эксплуатации ГМС невозможно добиться улучшения мелиоративного, экологического, экономического, санитарно-эпидемиологического состояния орошаемых и осушаемых земель.

Организация эксплуатации ГМС с высокими значениями КЗИ, КПД ОС, КИВ достигается при организации эксплуатационного мониторинга. Эксплуатационный мониторинг – это система регулярных наблюдений, оценок и прогнозов состояния мелиоративных земель, качество и количество оросительных, коллекторно-дренажных и грунтовых вод, технического состояния гидромелиоративных систем. Проведение плана водопользования, режимом орошения, способов техники и технологии поливов основных и повторных посевов сельхоз культур, количество и качество урожая на орошаемых землях и т.д.

Организация эксплуатационного мониторинга требует специального финансирования и организации специального отдела, укомплектованного специалистами.

Эксплуатационный мониторинг по трансграничным рекам Амударья и Сырдарья организуют службами эксплуатации БВО «Сырдарья» и «Амударья».

К основным видам их работы относятся:

- количественный и качественный анализ водных ресурсов – рек;

- проведение квалификационных оценок по загрязненности рек и их степень по классам:

1 класс – очень чистая; 2 класс – чистая; 3 класс – умеренно загрязненная; 4 класс – загрязненная; 5 класс – грязная; 6 класс – очень грязная; 7 класс – чрезвычайно грязная.

КИЗВ – является средневзвешенным и нивелированным показателем загрязненности или будет действительным показателем загрязненности, учитывающим фактическое загрязнение. Определение КИЗВ для каждой группы производится по формуле:

$$КИЗВ_j = (\sum_{i=1}^n C_i / ПДК_i) / n,$$

где КИЗВ<sub>j</sub> – индекс загрязненности вод j-ой группы; C<sub>i</sub> – i-ая концентрация ингредиента из j-ой группы, мг/л; ПДК<sub>i</sub> – i-ая предельно допустимая концентрация, соответствующая C<sub>i</sub>, мг/л; n – количество ингредиентов из j-ой группы, участвующих в определении КИЗВ.

- значение КПД реки по участкам и по территориям стран;
- КИВ и КПД оросительной системы в странах водопользователей;
- оросительная способность участка реки;
- условия водопользования и условия их улучшения в странах водопользователях;
- доля водозабора из источника орошения стран водопользователей по годам;
- лимит водозабора в зависимости от природно – хозяйственных условий стран водопользователей;
- условия технической эксплуатации водохранилищ, гидроузлов, крупных магистральных каналов и коллекторов;
- эксплуатация каналов, сопрягающих сооружений и речных русел. Визуальные наблюдения, наполнение и опорожнение МК. Обеспечение требуемых расходов и транспортирующей способности потока в МК. Фильтрация воды из МК и оценка состояния одежды каналов, наблюдения за ее работой;
- визуальные и инструментальные способы наблюдения за ГТС. Визуальное наблюдение. Наблюдение за фильтрацией через сооружение в основании, обход сооружения, за фильтрационными деформациями. Наблюдение за устойчивостью откосов. Результаты наблюдения контрольно-измерительной аппаратуры (КИА) грунтовых и бетонных сооружений;
- производительность каждого м<sup>3</sup> воды в стран водопользователях;

Ниже в таблице приводится мониторинг Аральского моря с 1973-2003 г г по данным GEF Agency.

Таблица 1.2

Мониторинг Аральского моря.

Годы	Уровень воды (м)	Объем (м <sup>3</sup> )	Площадь зеркала (тыс м <sup>3</sup> )	Минерализация воды (г/л)	Поступление воды в Приаралье (км <sup>3</sup> )		
					Сырдарья	Амударья	Всего

1973	50,19				8,9	31,2	40,1
1974	50,05				1,0	6,3	8,2
1975	49,27				0,6	10,6	11,2
1976	48,44	795	56,03	13,95	0,6	11,1	11,7
1977	47,81				0,5	9	9,5
1978	47,15				0,3	21,3	21,6
1979	46,69				3,7	11,1	14,8
1980	45,89				2,5	8,6	11,1
1981	45,39	632	51,03	17,70	2,5	6,3	8,8
1982	44,81				1,7	0,5	2,2
1983	43,71				0,9	2,3	3,2
1984	43,09				0,6	8	8,6
1985	42,15				0,68	3,4	4,08
1986	41,01	440	43,06	22,00	0,51	0,44	0,95
1987	40,52	404	41,06	26,8	1,6	8,2	9,8
1988	39,84	365	39,40	28,3	6,9	16,4	23,3
1989	39,33	330	38,40	30,1	4,4	1,0	5,4
1990	38,24	323	36,40	33,3	3,5	9,0	12,5
1991	37,56	299	34,80		4,0	12,5	16,5
1992	37,20	286	33,9		4,6	28,9	33,5
1993	36,95	278	33,2		7,9	18,8	26,7
1994	36,60	266	32,5		8,9	21,7	30,6
1995	36,11	250	31,3		5,2	5,1	10,3
1996	35,48	230	29,7		5,1	7,5	12,6
1997	35,00	210	28,0		4,6	2,2	6,8
1998	35,00	214	26,0		7,6	23,9	31,5
1999	34,00	187	23,7	45	5,5	6,4	11,9
2000	33,60	169	22,2	57	2,9	2,6	5,5
2001	32,60	161	20,8	60	2,69	0,38	3,07
	32,1	142	21,1		3,02	0,4	3,42
2002	30,9	119	18,1		6,4	6,7	13,1
2003	30,4	109	16,7		9,2	11,4	20,6

Переход на системный принцип единиц управления становится территория отдельного БУИС. Организуемая на территории БУИС мелиоративная служба должна будет объединить управления с территориально-линейными службами, осуществляющими мониторинг орошаемых площадей, и эксплуатационно-линейных объектов на территории отдельных бассейнов крупных водоотводящих трактов, получающих оросительную воду из одного или нескольких управлений ирригационными системами (УИС), входящими в БУИС. Все работы в пределах бассейнов экстерриториальных водоотводящих трактов в результате реформы управления должны будут сосредоточены в одном административном подразделении при БУИС службой мониторинга и эксплуатации (СМиЭ)

Число эксплуатационных участков каждой СМиЭ будет определяться конкретной конфигурацией отводящих систем на территории той или иной БУИС.

Переход на системный принцип управления мелиоративных систем призван сосредоточить в руках государства управление ими, упорядочить их эксплуатацию, исключить местнический подход отдельных районных и областных руководителей. При этом, по возможности, должны быть сохранены все существующие производственных структуры с соответствующим переподчинением их по бассейновому принципу.

Принципы эффективного государственного управления:

1. единство службы СМ и Э в пределах БУИС;
2. выделение границ эксплуатационных участков СМ и Э, определяемых водосборными бассейнами разных порядков КДС и территориальной близостью эксплуатируемых объектов;
3. экстерриториальность линейных объектов СМ и Э.

Соблюдение этих принципов должно обеспечить в пределах БУИС единство управления всеми ирригационными и дренажными системами, включая учет водоподдачи и водоотведения по взаимоувязке, удобство учета и эксплуатации линейных объектов водоотводящих систем, оперативный мониторинг орошаемых территорий.

Управленческая вертикаль, в общем, сохраняет существующую структуру ныне действующих ОГМЭ с некоторым усилением служб главного инженера на тех из них, где произойдет существенное укрупнение обслуживаемых площадей.

Линейный штат, осуществляющий учет стока, наблюдение за состоянием собирателей и коллекторов, сохранностью полос отчуждения вдоль них, сохраняет существующую структуру районного ОГМЭ, но перестраивается в соответствии с выделенными по бассейновому принципу эксплуатационными участками, в зависимости от протяженности и значимости их проводящих систем, трудности поддержания их в рабочем состоянии.

Штат службы мониторинга осуществляет сбор информации о мелиоративном состоянии орошаемых земель, используя и развивая, где это необходимо, наблюдательную сеть скважин, пьезометров и наблюдательных площадок. В своей работе он использует информацию смежных служб о поступлении воды, в пределы эксплуатационного участка и оттоке ее по собирателям и коллекторам.

Три раза в год все материалы наблюдений обобщаются в виде карт мелиоративного состояния земель в масштабе не менее 1:25000.

В перспективе СМ и Э будут работать как составное звено географических информационных систем (ГИС) Минсельводхоза, поставляя информацию о наземных наблюдениях УГВ, степени их минерализации, степени засоления почв по данным химических анализов и экспресс определений, и, в свою очередь, получая от ГИС точный картографических материал, учитывающий результаты космических наблюдений о

распространении засоленных и заболоченных земель. Такая организация работ позволит получить ценный ретроспективный материал, способствующий пониманию развития мелиоративных процессов на гидромелиоративных системах и помогающий эффективно корректировать проведение наземных (уточняющих) наблюдений для конкретных, наиболее мелиоративно-неблагополучных объектов.

Количества штатных единиц СМ и Э дифференцируется в зависимости от сложности отдельного эксплуатационного участка, наличия неблагоприятных в мелиоративном отношении земель и комплектности (пятнистости) почвенного покрова.

По бассейновому управлению проводятся следующие мероприятия:

- Оросительная способность источников орошения по годам в связи с изменением природно-хозяйственных условий данной территории;
- Виды эксплуатационных работ и затрат по водохранилищам гидроузла;
- График заполнения и опорожнения водохранилищ, полный, полезный, мертвый объем водохранилищ;
- Лимит водозабора по декадам вегетационного периода и по календарным планам;
- Количественная и качественная оценка поверхностных, подземных, и др. водных ресурсов;
- Изменение площадей структуры сельскохозяйственных культур основных и повторных посевов на орошаемых землях;
- КПД участка трансграничных и трансзональных рек;
- КПД межреспубликанских, межобластных и межрайонных МК;
- Техническое состояние МК и коллекторов, ГТС и эксплуатационного оборудования на них;
- Мелиоративное, экологическое состояние орошаемых земель;
- Составление и проведение планов водопользования;
- Условия организации технической эксплуатации;
- Значение КИВ, КЗИ, производительности  $1 \text{ м}^3$  орошаемой воды;
- Количественный и качественный анализ урожая;

В состав основных работ эксплуатации мониторинга, проводимых службами эксплуатации управления ирригационных систем, АВП, и хозяйств можно сгруппировать по следующим разделам:

- Совершенствование управления службы эксплуатации и их обязанности;
- Составление и проведение планов водопользования;
- Совершенствование учета воды ОС и КДС;
- Поддержание и содержание ГМС в хорошем техническом и рабочем состоянии, путем проведения регулирующего ремонта по плану;
- Улучшение ЭГМС в хозяйствах и ирригационных системах путем частичной или полной реконструкции;

- Внедрение результатов и опыт передовых хозяйств использованных на производстве по улучшению мелиоративных, экологических условий территории;
- Организация научно-производственных исследований по совершенствованию посевов, режимов орошения, способов и техники полива, КПД ОС, КИВ, КЗИ
- Составление перспективных планов развития ГМС в хозяйствах и системы;
- Совершенствование эксплуатации дорожной сети, наблюдения скважин, устройство лесополос и лесопосадок;
- Количественный и качественный анализ урожая;
- Производительность каждого кубометра орошаемой воды и пути их повышения.

## **Глава 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ЭКСПЛУАТАЦИИ НА ИРРИГАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ**

### **2.1. Водомерные посты и наблюдательные скважины**

Учет воды является одним из главных условий правильного и экономного ее использования. Учет воды во всех звеньях оросительной системы способствует успешному проведению в жизни системных и внутрихозяйственных планов водопользования, оказывает существенное влияние на рациональное использование оросительной воды, обеспечивает правильное водораспределение, повышение КПД оросительных каналов, улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель, позволяет своевременно устранять причины нарушения в использовании воды, стимулирует улучшение системы оплаты труда по водопользованию и другим видам эксплуатационных работ.

Организацией и проведением учета воды на оросительной системе занимается гидрометрическая служба, которая состоит из гидрометров, наблюдателей и регулировщиков. На гидрометрический персонал возлагаются наблюдения и измерения, обработка материалов, составление сводок, инвентарно-технических ведомостей, отчетов, тарифовочные работы по сооружениям и каналам.

Гидрометрические наблюдения и измерения оформляют в виде документов по установленной форме. Основные из них: полевой журнал, в который заносят данные наблюдений, бланки измерений и подсчета суммарных объемов и суточных расходов воды, балансовая ведомость по расходованию воды хозяйствами, участками и системой, ведомость КПД оросительной сети, ведомость многолетних наблюдений за источником орошения.

На оросительных системах оборудуют гидрометрические посты нескольких видов:

Опорные – на источниках орошения (у головного участка системы) для определения у учета водных ресурсов;

Головные – в голове магистральных каналов системы для учета забора воды из источника орошения;

Посты оперативного учета – на узлах распределения в головах ветвей магистрального канала и в пунктах выдела хозяйства для учета поданной им воды;

Сбросные – на сбросных каналах и коллекторах для учета сбросных и возвратных вод;

Балансовые, которые состоят из главного поста, постов на границах балансовых участков, постов на коллекторах и водосборах и служат для определения баланса водных ресурсов и фактических потерь в оросительной сети; объем воды, оставшейся в системе, равен разности поступившего в нее объема и сброшенного за ее пределы;

Специальные – для выполнения научно-исследовательских и изыскательных работ.

Пост на источнике орошения представляет собой гидрометрический створ, оборудованный рейками. Между показаниями этого поста и показания поста в голове системы устанавливают определенную зависимость путем проведения параллельных наблюдений.

Пост балансового учета оборудован мостиком и рейкой для замера уровня воды. Зная уровни на тарировочной кривой, определяют расходы воды. При наличии водомерных сооружений для учета воды необходимость в гидрометрических створах отпадает.

Наблюдения на главных и балансовых гидрометрических постах обычно проводят 3 раза в сутки – в 7, 13 и 19 часов. В зимнее время, когда вода используется только на водоснабжение населенных пунктов ограничиваются 2-х разовым наблюдением – в 7 и 13 часов.

Посты оперативного учета на узлах распределения воды обычно представляют собой регуляторы – водомеры, которые автоматически делят расходы воды между отводами. В верхнем и нижнем бьефах отводящего канала устанавливают водомерные рейки. По напору и площади открытия отверстия сооружения определяют расход воды.

Для учета воды, поступающей в хозяйственные отводы, может быть использовано само русло канала – участок с устойчивым поперечным сечением. Глубину воды определяют по рейке. Русло канала предварительно тарируют и составляют тарировочную кривую зависимости расхода воды от глубины наблюдения канала. Для более точного учета устанавливают специальные устройства – водомеры.

Учет воды, особенно с ложем на внутрихозяйственной оросительной сети из-за большого числа пунктов распределения и потребления воды. В этих условиях сооружения по учету воды предъявляются повышенные требования: они должны обеспечивать более высокую точность и непрерывность учета и в то же время отличаться простотой выполнения замеров расхода.

Наиболее приемлемо водомерно-регулирующие сооружения. Ими оборудуют хозяйственные водовыпуски, головы участковых распределителей и временные оросители.

### 2.1.2. Изучения режима грунтовых вод

Исходя из задач проф. Д.М.Кац сформулировал следующие принципы изучения режима и баланса подземных вод: “Комплексность этих исследований; изучения режима грунтовых вод во взаимосвязи с тепловым, водным и солевым режимами пород зоны аэрации, а в определенных гидрогеологических условиях и с режимом первого межпластового водоносного горизонта, а также с режимом поверхностных вод; систематические наблюдения за природными условиями, а также установления закономерностей естественного режима грунтовых вод как фона, на котором формируются искусственные (техногенные) режимы; необходимость учета всего комплекса техногенных факторов, воздействующих на природный режим грунтовых вод – технического уровня приводимых мелиораций и эксплуатации гидромелиоративных систем; сочетание изучения режима и баланса по площади с детальными их исследованиями на ключевых опытных участках в комплексе с наблюдениями за влаго – и солепеносом в зоне аэрации.”

В зависимости от задач изучения режима подземных вод проф. Д.М.Кац и И.С.Пашковский выделяют следующие категории наблюдательной сети:

I. Региональная сеть скважин режимных гидрогеологических партий.

- Изучение зональных закономерностей грунтовых вод в основных гидрогеологических районах на массивах существующего и перспективного орошения и осушения,

- Изучение зонального баланса грунтовых вод в основных гидрогеологических районах существующего и перспективного орошения и осушения.

- Фиксация многолетнего режима грунтовых вод в естественных условиях и на орошаемых и осушенных землях в основных гидрогеологических районах.

- Зональные прогнозы естественного и техногенного режимов грунтовых вод.

- Контроль за охраной грунтовых вод от истощения и ухудшения качества при эксплуатации водозаборных сооружений.

II. Опорная сеть наблюдательных скважин мелиоративной службы водохозяйственных организаций.

- Наблюдения за влиянием оросительных каналов, орошение, осушение земель и коллекторно-дренажных систем на режим грунтовых вод и первого межпластового водоносного горизонта в пределах севооборотных массивов;

- Наблюдения за взаимосвязью режима грунтовых вод и водного и солевого режимов орошения и осушения почв с целью уточнения критериев оценки мелиоративного состояния земель;

- Наблюдение за режимом грунтовых вод населенных пунктов орошаемых и осушаемых районах, а также за режимом грунтовых вод прилегающих земель,

- Фиксация многолетнего режима подземных вод в хозяйствах.

III. Внутрихозяйственная (локальная) наблюдательная сеть водохозяйственных организаций составления крупномасштабных карт глубин залегания грунтовых вод севооборотных массивов и отдельных полей с целью: планирования и корректирования размещения сельскохозяйственных культур и режима их орошения; контроля мелиоративного состояния орошаемых и осушенных земель; планирования мелиоративных мероприятий и оценки их эффективности (в комплексе с данными по опорной сети); расчета баланса и прогнозирования режима грунтовых вод (в комплексе с данными по опорной сети).

IV. Временная наблюдательная сеть скважин разных ведомств.

-Приведение к одному сроку разновременных данных гидрогеологических и почвенно-мелиоративных съемок.

- Определение гидрогеологических параметров.

- Временные наблюдения для определения критического режима грунтовых вод, засоляющих орошаемую почву, и для установления нормы осушения на переувлажненных землях.

- Временные наблюдения для выявления причин подъема грунтовых вод, заболачивания и засоления почв в отдельных хозяйствах (в дополнение внутрихозяйственной сети).

- Определение фильтрационных характеристик каналов, дренажных коллекторов, их влияния на режим грунтовых вод, а также для решения других задач мелиорации.

- Обоснование расчета баланса и прогнозов режима грунтовых вод (если недостаточно данных по внутрихозяйственной и опорным сетям).

Наблюдательную сеть размещают на основе карт средне- и крупномасштабного гидрогеологического районирования составляемых для целей мелиорации с учетом существующего и перспективного положения орошаемых и осушаемых площадей.

- Размещения скважин по створам, пересекающем оросительные и дренажные каналы, коллекторы, характерные элементы рельефа, осушительную сеть. Площади с разными способами орошения и техники полива, различной искусственной дренированностью, разными способами осушения почв, разными почвенно-гидрогеологическими условиями и т.д.

- Скважины размещают по площади севооборотных массивов (по планам землепользования хозяйств в масштабе 1:10000) с учетом почвенно-мелиоративных, гидрогеологических и хозяйственных условий.

- Размещения скважин на ключевых опытно-производственных участках. Сравнительно равномерное размещение по площади наблюдательных скважин с учетом почвенно-мелиоративных, хозяйственных, гидрогеологических условий и рельефа. Скважины размещают в соответствии с принятой методикой.

Режимы грунтовых вод изучают на основе следующих периодических измерений:

их уровня - с помощью ленточного уровнемера УЛ-50 (и других конструкции), рулеток, самописцев с месячным или более продолжительным заводом;

дебита источников и выклинивающихся вод, фонтанирующих скважин, скважин вертикального дренажа, кяризов – с помощью переносной водомерной рейки ГР-104, поплавкового самописца продолжительного действия ГР-38, самописца уровня воды «Валдай» СУВ-М (и других), специальных счетчиков;

температуры подземных вод – ртутными гидрогеологическими термометрами ТМ-14, электротермометрами ГР-41М-1 и специальными датчиками;

химического состава – путем анализа проб отбираемых пробоотборниками и анализируемых в полевых или лабораторных условиях (с помощью полевых лабораторий: МЛАВ-2 для анализа воды в пеших маршрутах или ПЛАВ-2 для общего гидрохимического анализа). Для определения общей минерализации воды концентрации солей в водных вытяжках можно также применить кондуктометрические концентратометры КК-3 и КК-9, экспрессный солемер «Тигран-А», кондуктометр КСМВ-102, электросолемер ГМ-65, резистивиметр ПР-1 и другие приборы.

Частота наблюдений за режимом грунтовых вод зависит от цели работ, видов наблюдательной сети и степени изменчивости элементов режима. Так, на региональной сети скважин наблюдение за уровнем проводят до пятидесяти раз в месяц, пробы минерализованных подземных вод на анализ отбирают четыре раза в год, пресных реже. На опорной сети скважин наблюдение за уровнем организуют три раза в месяц, за минерализованной два раза в год: в начале и в конце вегетационного периода, пресных вод реже.

Определение гидрогеологических параметров.

Временные наблюдения для определения критического режима грунтовых вод, засоляющих орошаемую почву, и для установления нормы осушения на переувлажненных землях.

Временные наблюдения для выявления причин подъема грунтовых вод, заболачивания и засоления почв в отдельных хозяйствах (в дополнение внутрихозяйственной сети).

Определение фильтрационных характеристик каналов, дрен, коллекторов, их влияния на режим грунтовых вод, а также для решения других задач мелиорации.

Обоснование расчета баланса и прогнозов режима грунтовых вод (если недостаточно данных по внутрихозяйственной и опорным сетям).

## **2.2. Производственные и жилые здания. Лабораторная база.**

**Основные фонды.** Эксплуатация ирригационных систем различного назначения и типов обеспечили создание необходимых фондов.

Охарактеризуем ирригационно мелиоративные сооружения, составляющие значительную часть основных фондов.

Водоохранилища. В Узбекистане построено и эксплуатируется 53 водоохранилища общей проектной емкостью 16 млрд. м<sup>3</sup>. Произведено строительство Чарвакского водоохранилища на р. Чирчик и построено Андижанское водоохранилище на р. Карадарье.

Успешная эксплуатация Тюямуюнского водоохранилища с полезным объемом 5300 млн. м<sup>3</sup>. Ввод его в действие дало зарегулировать сток Амударьи в нижнем ее течении, что упорядочило заборы воды в каналы Хорезмской области, Каракалпакстана, Ташаузской области и Туркменистана.

Водозаборные узлы и сооружения. На балансе эксплуатационных организаций Министерства мелиорации и водного хозяйства Узбекистана на межхозяйственных каналах числится 17511 гидротехнических сооружений, в том числе 312 крупных, построенных в головах каналов и на некоторых реках в компоновке с плотинами или без них.

К инженерным сооружениям с плотинным водозабором относятся следующие:

- Кампырраватский, Тешикташский и Куйганъярский гидроузлы на р. Карадарье (последний с головными регуляторами в Большой Ферганский канал им. У. Юсупова и в канал Сиза);
- Фархадский гидроузел на р. Сырдарье с головными регуляторами в канал Дальварзин, в деривационный канал Фархадской ГЭС, из которого обеспечивается подача воды в Южный голодностепский и им. Кирова.
- Учкурганский гидроузел на р. Нарыне с головными регуляторами в Северный Ферганский и Большой Андижанский каналы.
- Газалкентская плотина на р. Чирчике с водозабором в каскад Базусуйских ГЭС и на орошение.
- Шамалекский гидроузел на р. Ахангаране.
- Пальманский гидроузел на р. Исфайрамсае с водозабором в каналы Ляган и Кувасай.
- Сохский и Кокандский гидроузлы на р. Сохе.
- Плотина им. 1 мая на р. Зарафшане.
- Аккадарьинский, Дамходжинский, Карманинский и Шафриканский гидроузлы на р. Зарафшане.
- Зангский гидроузел на р. Сурхане.
- Каршинский гидроузел на р. Кашкадарье.

Наиболее крупные сооружения с бесплотинными водозаборами из источников орошения – головной регулятор канала им. Ахунбабаева на р. Сырдарье, головные сооружения Аму-Бухарского и Аму-Зангского машинных каналов на р. Амударье и головные регуляторы на той же реке для забора воды в каналы Ташсака, Пахтаарна.

С окончанием строительства Тахнаташского гидроузла к нему подключатся крупные каналы, получавшие воду из реки через открытые регуляторы.

На небольших горных речках и саях имеется 490 не инженерных водозаборных сооружений, необходимость сохранения которых обусловлена активной селевой деятельностью этих водотоков, затрудняющей выбор постоянных точек забора воды. На таких источниках орошения забор воды в оросительную сеть обеспечивается с помощью шпор из сипайно – таштагунной кладки.

**Магистральные и распределительные межхозяйственные каналы.** Общая протяженность межхозяйственных оросительных каналов составляет 18,5 тыс. км. По пропускной способности они распределяются так: до 2 м<sup>3</sup>/сек – 4,6 тыс. км; 2-10 м<sup>3</sup>/сек – 6,6; 10-25 м<sup>3</sup>/сек – 3,0; 25-50 м<sup>3</sup>/сек – 1,7, свыше 50 м<sup>3</sup>/сек – 2,6 тыс. км.

Межхозяйственная распределительная оросительная сеть на территории республики имеет 15 тыс. гидротехнических сооружений. Вдоль почти всех каналов с расходом воды свыше 50 м<sup>3</sup>/сек проведена телефонная связь общей протяженностью 6948 км.

Линии связи обслуживаются 139 коммутаторами 3300 телефонных аппаратов. На некоторых участках, например в Хорезмской области и Каракалпакстана действует свыше 100 радиостанций.

По дамбам крупных каналов построены инспекторские дороги. На всех крупных гидроузлах и отдельных гидротехнических сооружениях подъемные устройства электрифицированы, а наиболее важные гидроузлы управляются дистанционно с диспетчерского пункта.

Учет и распределение оросительной воды на межхозяйственных каналах обеспечиваются специальной гидрометрической службой, созданной при областных и районных управлениях оросительных систем.

На крупных водозаборных сооружениях все шире применяются дистанционные измерители уровней – телерейки. Такое разнообразие видов гидро – постов появилась в результате поисков путей улучшения службы гидрометрии.

Общий объем ежегодно очищаемых наносов из оросительных и коллекторных каналов по республике превышает 180 млн. м<sup>3</sup>. Очистка наносов производится с помощью парка землеройных механизмов, состоящего из 1597 экскаваторов с общей емкостью ковшей 9270 м<sup>3</sup>, 1374 бульдозеров, 670 скреперов с емкостью ковшей 3382 м<sup>3</sup> и 263 землесосов годовой производительностью по воде 228800 м<sup>3</sup>/час. Этот парк частично используется и для работ по капитальному строительству.

**Внутрихозяйственная оросительная и коллекторно – дренажная сеть.** Внутрихозяйственная оросительная и коллекторно – дренажная сеть находится на балансе хозяйств (ферм и АВП), и незначительная ее часть осталась в ведении областных управлений оросительных систем.  
**Межхозяйственная коллекторная сеть.** Протяженность

межхозяйственных коллекторов по республике 15979 км из них в ведении Минводхоза – 14229 км.

**Насосные станции.** За последнее десятилетие в республике на базе насосных станций быстрыми темпами развивается машинное орошение. Площадь орошаемых земель с машинным водоподъемом в 1970 г. была 474 га, при этом эксплуатировалось 176 крупных (каждая производительностью более 10 м<sup>3</sup>/сек) государственных насосных станций). Они потребляют ежегодно 420-430 млн. квтч электроэнергии.

Развитие машинного орошения происходит в основном за счет строительства крупных и уникальных низконапорных и средненапорных насосных станций – таких, как Хамзинская, Куюмазарская, Шерабадская, имеющих суммарную мощность электродвигателей до 30-45 тыс. кВт и производительность насосов каждой станции до 100 м<sup>3</sup>/сек. Широко внедряются также насосные станции с высоконапорными насосами, поднимающими воду на высоту до 80 м.

Строительство крупных насосных станций позволило в ряде случаев решить технически сложную проблему переброски воды из мощных водных артерий в бассейны маловодных рек.

### **2.3. Диспетчеризация ирригационных систем**

Распределение воды на системе осуществляют на основе диспетчерского графика по прямым указаниям диспетчера. Диспетчерские графики составляют на каждую декаду в соответствии с утвержденным системным планом водораспределения и наличными водными ресурсами. В диспетчерском графике устанавливают поступление и распределение воды по узлам оросительной системы, начиная от головной части ее и заканчивая точками выдела воды в хозяйства. При этом для каждой декады указывают размер водозабора и порядок распределения воды между районами, эксплуатационными участками и гидротехническими узлами на системе.

Контроль за выполнением диспетчерских графиков забора и распределения воды на системах возложена на дежурного диспетчера. Ежедневно по данным измерения расходов и уровней воды в источнике орошения он определяет возможный водозабор.

Если возможный водозабор больше планового, в узлах вододеления устанавливают расчетные (плановые) расходы, если меньше, то поступают следующим образом. Отклонения размера водозабора до 10% планового учитывают при составлении диспетчерского графика. При устойчивых отклонениях более чем на 10% в системный план водораспределения вносят коррективы.

Системные планы водораспределения корректируют на основе уточненных месячных прогнозов водоносности источника орошения и фактического состояния посевов. Уточнение посевных площадей по оросительной системе для летнего периода должно быть закончено до 1 июня, для зимнего - до 1 декабря. Все изменения планов водораспределения доводят до сведения хозяйств-водопользователей.

В соответствии с установленными балансом водораспределения дежурный диспетчер дает распоряжение на эксплуатационные участки по вододелению в узлах системы. Распоряжения диспетчера обязательны для всех лиц, ведающих частями или участками системы. При вступлении на дежурство диспетчер детально знакомится с диспетчерским графиком вододеления на время дежурства, получает сведения от сменяемого им лица о состоянии системы и указания начальника, главного инженера системы или начальника отдела водопользования о порядке выполнения плана.

#### **2.4. Средства автоматизации и телемеханизации**

Внедрение автоматизации повышает технический уровень эксплуатации и делает водопользование на системах более четким, надежным и экономичным. Вместе с тем автоматизация вносит много нового в организационную структуру эксплуатации, предъявляет иные требования к эксплуатационному персоналу.

Под автоматизацией оросительных систем понимается оснащение их устройствами автоматики и телемеханики, позволяющими полностью или частично осуществлять их эксплуатацию без непосредственного участия человека. Роль обслуживающего персонала на автоматизированных системах управления (АСУ) сводится к наблюдению за автоматически протекающими процессами и поддержанию средств автоматизации в рабочем состоянии.

Автоматическое управление заключается в обеспечении начала и необходимой последовательности операций, составляющих данный рабочий процесс. Например, автоматическое управление работой электродвигателей и насосных агрегатов на откачных насосных станциях осуществляется с помощью блоков управления, панелей с аппаратурой автоматики, поплавковых устройств и электродных датчиков. При поднятии в приемной камере воды до заданного программой уровня поплавок устройство или электродный датчик замыкает контакты низкого напряжения релейного устройства, вследствие чего включаются в работу агрегаты насосной станции. При снижении уровня воды в подводящем канале до нижнего заданного предела поплавок устройство или электродные датчики размыкают контакты реле уровней, ток в катушке главного контакта прерывается, что приводит к автоматическому отключению электродвигателя. Весь процесс работы насосной станции получается полностью автоматизированным.

Наряду с автоматическим существует и полуавтоматическое управление узлами или элементами системы. Подача начального импульса при полуавтоматическом управлении осуществляется человеком, а дальнейшие операции в заданной последовательности протекают автоматически.

Такую схему автоматизации применяют чаще всего при подъеме и опускании затворов, управлении агрегатами насосных станций и др.

Автоматизация оросительных систем охватывает широкий круг вопросов – от автоматизации работы производственного предприятия до

усовершенствования какого-нибудь единичного процесса. При всем многообразии этих процессов автоматизации в первую очередь подлежат:

контроль состояния оборудования и сооружений, обеспечивающий надежность и безаварийность работы элементов или узлов оросительных систем. При возникновении каких-либо отклонений от нормального состояния появляется звуковой или световой сигнал. Такие сигналы могут поступать на пульт управления при перегреве подшипников насосных агрегатов, отклонении уровня воды от заданного, чрезмерном давлении в трубопроводах и т.п.;

защита от нарушений режимов работы и повреждений, возникающих на участках электрических сетей в случае возникновения недопустимых перегрузок, коротких замыканий и др.;

работа отдельного объекта в целом, например головного водозаборного узла, водовыпускного сооружения, насосной станции и т.д.;

централизованный учет и контроль водозабора и водораспределения путем автоматической передачи на диспетчерский пункт через заданные промежутки времени показаний приборов и записей колебаний уровней или расходов воды;

водоподача и водораспределения в комплексе, сочетающем все мероприятия по централизованному учету, контролю и управлению всеми регулируемыми сооружениями;

процесс орошения путем создания единой телеавтоматической системы, обеспечивающей проведение полива в заданное время с применением высокопроизводительных агрегатов, которые автоматически включаются в работу по команде датчиков при снижении уровня.

К наиболее распространенным объектам автоматизации оросительных систем относятся:

головные водозаборные узлы;

головные, подкачивающие и перекачивающие насосные станции;

насосные установки орошения подземными водами;

линейные гидротехнические сооружения, регулирующие водораспределение на каналах, лотках и трубопроводах оросительных систем.

Гидротехнические сооружения на оросительных системах в различных природных и хозяйственных условиях имеют большее число типоразмеров, модификаций со специфическими конструктивными и эксплуатационными особенностями. Наряду с этим, другими особенностями автоматизации оросительных систем являются:

- рассредоточенность объектов управления и контроля;
- влияние режима работы одного сооружения на режим расходов и уровней воды других сооружений;
- управление объектами, требующими различного числа изменений установленного режим работы во времени. В некоторых случаях режим работы изменяют 1...2 раза в сутки, иногда он остается постоянным в течении нескольких дней;

- отсутствие вдоль водоводов источников электроэнергии;
- расположение объектов на открытом воздухе.

На автоматизированных системах значительно повышается КПД, обеспечивается высокая производительность труда, надежность и экономичность эксплуатации всех сооружений. Объем и схему автоматизации для каждого объекта выбирают применительно к его типу и выполняемым задачам.

Оперативное управление автоматизированной системой осуществляется централизованно диспетчером. При комплексной автоматизации оросительной системы диспетчер выполняет функции оперативного лица, который непосредственно воздействует на режим работы сооружений и контролирует его по показаниям измерительных приборов. Необходимым условием осуществления такой схемы является обязательная механизация всех узлов, сооружений и установок на системе, подлежащих диспетчерскому контролю, что обеспечивает работу их без постороннего обслуживания человеком. Для этого на местах индивидуальных пунктов диспетчерского контроля (узел сооружений, водомерный пост и др.) устанавливаются датчики и первичные измерительные приборы для передачи исходной информации контролируемых параметров на диспетчерский пункт.

В зависимости от взаимного расположения и организации каналов связи различают такие схемы связи объектов автоматизации с диспетчерским пунктом, как: цепочка, радиальная и древовидная.

При расположении объектов автоматизации цепочкой от диспетчерского пункта прокладывают общий канал связи, от которого отходят индивидуальные каналы. В радиальной схеме каждый объект автоматизации имеет индивидуальную связь с центральным диспетчерским пунктом, который располагает по возможности в центре оросительной системы. Древовидная схема является наиболее общим случаем расположения объектов связи самотечных оросительных систем.

Задача средств диспетчеризации и телемеханики сводится к контролю и управлению основными сооружениями, увязке режимов работы автономных систем регулирования с учетом наличия водных ресурсов в источнике орошения и потребности в оросительной воде обслуживаемых устройств.

Задачи по автоматизации водораспределения решаются с помощью автономных систем трансформации стока воды, гидравлических средств автоматической стабилизации уровней, комплексной системы телемеханики, управляющих машин. На случай аварийной ситуации система может быть переведена на режим работы с использованием средств местной автоматизации. Это обуславливает высокую эффективность работы и максимальную надежность структуры управления автоматизированной системой вододеления.

В основу автоматического управления водораспределением заложен принцип сосредоточения всей информации об управляемых объектах и централизованное управление этими объектами с единого диспетчерского

пункта. С целью автоматического маневрирования затворами ручные винтоподъемники на них могут быть заменены на электрифицированные. Это требует решения вопросов электроснабжения всех гидротехнических сооружений, контролируемых с диспетчерского пульта управления. Возникла необходимость реконструкции и строительства новых линий связи с подвеской цепей телемеханики. Каждое сооружение необходимо оснастить технологическими датчиками, сигналы которых на системе автоматически и телемеханически передавать на центральные пульты диспетчерского управления для сбора и обработки информации, принятия оперативных решений.

В качестве основного оборудования центрального диспетчерского пульта для управления вододелением на системе может быть выбрано устройство ТМ-201 по опыту передовых ирригационных систем. Оно выполняет функции телеуправления путем передачи задания на систему местной автоматики с последующей ее обработкой, телесигнализации состояния объекта с регистрацией измеряемых параметров на пишущей машинке, телеизмерения технологических параметров, аварийной сигнализации при отклонении регистрируемых параметров от нормальных значений.

Строительство объектов автоматического и телемеханического управления вододелением осуществлено на Большом ферганском магистральном канале (БФК) имени У.Ю.Юсупова, МК «Дустлик», ЮГК им. А.А.Саркисова, Паркентского МК и др.

Устройства телемеханизации и автоматизации вододеления на оросительных системах обеспечивают контроль и управление водораспределением на гидротехнических сооружениях. При этом управление вододелением может проводиться в нескольких режимах работы: индивидуальный выбор объекта управления, циклический опрос всех объектов, периодический опрос контролируемых объектов в заданном режиме через 0,5...4,0 ч. Система обеспечивает поиск аварийного объекта, работает в режиме ожидания, режиме вызова диспетчера к телефону.

## **2.5. Эксплуатационная обстановка**

К эксплуатационной обстановке на каналах и сооружениях относятся реперы, марки, береговые знаки, контрольные створы на каналах, контрольные скважины и другие.

Реперы устанавливают 2 видов: геодезические и конструктивные. Геодезические реперы предназначены для высотных привязок при проведении ремонтных работ, гидрометрических измерений, наблюдений за уровнями грунтовых вод, определении объемов работ и др. Конструктивные реперы служат для закрепления проектных отметок и размеров каналов, дамб, плотин, с тем чтобы при проведении ремонтных работ можно было обходиться без нивелировок.

Береговые знаки (километровые столбы, пикетные и номерные знаки) устанавливают для облегчения ориентировки эксплуатационного персонала при техническом обслуживании системы.

Для наблюдения за фильтрацией грунтовых вод в теле земляных плотин и дамб, а также в основании бетонных сооружений и в обход их устанавливают скважины-пьезометры с фильтром в нижней части трубы, выведенной на незатопляемую отметку сооружения. Число пьезометрических створов на сооружении зависит от его конструктивных особенностей, а число пьезометров в них должно обеспечить получение кривой депрессии на том или ином поперечнике. Обычно на сооружении устраивают не менее 3 пьезометрических створов.

## **2.6. Дорожная сеть и лесонасаждения на оросительных системах**

Дорожная сеть включает специальные (эксплуатационные) дороги для проезда вдоль крупных каналов и коллекторов, а также подъездные дороги, соединяющие управление эксплуатацией и эксплуатационные участки с дорогами общего пользования. Эксплуатационные дороги должны содержаться в надлежащем порядке и обеспечивать свободный подъезд ко всем гидротехническим сооружениям, проезд вдоль крупных каналов и дамб обвалования независимо от погодных условий. Для осмотра и ремонта небольших каналов и сооружений устраивают эксплуатационные тропы шириной 1...1,5 м.

Ширина земельного полотна подъездных дорог 6,5 м, эксплуатационных 5 м. Кюветы трапециевидальные и треугольные, глубина их в гравелистых и супесчаных грунтах 0,3...0,4 м, в глинистых и пылеватых 0,5...0,6 м. При высоте насыпи дорог более 0,5 м и песчаных грунтах рекомендуют безкюветный поперечный профиль дорог.

Вдоль каналов оросительной и водосборно-сбросной сетей высаживают полосы древесных и кустарниковых пород. Лесные полосы устраивают также по границам эксплуатационных участков, полей севооборота, вдоль дорог, вокруг водохранилищ.

Лесные полосы на орошаемых землях имеют преимущественно ветроломное значение и делаются продуваемой конструкции из высокорастущих раинированных пород деревьев с невысоким подлеском; они должны пропускать через себя не больше 30-40% ветрового потока. Расстояние между рядами деревьев при посадке лесных полос делается 1,5-2 или 3 м, а расстояние в ряду 0,7-1 м.

Лесные полосы располагаются вдоль магистрального канала, межхозяйственных и постоянных хозяйственных распределителей, а также вдоль крупных коллекторов и дорог. Лесные полосы подразделяют орошаемую территорию на крупные участки, размеры которых должны соответствовать условиям механизации сельскохозяйственных работ.

Под лесные насаждения нужно максимально использовать полосы отчуждения вдоль каналов, коллекторов и дорог (при правильном их устройстве и содержании, не допускающим заболачивания и засоления их).

## ГЛАВА 3. ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ НА ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

### 3.1 Основы планового водопользования

Водопользователями являются сельское хозяйство, городское хозяйство, энергетическое и рыбное и др. хозяйства. Водопотребление по отраслям народного хозяйства Республики Узбекистан приведено на рис. 3.1 Как видно из рис. 3.1 главным потребителем является сельское хозяйство.

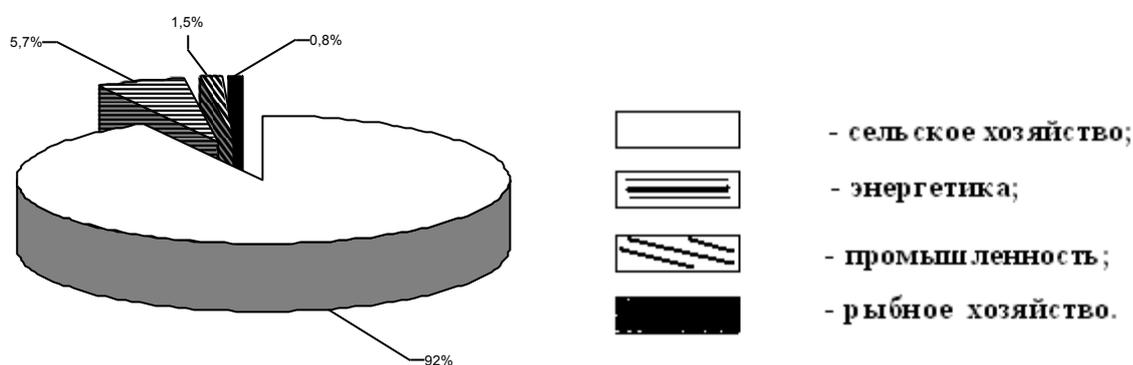


Рис. 3.1 Водопотребление по отраслям народного хозяйства Республики Узбекистан.

По определению акад. И.А.Шарова «Водопользование это повседневное оперативное пользование водой, включающее в себя операции по забору воды из источника орошения, все работы по доставке и распределению ее между хозяйствами и все операции с водой, проводимые на орошаемых землях в целях повышения урожайности».

Комплекс вопросов, входящих в понятие водопользования, разделяют на 2 больших раздела:

- внутрихозяйственное водопользование по организации поливов в хозяйствах;
- системное водопользование по организации распределения воды между хозяйствами с учетом расходов источник орошения и фактической потребностью хозяйств в оросительной воде.

Эти разделы взаимосвязаны, однако определяющим является внутрихозяйственное водопользование.

Основное назначение оросительных систем сводится к забору потребного количества воды, транспортированию ее и подаче растениям в нужные сроки.

Создаваемые в настоящее время оросительные системы отличаются высоким уровнем технического оснащения. Они как правило обеспечивают возможность комплексного регулирования основных факторов роста и развития растений и тем самым способствуют получению гарантированных и высоких урожаев.

Правильное и высокоэффективное использование орошаемых земель требует (от агрономической службы колхозов и совхозов не только) глубоких знаний по научным основам получения запланированных урожаев сельскохозяйственных культур, но и практического согласования их с передовой технологией орошения и методами рационального управления оросительной водой на системах. Процесс полива на них все больше механизмуется и автоматизируется, с каждым годом растет площадь орошения дождеванием. На вновь осваиваемых под орошение землях, преимущественно на европейской территории СНГ, получили большое распространение широкозахватные дождевальные машины типа «Фрегат», ДФ-120 «Днепр», ДКШ-64 «Волжанка», ДДА-100МА и др. Получают применение новые высокопроизводительные дождевальные машины «Кубань», «Бригантина» и др. В таких условиях необходимости взаимосогласованного действия всех элементов оросительных систем, работающих как единый динамичный механизм, особое значение приобретает правильная организация управления водой. Практикой орошения доказано, что четкое согласование объема забираемой из источников орошения воды с потребным ее количеством и подачей в нужные для проведения поливов сроки может быть выполнено только на основе планирования водопользования.

### **3.2. Понятие о плановом водопользовании**

Организация и выполнение всех видов работ по управлению водой от источника орошения до точек водовыдела в хозяйства с последующим распределением на поливные токи и обеспечением работы поливных машин называют водопользованием. Сложность управления водой на крупных оросительных системах состоит в том, что они обслуживают значительные площади – от нескольких сотен до десятков и сотен тысяч га с большим числом потребителей воды, рассредоточенных по всей площади и значительно удаленных от источника орошения. Так конечная точка потребления воды на магистральном канале Кызкеткен НАБУИС удалена от места забора из р.Амударьи на 100 км. Пропускная способность канала 72 м<sup>3</sup>/с, обеспечивает подачу воды на орошение сельхозкультур УИС и АВП.

При значительной разбросанности водопользователей забор воды на большинстве межхозяйственных и внутрихозяйственных систем осуществляется сосредоточенно и непрерывно. Объем водозабора головной части оросительной системы зависит главным образом от размера подкомандной площади, состава культур на поливных землях, технического решения и состояния водопроводящей сети.

По мере удаления от головного водозаборного сооружения в работу включается все большее число каналов и трубопроводов. Разветвление оросительной сети связано с разукрупнением подаваемых в нее расходов воды, увеличением операций по водodelению и усложнениям процесса управлением водой учитывая это, в поливных районах управления водой ведется только на основе планирования водопользования.

Сущность планирования водопользования сводится к определению объема забора воды из источника орошения, транспортирования и последующего распределения ее между хозяйствами – водопользователями согласно заранее составленному плану проведения поливов. Объем водозабора в голове оросительной системы должен определяться в строгом соответствии с потребностью в воде водопотребителя, обслуживаемого данной системой. Конечный итог планирования водопользования – составление планов водопользования, которые принимаются за основу оперативного управления водой как на оросительной системе в целом так и на отдельных ее частях.

Планирование водопользования в хозяйствах и на оросительных системах следует рассматривать как единое целое. Управление водой на системе должно быть согласованно с возможностью проведения работ по поддержанию водопроводящей сети с сооружениями на ней в нормальном техническом состоянии, выполнением других видов водохозяйственных и агротехнических работ, органически связанных единым технологическим процессом с решением основной задачи – получением высоких и устойчивых урожаев с/х культур. При таком подходе к составлению планов водопользования они приобретают конкретность и строгую производительную направленность это позволяет рассматривать их как составную часть сложного технологического процесса производства с/х продукции.

Методика составления системных и районных планов водопользования впервые была разработана в СНГ Н.А. Янишевским в 1929 году. В методике определены основные принципы составления и проведения планов водопользования. Изложены способы определения и уменьшения потерь воды из каналов, приемы разверстки этих потерь воды из каналов, приемы разверстки этих потерь при планировании водопользования.

В тридцатых годах возникла необходимость дальнейшего развития форм и методов планирования водопользования. На основе обобщения накопленного опыта по составлению и практическому осуществлению планов водопользования, а также передового опыта эксплуатации оросительных систем под руководством И.А. Шарова в 1938 году были разработаны правила технической эксплуатации оросительных систем. На ряду с изложением усовершенствованной методики составления и проведения планов водопользования в правилах была выдвинута идея диспетчеризации управления водой как основа централизованного руководства оперативной деятельностью оросительных систем. Для совершенствования методике составления и проведения хозяйственных и системных планов

водопользования крупный вклад вложили М.Ф. Натальчук, Х.А.Ахмедов, Н.Т.Лактаев, А.А. Рачинский, В.В. Колпаков, В.А.Сурин, Б.С.Серикбаев и другие. Правила устанавливали порядок обслуживания хозяйств оросительной водой, определяли функции контроля за использованием ее в хозяйствах и ирригационных системах. Они содержали указания по наблюдению за мелиоративным состоянием орошаемых земель.

До 1949 года водопользование планировалось главным образом по межхозяйственным каналам. В 1949 году в стране был введен новый метод планирования водопользования, который действует до настоящего времени. В основу его положен принцип обеспечения полного соответствия между подачей оросительной воды в хозяйства и ее использованием для получения высоких урожаев с/х культур.

Практически планирование водопользования в настоящее время сводится к определению потребности каждого хозяйства в воде с последующим установлением объема водозабора и порядка распределения воды на оросительной системе. В этой связи планирование водопользования выполняют в два этапа. Сначала по хозяйствам водопользователям составляют внутрихозяйственные планы водопользования, которыми предусматривается объем, порядок и сроки подачи воды, организация проведения поливов в хозяйствах. На втором этапе на основе внутрихозяйственных планов водопользования разрабатывают системные планы водораспределения по межхозяйственной части ирригационных систем.

Такой порядок планирования водопользования позволяет избежать подачи излишков воды в хозяйства, способствует уменьшению потерь ее на сброс и фильтрацию, обеспечивает возможность увязки проведения поливов с оптимальными сроками послеполивной обработки. Водоподача в хозяйства устанавливается с учетом планового режима орошения сельскохозяйственных культур, принятых способов и техники полива.

Объем водоподачи в хозяйство, который определяется внутрихозяйственным планом водопользования, увязывают с наличием водных ресурсов в источнике орошения, пропускной способностью внутрихозяйственных и межхозяйственных каналов с сооружениями на них. Такой порядок планирования водопользования повышает ответственность хозяйств и АВП за составление планов водопользования.

Для управления водой от забора ее из источника орошения до выдачи на полив разработаны различные схемы автоматического регулирования и управления. В целях повышения технико - экономических показателей в задачу автоматического управления вододелиением входит не только регулирование контролируемых параметров, но и выполнение необходимых расчетов по их прогнозированию с использованием электронно вычислительных машин (ЭВМ). В общем виде в решение задачи автоматического контроля и регулирования водоподачи с использованием ЭВМ входят:

Контроль хода и на основе этого долгосрочное и краткосрочное непрерывное прогнозирование основных параметров режима расходов и уровней воды в источнике орошения, динамики режима влажности почвы и хода поливов;

Разработка и использование оптимальных алгоритмов для планирования водопользования и осуществления водораспределения;

Составление планов водопользования и вододеления по долгосрочным прогнозам погоды, динамике роста, развития и водообеспеченности растений с последующим их корректированием по уточненным краткосрочным прогнозам контролируемых параметров;

Оперативное автоматическое управление расходами воды на межхозяйственной части системы с учетом протекающих динамических процессов и прогноза хода их на ближайшее время: месяц, декаду, пентаду;

Разработка методов автоматического регулирования вододеления в хозяйствах – водопользователях с учетом автоматизации процесса полива.

### **3.3. Правовые основы водопользования**

Водопользования в Республики Узбекистана осуществляется на основе закона «О воде и водопользовании». Указанный закон принят 6 мая 1993 года, состоит из 119 статей, в ней утверждены и сформулированы следующие правовые основы: задачи водного хозяйства; водное законодательство; государственная собственность на воду; единый государственный водный фонд; компетенция органов государственной власти и управление и контроль в области использования и охраны вод; разрешение, проектирование, строительство и ввод в эксплуатацию предприятий, сооружений и других объектов, влияющих на состояние вод; производство работ на водных объектах, в водоохраных и прибрежных полосах; водопользователи и объекты водопользования; виды водопользования, порядок и условия предоставления водных объектов и пользования; права и обязанности водопользователей; прекращение права водопользования; пользования водными объектами для питьевых бытовых и иных нужд населения; пользования водными объектами для лечебных, курортных и оздоровительных целей; пользования водными объектами для промышленных целей; для нужд энергетики, рыбного хозяйства и охотничьего хозяйства; пользование водными объектами, находящимися в зоне особо

охраняемых территорий; пользовании водными объектами для нужд транспорта, для сброса сточных вод, для противопожарных нужд и иных государственных и общественных надобностей; эксплуатация водохранилищ, гидроузлов и других сооружений; межгосударственное водопользование в бассейне Аральского моря; органы, разрешающие споры о водопользовании; охрана вод и задачи охраны вод. Охрана подземных вод и малых рек; предупреждение и ликвидация вредного воздействия вод; государственный учет планирование использования вод; ответственность за нарушение водного законодательства; и возмещение убытков, причиненных нарушением водного законодательства.

Вопросы налогообложения, кредитования, финансирования ценообразования, инвестиции, осуществление единой технической политики решаются на основе правил порядков предусмотренных законодательными актами Республики Узбекистан.

Ведению Кабинета Министров Республики Узбекистан в области регулирования водных отношений подлежат:

проведение единой политики рационального, комплексного использования и охраны водных ресурсов;

координация деятельности министерства, ведомств и юридических лиц при комплексом пользовании и охране водных ресурсов;

установление порядка образования и использования водного фонда, утверждения нормативов и лимитов водопользования;

обеспечение ведение государственного учета вод и контроля за использованием и охраной их, ведение государственного водного кадастра и водного мониторинга;

разработка мер по предотвращению и ликвидации крупных аварий, бедствий, экологических кризисов и вредного воздействия вод;

установления порядка оплаты за пользовании водными ресурсами, возмещения за загрязнение и истощение водных объектов;

развития межгосударственных отношений;

осуществление иных мер, предусмотренных законодательством.

Ведению местных органов власти и управления в области регулирования водных отношений подлежат:

определение основных направлений использования и охраны водных ресурсов на своей территории;

обеспечения законности и правопорядка в области регулирования использования и охраны водных ресурсов;

учет и оценка состояния водных объектов, контроль за использованием и охраной вод, соблюдением установленных лимитов водопотребления, ведением водопользователями учета использования вод;

проведение мероприятий по сохранению и улучшению состояния водных объектов, предупреждению и ликвидации вредного воздействия, а также загрязнения вод, восстановления объектов, поврежденных в результате аварий, паводков, селей и стихийных бедствий;

регулирование других вопросов, предусмотренных законодательством.

Государственное управление в области использования вод осуществляется Кабинетом Министров Республики Узбекистан, местными органами власти и управления, а также специально уполномоченными на от государственными органами по регулированию использования вод непосредственно или через бассейновые (территориальные) управления и иными государственными органами.

Специально уполномоченными государственными органами управления в области регулирования использования вод являются Министерство сельского и водного хозяйства Республики Узбекистан (поверхностные воды), Государственный комитет Республики Узбекистан по геологии и минеральным ресурсам (подземные воды) и Государственный комитет Республики

Узбекистан по надзору безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору (термальные и минеральные воды) в пределах их компетенции.

Задача государственного контроля за использованием их охраной вод - обеспечить соблюдение всеми министерствами, государственными комитетами, ведомствами, предприятиями, учреждениями, организациями всех форм собственности, дежканскими хозяйствами и гражданами установленного порядка пользования водами, выполнение обязанностей по охране вод, предупреждению и ликвидации их вредного воздействия, правил ведения учета вод, а также иных правил, установленных водным законодательством.

Государственный контроль за использованием и охраны вод осуществляют местные органы власти и управления, Государственный комитет Республики Узбекистан по охране природы, Государственный комитет по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору, Министерство здравоохранения Республики Узбекистан. Ведомственный контроль за использованием вод осуществляют органы Министерства Сельского и Водного хозяйства, Государственного Комитета Республики Узбекистан по геологии и минеральным ресурсам.

В соответствии со статьей 30 закона «О воде и водопользовании» всем водопотребителям устанавливаются лимитированные водопользования.

Лимиты водопотребления устанавливаются по административно-территориальному принципу, водным бассейнам и конкретно по водопользователям, в части подземных вод по согласованию с органами по геологии и минеральным ресурсам и государственного горного надзора.

Лимиты водопотребления устанавливаются органами водного хозяйства и являются обязательными к исполнению всеми водопользователями независимо от их ведомственной подчиненности.

Для содержания водной системы, обслуживающего персонала, сохранности и восстановления водных объектов наряду с лимитированным водопользованием вводится полное или частичные платные водопользования.

Условия и порядок ведения полной или частичной платы за воду, лимитированного водопользования, а также контроля за его осуществлением устанавливается Кабинетом Министров Республики Узбекистан.

Постановлением Кабинетов Министров Республики Узбекистан от 3 августа 1993 года № 385 «О лимитированном водопользовании в Республике Узбекистан» установлен порядок взаимоотношений между органами водного хозяйства и водопотребителям в условиях возрастающего дефицита воды.

I. Объемы воды, предназначенные для лимитирования по водопотребителям слагаются из:

водных источников (рек Амударьи, Сырдырьи, их притоков, протекающих по территории нескольких республик) по лимитам, установленным междуреспубликанскими решениями с учетом поправок, исходя из фактической водности рек;

поверхностного стока на территории Узбекистана с учетом поправок, вносимых исходя из фактической водности, а также за счёт перерегулирования и переброски стоков;

отбора воды из эксплуатационных запасов подземных вод;

повторного использования возвратных вод.

II. Министерства, предприятия, учреждения, организаций и другие водопользователи, в том числе иностранные и юридические и физические лица имеют право на получение воды только при наличии зарегистрированного водозабора и разрешения на специальное водопользование.

Лимиты водозаборов устанавливаются органами водного хозяйства с учетом прогноза и фактической водности источников орошения 2 раза в год для сельскохозяйственных водопользователей и один раз в год для неирригационных водопотребителей.

Объемы водопотребления являются максимально предельными и могут быть уменьшены в условиях маловодия. С учетом того, что водопотребление приоритетных отраслей ежегодно возрастает, лимиты водопотребления на орошение будут сокращаться.

Лимиты водозабора устанавливаются по административным областям районам в разрезе отраслей народного хозяйства и водопользователей.

III. Забор и учет воды на территории районов производится в зарегистрированных точках выдела воды (головное сооружение хозяйственного распределителя, канал, скважина, насосные станции и другие водозаборные сооружения) по договору и лимитам, установленным районным управлением сельского и водного хозяйства Министерства сельского и водного хозяйства Республики Узбекистан.

Водозабор из любого источника без регистрации водозаборного сооружения и договора районным управлением сельского и водного хозяйства фиксируется как нарушение утвержденного порядка, является незаконным, самовольным захватом воды и подлежит ликвидации.

Прием-передача воды производится ежедневно за обоюдными подписями ответственных лиц водного хозяйства и водопотребителя, закрепленных за каждым конкретным водозаборным сооружением, с ведением специальных журналов учета и составлением актов в случае перебора воды.

При явке представителя водопользователя составляется односторонний акт, подача воды прекращается.

IV. Обязательные условия договора:

Зарегистрированный паспорт водозабора и разрешение на специальные водопользования;

Целевое назначение по использованию набираемой воды;

Предельный объем разрешенного водозабора и водоотведения;

Порядок и правила приема передач, учета подаваемой воды;

Порядок оформления оперативной заявки за водоподачу в пределах установленных лимитов или отказа от воды;

Ответственность сторон.

Экономическая ответственность и размер штрафных санкций за перебор лимита воды и отражается в договорах на водоподачу исходя из состояния систем, но не менее пятнадцати рублей за каждый кубометр воды. За нарушение порядка лимитированного водопользования в зависимости от повторяемости нарушений санкции могут возрастать до десятикратных размеров. По незарегистрированным водозаборам и самовольным захватом воды предъявляются санкции и оформляются соответствующие документы с обязательной регистрацией их в специальных книгах строгой учетности и предъявления счета для оплаты за весь объем забранной воды и закрытия незаконного водозабора, при необходимости с передачей материала в судебные органы.

Штрафы перечисляются на специальные счета водохозяйственных организаций. Образующие денежные средства используются на совершенствование эксплуатации оросительных систем, средств измерения воды, улучшения экологической обстановки бассейнов рек и другие цели.

V. Водопотребитель, исходя из лимита на водопользование, обязан в установленные сроки предъявлять водохозяйственным органам планы водопользования, с обязательным отражением целевого назначения получаемой воды, которые с учетом перерегулирования, перебросок стоков, погодных условий, прогнозных данных и фактической деятельности, потерь воды на транзите и лимитных ограничений становятся основными документами для работы органов водоподачи.

VI. При недостатке воды (маловодье) подача воды сокращается пропорционально имеющемуся стоку, в зонах, где дефицит является постоянным фактором, лимитированное, (ограниченное) водопотребление устанавливается по принципу равной водообеспеченности всех водопотребителей данного района или зоны.

VII. Для первоочередного обеспечения водой в условиях дефицита приоритетным является:

Питьевое и бытовое водоснабжение населения;

Промышленности;

Сельхозводоснабжение;

Водопотребители, утвержденные специальным решением правительства или уполномоченным им органом;

Санитарные пропуски оросительных систем малых рек.

VIII. Обязательным условием для всех водопотребителей независимо от их ведомственной принадлежности, является участие в мероприятиях принимаемых органами водного хозяйства для обеспечения надежности водных объектов, исключения аварийных ситуаций и защиты населенных пунктов.

IX. Лимитированная водоподача, на основе прогнозных или фактических данных, сокращение расходов воды для освобождения ее на дальнейшее развитие отраслей народного хозяйства и покрытие питьевых нужд населения возлагается на Министерство сельского и водного хозяйства Республики Узбекистан.

X. Юридические и должностные лица, игнорирующие установленный порядок водопользования в виде превышения лимитов, нецелового использования, нерациональных сбросов, самовольного захвата воды, умышленного искажения данных о фактическом расходе воды, могут привлекаться к экономической ответственности в виде уплаты денежных средств.

### **3.4. Организация межгосударственного водопользования**

Улучшение межгосударственного сотрудничества по совершенствованию водопользования в бассейне рек Амударьи и Сырдарьи является одной из приоритетных задач.

За последние десятилетия независимости государств Центральной Азии было принято несколько межгосударственных соглашений, договоров, нормативно-правовых актов, касающихся совершенствования водопользования, в том числе и механизма совместного управления водными ресурсами.

Бассейновые водохозяйственные объединения «Сырдарья» и «Амударья» (БВО «Сырдарья» и «Амударья») по Соглашению между Республикой Казахстан, Кыргызской Республикой, Республикой Таджикистан, Республикой Туркменистан и Республикой Узбекистан, подписанному в городе Алматы 18 февраля 1992 года, является исполнительным органом Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии (МКВК) и в соответствии с Положением О Международном Фонде спасения Арала, утвержденным Решением Глав Государств Центральной Азии в г.Ашгабате 9 апреля 1999 года, входит в состав этого Фонда.

Финансирование БВО осуществляется в соответствии с межгосударственным соглашением за счет бюджетов стран бассейна в объемах, пропорциональных доле каждой страны в общем объеме водозабора из Сырдарьи и Амударьи.

Международный Фонд спасения Арала (МФСА) – International Fund for Saving the Aral Sea (IFAS) учрежден в соответствии с «Соглашением о совместных действиях по решению проблем Аральского моря и Приаралья, экологическому оздоровлению и обеспечению социально-экономического развития Аральского региона» подписанном на Конференции Глав государств Центральной Азии с Участием Российской Федерации в г. Кызылорде 26 марта 1993 года. МФСА возглавляется одним из президентов государств Центральной Азии (на ротационной основе сроком на 3 года). Руководящим органом МФСА является его Правление, образуемое из представителей государств ЦА на уровне заместителей премьер-министров. Постоянно действующим рабочим органом МФСА является Исполнительный Комитет.

Межгосударственная координационная водохозяйственная комиссия (МКВК) – Interstate Coordination Water Commission (ICWC) государств Центральной Азии входит в состав МФСА. Членами МКВК являются руководители водохозяйственных органов государств Центральной Азии. Заседания МКВК проводятся как правило 4 раза в год поочередно в одном из государств.

Основным направлением деятельности БВО «Сырдарья» и БВО «Амударья» являются обеспечение межгосударственного распределения трансграничных водных ресурсов в бассейне Сырдарьи и Амударьи, подача воды в Аральское море и Приаралье, контроль качества водных ресурсов и эксплуатацию сооружений, временно переданных на баланс БВО в соответствии с положениями межгосударственных соглашений и решениями МКВК.

БВО «Сырдарья» и «Амударья» осуществляют:

- подготовку материалов по управлению водными ресурсами, водопользованию, улучшению экологической ситуации и усилению структур управления и материально-технического обеспечения;
- подготовку и согласование с МКВК лимитов водных ресурсов для всех потребителей бассейна;
- среднесрочное планирование использования водных ресурсов, согласованное с водохозяйственными и энергетическими ведомствами государств бассейна,
- перспективное планирование совместного использования и охраны водных ресурсов;
- подачу воды государствам - водопотребителям, в Аральское море и

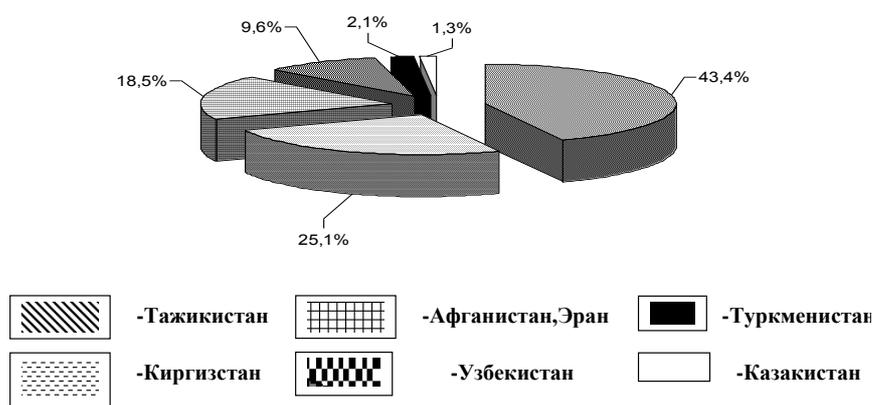


Рис 3.3 Формирование речных странах бассейна Аральского моря

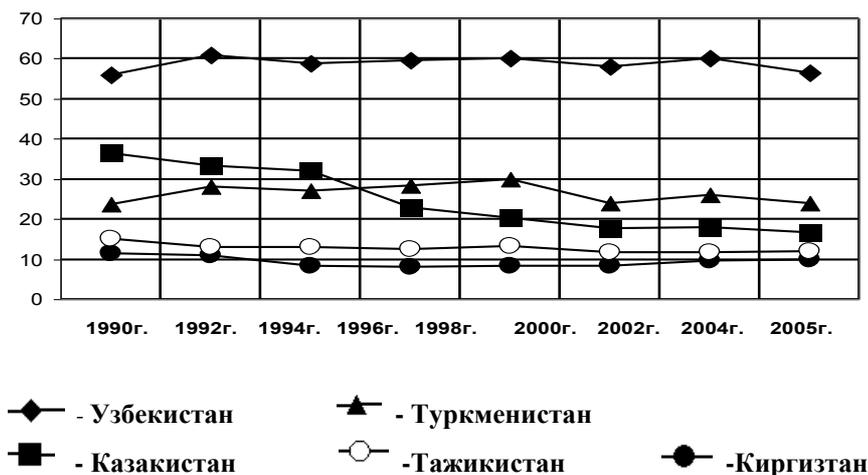


Рис 3.4. Годовой объем заборa воды поверхностных стоков куб.км

Таблица 1.3.

**Формирование годового речного стока по странам бассейна Аральского моря**  
(по данным МСХВ р. Узбекистан.)

№	Республика	Бассейн р. Амударья	Бассейн р. Сырдарья	Всего по бассейну Аральского моря
1	Узбекистан	5,14	6,39	11,53
2	Киргизстан	4,04	26,79	30,83
3	Таджикистан	44,18	0,38	44,56
4	Афганистан	22,19	-	22,19
5	Казахстан	-	2,5	2,5
6	Туркменистан	2,79	-	2,79
<b>ВСЕГО</b>		<b>78,34</b>	<b>36,06</b>	<b>114,40</b>

Приаралье в соответствии с решениями МКВК;

- оперативный контроль лимитов водозаборов и перетоков электроэнергии и представление ежемесячной информации членам МКВК;
- работы по организации водоучета и измерений расхода воды на головных водозаборах, оборудование их средствами автоматизации и телемеханики;
- мониторинг экологического состояния водных систем бассейна Сырдарьи и Амударьи и качества трансграничных водных ресурсов;
- контроль соблюдения утвержденного МКВК режима работы каскада водохранилищ, расположенных на трансграничных поверхностных водотоках;
- природоохранные мероприятия в пределах водоохранных зон трансграничных рек и водохранилищ в соответствии с законодательством стран, на территории которых находятся указанные зоны, и по согласованию с местной администрацией;
- текущий ремонт, реконструкцию и техническую эксплуатацию гидроузлов, головных водозаборных сооружений, водохранилищ, межреспубликанских каналов и коллекторов, объектов автоматизированной системы управления водными ресурсами бассейна реки Сырдарья и Амударья и других объектов;
- разработку мероприятий по безаварийному пропуску паводков и защите населенных пунктов и сельскохозяйственных угодий от затопления и подтопления.

Структура межгосударственного водodelения приведена на **рис..**



Рис 1. Структура межгосударственного вододелия

Структура международной координационной комиссии по водным ресурсам приведена на рис.2.



Рис. 2. Структура международной координационной комиссии по водным ресурсам

Для полного раскрытия деятельности БВО рассмотрим более детально на примере БВО Сырдарья.

### 3.4. Управление водными ресурсами в бассейне Р.Амударьи

Вопрос улучшения межгосударственного (регионального) сотрудничества по управлению водными ресурсами в Амударьинском и Сырдарьинском бассейнах является одной из приоритетных задач, которая, в конечном счете, заключается в необходимости совместно разработать (выбрать) вариант модели управления пользования водными ресурсами бассейнов рек. Эта модель должна гарантировать равномерное (пропорциональное) обеспечение водой всех водопотребителей региона, включая низовья и Аральское море, и гарантировать в границах государств не только количество, но и хорошее качество воды.

Уже после распада СССР стала очевидной целесообразность объединения управления водными ресурсами на межгосударственном уровне. Поскольку все среднеазиатские республики полностью или частично расположены в бассейне Аральского моря, начавшаяся с 1991 года новая эпоха истории потребовала создания правовой основы регулирования водохозяйственных отношений уже на уровне суверенных государств.

За последние десятилетия независимости государств Центральной Азии было принято несколько десятков межгосударственных соглашений, договоров, нормативно-правовых актов, касающихся Аральской проблемы, в том числе и механизма совместного управления водными ресурсами.

Они имели самые разные формы:

- Решения глав государств;
- Президента МФСА, МГСА;
- Рамочных многосторонних и детализированных двухсторонних межгосударственных Соглашений и Договоров;
- Декларации государств;

Глав государств Центральной Азии на встрече в г. Душанбе в октябре 2002 года выразили обеспокоенность усугублением экологического кризиса в бассейне Аральского моря и отметили, что региональные, институциональные органы имеют значительный потенциал по инициированию решений межгосударственных проблем.

Практическими шагами заявлений Душанбинской встречи Глав государств Центральной Азии явились их намерения усилить роли Исполнительного Комитета МФСА и Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии (МКВК) по управлению и регулированию использования трансграничных вод.

Придавая большую значимость многонаправленности проводимой работы в регионе, президентами государств было предложено следующее: Президент Республики Казахстан Н. Назарбаев предложил продолжить работу проектов в рамках новой программы, а Президент Республики Узбекистан И.Каримов предложил придать МКВК специальный статус с приоритетами полномочий по водным ресурсам и инициировать трансформацию МФСА в структуру ООН.

Актуальность вопроса обеспечения рационального механизма совместного управления водными ресурсами бассейна Аральского моря специально отражено в приоритетах Решения Глав государств ЦА «Основные направления Программы конкретных действий по улучшению экологической и социально-экономической обстановки в бассейне Аральского моря на период 2003-2010 годы».

Существующий водохозяйственный комплекс Аральского бассейна представлен рядом сооружений, обеспечивающих транспортировку водных ресурсов, водозабор и подачу воды водопотребителям, выработку электроэнергии, контроль и учет водных ресурсов и их качество.

В основу межгосударственного управления водными ресурсами и их охрану положены межгосударственное Соглашение между Республикой Казахстан, Кыргызской Республикой, Республикой Таджикистан, Туркменистаном и Республикой Узбекистан, подписанное 18 февраля 1992 года в Алматы, другие документы и акты, принятые центральноазиатскими государствами.

В сферу управления включены все межгосударственные (трансграничные) водные ресурсы бассейна, включая поверхностные и возвратные воды.

Для управления поверхностными естественными водными ресурсами центральноазиатские государства передали во временное пользование головные водозаборные гидротехнические сооружения на реке Амударье и ее основных притоках, а также каналы, имеющие межгосударственное значение в водodelении, в ведение БВО «Амударья».

Под контролем БВО также находится часть не переданных головных водозаборных сооружений и все насосные станции, забирающих воду из стволов рек и магистральных межгосударственных каналов, речные водохранилища, ключевые характерные речные гидросты, сбросы возвратных вод в ствол реки.

Организационная структура и взаимодействие межгосударственных органов управления водными ресурсами бассейна Аральского моря и речных бассейнов между собой и государственными органами увязывается с действующей структурой МФСА непосредственно через МКВК с ее исполнительными органами (БВО, НИЦ), которые являются основными звеньями в вопросах межгосударственного сотрудничества.

Необходимо подчеркнуть, что политический уровень решения в этой иерархии принадлежит Правлению МФСА, наиболее важные вопросы могут решаться только на заседаниях Глав государств, затем они рекомендуются и утверждаются МФСА.



**Рис 3.2** Существующая институциональная структура бассейна Аральского моря (МФСА)

Распределение обязательств между региональными организациями в новой структуре выглядит следующим образом:

- Правление МФСА – является высшим политическим уровнем принятия решений и заключительного утверждения их перед Главами государств;
- ИК МФСА- постоянный орган (представленный двумя представителями от каждого государства), организует выполнение принятых Правлением МФСА решений.
- Межгосударственная координационная водохозяйственная комиссия (МКВК) - коллегиальный орган, осуществляющий управление трансграничными водными ресурсами, водodelение, водный мониторинг, предварительную оценку предложений для улучшения организационных, технических, финансовых, экологических подходов и решений, связанных с водными ресурсами на межгосударственном уровне только на основе согласованного решения всеми сторонами.
- Бассейновые водохозяйственные объединения (БВО) - решают задачи по оптимальному межгосударственному и межотраслевому распределению водных ресурсов с целью удовлетворения потребности в воде населения и отраслей народного хозяйства в соответствии утвержденными лимитами членами МКВК, а также обеспечение подачи санитарно-экологических попусков в зону Приаралья и Аральское море. При каждом речном бассейновом водохозяйственном объединении имеются свои территориальные эксплуатационные управления;

- Научно-информационный центр МКВК - отвечает за подготовку всех технических решений, организационных, финансовых, правовых предложений в тесном сотрудничестве с министерствами и членами МКВК. Кроме того, НИЦ осуществляет информационное обеспечение организаций МКВК, международный обмен, подготовку и выполнение технических и научных программ регионального значения, обновляет и управляет региональной базой данных, издает бюллетени, сборники научных трудов, а также организует работу Тренингового центра МКВК;
- Координационный метрологический центр МКВК - объединяет и координирует работу по вопросам метрологии в регионе;
- Секретариат МКВК – обеспечивает подготовку заседаний МКВК;
- МКУР - рассматривает вопросы охраны окружающей среды и экологии, социально-экономические вопросы;
- Научно-информационный центр МКУР - обеспечивает научно-информационную поддержку МКУР;
- Секретариат МКУР - обеспечивает подготовку заседаний МКУР.

Все организации МФСА являются юридическими лицами и имеют статус международных. Это понятие полностью распространяется на МКВК и ее исполнительные органы, отвечающие за управление водными ресурсами бассейна.

В водохозяйственном секторе ЦАР сложилась определенная схема организационной структуры взаимодействия водохозяйственных органов государства в вопросах управления водными ресурсами бассейна Аральского моря, представленная на рис. 3.3

В непосредственное региональное сотрудничество управлением водными ресурсами бассейнов вовлечены:

1. От МФСА - МКВК, БВО «Амударья» и БВО «Сырдарья», НИЦ МКВК, КМЦ МКВК
2. ОДЦ «Энергия»
3. От государств региона - гидрометслужбы.

Принятая форма по управлению водными ресурсами в Амударьинском и Сырдарьинском бассейнах по функциональному исполнению имеет ряд существенных недостатков:

1. Необходимо отметить, что для эффективной полноценной работы механизма по управлению и сотрудничеству в регионе не созданы еще все условия по успешному его функционированию:

- Несмотря на признание МКВК и БВО основными звеньями в вопросах управления, водораспределения на региональном уровне, существующий статус этих важных организаций явно занижен и не способствует успешному решению поставленных перед ними задач.
- Потенциал МКВК и БВО используется далеко не в полной мере.
- Недостаточность наделяния правами и полномочиями членов МКВК от правительств своих государств отрицательным образом отражается на деятельности МКВК.

2. Возможности БВО, как исполнительного органа межгосударственного водораспределения ограничены следующими причинами:

- часть водозаборных сооружений межгосударственного значения, а также важнейшие гидроэнергетические комплексы с водохранилищами находятся в управлении национальных органов, а не БВО;
- БВО не контролирует объемы и графики изъятия подземных вод и сброса возвратных вод, а также качество водных ресурсов;
- до сих пор не установлены охраняемые зоны рек межгосударственного значения;
- соответствующие участки русел реки Амударья и др. находятся под юрисдикцией национальных органов; уставные функции БВО, связанные с контролем ситуации на этих участках, практически не реализуются;
- отсутствует координация взаимодействия БВО и национальных гидрометеорологических служб, что негативно сказывается на точности учета и прогнозирования запасов воды;
- отсутствует мониторинг и контроль речного русла и охраняемых зон на створах реках.

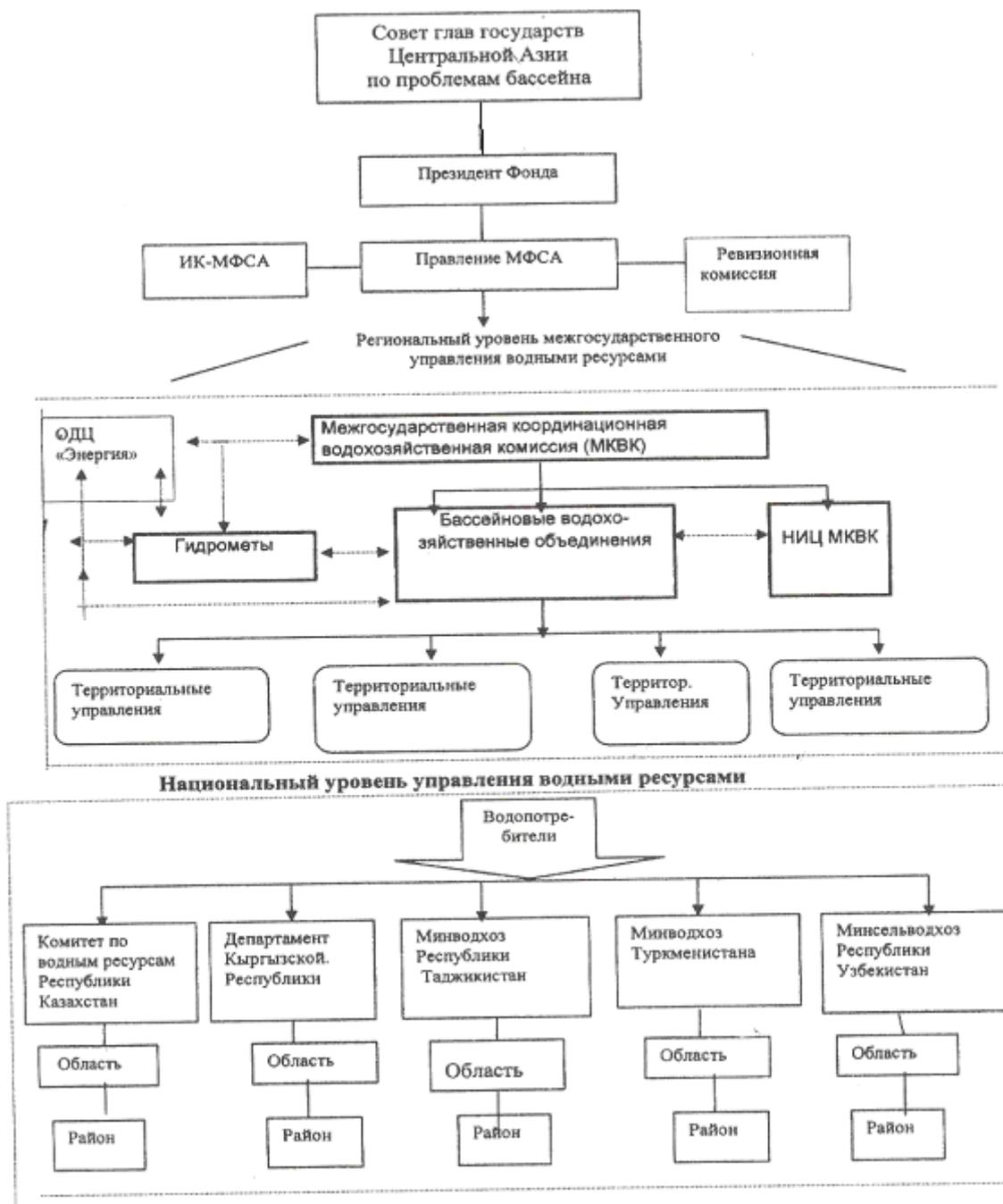


Рис. 3.3 Структура межгосударственного сотрудничества по управлению водными ресурсами бассейна р. Амударья

### 3.5. Структура управления БВО Сырдарья

Структура управления БВО «Сырдарья» включает три уровня: центральное управление в г. Ташкенте, территориальные управления, пункты контроля и управления на местах.

Центральное управление формирует информацию о наличии водных ресурсов и ведет расчеты потребности в них, планирует распределение воды между четырьмя государствами, ее поступление в Аральское море и

Приаралье, в том числе по каждому водозабору из Сырдарьи и межгосударственным каналам, планирует работу Нарын-Сырдарьинского каскада водохранилищ, ведет сбор информации о качестве речной воды. Оперативное управление водными ресурсами выполняется руководством объединения через центральную диспетчерскую с выходом на территориальные управления и гидроузлы.

Второй уровень структуры представлен четырьмя территориальными подразделениями, которые управляют сооружениями, контролируют соблюдение лимитов водозаборов, осуществляют эксплуатацию и содержание водохозяйственной инфраструктуры, а также контролируют качество речной воды и соблюдение экологических требований:

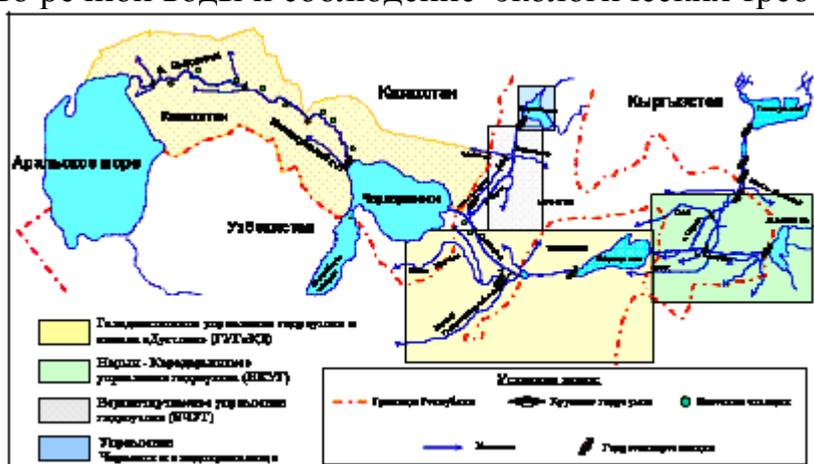


Рис 3.4. Формирование речных стоков в странах бассейна Аральского моря

Нарын-Карадарьинское управление гидроузлов и каналов в г. Куйганьяре;  
 Голодностепское управление гидроузлов и канала Дуслик в г. Гулистане;  
 Верхнечирчикское управление гидроузлов в г. Чирчике,  
 Управление Чарвакского водохранилища в г. Чарваке.

Территориальные управления ответственны за управление водными ресурсами по участкам реки Сырдарья и ее притоком - Нарыну, Карадарье и Чирчику (рис. 3.4).

Третий уровень структуры управления – пункты контроля и управления, в состав которых входят головные водозаборные сооружения, плотины, насосные станции, гидропосты. Задачей этих подразделений является формирование информации о состоянии водохозяйственного комплекса и реализации управляющих воздействий. Структурная схема БВО «Сырдарья» и функциональная схема управления представлены на рис.3.4.

Нарын-Карадарьинское управление имеет 4 эксплуатационных отделения и охватывает водохозяйственный комплекс бассейна р. Нарын от Учкурганской ГЭС до слияния с р. Сырдарьей, бассейна р. Карадарья от Андижанского водохранилища до слияния с р. Сырдарьей и бассейна р. Сырдарья от слияния рек Нарын и Карадарья до гидропоста Акджар.

Голодностепское управление состоит из 6 отделений и несет ответственность за водохозяйственный комплекс на участке бассейна р. Сырдарья от гидропоста Акджар до Чардаринской плотины, а также канал Дуслик и головной участок Южного Голодностепского канала. Оно осуществляет также контроль распределения водных ресурсов между республиками Узбекистан, Кыргызстан и Таджикистан по реке Исфаре.

Верхнечирчикское управление имеет 3 гидроучастка и осуществляет межгосударственное вододеление и контроль по участкам бассейна р. Чирчик и канала Бозсу от Чарвакского водохранилища до слияния с р. Сырдарьей.

Управление Чарвакского водохранилища включает 4 опорных пункта и выполняет работы по контролю качества воды, защите воды и чаши водохранилища с прилегающей водоохраной зоной от загрязнения и поддержанию ее в надлежащем санитарном состоянии.

Учкурганская ПМК, которая находится в подчинении бассейнового объединения, выполняет ремонтные работы по Нарын - Карадарьинскому управлению.

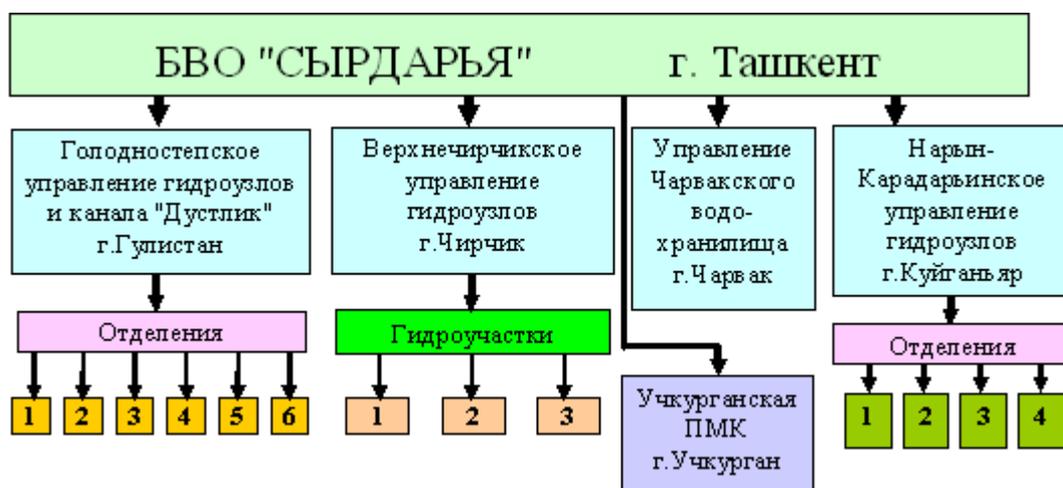


Рис.3.5. Функциональная схема управления ВХК БВО «Сырдарья»

### 3.6. Вододеление и водоучет

Распределение водных ресурсов между водопотребителями государств сырдарьинского бассейна осуществляется на основе Межправительственного соглашения 1992 года между Правительствами Центрально-Азиатских государств по комплексному использованию и охране водных ресурсов бассейна реки Сырдарья.

БВО "Сырдарья" разрабатывает и представляет на утверждение МКВК режим

работы Нарын-Сырдарьинского каскада водохранилищ с учетом лимитов водозаборов, запасов воды в водохранилищах и прогноза водности рек в межвегетационный и вегетационный периоды.

Для года нормальной водности со среднемноголетними значениями стока рек и объемов воды в водохранилищах лимиты водозаборов (табл.3.1) остаются практически неизменными с 1992 года и подвергаются корректировке только в маловодные годы.

Таблица 3.1

Республика	Лимит,%
Казахстан	38,02
Кыргызстан	1,02
Таджикистан	9,27
Узбекистан	51,69
ИТОГО	100

Утвержденные лимиты являются основанием для БВО при межгосударственном водodelении по каналам и насосным станциям. В случае необходимости, в зависимости от реально сложившейся водохозяйственной обстановки, лимиты водозаборов могут корректироваться, причем лимиты, скорректированные более чем на 10% общего объема, подлежат повторному утверждению МКВК.

Решением Межправительственной рабочей группы для смягчения напряженной обстановкой, которая создалась, в низовьях р. Сырдарьи и в районе Чардаринского водохранилища в осенне-зимний период 2004-2005 годов и с целью снижения приточности к Чардаринскому водохранилищу увеличены водозаборы на участке реки от Учкурмана до Чардаринского водохранилища. Для этого 1,2042 млрд.м<sup>3</sup>. воды было направлено на заполнение малых озер и понижений, из которого -1,122 млрд.м<sup>3</sup> по Республике Узбекистан и -82,2 млн.м<sup>3</sup> по Республике Казахстан.

Подача воды в Аральское море на конец марта текущего года и приток к Чардаринскому водохранилищу представлены в табл.3.2.

Таблица 3.2.

Республика-водопотребитель	Лимит МКВК на 31.03.2005г. млн. м <sup>3</sup>	Фактический водозабор на 31.03 2005г. млн. м <sup>3</sup>	В %
Кыргызская Республика	29,33	24,33	82,95
Республика Узбекистан	2593,0	2593,0	100,0
Республика Таджикистан	179,17	131,79	73,6
Республика Казахстан	400,1	400,1	100,0

### 3.7. Гидрометрия

Учет воды на реках Нарын-Сырдарья, Карадарья, Чирчик и по другим малым рекам осуществляется с помощью опорных гидрометрических постов гидрометслужб стран бассейна Сырдарьи. БВО "Сырдарья" разрабатывает и представляет на утверждение членам МКВК режим работы Нарын-Сырдарьинского каскада водохранилища и объемы водозаборов стран региона из реки, учитывая прогноз водности рек в невегетационный и вегетационный периоды и имеющиеся запасы воды в водохранилищах. Утвержденный режим является основанием для реализации межгосударственного водodelения по каналам и насосным станциям. В случае необходимости, в зависимости от сложившейся водохозяйственной обстановки, объемы водозаборов могут корректироваться и, если объем корректировки превышает 10 процентов общего объема, требуется его утверждение МКВК.

Утвержденные объемы забора воды по республикам, каналам и насосным станциям с подекадным распределением на каждый месяц доводятся для исполнения территориальным управлениям БВО "Сырдарья". На магистральных каналах, забирающих речную воду, водоучет ведется по головным гидростам, обслуживаемым БВО "Сырдарья", также как и на магистральных каналах межгосударственного значения, например, "Дустлик" и БФК.

В 2005 году водоучет осуществлялся по всем водозаборным сооружениям (табл. 3.1). Водозабор из рек Нарын, Карадарья, Сырдарья и Чирчик контролировался по 430 пунктам, в том числе 187, состоящих на балансе объединения и 243 пункта, не принадлежащих БВО, из которых 157 временных насосных установок и 49 стационарных насосных станций. Водоучет по р. Исфара, водodelение по которой между Кыргызстаном, Таджикистаном и Узбекистаном проводилось Исфаринским отделением Голодностепского управления гидроузлов, осуществлялся по 4 гидростам..

Все водозаборные сооружения на реках, находящиеся на балансе БВО "Сырдарья", имеют аттестаты органов Госстандарта, позволяющие использовать их в качестве средств измерения воды, и имеют соответствующее оборудование: уровнемеры в бьефах и датчики положения затворов. Каждый гидрост оборудован уровнемерной рейкой, проходит регулярную поверку в соответствии с установленными требованиями и имеет градуировочные характеристики  $Q=f(h)$  в графической и табличной форме.

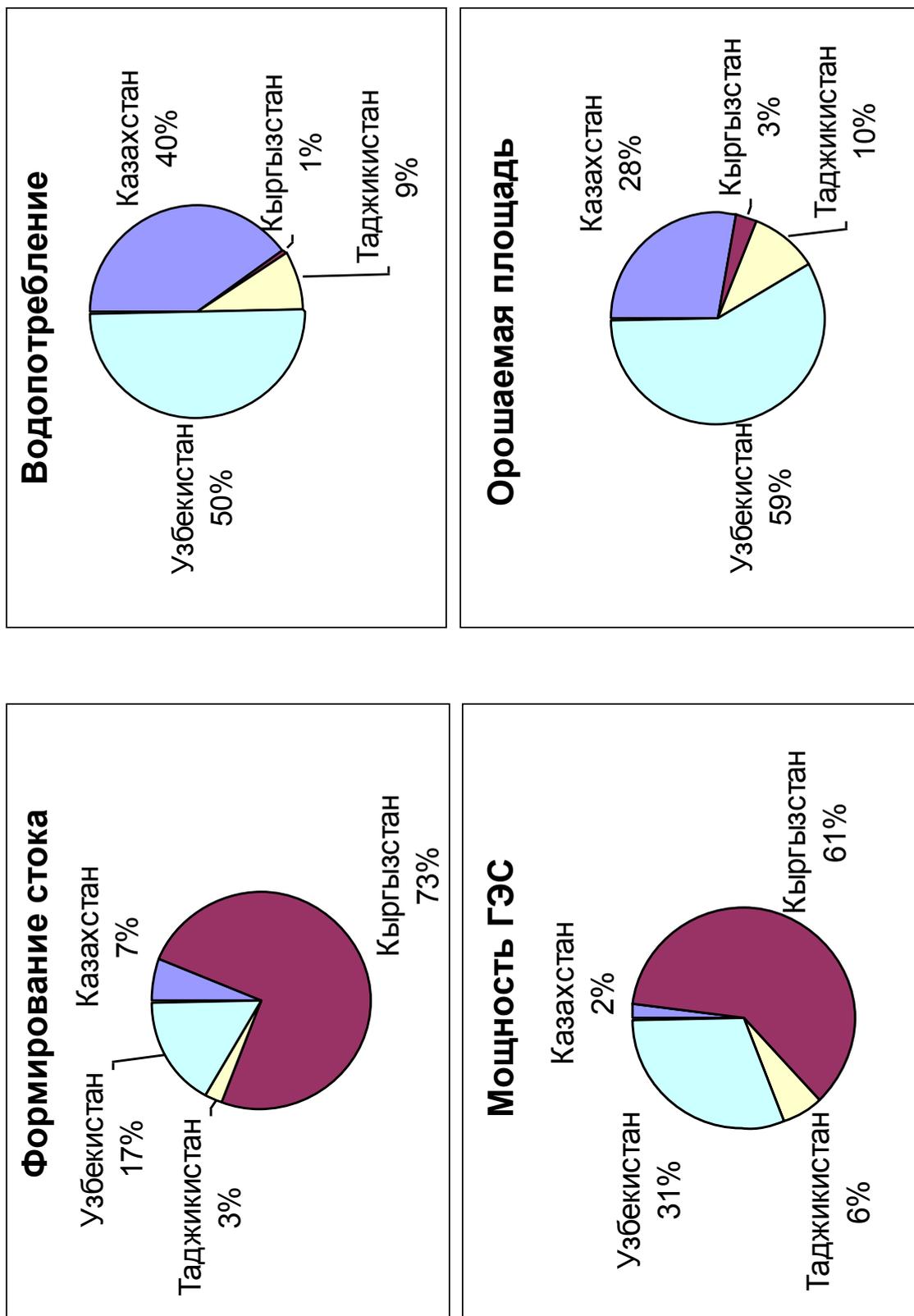


Рис .3.6.

Доли государств бассейна Сырдарьи

Контрольные измерения расходов воды на гидропостах выполняются еженедельно и, при необходимости, дополнительно в случае резких изменений гидравлического режима каналов. При этом используются стандартные гидрометрические приборы и оборудование: вертушки ГР - 21м, ГР - 99 и ИСТ, и стандартная методика "скорость-площадь" с предельной погрешностью 5 процентов.

Для оперативного регулирования водоподдачи в течение суток выполняется несколько регулярных и разовых измерений расходов воды на каждом канале и сооружении. Эти данные осредняются и в виде ежедневных расходов воды используются для составления водохозяйственных и русловых водных балансов по отдельным участкам и в целом по бассейну Сырдарьи за декадные, месячные сезонные и годовые периоды.

Таблица 3.3

**Сведения о пунктах водоучета, находящихся на балансе и контроле БВО «Сырдарья»**

Территориальное подразделение	Количество пунктов водоучета			Оборудование пунктов водоучета				Пункты водоучета, контролируемые БВО «Сырдарья»
	всего	головные водозаборы.	на каналах.	ГР-64	ГР-70	речные	фиксированное русло	
Нарын-Карадарьинское Управление	55	6	49	—	8	25	22	13 - ст. н/ст. 85 - вр. н/ст.
Голодностепское Управление	124	7	117	2	11	111	—	36 - ст. н/ст. 72 - вр. н/ст.
Верхнечирчикское Управление	6	6	—	2	—	4	—	37 водозаборов
<b>ВСЕГО:</b>	<b>185</b>	<b>19</b>	<b>166</b>	<b>4</b>	<b>19</b>	<b>140</b>	<b>22</b>	<b>243</b>

**3.8. Автоматизированные системы управления и диспетчеризации**

Появление персональных компьютеров в производственной практике открыло новые широкие возможности для развития в направлении совершенствования управления трансграничными водными ресурсами. Первым результатом этой работы стало создание системы автоматизированного управления и диспетчеризации СКАДА на головном сооружении межгосударственного канала Дуслик, осуществленное при поддержке иностранных доноров. К настоящему времени автоматизировало еще 4 объекта: - Верхнечирчикский гидроузел при поддержке ЮСАИД (2002г.);

Головное сооружение Южно-голодностепского канала, автоматизированное за счет средств МФСА, выделенных по решению Исполнительного Комитета МФСА (2001 г.);



Рис.3.7. Головное сооружение Южно-голодностепского канала

- Верхнечирчикский гидроузел при поддержке ЮСАИД (2002г.);  
Головное сооружение Южно-голодностепского канала, автоматизированное за счет средств МФСА, выделенных по решению Исполнительного Комитета МФСА (2001 г.);



Рис3.8.Верхнечирчикский гидроузел при поддержке ЮСАИД (2002г.);

Учкурганский гидроузел, автоматизированный при финансовой поддержке Швейцарского Агентства Развития SDC (2003 г.);  
– Куйганьярский гидроузел, автоматизированный при поддержке ЮСАИД (2004 г.)



Рис.3.9. Куйганьярский гидроузел, автоматизированный при поддержке ЮСАИД (2004 г.).

В 2005 началась реализация проекта, согласованного странами бассейна и финансируемого Швейцарским агентством развития ЭсДиСи, под названием «Автоматизация каналов Ферганской долины и объектов БВО «Сырдарья»».

По этому проекту в единый автоматизированный комплекс войдут 7 сооружений:

- Учкурганский и Куйганьярский гидроузлы,
- Головное водозаборное сооружение канала БФК на реке Нарын,
- Хакулабадский вододелитель на канале КДП,
- гидроузел на ПК66 канала КДП с Головным сооружением канала БАК,
- Головное и Сбросное сооружения канала имени Ахунбабаева на р.Сырдарье.

В этом проекте впервые создается специальная Система передачи данных для технологической связи локальных систем автоматики с территориальными диспетчерскими пунктами, Управлением НКГУ в г.Куйганьяре и Центральной диспетчерской в Ташкенте.

Внедрение автоматизированных систем поднимает качество управления до уровня современных мировых технологических и технических достижений.

Автоматика позволяет добиться высокой точности регулирования и поддержания заданных расходов, снижает погрешности водоучета, повышает качество и облегчает труд эксплуатационного персонала. За счет повышения (до 2...3%) точности регулирования и водоучета достигается снижение непроизводительных потерь водных ресурсов, что особенно важно в условиях дефицита. Задействованные в автоматике электронные средства получения, хранения и передачи информации, предоставляют открытый доступ к интересующим сведениям. При этом обеспечивается информационная прозрачность, которая исключает сомнения потребителей в правильности водоподачи, способствует повышению доверия к деятельности БВО, и помогает бесконфликтно, в атмосфере доверия разрешать вопросы управления водными ресурсами.

Кроме того, внедрение этих систем обязательно сопровождается улучшением технического состояния гидротехнических сооружений, так как по условиям доноров системы автоматизации могут устанавливаться на полностью исправных сооружениях. При этом БВО выполняет большой объем подготовительных ремонтно-строительных работ, который засчитывается как его долевого вклад в создание систем.

Деятельность БВО при поддержке спонсоров включает также проводимую в течение ряда лет работу по созданию информационных систем, учитывая, что в процессе управления используются огромные массивы различной информации.

Разработанная и внедренная информационная база данных БВО "Сырдарья", содержит полные сведения о наличии и использовании водных ресурсов за многолетний период.

Основу информации в ней составляют фактические данные по ежедневным расходам и уровням воды по всем гидротехническим сооружениям, а также по объемам воды в водохранилищах Нарын-Сырдарьинского каскада.

Естественный приток водохранилищам представлен, начиная с 1911, боковая приточность учтена с 1948 года.

Пополнение информации производится регулярно в течение суток по мере поступления оперативных данных в центральную диспетчерскую БВО в Ташкенте.

Структура Базы данных представлена следующими основными блоками:

1. Нормативно-справочный блок, включающий паспортные данные по сооружениям и каналам, нормативные данные и прогнозы притоков;
2. Диспетчерский блок с шифровым журналом сооружений, суточными данными о гидравлическом режиме объектов, справками о водозаборах, накопительной ведомостью,
3. Блок, анализирующий выполнение лимитов водозаборов, рассчитывающий водные балансы и прогнозы;

4. Архивный блок, с многолетней информацией по водозабору республиками.

База данных предоставляет широкие возможности:

- отслеживать водоподачу по государствам и отдельным сооружениям и каналам, автоматически сопоставляя ее с установленными лимитами;
- в минимальные сроки производить расчеты локальных русловых и общих водохозяйственных балансов за любой интересующий интервал времени;
- оперативно выявлять причины невязки баланса для устранения отклонения графиков водоподачи;
- документировать получаемую информацию в табличном и графическом виде.

Для расчетов режимов водохранилищ в Базе установлена специальная прогнозирующая программа. Достаточно задать начальные условия – время, лимиты и нажатием одной лишь кнопки, практически мгновенно получить интересующие результаты прогноза в виде таблицы или отчета.

Отдельный блок Базы отведен под Систему поддержки принятия решений, разработанную по проекту TWEP в сотрудничестве со специалистами БВО. Эта система используется для заблаговременного детального прогноза формирования водных ресурсов от Токтогульского до Чардаринского водохранилища.

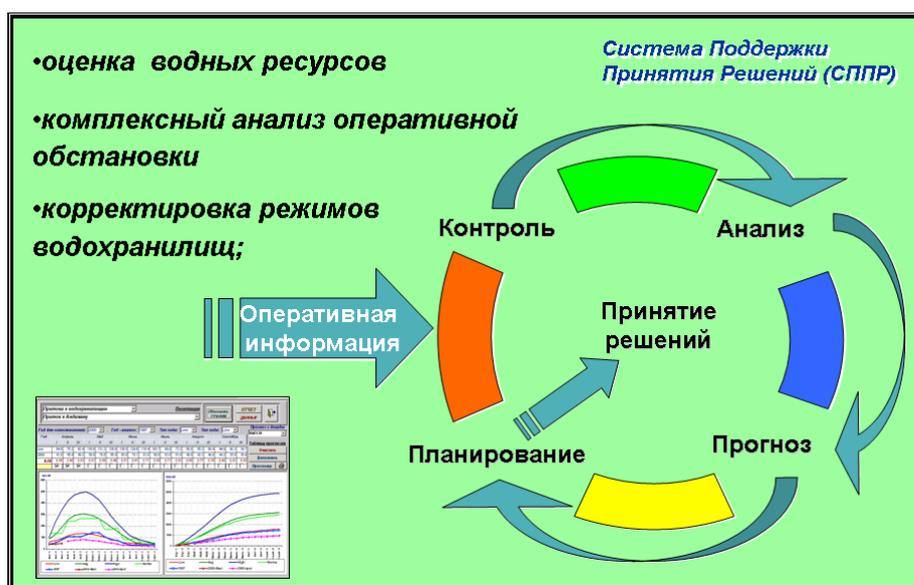


Рис. 3.10. Система поддержки принятых решений.

Другим интересным результатом работ последнего времени явилось завершение разработки и начало внедрения Имитационной модели Нарын-Сырдарьинского каскада (НАСПИ). Сейчас в БВО проводится тестирование ее возможностей. Предполагается использовать модель для нахождения параметров режима Нарын-Сырдарьинского каскада в условиях гарантированных попусков водохранилищ для сопоставления с предложениями БВО и НИЦ по проекту Соглашения по бассейну Сырдарьи.

Учитывая накопленный положительный опыт, БВО «Сырдарья» планирует продолжить внедрение на объектах межгосударственного значения систем автоматизированного управления и диспетчеризации СКАДА, которые отличает показанная выше высокая эффективность.

По завершении текущего проекта автоматизации головных водозаборов в Ферганской долине, объектами БВО, не охваченными автоматизацией остаются:

1. Головные сооружения (всего 6 затворов) каналов Паркент, Зах, Ханым и БКМК, что позволит увязать в локальную систему эти сооружения и Верхне-чирчикский гидроузел на реке Чирчик.

Рис.3.11. Межгосударственный магистральный канал Дуслик

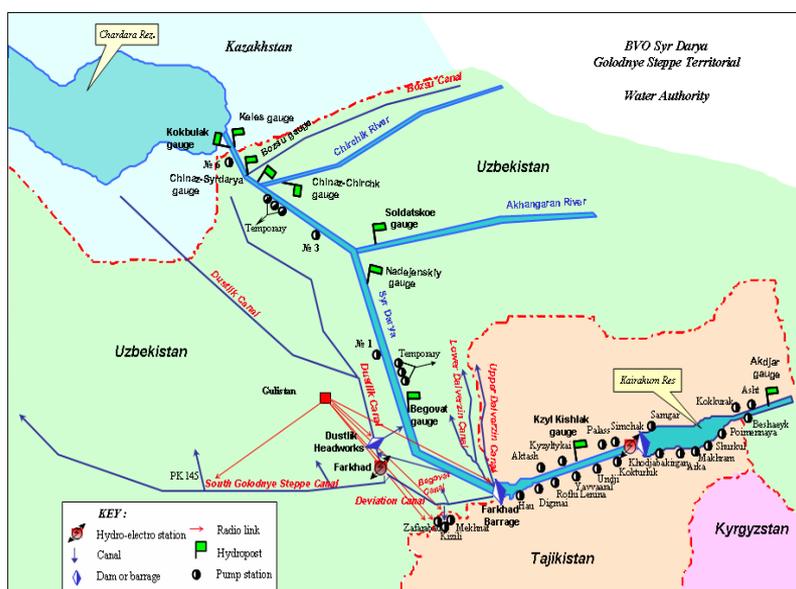
2. Межгосударственный магистральный канал Дуслик, где наряду с реконструкцией существующей

автоматики на головном сооружении, возможно полностью автоматизированный весь канал,

3. Головные сооружения каналов Верхний и Нижний Дальверзин, Бекобод, ЮГК.



Рис.3.12. Головные сооружения каналов Верхний и Нижний Дальверзин.



Планируется создать единую систему передачи информации и дистанционного контроля объектов БВО, которая, объединив локальные

автоматизированные системы, обеспечит полный централизованный контроль всего ВХК.

### 3.8. Качество воды

Ежемесячный контроль качества воды осуществляют химлаборатории, входящие в состав соответствующих территориальных управлений. Нарын-Карадарьинское управление ведет наблюдение по 18, Голодностепское по 8, Верхнечирчикское по 5 пунктам качества воды. Управление Чарвакского водохранилища контролирует качество воды в чаше по 7 пунктам.



Рис.3.13. Пункты наблюдения качества воды в зоне Чарвакского водохранилища

▲ Пункты наблюдения качества воды

### 3.9. Гидротехнические сооружения БВО «Сырдарья»

Подача речной воды из рек Нарын, Карадарья, Сырдарья и Чирчик и распределение её между государствами осуществляется через гидроузлы,

гидротехнические водозаборные и распределительные сооружения по соответствующим каналам.

Ниже в табл. 6.1 – 6.7 приводится краткая характеристика объектов по управлениям БВО «Сырдарья».

**Нарын-Карадарьинское управление гидроузлов**

Таблица 3.4

**Основные гидротехнические сооружения  
Нарын-Карадарьинского управления гидроузлов**

п\п	Наименование сооружений	расход, м <sup>3</sup> /с	Количество затворов, шт.	Годовой сток, млн.м <sup>3</sup>	Орошаемая площадь тыс.га
1.	Головное сооружение БФК на р. Нарын:	150	10	861,0	31,3
2.	Учкурганский г/у в составе: ГР Канал	2490	12	6302,0 2222,0 1040,75	- 338,32 79,0
	дополнительного питания КДП	360	16		
	ГР северного Ферганского канала	10	6		
3.	Регулирующее сооружение на ПК15 КДП, в составе:	360	12	2000,0 194,0	- 22,0
	Головное сооружение канала Хакулабад.	50	4		
4.	Регулирующее сооружение на ПК66+40 КДП: в составе:	-	-	-	-
	ГР Большой Андижанский Канал	200	3	1419,0	92,54
	ГР Канал им.З.Эргашева (объединитель)	12,6	1	36,0	3,4
	ГР Подпитывающий БФК	95	2	539,0	-
5.	Куйган-Ярская плотина в составе:	1200	22	2798.0	-
	Головного сооружения БФК на р.Карадарье	190	8	1960,0	244,0
	Головного сооружения канала Сиза	11,5	1	71,6	7,76
6.	Головного сооружения канала им.Ахунбабаева.	70	6	454,0	38,2

Перечень гидросооружений на каналах и водовыпусках Голодностепского управления гидроузлов и канала “Дустлик” приведен в таблице 3.5

Таблица 3.5

**Гидросооружения на каналах и водовыпусках Голодностепского управления гидроузлов и канала “Дустлик”**

№ п\п	Наименование	Пропускная способность, м <sup>3</sup> /с					Итого	Примечание
		Более 10	От 10 до 5	От 5 до 2	От 2 до 1	Менее 1		
На балансе управления								
1.	Перегораживающие сооружения	16	-	-	-	-	16	
2.	Сооружения в точках выдела	8	7	15	14	45	89	
3.	Катастрофические сбросы	4	-	-	-	-	4	
4.	Обводные сооружения	4	1	-	-	-	5	
ВСЕГО		32	8	15	14	45	114	
На контроле управления								
1.	Н.ст. Ташкентской области	-	-	1	4	32	37	
2.	Н.ст. Сырдарьинской области	3	-	-	-	34	37	
3.	Н.ст. Чимкентской области	-	-	-	-	6	6	
4.	Н.ст. Согдийской области	6	2	7	6	6	27	
5.	Н.ст. Ошской области	-	-	-	1	-	1	
ВСЕГО		9	2	8	11	78	109	

Голодностепское управление гидроузлов и канала Дустлик располагает следующими сооружениями и объектами.

- Перегораживающие сооружения в количестве 16 штук.

### 3.11. Система передачи гидрометеорологической информации

В центральном управлении БВО в Ташкенте функционирует базовая радиостанция пакетной передачи данных ММС-545В в сети метеорной связи, комплект компьютерного оборудования для управления радиостанцией и Рис



Рис.3.14 Пункты наблюдения качество воды в зоне Чарвакского водохранилища обработки поступающей информации.

Станция БВО входит в состав межгосударственной системы мониторинга и обмена метеорологической и гидрологической информацией стран Центральной Азии. БВО «Сырдарья» имеет возможность принимать гидрометрическую информацию с минимальной задержкой во времени.

На терминале в Центральной диспетчерской в Ташкенте непрерывно отображается почасовая информация со всех объектов, задействованных в этой системе. Особый интерес для БВО имеют данные об уровнях воды в створах трансграничных гидро постов. Эти данные незаменимы в водобалансовых расчетах, которые составляют основу оперативного управления водными ресурсами и контроля их распределения между водопотребителями сопредельных стран.

В настоящее время расходы воды в реке Сырдарье на наиболее важных базовых гидропостах Кызыл-кишлак, Учкурган и Учтепе, непосредственно контролируются БВО.

В качестве примера можно привести оперативное управление Кайраккумским водохранилищем в июле 2005 года, когда предоставляемая управлением Кайраккумской ГЭС и «Барки Тожик» информация о сбрасываемых расходах во многом не соответствовала действительности.

В этот период использование непрерывно передаваемых системой неискаженных данных о расходах воды в створе гидропоста Кызылкишлак, обеспечило возможность достоверного контроля попусков Кайраккумской ГЭС, благодаря которому на пике вегетации удалось не допустить

неравномерной водоподачи для орошения земель и распределить воду без ущерба для потребителей Таджикистана, Узбекистана и Казахстана по установленным лимитам.

Следует заметить, что полная автономность удаленных станций этой системы требует обеспечения нормальных условий функционирования технических средств, защиты измерительной и радиоаппаратуры от постороннего вмешательства и вандализма. Эта работа должна стать предметом особого внимания стран-партнеров, на территории которых эти средства располагаются.

## **Глава 4. ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ПЛАН ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

### **4.1. Значение внутрихозяйственного плана водопользования**

Внутрихозяйственный план водопользования фермерских хозяйств является составной частью бизнес плана. Поэтому от правильно составленного плана водопользования хозяйства зависит эффективное использование водоземельных, трудовых, материально-технических, финансовых и других ресурсов хозяйств. Кроме того, от качества составления и проведения плана водопользования зависит мелиоративные, экологические, санитарно-эпидемиологические, социальные условия хозяйств. Внутрихозяйственный план является основой системного плана водопользования. Поэтому при составлении плана водопользования фермерских и других хозяйств необходимо тщательным образом учитывать природно-хозяйственные условия рассматриваемого года. В практике передовых хозяйств нашей и других стран применяются составление и применение их для вегетационного периода и календарного года. Также составляются перспективные планы водопользования хозяйства на ближайшие 3 или 5 лет.

### **4.2. Исходные данные для составления плана водопользования фермерских хозяйств**

Для составления внутрихозяйственного плана водопользования фермерских хозяйств должны использоваться фактические и реальные данные в следующем составе:

- План фермерского хозяйства в масштабе 1:5000 или 1:2000 с указанием планового размещения внутрихозяйственной оросительной коллекторно-дренажной и дорожной сети, а также размещения наблюдательных скважин для наблюдения за режимом грунтовых вод на орошаемых землях хозяйств.
- План размещения основных и повторных посевов сельхоз культур в увязке с орошаемой территорией за рассматриваемый год.
- Расчетный режим орошения основных и повторных посевов сельскохозяйственных культур, выращиваемых в хозяйстве.

- Принятые способы орошения и техника и технология поливов сельскохозяйственных культур обеспечивающих ресурсосбережение. Сведения о наличии необходимых количествах поливной техники (дождевальные машины, поливные машины, агрегаты и др.), поливальных и вспомогательных устройств поливов по бороздам и полосам, а также по чекам: поливные шланги, переносные щитки, переносные насосные установки.
- Фактические значения КПД каналов оросительной сети хозяйства.
- Лимит водозабора в хозяйства из межхозяйственных распределительных каналов.

### 4.3. Расчеты исходных данных для составления плана водопользования в фермерских хозяйствах

#### 4.3.1 Режим орошения сельскохозяйственных культур

Для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур на орошаемых землях в почве необходимо создавать оптимальный водно-воздушный и питательный режим с учетом экономии оросительной воды и недопущения засоления и заболачивания почв. Эта задача решается путем применения правильного режима орошения, то есть совокупности числа, сроков и норм полива культур, а также применением передовой техники и технологии полива. Правильно рассчитанный режим орошения определяет расход оросительной воды, подаваемой на севооборотный участок, а тем самым и размеры всех элементов оросительной системы, стоимость ее строительства и эксплуатации.

В настоящее время в практике проектирования, строительства и эксплуатации гидромелиоративных систем широко применяются следующие методы установления режима орошения сельскохозяйственных культур.

1. Метод водного баланса (предложенный академиком А.А. Костяковым).
2. Метод теплового баланса (предложенный академиком И.А. Шаровым).
3. Биоклиматический метод (предложенный профессором С.М. Альпатыевым).

Под оросительной нормой понимают количество воды, которое необходимо дать за оросительный сезон на 1 га земли, занятой сельскохозяйственной культурой, чтобы восполнить дефицит водопотребления. Она принимается равной суммарному дефициту водопотребления за период вегетации культуры:  $M = \sum \Delta E_v$ , где М - оросительная норма нетто, м<sup>3</sup>/га;  $\Delta E_v$  - дефицит водопотребления за расчетный интервал, м<sup>3</sup>/га. Оросительная норма по методу водного баланса устанавливается по зависимости:

$$M = E_v - (W_H + O + \Gamma) + W_K$$

где: М – оросительная норма с/х культур, м<sup>3</sup>/га;

$E_v$  – суммарное водопотребление с/х культур, м<sup>3</sup>/га;

$W_H$  - запас воды в почве в день посева, м<sup>3</sup>/га;

$O$  – количество осадков, выпавших за вегетационный период, м<sup>3</sup>/га;

$\Gamma$  – количество поступивших грунтовых вод в расчетный слой, м<sup>3</sup>/га;

$W_K$  - запас воды в почве в день уборки с/х культур, м<sup>3</sup>/га;

По методу теплового баланса, оросительная норма устанавливается:

$$M = 2T + 4b - (W_H + O + \Gamma);$$

где:  $T$  – сумма активных температур за вегетационный период, °С;

$b$  – количество дней за вегетационный период, в сутках.

По биоклиматическому методу определяется:

$$M = \Delta E_v = E_v K_\phi K_0;$$

где:  $\Delta E_v$  - дефицит водопотребления с/х культур, м<sup>3</sup>/га;

$K_\phi$  – биологический коэффициент с/х культур;

$K_0$  – микроклиматический коэффициент.

Оросительная норма состоит из поливных норм. Поливной нормой называют необходимое количество воды, поданной на один гектар орошаемой площади за один полив. Поливная норма определяется по формулам академика А.Н.Костякова:

$$m = 100h\gamma(\beta_{HB} - \beta_0);$$

$$m = Ah(\beta_{HB} - \beta_0)$$

где:  $m$  – поливная норма с/х культур, м<sup>3</sup>/га;

$h$  – мощность активного слоя почвы, м;

$\gamma$  - объемный вес почвы, т/м<sup>3</sup>;

$\beta_0$  - предполивная влажность почвы, выраженная в процентах от массы абсолютно сухой почвы;

$\beta_{HB}$  - влажность почвы равной наименьшей влагоемкости, выраженная в процентах от массы сухой почвы;

$A$  - порозность почвы, %;

Примечание: при определении значения поливной нормы с/х культур через порозность почв, влажность почвы выражается в % от порозности почв.

Для установления параметров оросительной сети, режим орошения всего севооборотного участка, увязки водоподачи с режимом источника орошения составляют график режима орошения или график гидромодуля (полива). Под гидромодулем понимают удельный расход воды, который должен быть подан в единицу времени на 1 га площади севооборота для обеспечения полива при данном поливном режиме, л/с.га.

Гидромодуль любой культуры определяется по следующей зависимости для каждого полива:

$$q = \frac{m\alpha}{86.4t};$$

где:  $q$  – ордината гидромодуля с/х культур, л/с на 1 га;

$\alpha$  - доля участия данной культуры в севообороте в долях от единицы;

86,4 – переводной коэффициент.

После определения расчетного орошения и ординат графика гидромодуля строят сам график, который обычно характеризуется большими колебаниями ординат. По такому графику поливов, называемому неукмплектованным, оросительную систему рассчитывать нельзя, поэтому, график гидромодуля укмплектовывают.

При орошении дождеванием график полива культур, входящих в севооборот, увязывают с расходами дождевальных машин. Расходы воды по укмплектованному графику должны быть кратны расходам фермерских хозяйств и расходам машин.

#### 4.4. Порядок расчета внутривоспользовательного плана водопользования фермерских хозяйств и АВП

Внутривоспользовательный план фермерского хозяйства и АВП состоит их таблиц и графиков выполненных на основе следующих расчетов:

1. Определение декадной площади полива сельскохозяйственных культур по месяцам вегетационного периода определяется по следующей формуле:

$$K_{нз} = \frac{t_1}{T_1},$$

где:  $t_1$ - число дней в рассматриваемой декаде, когда должны орошаться культуры;

$T_1$ - общая продолжительность полива в сутках.

Если согласно принятого расчетного режима орошения сельскохозяйственных культур в рассматриваемой декаде предусмотрены 2 полива, тогда значение  $K_{нз}$  определяется по следующей формуле:

$$K_{нз} = \frac{t_1}{T_1} + \frac{t_2}{T_2},$$

где:  $t_2$ - число дней в рассматриваемой декаде, когда должен осуществляться второй полив;

$T_2$ - общая продолжительность второго полива в сутках.

Ведомость значения  $K_{нз}$  сельскохозяйственных культур по декадам вегетационного периода на примере фермерского хозяйства Шинибекова К. нижнечирчикского района Ташкентской области. Таблица 4.1

Размер площади полива сельскохозяйственных культур по декадам вегетационного периода фермерского хозяйства определяется следующим образом:

$$F_{дек} = K_{нз} F^{нет}, \text{ га}$$

где:  $F^{нет}$  – площадь сельхозкультур данного фермерского хозяйства

$F^{нет}$  определяется следующим образом:

$$F^{нет} = F_{хл}^{нет} + F_{пшеницы}^{нет}, \text{ га}$$

где:  $F_{хл}^{нет}$  - площадь посева хлопчатника, га

$F_{пшеницы}^{нет}$  - площадь посева пшеницы, га

Площадь полива хлопчатника в данной декаде определяется следующим образом:

$$F_{хл}^{дек} = K_{пз}^{хл(д)} F_{хл}^{нет}, \text{ га}$$

где:  $K_{пз}^{хл(д)}$  - коэффициент поливного задания хлопчатника.

Аналогичным образом определяются значения коэффициента поливного задания для остальных сельскохозяйственных культур. По результатам расчетов составляются ведомость площади полива сельскохозяйственных культур по декадам вегетационного периода и строится график площади полива. (см.рис 4.2). Определяется объем подаваемой оросительной воды по декадам вегетационного периода для каждой культуры, в зависимости от размера площади полива и размера поливной нормы.

Сток оросительной воды нетто за декаду, подаваемой в фермерские хозяйства определяется по видам сельскохозяйственных культур определяется по следующей формуле:

$$W_{дек}^{нет} = \frac{m F_{дек}^{нет}}{1000}, \text{ Т/М}^3$$

где:  $m$  – поливная норма,  $\text{м}^3/\text{га}$ ;

$F_{дек}^{нет}$  – декадная площадь орошения сельскохозяйственной культуры.

Размер стока оросительной воды брутто определяется следующим образом:

$$W_{дек}^{бр} = \frac{W_{дек}^{нет}}{\eta_{хоз}}, \text{ Т/М}^3$$

где:  $\eta_{хоз}^{дек}$  - фактическое значение КПД внутрихозяйственной оросительной сети за рассматриваемую декаду.

Общий объем стока оросительной воды, подаваемой за вегетационный период определяется следующим образом:

$$\sum W_{ст}^{дек} = \sum_{i=1}^n W_{ст}^{дек}, \text{ Т/М}^3$$

По этим данным составляется ведомость объема стока оросительной воды по декадам вегетационного периода подаваемой в данное фермерское хозяйство. Для четкого внедрения в жизнь план водопользования по результатам расчетов составляются графики подачи оросительной воды в стоках по декадам и за вегетационный период.

Расход оросительной воды нетто, подаваемый в данное фермерское хозяйство по декадам вегетационного периода определяется по следующим формулам:

$$Q_{дек}^{нет} = 1,05W_g, \text{ л/с}$$

$$Q_{дек}^{нет} = 1,16W_g, \text{ л/с}$$

Коэффициент 1,05 – при продолжительности декады в 11 дней; 1.16 при продолжительности в 10 дней.

Расход оросительной воды брутто, подаваемый в данное фермерское хозяйство по декадам вегетационного периода определяется по следующей формуле:

$$Q_{дек}^{бр.} = \frac{Q_{дек}^{нет}}{\eta_{хоз}^{дек}}, \text{ л/с}$$

По этим данным составляем ведомость и график расходов воды, подаваемой в рассматриваемое фермерское хозяйство по декадам вегетационного периода рассматриваемого календарного года.

Декадное значение КПД внутривозвращенной оросительной сети для каналов в земляном русле определяется по формуле:

$$\eta_{дек} = \frac{\eta_{max} + a^r - 1}{a^r};$$

$$a = \frac{Q_{дек}}{Q_{дек}^{max}}$$

значение  $r$  зависит от механического состава грунтов в ложе канала:

$r=0.3$  - для тяжелых грунтов,  $r=0.4$  – для средних грунтов  $r=0.5$  – для легких грунтов,

Для внутривозвращенных оросителей, состоящих из лотковой или закрытой оросительной сети значение  $\eta_{дек}$  определяется следующим образом:

$$\eta_{дек}^{хоз} = \eta_{дек}^{в.х.р.} \cdot \eta_{дек}^{учр} \cdot \eta_{дек}^{гт},$$

где:  $\eta_{дек}^{в.х.р.}$  - декадное значение КПД внутривозвращенного распределителя;

$\eta_{дек}^{учр}$  - - декадное значение КПД участкового распределителя;

$\eta_{дек}^{гт}$  - - декадное значение КПД гибкого трубопровода.

По этим данным составляем ведомость расхода воды нетто и брутто подаваемой в данное фермерское хозяйство. Число поливальщиков, необходимых в данном фермерском хозяйстве по декадам вегетационного периода определяется по формуле

$$N = \frac{\sum F_{дек}}{10p_c} \text{ чел.}$$

где  $P_c$  – производительность одного поливальщика за сутки, га;

$N$  – число поливальщиков

Производительность за сутки поливальщика определяется по формуле:

$$P_c = P_{см} n_{см},$$

$P_{см}$  – сменная производительность одного поливальщика, га;

$n_{см}$  – количество смен в сутки

Сменная производительность одного поливальщика определяется следующим образом:

$$P_{см} = P_{час} n_{час}$$

где  $P_{час}$  – часовая производительность одного поливальщика, га;

$n_{час}$  – число часов в смене.

Часовая производительность поливальщика определяется по следующей формуле:

$$P = \frac{3.6QtK_{исп}}{m\beta}, \text{ га}$$

где:  $K_{исп}$  – коэффициент использования 0,98-1 рабочего времени поливальщиков

$Q$  – расход воды, закрепляемый за одним поливальщиком, л/с;

Значение  $Q$  закрепляемый за одним поливальщиком, зависит от геоморфологических, почвенных и других природно-хозяйственных условий, а также от степени спланированности поверхности орошаемого поля, от профессиональной подготовки и от фазы развития сельскохозяйственной культуры.

Число поливной техники по декадам вегетационного периода определяется по формуле:

$$N_T = P_{см}^{пт} n_{см}$$

$P_{см}^{пт}$  – сменная производительность одной единицы поливной техники, га;

$n_{см}$  – количество смен в сутки.

Сменная производительность одной единицы поливной техники определяется следующим образом:

$$P_{см}^{пт} = P_{час}^{пт} n_{час}$$

где  $P_{час}^{пт}$  – часовая производительность одной единицы поливной техники, га;  $n_{час}$  – число часов в смене.

Рекомендуемые для фермерских хозяйств виды поливной техники и их технические характеристики сводится в таблицу.

План водопользования фермерского хозяйства «Янгихаёт» Нижнечирчикского района приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2

План водопользования на 2010 г. фермерского хозяйства «Янгихаёт» Нижнечирчикского района Ташкентской области.

N	Канал	Фермер	Культура	Площадь, га	N полива	Поливная норма	V	VI	VII
1	К-1-1	Алимов	хлопок	32.8	1	750			
					2	800			
					3	850			
					4	900			
					5	900			

			Озимая пшеница	23.4	1	700			
					2	700			
					3	750			
			Люцерна	10.72	3	800			
					4	800			
					5	850			
					6	850			
					7	900			
			Овощные (повторный посев)	23.4	2	700			
					3	750			
					4	750			
					5	800			
					6	800			
					7	850			

Услуги АВП под остатки воды в фермерские хозяйства определяется двумя показателями

- Административно-хозяйственные услуги
- Услуги по ремонту, очистки др. эксплуатационным в фермерских хозяйствах

Если фермер произвел перерасход воды, то он платит дополнительный взнос. Если фермер благодаря применения новой техники и технологии орошения и эксплуатации ОС и др. приемов водосбережения сократил расход оросительной воды за вегетационный период его взнос уменьшается. Примерный суммарные затраты на услуги по поддержанию и содержанию в хорошем рабочем состоянии, внедрения плана водопользования и др. работ приводится ниже в таблице 4.3.

№	Показатели	Ед.изм.	Уд.протез.	Общая протез.	Удельная стоимость	Общая стоимость
1	Очистка ОС	м/га	10	3100,20	320	992064
2	Ремонт ОС	м/га	7	1020,30	450	459134
3	Очистка КДС	м/га	20	6340,50	580	3677490
4	Ремонт КДС	м/га	9	1340,40	230	308315
5	Эксплуатационная планировка	м/га	130	28390,35	390	11072236
6	Ремонт ГТС	Шт	8	8	90000	720000
7	Обслуживание НС.	Шт	-	1	74000	888000
	Итого					18117239

Насосы используются только в 3х фермерских хозяйствах для полива 12% земель.

Отчисление каждого фермера АВП за услуги (фактическая величина затрат каждого фермера ) определяется по следующей зависимости:

$$OP = H_3 * B_{\phi} / B (W_{\phi\phi} / W_{\phi\lambda})^n, \text{ сум/м}^3$$

где  $O_p$ - отчисления (фактические) фермера АВП за услуги

$H_3$ - нормальные затраты по АВП

$B_{\phi}$ - бонитет земель фермера

$B$ - средние бонитет земель фермера

$W_{\phi\phi}$  – фактический водозабор фермера

$W_{\phi\lambda}$ - объем выделенный фермеру по лимиту

$n$ - степень, показывающая водообеспеченности территории, где находится хозяйство и АВП (для Хорезмской области и Р.Каракалпакстан  $n=3$ ).

График расхода, стока оросительной воды и площадь полива хозяйств АВП приводятся на рис.

#### 4.5. Расчет водооборота между фермерскими хозяйствами

Водооборот вводится в том случае, когда коэффициент водообеспеченности меньше или равен 0,75 ( $K_{\text{во}} \leq 0,75$ ).

В водообеспеченных хозяйствах севооборотные массивы могут получать оросительную воду согласно плану водопользования постоянным током. Очередность полива осуществляется между севооборотными полями. Водооборот осуществляется между единицами водопользования.

Водооборот может быть двух- или трехтактным в зависимости от водообеспеченности единицы водопользования.

Основные элементы водооборота:

1) продолжительность водооборота:

$$t_{\text{в}} = 10 \text{ сут,}$$

$t_{\text{в}}$  – время , в течение которого вводится Водооборот.

2) лимитный расход  $Q_{\text{лим}}$ , который определяется по формуле:

$$Q_{\text{лим}} = K_{\text{во}} \cdot \sum Q_{\text{бр}},$$

где  $\sum Q_{\text{бр}}$  – это суммарный плановый расход всех водопользователей, участвующих в водообороте.

3) количество водопользователей  $N$  в хозяйстве (число тактов водооборота), определяется по данным хозяйства.

4) время действия водооборота определяется по формуле:

$$t_i = \frac{t_{\text{в}} Q_{\text{бр}}}{\sum Q_{\text{бр}}}; \text{ м}^3/\text{с,}$$

где:  $Q_{\text{бр}i}$  – плановый расход в каналах, данный в тактах:

$$T_{\text{в}} = t_{\text{q-I}} + t_{\text{q-II}}$$

$t_{\text{q-i}}$  – номер такта водооборота;

5) определение лимитов, расхода, отвода при водооборотных расходах:

#### 4.6. Проведение внутривоздейственного плана водопользования

Умелая организация внутривоздейственного плана водопользования способствует рациональному использованию оросительной воды, повышению производительности поливальных и поливной техники, значений КЗИ, КИВ и КПД внутривоздейственной сети.

Внутривоздейственная оросительная сеть к началу вегетационного периода должна быть отремонтирована и очищена от наносов и сорной растительности. Поливная техника и арматура поливных борозд должна быть отремонтирована и очищена от наносов и сорной растительности. Поливная техника и арматура поливных борозд и полос должна быть подготовлена.

Инженеры-гидротехники должны проводить семинары поливальных и ознакомить их с задачами. Оросительные каналы должны оборудоваться водоучитывающими приборами и средствами.

При подаче оросительной воды на севооборотные поля необходимо соблюдать следующие условия:

- поливы сельхозкультур осуществлять сосредоточенным способом, не допуская распыления воды на мелкие расходы;
- количество поливальных, поливной техники, а также пропашных тракторов должно соответствовать плановым показателям;
- не допускать несогласованности между поливами и поливными обработками.

Для эффективного использования водоземельных, трудовых, материальных и финансовых ресурсов в последние годы передовые хозяйства стран Центральной Азии успешно применяют информационно-соответствующие системы по оперативному планированию орошения сельхозкультур (ИСС ОПО). При их применении решаются следующие задачи:

- расчет динамики запасов влаги индивидуально для каждого поливного участка всех обслуживаемых севооборотов и хозяйств;
- оперативный прогноз динамики запасов влаги на десятидневный период;
- построение для хозяйств (севооборотов) оперативных декадных планов поливов;
- оптимизация планов поливов при дефиците ресурсов воды и техники полива;
- подготовка отчетности о ходе орошения.

Служба эксплуатации гидромелиоративных систем (ЭГМС) хозяйства оснащена соответствующим оборудованием и транспортом. В перечень такого оборудования входят нейтронные влагомеры по определению влажности почвы, сушильные шкафы, опорные гидрометеопункты и лизиметрические площадки для периодического уточнения статей водного баланса поливного участка.

#### 4.7. Корректировка внутрихозяйственного плана водопользования

Корректировка внутрихозяйственного плана водопользования осуществляется в следующих случаях:

- при снижении водоносности источника орошения;
- при значительном изменении площади посева (более 10 %);
- при значительном изменении состава сельхозкультур (более 10%) от первоначального плана;
- при значительном изменении климатических условий: резком похолодании или потеплении, выпадении большого количества осадков и стихийном бедствии (град, затопление селевыми потоками);
- при значительном смещении сроков посева сельхозкультур и т.д.

#### 4.8. Календарный план эксплуатационных мероприятий

Рациональное использование водоземельных, финансовых, материально-технических и других средств в фермерских хозяйствах зависит от своевременного и качественного выполнения плановых мероприятий по правильной организации технической эксплуатации внутрихозяйственной оросительной системы. Для этого в бизнес-плане необходимо предусмотреть самые необходимые мероприятия с указаниями сроков их выполнения и ответственных исполнителей. В таблице 4.4 приведены основные виды эксплуатационных мероприятий по поддержанию и содержанию внутрихозяйственной оросительной сети в рабочем состоянии и мероприятия по внедрению внутрихозяйственных планов водопользования а также мероприятия по организации мелиоративного мониторинга за работой оросительной системы и мелиоративного состояния земель. Календарный план выполнения эксплуатационных работ внутрихозяйственной оросительной системы приводится в табл. 4.4.

Таблица 4.4

Календарный план выполнения эксплуатационных работ  
внутрихозяйственной оросительной системы

	Наименование выполняемых работ	Ед. изм	Стоимость	Время проведения выполняемых мероприятий
				месяцы
	1	2	3	4
1	Очистка от заиления и зарастания ОС и КДС	тыс.м <sup>3</sup>	млн.сум	1,2,3,11,12
2	Эксплуатационная промывка засоленных земель	га	млн.сум	11,12,1,2
3	Проведение предпосевного полива с/х культур	га	млн.сум	11,12,2,3

4	Проведение текущей планировки орошаемых земель	га	млн.сум	11,12,2,3
5	Проведение семинара поливальщиков и операторов поливной техники			10,11,12,1,2,3,4,5
6	Ремонт лотковой сети и ГТС	м <sup>3</sup>		12,1,2
7	Ремонт мелкой поливной арматуры (гибкие шланги, переносные щитки, сифоны, переносные насосные установки и др.)	шт		11,12
8	Ремонт поливной техники и дождевальных агрегатов и установок	шт		11,12
9	Оснащение ОС и КДС эксплуатационными установками и приборами по учету оросительной воды	п.м.		10,11, 3,4
10	Ремонт наблюдательных скважин на орошаемых землях	шт		10,11,2
11	Ремонт закрытой КДС, смотровых колодцев, устьевых сооружений и дорожной сети	шт		11,12,1
12	Составление внутрихозяйственного плана водопользования			11,12,1
13	Проведение в жизнь внутрихозяйственного плана водопользования			круглый год
14	Организация эксплуатационного мониторинга за работой дорожной сети, ОС и КДС			круглый год
15	Мероприятия по повышению значения КПД внутрихозяйственной оросительной системы, КИВ, КЗИ, мелиоративного и экологического состояния орошаемых земель			круглый год
16	Организация производственных исследований на типовом участке по вопросам совершенствования и эксплуатации и внедрения передовой техники и технологии полива с/х культур	га		круглый год
17	Подготовка орошаемых земель по плану к повторному посеву с/х культур	га		11,12,1,2
18	Проведение комплекса работ по возделыванию с/х культур повторного посева	га		11,12,1,2
19	Составление и проведение планов водопользования на орошаемых участках повторного посева			11,12,1,2
20	Консервирование и хранение поливной техники, дождевальных машин в зимний период	шт		10,11,2

21	Подготовка внутрихозяйственной оросительной системы к следующему году: - восстановление отдельной части оросительной сети (замена отдельных звеньев лотковой сети, сооружения на них и др.) - посадка деревьев вдоль постоянных оросительных каналов, открытых коллекторов, дорожной сети, а также, лесополос по границам хозяйств - проведение влагозарядковых поливов с/х культур	шт		11,12,1
22	Составление перспективного плана усовершенствования внутрихозяйственной ОС, КДС и дорожной сети	га		3,4,5,6,7,8,9,10,11,

Намеченные мероприятия должны выполняться работниками фермерских хозяйств и специалистами АВП

## 5.8 Совершенствования работы АВП

Проблема согласованной, профессиональной и эффективной для сельских водопользователей эксплуатации внутрихозяйственной оросительной – мелиоративной сети может быть решена путем создания сельскохозяйственной ассоциации водопользователей (АВП), объединяющей кооперативные, фермерские и другие хозяйства с общей ирригационной и мелиоративной системой.

Актуальные задачи, вытекающие из современного состояния орошаемых земель, реструктуризации сельхозпредприятий с учетом сложившейся обстановки в области сельхозпроизводства, реализации сельскохозяйственной продукции, ценовой политики, возмещения затрат на подачу и отведение оросительной воды и. т.д. заключаются в следующем :

- предотвратить снижение и получить прирост урожайности продовольственных и других сельхозкультур за счет улучшения эксплуатации ирригационной и коллекторно – дренажной систем, управления водопользования, водораспределения, улучшения мелиоративного состояния орошаемых земель на основе создания ассоциаций сельскохозяйственных водопользователей;
- обобщить опыт работы ассоциаций водопользователей в различных странах и разработать рекомендации по их внедрению и совершенствованию в различных условиях Республики Узбекистан.

Критериями по созданию АВП в условиях Центрально- Азиатского региона являются:

- распад бывших колхозов и совхозов на мелкие хозяйствующие субъект;

- потребность в определении собственника (ответственной организации), бывшей внутрихозяйственной оросительной и дренажной сети колхозов и совхозов для осуществления ее эксплуатации и поддержания;
- необходимость осуществления договорных отношений с водохозяйственной организацией для обеспечения водой всех вновь организованных хозяйств, обеспечение их водой как по объему, так и в режиме;
- осуществление договорных отношений со специализированной мелиоративной организацией для водоотведения с внутрихозяйственной коллекторно- дренажной сети и оказание мелиоративных услуг с целью достижения позитивного фонда мелиоративных земель;
- осуществление мероприятий по эксплуатации и поддержанию внутрихозяйственной сети обеспечение равномерного распределения воды между хозяйствами и мелиорирование их земель и ряд других мероприятий должны осуществляться прежде всего на платной основе со стороны самих водопользователей. А это требует, водопользователи должны быть платежеспособными;
- наличие необходимой правовой базы для организации АВП.

АВП стала новой формой сочетания государственного управления водными ресурсами с привлечением непосредственных водопользователей к распределению воды, регламентации ее использования, организации работ по управлению поддержанию и развитию водохозяйственных систем на нижнем уровне иерархии.

Вместе с тем создания АВП не должно рассматриваться в качестве меры перекладывания решение всех задач на плечи непосредственных водопользователей.

АВП являясь юридическим лицом, должно осуществлять свою производственно-хозяйственную деятельность в условиях самоокупаемости и в качестве субъекта вступают в экономические и иные отношения с административными, водохозяйственными и иными субъектами.

Материально-техническую основу АВП составляют водохозяйственные и другие основные фонды (здание, техника, спец.оборудования и т.д.), передаваемые членами – учредителями АВП в их управление.

Источниками финансирования средств АВП являются:

- материальные и денежные взносы членов Ассоциации;
- доходы, получаемые от реализации работ, услуг, продукции и других видов деятельности, в том числе не водохозяйственной;
- субсидии государства; -кредиты банков и других кредиторов;
- иные источники;

### **5.8.1 Совершенствование структуры управления АВП**

Организационная структура АВП в настоящее время во многом зависит от территориальных размеров и финансового состояния членов АВП, а так

же возможности членов АВП у себя организовать ремонтно-строительное подразделение.

При достаточном финансовом обеспечении АВП часть ремонтно-строительных работ может на договорных началах передаваться специализированным подрядным организациям. А в случае очень слабого финансового положения водопользователей часть работ может быть выполнена самими членами АВП.

Представители верхней части представленной структуры, а именно: Общее собрание, Арбитражная комиссия, совет АВП, ревизионная комиссия работают на общественных началах, т.е. без оплаты. (Если нет специалиста-бухгалтера среди членов АВП, то в ревизионную комиссию на платной основе один раз в год может быть приглашен специалист аудит или, если в этом будет необходимость, то и другие специалисты эксперты).

Представители нижней части предлагаемой структуры а именно: Директор АВП (он же главный инженер), главный ирригатор, главный мелиоратор, главный гидрометр, экономист-бухгалтер, кадровик, охранник, уборщица производственно-линейный персонал по взаимодововерие и взаимосвязи между членами АВП и их избранными представителями, а так же работниками водохозяйственных служб и самими водопользователями.

На основе собранных данных, оценки суточных показателей расхода воды по каждому основному стокорегулирующему сооружению и результатов обследования методом «обхода» необходимо подготовить отчет о гидротехнических показателях работы системы и отразить в нем все улучшения, недостатки, трудности, запросы в техобслуживании в целях дальнейшего совершенствования гидротехнических показателей, сметы расходов, проектных чертежей и т.д.

В конце каждого сельскохозяйственного сезона необходимо подвергнуть анализу текущую процедуру оценки и сбора платы за водопользование, произведенные улучшения, выявленные трудности и любые другие изменения, необходимо для дальнейшего улучшения. Представители АВП при техническом содействии полевых групп и соответствующих работников водохозяйственной службы должны подготовить проект отчета по оценке и сбору платы за водопользование, сравнить собираемость с проделанной оценкой, а так же указать финансовые ресурсы, необходимые на следующий год. Если имеется дефицит средств, Представители АВП дают свои предложения по его устранению и утверждают их с одобрения Представительского собрания.

### **5.8.2 Цели и задачи АВП**

Для организации внутрихозяйственной эксплуатации ГМС в фермерских хозяйствах в нашей республике созданы АВП. Они создаются по системе каналов и в зависимости от количества фермерских хозяйств.

Оснащение АВП необходимым количеством эксплуатационной,

мелиоративной, поливной техникой позволили:

- совершенствовать планирования и внедрения планов водопользования.
- упорядочить сроки и объемы текущего ремонта Гидромелиоративной сети
- совершенствовать гидромелиоративные системы (ГМС), оборудовать их водоизмерительными средствами и приборами,
- вести учет, отчетность и контроль за управлением и использованием водных ресурсов. Выбрать экономически выгодные виды сельхозкультур:
- организация научно-производственный исследований по установлению рационального режима орошения, ресурсосберегающих способов и техники полив сельхозкультур; по совершенствованию эксплуатаций ГМС в условиях функционирования АВП фермерских хозяйств.

Основные функции и задачи, а также обязательства АВП по опыту нашей республики и других стран Центральной приводятся на рис.

## **Глава 5. Планы водопользования бассейнового управления ирригационных систем**

### **5.1 Значение системных планов водораспределения**

Планы водопользования бассейнового управления ирригационных систем принимают за основу работы всего управления ирригационной системой; это главный документ оперативной деятельности управления ирригационных систем по руководству распределением воды. Планирование водопользования на оросительных системах сводится к заблаговременному определению возможностей и потреблением ее и подачей в хозяйства-водопользователи. Управления оросительных систем составляют системные планы водораспределения на календарный год; утверждает их вышестоящая водохозяйственная организация. Для облегчения и упрощения рекомендуется на 3..5 лет разрабатывать показатели водозабора и распределения воды на системе. Тогда ежегодное составление планов по системе сводится к уточнению установленных показателей с учетом представленных хозяйствами заявок на воду и прогноза водообеспеченности источника орошения на предстоящий год.

Состав системных планов и исходные материалы для их составления. Системные планы составляют по формам, установленным Министерством сельского и водного хозяйства Узбекистана. Они состоят из следующих частей:

- ведомостей прогнозируемых декадных расходов и уровней воды источнике орошения с указанием возможного забора воды в оросительную систему в течение всего оросительного периода;
- плана забора воды в оросительную систему по декадам оросительного периода;
- плана распределения воды между участками и узлами системы с определением размера подачи ее в АВП и хозяйствам-водопользователям;

- плана эксплуатационных мероприятий по уходу за каналами и сооружениями и их ремонту.

Для составления планов водопользования ирригационных систем необходимы следующие материалы:

- план или подробная схема расположения магистральных и распределительных каналов, границ хозяйств, эксплуатационных участков, узлов распределения и командования, точек водовыдела в хозяйствах, постов и створов балансовой гидрометрии, скважин для наблюдения за уровнем грунтовых вод и т.д.;
- почвенная и гидрогеологическая карты или схемы с указанием в границах системы типов почв, глубины залегания грунтовых вод и др.;
- ведомость обслуживаемых ирригационной системой АВП и хозяйств и их земельный орошаемый фонд;
- план размещения сельскохозяйственных культур в хозяйствах на год планирования водораспределения с учетом повторных посевов;
- лимиты водозабора и возможного отпуска воды в АВП и хозяйствам с учетом водоносности источника орошения и условий года;
- расходы и уровни воды в источнике орошения не менее чем за последние десять лет в створе головного сооружения оросительной системы;
- изменение расходов и уровней воды в источнике орошения с начала гидрологического года, для которого составляют план водопользования;
- сведения о мелиоративном, экологическом и санитарно-эпидемиологическом состоянии орошаемых земель за последние 5...10 лет;
- внутривладельческие планы водопользования по каждому из обслуживаемых оросительной системой АВП и фермерских хозяйств или другому сельскохозяйственному предприятию с выпиской подаваемых декадных расходов воды по всем точкам водовыдела в течение вегетационного периода;
- заявки АВП и фермерских хозяйств на воду;
- отчеты по водопользованию ирригационной системой за последние 5 лет.

В настоящее время предпринимаются практические меры по использованию компьютеров для составления планов водопользования на ирригационных системах. Планирование водораспределения по ирригационной системе с помощью персонального компьютера позволяет наиболее полно учитывать исходную информацию и получать результаты водопользования с большим количеством конечных результатов за сравнительно короткое время расчетов. При таком методе расчета представляется возможность из многочисленных вариантов водораспределения на системе выбрать оптимальный.

Программы реализации алгоритмов расчетов по планированию водораспределения имеют блочную структуру, которая оказалась наиболее эффективной при решении задач такого типа.

## 5.2 Расчетный режим источника орошения

Объем годового стока, расходы и уровни воды в источнике орошения подвержены значительным колебаниям в течение года и в многолетнем разрезе. Для практических целей важно установить закономерность этих колебаний, вероятность наступления различных по водности лет, которые характеризуются объемом годового стока и распределением его по сезонам и месяцам.

На крупных источниках орошения, имеющих межобластное или межреспубликанское значение и питающих несколько оросительных систем, распределением воды занимаются республиканские или союзные органы водного хозяйства на основе специальных расчетов.

Расчетный режим более мелких источников орошения прогнозирует по данным изменение расходов или уровней воды в реке за последние 10...15 лет и более. Для этого фактический сток или среднемесячные расходы за вегетационный период (апрель...сентябрь) за ряд лет наблюдений располагают в убывающем порядке. Место  $m$  года заданной вероятности стока в убывающем ряду определяют по формуле

$$m = P(n+1)/100$$

Где  $P$  - заданная вероятность стока, %. Для среднего по водности года  $P=50\%$ , для года повышенной водности -  $25\%$  и пониженной -  $75\%$ ;  $n$  - число лет наблюдений.

По стоку или среднемесячным расходам воды в реках Амударья, Сырдарья, Зеравшан, Чирчик, Ахангаран и др. за вегетационный период устанавливают реальные годы, соответствующие 50, 75 и 25%-ной вероятности стока. Расход воды в реке за осенне-зимний период (октябрь...январь) трех характерных лет 50, 75 и 25%-ной вероятности сравнивают с расходами в начале расчетного года за соответствующие месяцы. По наиболее близкому ходу изменения расходов воды характерного года прогнозируют вероятные расходы в реке на предстоящие месяцы года, для которого составляют план водораспределения. Возможность водозабора в оросительную систему на каждый месяц вегетационного периода определяют по прогнозируемым расходам с учетом права данной системы на воду.

Размер забора воды в оросительную систему по месяцам определяют на основе учета потребности в оросительной воде хозяйств-водопользователей, возможности забора воды из источника орошения, пропускной способности каналов и сооружений.

В таблице 5.1 приводятся данные расхода источника (Реки Зарафшан) орошения по годам, м<sup>3</sup>/с (за 1998-2007гг)

Таблица 5.1

## Раход воды р.Зарафшан

Декада	Год									
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
I	138	143	141	148	162	163	164	165	166	167
II	137	142	139	147	166	167	168	169	170	171
III	136	141	138	146	165	166	167	168	169	170

Расчетные расходы источника орошения для 50,75 и 85% обеспеченности определяем следующим образом. Для этого фактические расходы реки располагаем в убывающем порядке с верху в низ по вертикали. Номера года для 50,75 и 85% обеспеченности определяем по зависимости

$$N=50\%=0.5(p+1)$$

$$N=75\%=0.75(p+1)$$

$$N=85\%=0.85(p+1)$$

Где N- номера года

п- число лет наблюдений, п =10

Определение оросительной способности источника орошения – сколько гектаров можно полить, если весь расчетный расход пустить на орошение:

$$\Omega_{op.cп.} = \frac{Q\eta_{cисм} \cdot 10^3}{q_{max}} .га$$

где :

Q-расход реки расчетной водообеспеченности м<sup>3</sup>/с

q<sub>max</sub>- средневзвешенная максимальная ордината графика гидромодуля, л/с\*га

η-КПД оросительной системы.

Оросительную способность системы также можно рассчитать по зависимости

$$F_c = W_B / W_L$$

где – F<sub>c</sub> оросительная способность системы, га; W<sub>B</sub> - возможность забора воды в оросительную систему с апреля по сентябрь, м<sup>3</sup>; W<sub>L</sub> - лимит водозабора для оросительной системы, м<sup>3</sup>/га.

Расход воды, выделяемый из источника в бассейновую ирригационную систему (БУ) при различной водообеспеченности 50,75,85% определяем по формуле:

$$Q_{p.c}^и = Q_p \alpha \frac{1}{100} \text{ м}^3/\text{с},$$

где:

α- доля водозабора из источника орошения в данную ирригационную систему

$$\alpha = \frac{\Omega_{БУ}^{нето}}{\Omega_{op.c}}$$

Лимит водозабора зависит от водоносности источника орошения, площади орошения, природно-хозяйственных условий ирригационных систем, расположения оросительной системы, состава возделываемых культур, основных и повторных посевов, запрограммированной урожайности и режима орошения, состояния оросительной сети, организации водопользования и некоторых других факторов.

Плановое значение лимита водозабора в систему можно определить:

$$Q_c^H = \frac{F_{сис} \cdot q_{max}}{1000 \cdot \eta_c}, \text{ м}^3/\text{с}$$

где

$F^H$  - орошаемая площадь ирригационной системы, га

При острых недостатках оросительной воды в источнике орошения, при коэффициенте водообеспечения  $K_{в.о} \leq 0.85$  необходимо уточнить лимит водозабора

$$Q_{с(лим)}^Г = Q_{с}^Г \cdot K_{в.о.}$$

$$K_{в.о.} = \frac{Q_{бр(фак)}}{Q_{бр(пл)}}$$

где:  $Q_{бр(фак)}$  - фактический расход, выделяемый в оросительную систему в зависимости от наличия водных ресурсов,  $\text{м}^3/\text{с}$

$Q_{бр(пл)}$  - расчетный расход, предусмотренный системным планом водопользования,  $\text{м}^3/\text{с}$

Все организационно-технические, эксплуатационные мероприятия, направлены на улучшение экономо-экологических условий бассейна, должны обеспечить повышение производительности каждого кубометра оросительной воды, которая оценивается значением показателя (П). Значение «П» определяется по формуле Б.С. Серикбаева и Э.Б. Серикбаевой:

$$П = \frac{1}{K_в} \cdot \eta_c \cdot \eta_{пт} \cdot \eta_в$$

где:  $\eta_c$  - КПД оросительной системы

$\eta_{пт}$  - КПД поливной техники

$\eta_в$  - коэффициент использования воды

$$K_в = \frac{\sum E}{У}, \text{ м}^3/\text{ц}$$

где:  $\sum E$  - суммарное водопотребление сельскохозяйственных культур,  $\text{м}^3/\text{ц}$

У - Урожайность сельскохозяйственных культур, ц/га

$K_в$  - удельное водопотребление сельскохозяйственных культур для получения одного центнера урожая.

Баланс расчетных расходов источника и забора воды в ирригационную систему сводится в таблицу 5.2

Таблица 5.2

Номера по порядку	Элементы	% обеспеченности	Вегетационный период											
			март			апрель			май					
			I	II	III	I	II	III	I	II	III			

1	Расчетный расход источника на ОГП м <sup>3</sup> /с	50 75 85																	
2	Расчетный расход источника в створе головного сооружения м <sup>3</sup> /с	50 75 85																	
3	Оросительная способность источника орошения $\Omega_{ор.сп.}$ Т.га	50 75 85																	
4	Право системы на воду, Р%	50 75 85																	
5	Выделяемые из источника в систему расходы воды, Q <sub>в</sub>	50 75 85																	
6	Плановые расходы водопользования Q <sub>п.сист</sub>	50 75 85																	
7	Коэффициент водообеспеченности, K <sub>в.о</sub>	50 75 85																	

### 5.3 Составление системного плана водопользования

Системный план водопользования включает все операции по забору воды из источника, транспортировку и распределению ее между водопользователями.

К основным принципам составления плана водопользования относятся:

- подача воды в нужное время, в необходимом количестве с применением сосредоточенных способов полива, новейшей поливной техники и технологии с/х культур;

- автоматизация и диспетчеризация всех работ по забору воды из источника орошения, транспортирование и распределение между хозяйствами, учета воды и использования их для полива с/х культур с высокими значениями КПД, КЗИ, КИВ;

- выполнение всех работ, предусмотренных технологическими картами по выделыванию с/х культур на мелиоративных землях (агротехнических, лесотехнических, химических, санитарных). Строго увязывать поливы с до- и послеполивными обработками;

В основу систему бассейнового управления плана водопользования принимается план подачи по ирригационным системам. Исходными данными

для составления ирригационного системного плана водопользования является:

- Внутрихозяйственный план водопользования и план водопользования АВП;
- план систем с границами хозяйств, АВП, гидроучастков, точками выдела воды, гидромодульными районами, каналами и сооружениями, дорожной и КДС и т.д.;
- ведомость оросительных каналов и сооружений с указанием подвешенных посевных площадей;
- фактические значения КПД и пропускные способности каналов межхозяйственной и внутрихозяйственной ОС;

Системные планы водопользования утверждаются начальником БУ.

В этом плане отражаются декадные поливные задания или площади орошения, определяемые по следующей зависимости

$$F_{\text{деп}} = \frac{F}{T} t_{\text{дек}}, \text{ га.}$$

где:

$F_{\text{дек}}$  – площадь декадного полива с/х культуры в разрезе каждого хозяйства за ирригационный период

$F$  – площадь нетто данной культуры,

$T$  – продолжительность полива, значение которого принимаются из расчетного режима орошения.

$t_{\text{дек}}$  – продолжительность полива данной культуры за рассматриваемую декаду.

Объем стока по декадам вегетации определяется следующим образом:

$$W_{\text{ДЕК}} = \frac{PH_{\text{дек}}m}{1000} \text{ тыс.м}^3$$

Расходы по декадам вегетационного периода рассчитываются по формулам

$$Q_{\text{дек}}^H = qP_{\text{дек}}, \text{ л / с};$$

$$Q_{\text{дек}}^{\text{бр}} = \frac{Q_{\text{дек}}^H}{\eta_{\text{сист}}}, \text{ л / с.}$$

При определенных расчетных расходах по хозяйственным и межхозяйственным каналам необходимо иметь в виду, что согласно СНиП и НиТУОС

$$QH \geq Q^{\text{minH}},$$

$$Q_{\text{min}}^H = q_{\text{min}} F^H;$$

$$q_{\text{min}} = 0,4q_{\text{max.}}$$

В случае, когда расход нетто декадный меньше минимального расхода, то за счет уменьшения продолжительности подачи воды увеличивается  $Q_{\text{лек}}^H$  до  $Q^{\text{minH}}$

Форма системного плана водопользования по БУИС приведен в таблица 5.3

Таблица 5.3

Площади полива по декадам вегетационного периода по БУИС

Показатели	Занимаемая площадь, га	Вегетационный период														
		май			июнь			июль			август			сентябрь		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Сельхозкультура:																
Хлопчатник																
Люцерна																
Кукуруза																
Пшеница																
Итого полива, га																
Итого расхода, л/с																
Итого объем, тм <sup>3</sup>																
Отношение декадного расхода, K <sub>max</sub>																
Значение КПД																
Расход брутто, л/с																
Число поливальщиков																

#### 5.4 План забора воды в ирригационную систему

Необходимые для системы расходы воды определяют составлением календарного плана или графика потребного забора воды в систему. Для каждого узла водodelения или канала расход устанавливают с учетом заявок АВП и хозяйств-водопользователей на воду и потерь ее при транспортировании по формуле

$$Q_{бр} = Q_{ун} + S = Q_{нт} / \eta,$$

где:  $Q_{бр}$ - расход воды с учетом потерь (брутто), м<sup>3</sup>/га;

$Q_{нт}$ - расход без учета потерь (нетто), м<sup>3</sup>/с;  $\eta$ - КПД канала.

Потери воды и КПД каналов отдельных участков и системы у целом устанавливают по данным балансовой гидрометрии с учетом фактических потерь воды за прошлые годы. Общие потери на межхозяйственной сети каналов в земляном русле не должны превышать 25...30% количества воды, какое забирается в систему за весь период работы. Потери воды в облицованных каналах, лотковой и закрытой сети уменьшаются до 4..5%. Допустимые потери для каждого участка канала или трубопровода устанавливает управление оросительной системы.

При отсутствии данных наблюдений потери в каналах в земляных руслах ориентировочно определяют по формуле А.Н. Костякова

$$S = \sigma Q_{нт} / 100,$$

где:

$S$ - потери воды, м<sup>3</sup>/га;  $l$  – длина канала, км;  $Q_{нт}$ - расход воды нетто, м<sup>3</sup>/с;  $\sigma$  - потери, % от расхода воды на 1 км длины канала:

$$\sigma = A / q^m;$$

$A$  и  $m$  коэффициенты, значение которых изменяется в зависимости от водопроницаемости грунта в следующих пределах: при слабой водопроницаемости  $A=0,7$ ,  $m=0,3$ ; при средней  $A=1,9$ ,  $m=0,4$ ; при сильной  $A=3,4$ ,  $m=0,5$ .

Если известны параметры каналов, то более точно потери воды можно определить по формуле Н. Н. Павловского

$$S_0 = 0,0116(B + 2h)K_\phi,$$

где  $S_0$ - потери воды на 1 км длины канала, м<sup>3</sup>/с;  $B$  – ширина канала по урезу воды, м;  $h$ - глубина воды в канале, м;  $K_\phi$  – коэффициент фильтрации грунта, м/сут.

Потери воды на 1 км длины канала подсчитывают по формуле С. А. Гиршкана

$$S_0 = 0,063\sqrt{Q_{нт}} K_\phi,$$

где:

$Q_{нт}$ - расход воды нетто, м<sup>3</sup>/с.

Для определения потерь воды в каналах пользуются таблицей потерь воды, составленной по формуле А. Н. Костякова.

Коэффициент полезного действия канала или его участка находят по формуле

$$\eta = Q_{нт} / (Q_{уп} + S) = (Q_{бр} - S) / Q_{бр} = Q_{нт} / Q_{бр},$$

где:  $Q_{нт}$  – расход воды в конце участка (канала), м<sup>3</sup>/с;

$Q_{бр}$  – расход воды к голове канала или участка, м<sup>3</sup>/с;

$S$  – потери на участке, м<sup>3</sup>/с.

Коэффициент полезного действия межхозяйственной сети определяют по зависимости

$$\eta_{мх} = \sum Q_{нт} / (\sum Q_{нт} + S_{мх}) = \sum Q_{тв} / Q_{гс},$$

где:  $Q_{тв}$  и  $Q_{гс}$  – сумма расходов в точках водовыдела и в голове системы, м<sup>3</sup>/с;

$S_{мх}$  – сумма потерь в каналах межхозяйственной сети, м<sup>3</sup>/с.

Коэффициент полезного действия системы равен

$$\eta_{сист} = \sum \frac{Q_{сист}^{нт}}{Q_{сист}^{бр}} = \frac{Q_n}{Q_{гс}},$$

где:  $Q_{сист}^{нт}$  - сумма расходов воды, подаваемой на поля хозяйств;

$Q_{сист}^{бр}$  - расход воды брутто, забираемый в голове оросительной системы из источника орошения.

С. Р. Оффенгенден при непрерывной подаче воды для расходов, меньших максимального. Рекомендует определять КПД системы по формуле

$$\eta_\alpha = (\eta + \alpha^m - 1) / \alpha^m,$$

где:  $\eta_\alpha$  - КПД при пропуске расхода, составляющего долю от максимального;

$\eta$  - КПД системы при максимальном расходе воды;  
 $m$  – показатель степени, характеризующий водопроницаемость грунта (0,3..0,5).

На основе учета заявок хозяйств на воду и потерь воды в каналах межхозяйственной сети подекадно определяют расходы воды, которые необходимо забирать из источника орошения. Сопоставление потребных для проведения поливов расходы воды в голове оросительной системы с возможностями забора ее из источника орошения позволяет установить реальность системного плана водораспределения и возможности обеспечения заявок хозяйств на воду. В том случае, когда отклонения потребного расхода от возможного забора воды не превышают  $\pm 5\%$ , баланс считается увязанным. В итоге подсчетов план забора воды в оросительную систему оформляют в виде ведомости подекадных расходов и объемов забора воды.

### **5.5. План распределения воды по оросительной системе**

Его составляют на каждую предстоящую декаду на основе плана водозабора из источника орошения. Лучшая форма плана – диспетчерский график.

К системному плану водораспределения прикладывают краткую пояснительную записку, в которой содержатся расчеты по прогнозу водоносности источника орошения на данный год, рассматриваются особенности водопользования в наиболее напряженные периоды, возможность введения водооборота, устанавливаются плановые показатели работы системы. План водораспределения обсуждают на общем собрании работников системы с участием представителей хозяйств-водопользователей и районных организаций. Не позднее чем за месяц до начала поливов планы водораспределения ирригационных систем должны быть утверждены начальников БУИС.

### **5.6. Проведение системных планов водораспределения**

Перед началом поливного сезона специальные комиссии проверяют готовность оросительных систем к пуску воды. В работе комиссии принимают участие представители областного управления мелиорации и водного хозяйства, системны или районных управлений оросительных систем, хозяйств-водопользователей. Обнаруженные при проверке недостатки устраняют в сроки, установленные комиссией.

До начала поливов управление оросительной системы проводит инструктивное совещание с работниками линейной службы системы, агрономами и гидротехниками хозяйств-водопользователей. На совещании подробно рассматривают основные показатели плана водораспределения и порядок проведения его в жизнь, устанавливают ориентировочные сроки пуска воды в оросительную систему после зимнего периода. Каждый

эксплуатационный участок обеспечивают выпиской из плана распределения подаваемых расходов воды по всем узлам и водовыделам, расположенным в границах участка.

### 5.7 Пуск воды в оросительную систему

Срок спуска воды в систему заранее объявляют приказом по управлению системы и доводят до сведения хозяйств-водопользователей. К началу заполнения каналов водой на сооружениях наносят масляной краской линии предельно допустимых уровней воды. При пуске воды различают два характерных периода: первый – каналы межхозяйственной сети заполняются водой, второй – обеспечивается подача оросительной воды в хозяйства.

Наполнение каналов при пуске воды проводят постепенно: на малых каналах расходы воды увеличивают не более чем на 20%, на больших – не более чем на 10% нормального. Каждое последующее открытие щитов для наполнения каналов делают только после стабилизации уровня воды в них. Интервал между перерегулировкой щитов должен быть во всех случаях не менее двух часов.

В период наполнения каналов весь линейный персонал системы расставляют по наиболее ответственным участкам с таким расчетом, чтобы обеспечить контроль за состоянием каналов и сооружений. После наполнения каналов до нормальных уровней и очистки их от плавающих предметов и мусора приступают к подаче воды в хозяйства по заявкам.

### 5.8 Основные показатели планового водопользования на системе

Оценку деятельности оросительных систем по водопользованию за год дают по показателям выполнения плана водозабора, равномерности распределения воды и подачи ее колхозам и совхозам. Немаловажное значение имеет КПД каналов межхозяйственной сети и системы в целом, а также выполнение плана поливов и КИВ в хозяйствах. Главным показателем успешного выполнения плана водораспределения является обеспечение плановой урожайности и валовых сборов сельскохозяйственных культур на орошаемых землях.

Выполнение плана водозабора определяется показателем:

$$\gamma = \frac{W_{\phi}}{W_{пл}}$$

где:  $W_{\phi}$  - фактический объем водозабора в оросительную систему, м<sup>3</sup>;  
 $W_{пл}$  - плановый водозабор за то же время, м<sup>3</sup>.

Равномерность распределения воды на системе и подача ее хозяйствам-водопользователям характеризуются соотношением

$$\frac{Q'_{\phi}}{Q'_{пл}} = \frac{Q''_{\phi}}{Q''_{пл}} = \frac{Q'''_{\phi}}{Q'''_{пл}} = \dots = \frac{Q^n_{\phi}}{Q^n_{пл}}$$

где:  $Q'_\phi$ ,  $Q''_\phi$ ,  $Q'''_\phi \dots Q_{\text{пл}}$  – соответственно фактические и плановые расходы воды в узлах вододеления и в точках водовыдела в хозяйства, м<sup>3</sup>/с.

Коэффициент полезного действия оросительной системы определяют как отношение расхода воды нетто к расходу брутто или как произведение КПД магистрального канала, межхозяйственной и внутриводопользовательской сети. Фактический КПД сравнивают с плановым.

Выполнение плана поливов анализируют по освоению физической площади в гектарах и по числу гектарополивов во всех хозяйствах-водопользователях. Показатель выполнения плана поливов определяют как отношение фактически политой в хозяйствах площади к плановой за это же время.

Коэффициент использования воды определяют сравнением выполнения планов поливов и забора воды в систему.

## **5.9 Учет распределения воды и контроль использования ее в хозяйствах**

Контроль за фактическим забором и распределением воды на системе ежедневно выполняет дежурный диспетчер. С этой целью каждое утро гидротехники головного узла, узлов вододеления и эксплуатационных участков представляют дежурному диспетчеру сведения о расходах за прошедшие сутки по всем пунктам учета воды. Полученные сведения по водораспределению и политым площадям записывают в специальный журнал. Фактические показатели по водоподаче и политой площади за каждые сутки сравнивают с плановыми и если имеются отклонения от плана, устанавливают причины их с целью последующего устранения. Результаты поливов за каждый день диспетчер докладывает начальнику системы и отдела водопользования.

Управление оросительной системы контролирует выполнение планов водопользования и использование воды в хозяйствах. В обязанности участковых гидротехников и водных объездчиков входит систематический объезд поливаемых площадей. Они оценивают правильность выбора способов и элементов техники полива, контролируют состояние оросительной и дренажной сети, проводят контрольные замеры поливных норм. Особое внимание обращают на то, чтобы не затоплялась дорожная сеть, бережно использовалась оросительная вода – без сброса в коллекторно-дренажную и утечки через сооружения.

Каждое хозяйство-водопользователь имеет право в любое время проверить правильность подачи ему воды и потребность выполнения плана, если это возможно по условиям водообеспеченности. Кроме того, хозяйство может отказаться от определенного количества воды без последующей его компенсации.

## **Глава 6. Эксплуатация коллекторно-дренажной сети**

## 6.1. Состав мероприятий по организации технической эксплуатации КДС

Мероприятия, проводимые для организации правильной технической эксплуатации можно сгруппировать в следующем порядке:

- 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.

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 3 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, положения 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 в сутки, 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.

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, не правильное 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.

Заиление закрытого 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 во внутривладельческих коллекторах при диаметрах труб 125-200 мм.

## **6. 2. Состояние эксплуатации коллекторно-дренажной сети в республике Узбекистан**

По природным: климатическим, рельефным, гидрогеологическим, гидрологическим орошаемые земли Республики Узбекистан относятся к сложным. Поэтому из 4 млн. 280 тыс. га существующих орошаемых земель около 60% от общей площади подвержены ко вторичному засолению. Засоление почвогрунтов не только ухудшает мелиоративную, но и экологическую, санитарно-эпидемиологическую и экономическую обстановку. Рассматривая данную проблему, следует различать первичное и вторичное засоление почвогрунтов.

Первичное засоление - это соленакопление в почве под влиянием.

Естественно природных процессов, Происходящих на данной территории. Вторичное засоление - процесс ускоренного засоления и превращения незасоленных почв в солончаковые и солончаки в результате искусственного изменения их водно-солевого режима.

Необходимой предпосылкой для развития вторичного засоления на орошаемых землях служат солевые запасы в глубоких толщах почвогрунта, близко залегающие к поверхности грунтовые воды высокой минерализации.

Засоление - это процесс накопления вредных солей в верхних горизонтах почвы, обусловленный восходящими водными токами, интенсивностью процессов перемещения и испарения. Восходящие токи определяются капиллярными свойствами почвы и уровнем залегания грунтовых вод. Высота капиллярного поднятия тем больше, чем меньше диаметр капилляра, и, следовательно, зависит от механического состава почвогрунтов.

Эффективность водоземельных ресурсов зависит от уровня организации эксплуатации ГМС и мелиоративных мероприятий.

В зависимости от степени и вида засоления почв на орошаемых полях уменьшаются урожайность сельскохозяйственных культур. На рис 6.1. показана зависимость урожайности хлопчатника от степени засоления почвы

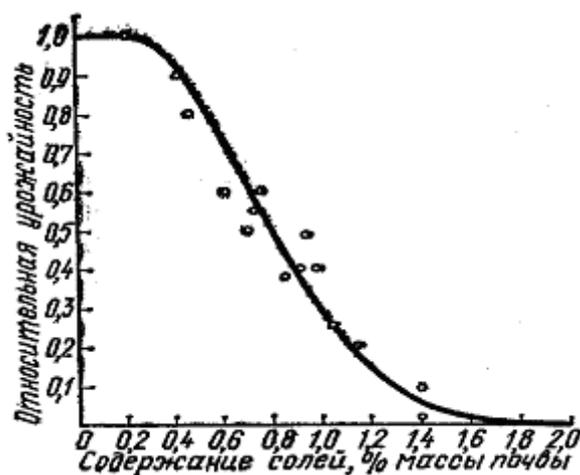


Рис 6.1. Зависимость урожайности хлопчатника от степени засоления почвы (по Маркову Е.С.)

Опыт эксплуатации КДС в различных странах Мира: США, Испания, Россия, Азербайджан, Казахстан, Таджикистан и Узбекистана показывает следующее.

К основным причинам неудовлетворительной работы КДС относятся:

- Некоторые ошибки проектной и строительной организации в процессе строительства КДС;
- Недостатки в процессе эксплуатации по поддержанию и содержанию КДС в рабочем состоянии;
- Изменение водно-солевого баланса мелиорируемой площади путем

нарушения режима орошения с/х культур ( изменение структуры посевов с/х культур, ведение повторного посева с/х культур, снижение значения КПД ОС, техники полива, КИВ и др.), некачественная и несвоевременная промывка засоленных земель.

- Отсутствия лаборатории в АВП, ГАВП по проведению хим. анализов почв, воды КДС, ОС грунтовых вод и качества урожая.
- Недостатки при выполнении или отсутствия календарного плана работ по организации технической эксплуатации КДС.
- Износ и старение отдельных звеньев КДС

При технической организации эксплуатации КДС необходимо четко различать периоды работы в течение календарного года. Период работы КДС состоит из 2 частей: мелиоративной и эксплуатационной.

Первый – мелиоративный – охватывает время освоения засоленных земель. Назначение дренажа в этот период заключается во-первых, в устойчивом рассолении всего корнеобитаемого слоя почвы до содержания в ней не более 0,2-0,3% суммы всех солей, в том числе не более 0,01% анионов хлора, во-вторых в рассолении нижележащей толще почвогрунтов, а также грунтовых вод с последующим созданием их пресного слоя.

Второй – эксплуатационный. Назначение дренажа в этот период состоит в поддержании созданного оптимального солевого режима почв и грунтовых вод и обеспечении нормальной мелиоративной обстановки на орошаемых землях в совместно с полным комплексом предупредительных мероприятий по борьбе с засолением земель.

Самым ответственным и критическим периодом работы является мелиоративный период.

Значительные эксплуатационные затраты при очистке коллекторов от заиления и зарастания (таблица 6.1).

Таблица 6.1

Общий объем очистки коллекторов от заиления и зарастания в 2005г.  
(по данным МСиВХ р. Узбекистан)

№	Наименование	Объем тыс.м <sup>3</sup>		Протяженность, км	
		План	факт	План	факт
1	Межхозяйственный коллектор	35014.8	40190.5	63596.5	71219
2	Внутрихозяйственный коллектор	44928	47073	15211.2	16216.6

### 6.3. Состав организационно-технических мероприятий по организации эксплуатации КДС

Для улучшения мелиоративного, экологического, экономического и санитарно-эпидемиологического состояния орошаемых земель хозяйств необходимо выполнить следующие мероприятия:

- составить водный баланс орошаемого массива;
  - составить солевой баланс орошаемой территории;
  - уточнить значения размеров основных параметров существующей КДС;
  - составить и внедрить календарный план эксплуатационных мероприятий;
  - проводить комплекс агротехнических, химических, водохозяйственных эксплуатационных и лесотехнических мероприятий в хозяйствах;
  - выполнение расчетов по прогнозированию и очистке русел открытых коллекторов.
  - Реконструкция старых КДС
  - Совершенствование управлением и организации эксплуатации КДС
- Уравнение полного водного баланса орошаемой территории по С.Ф Аверьянову [1] выражается формулой:

$$\Delta W = B + П + П + A - C - (И + Тр) - O, \text{ м}^3/\text{га}$$

где:  $\Delta W$ -суммарное изменение запасов воды в балансовом слое за рассматриваемый период,  $\text{м}^3/\text{га}$  ;

$B$ - водоподача на балансовый участок ;

$П$ - приток поверхностных вод (приток грунтовых вод со стороны или подпитывание грунтовых вод напорными водами);

$A$ - атмосферные осадки;

$C$  – сумма сбросных вод, удаляемых за пределы территории коллекторно-дренажной сетью;

$И$  - испарение с поверхности почвы ;

$Тр$ - транспирация воды растениями ;

$O$ - подземный отток за пределы территории

Солевой баланс орошаемой территории (по Кацу Д.М.)

$$\Delta S = S_a + S_{ор} + S_{п} + S_{имп} + S_{уд} - S_{от} - S_{др} - S_{раст},$$

где:  $\Delta S$ -изменение запасов солей;

$S_a, S_{ор}, S_{п}, S_{имп}, S_{уд}$  – поступление солей соответственно с атмосферными осадками, поливной водой, притоком подземных вод, путем импульверизации, с удобрениями;

$S_{от}, S_{др}, S_{раст}$  -вынос солей потоком подземных вод, с дренажными водами, с урожаем сельскохозяйственных культур.

#### 6.4. Совершенствование эксплуатации дренажа на засоленных землях

В случае близкого залегания уровня грунтовых вод высокой минерализации (на глубинах менее критических), малой их естественной

отточности и если применение всего комплекса предупредительных мероприятий не обеспечивает нужного понижения грунтовых вод, то их отток осуществляется путем устройства дренажа.

Дренаж на оросительных системах – это комплекс гидротехнических сооружений (дрен, коллекторов, скважин, насосных станций), предназначенных для сбора и отвода с орошаемых земель излишков почвенно-грунтовых вод и растворимых в них солей. Таким образом, основное назначение дренажа заключается в предотвращении процессов вторичного засоления.

Действие дренажа необходимо рассматривать в два периода.

Первый – мелиоративный - охватывает время освоения засоленных земель.

Назначение дренажа в этот период заключается, во-первых, в устойчивом рассолении всего корнеобитаемого слоя почвы до содержания в ней не более 0,2...0,3 % суммы всех солей, в том числе не более 0,01 % анионов хлора, во-вторых, в рассолении нижележащей толщи почвогрунтов, а также грунтовых вод с последующим созданием их пресного слоя.

Второй - эксплуатационный. Назначение дренажа в этот период состоит в поддержании созданного оптимального солевого режима почв и грунтовых вод и обеспечении нормальной мелиоративной обстановки на орошаемых землях совместно с полным комплексом предупредительных мероприятий по борьбе с засолением земель.

Дренаж на орошаемых землях для обеспечения отвода избытка солей из корнеобитаемого слоя почвы и поддержания уровня сильноминерализованных грунтовых вод, исключающий возможность вторичного засоления земель. На орошаемых землях применяются горизонтальные, вертикальные и комбинированные дрены, и выбор их производится на основе технико-экономических расчетов, геолого-литологических и гидрогеологических условия хозяйства. На засоленных и склонных к засолению землях, для улучшения их мелиоративного состояния, используют горизонтальные (открытые, закрытые) дрены.

Расчет горизонтального дренажа состоит в установлении глубины заложения дрен, определении междренних расстояний и модуля дренажного стока (л/с) с I га дренируемой площади.

Расчет горизонтального дренажа производится различными методами. Основными из них являются следующие:

- метод расчета дренажа по интенсивности (скорости) сработки уровня грунтовых вод после промывных поливов (по А.Н. Костякову);
- метод расчета дренажа при неустановившемся режиме работы его (по С.Ф. Аверьянову);
- метод расчета дрен по их непрерывному действию на базе уравнения водного баланса дренируемой территории (по А.П. Вавилову).

Глубина заложения дрен для равнинных и подверженных к засолению земель определяется по формуле

$$H_{op} = H_{H.O} + H_{min} + h_0,$$

где:  $H_{др}$  - глубина заложения горизонтальной дрены, м;

$H_{н.о}$  - норма осушения или критическая глубина грунтовых вод, м;

$H_{min}$  - конечный (остаточный) напор, м;

$h_0$  - глубина наполнения воды, м.

Нормой осушения называют минимальную глубину залегания грунтовых вод, при которой не будет засоления и она зависит от минерализации грунтовой воды, глубины развития корневой системы растений (зерновые, люцерна, хлопчатник), капиллярных и водно-физических свойств почвы и климатических условий.

Согласно рекомендациям В.А.Ковды [28], критическую глубину можно определить в зависимости от среднегодовой температуры воздуха:

$$h_{кр} = 170 + 8t \pm 15 \text{ см};$$

где:  $t$  – среднегодовая температура воздуха, °С

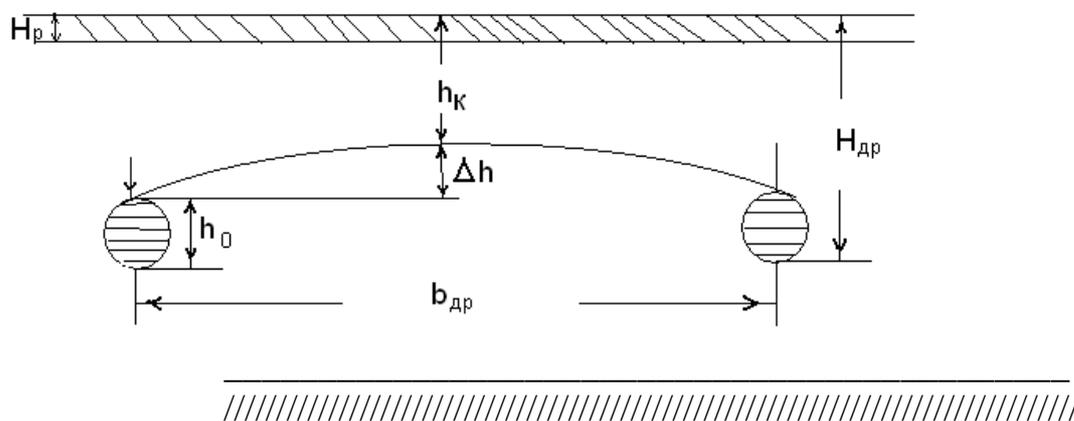


Рис 6.2. Глубина заложения первичных дрен

Расстояние между существующими дренами можно сопоставить со следующими данными расчета :

Водоупор	Модуль дренажного стока, л/сек с 1 га	
	0.20-0.25	0.075-0.1
Глубокий	$b = 180 \sqrt{K}$	$b = 300 \sqrt{K}$
Близкий	$b = 90 \sqrt{K}$	$b = 150 \sqrt{K}$

Расчёт произведён по формуле Т.Н.Преображенского.

$$Q_{кол}^P = q_{др} * w, \text{ л/с}$$

где:  $q_{др}$  - дренажный модуль, л/с с 1га

$w$  – обслуживаемая площадь, га

$K$ - среднее значение коэффициента фильтрации почвогрунтов, м/сут

при:  $Q_{кол}^{\phi} > Q_{кол}^p$

Происходить сброс поверхностных и сбросных вод в коллектора, что необходимо принять соответствующие меры по их устранению.

Несвоевременная очистка русл коллекторов от заиления ведет к существенному снижению пропускной способности и как следствие — к нарушению водно-солевого баланса орошаемой территории (Рис. 7.3.). Поэтому эксплуатационный штат должен иметь графики прогноза наступления критических уровней заиления и заблаговременно производить планирование очистных работ на коллекторах.

## 6.5. Сооружения на горизонтальной дренажной сети

К сооружениям на горизонтальной дренажной сети, необходимым для обеспечения бесперебойной работы дренажа, относятся: устья коллекторов, смотровые колодцы, отстойники, перепады и регуляторы уровня грунтовых вод. Они изготовлены из дерева, камня, бетона.

Устья коллекторов и дрен, то есть выходы их в водоприемник, канал или реку, - важнейшие сооружения на дренажной сети, от них зависит ритмичная работа всей дренажной системы.

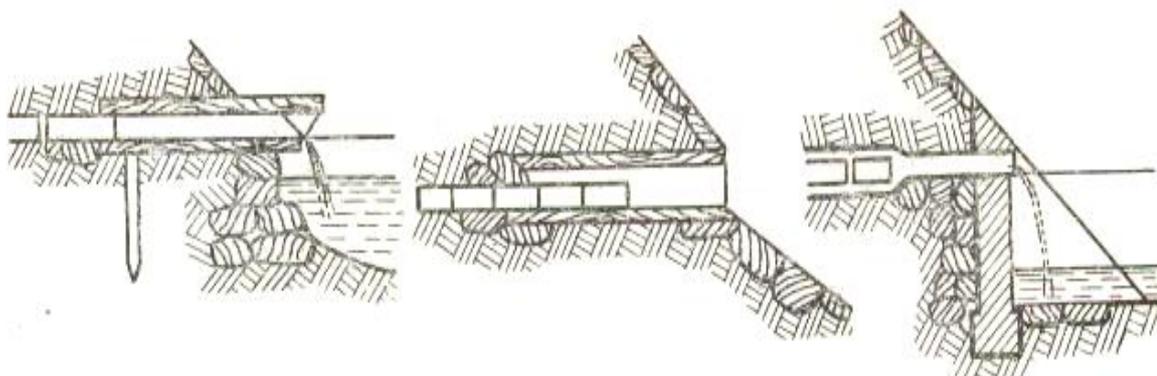


Рис.6.3. Устье коллекторов дренажа.

При устройстве устьев дренажа выбирают места, не подтопляемые водоприемником и защищенные от обвалов и обрушений берегов, заносов и засорений. Если устье коллектора впадает в быстро текущий поток, то трубу устья нельзя направлять против течения потока. Дренажные трубы в месте устья не доводят до выхода на поверхность откоса водоприемника (канала) на 2...4 м, и последняя дренажная трубка берется в бетонную или асбестоцементную трубу. Место выхода трубы укрепляют каменной, кирпичной кладкой на цементном растворе или бетонированием. Нижний край трубы должен быть установлен на 10...15 см выше расчетного уровня воды в канале в посевной период.

Смотровые колодцы устраивают для того, чтобы следить за работой дренажа и быстро обнаруживать места повреждений дрен.

Их строят из бетонов и железо бетонов. Колодцы устраивают во всех узлах дренажной системы, где сходится несколько коллекторов, в местах изменения направлений коллектора или дрены в вертикальном или горизонтальном направлении. На прямолинейных участках дренажа смотровые колодцы размещают на расстоянии 100...400 м один другого. Верх смотрового колодца или выводят на поверхность земли и закрывают крышкой, или делают под землей ниже обрабатываемого слоя почвы. Дно колодца должно быть на 30...45 см ниже выхода в него дренажных труб. На дне колодца оседают наносы (ил), которые периодически удаляют. Смотровые колодцы могут служить и в качестве перепадов при пересечении дреной местности с большими уклонами.

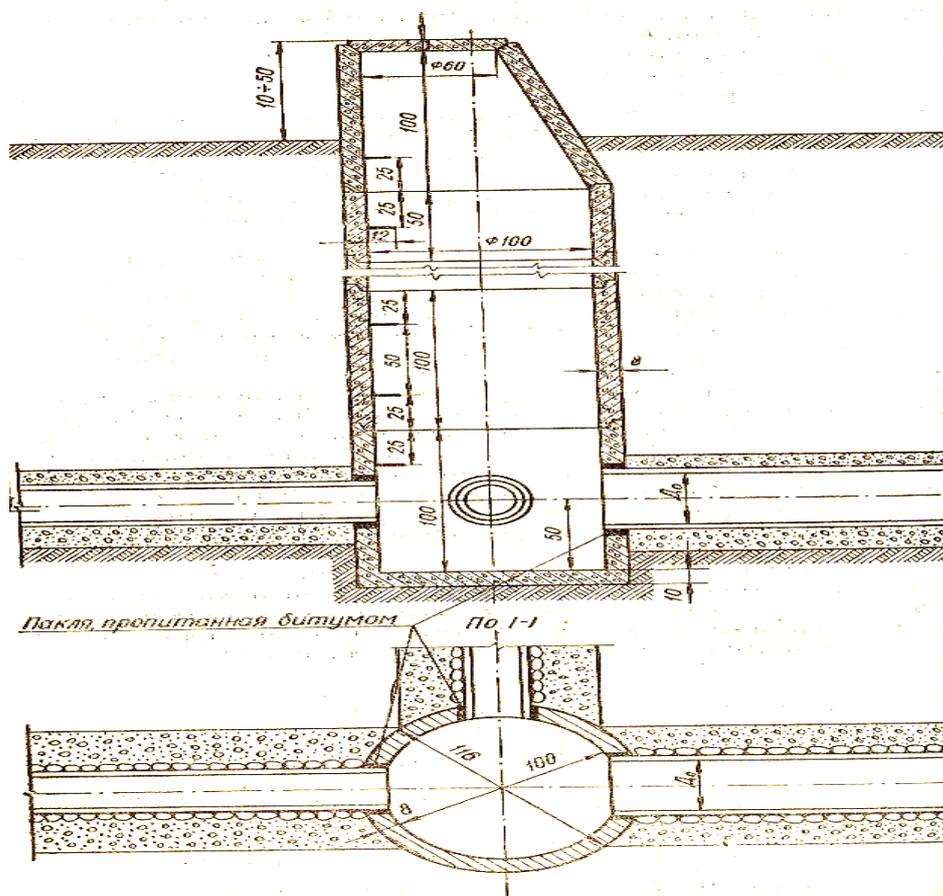


Рис.6.4. Смотровые колодцы на дренажной системе (глубина колодца 2-1 м, размеры в см).

Смотровые колодцы устраивают из бетонных колец диаметром – 100 см. Шлюзы-регуляторы регулируют уровень грунтовых вод на дренажной системе в засушливые периоды года. Путем подпора воды с помощью кандор шлюза вызывается подъем грунтовых вод и тем самым создается водный режим почвы, благоприятный для произрастания сельскохозяйственных растений. Регулирующие сооружения устраивают на коллекторах в виде колодцев-регуляторов в любой его части в зависимости от рельефа местности осушаемой территории. Часто шлюзы-регуляторы в виде шандорного затвора сооружают в устьях коллекторов; закрытием или

открытием шандор обеспечивается регулирование грунтовых вод и нормы осушения.

## 6.6. Гидравлический расчет закрытого горизонтального дренажа

Гидравлический расчет закрытых трубчатых дрен приводится по формулам равномерного движения, при этом дренажные трубы рассматриваются безнапорными. Расчет заключается в определении диаметра трубчатого дренажа, позволяющий пропускать максимальные дренажные стоки.

Гидравлический расчет производится в следующем порядке:

$$Q_{др} = F * V$$

где:  $F = \frac{\pi d^2}{4}$  - площадь живого сечения воды в дренажной трубе, м<sup>2</sup>;

d - диаметр трубы; м;

V - средняя скорость течения воды в дренаже, м/с;

$$V = C \sqrt{RI}; \quad C = \frac{I}{n} R^{1/6}$$

где:  $R = \frac{d}{4}$  гидравлический радиус, м;

I - уклон дна дрены;

n - коэффициент шероховатости дрены зависит от материала труб и принимается для керамических  $n=0,012+0,015$ , для полиэтиленовых труб  $n=0,010+0,012$ ;

$$Q_{др} = \frac{\pi d^2}{4} * \frac{I}{n} \left( \frac{d}{4} \right)^{0,67} * I^{0,5}$$

По справочным данным известно, что закрытые дренажи не заиливаются, если скорость движения воды в них будет не меньше 0,3 м/с, т.е.  $V_{min}=0.3$  м/с.

Наименьшие земляные работы будут тогда, когда расчетный уклон дрены будет равен уклону местности по трассе дрены. Допустимый уклон дрены, при котором она не заиливается, определяется по формуле:

$$I_{доп} = 6,36 \frac{V_{min}^2 * n}{d^{3/4}}$$

Расчет по определению диаметра дрен производится по методике института Средазгипроводхлопок.

Определяем наибольший расчетный расход воды, протекающей по дренажным трубам:

$$Q_p = g_{max} * W$$

где:  $g_{max}$  - максимальный дренажный модуль, л/с с 1 га;  
по известным данным величинам нагрузки на дренаж [(см. пункт 6,5)] можно

определить  $g_{max} = \frac{g}{86,4 * 183}$ , л/с га,

где: 183 - число суток в вегетационном периоде;

W- площадь обслуживания дренажной линией определяется длиной дрены и расстоянием между дренажами:

$$W = \frac{l_{gp} * B}{1000}, \text{ га.}$$

$l_{gp}$ - длина дрены, м;

B-расстояние между дренажами, м;

При известном уклоне дренажной линии, которой назначается из условия  $i \geq 0,002$ , и выбранном диаметре дренажных труб находится пропускная способность трубы (Q) данного диаметра, и пропускная способность трубы сопоставляется с расчетным наибольшим расходом дрены ( $Q_p$ ), т.е.

$$A = \frac{Q_p}{Q}$$

Если значение A находится в пределах  $0,9 \leq A \leq 1,7$  диаметр дрены выбран правильно. В противном случае необходимо изменить уклон дрены или диаметр дренажных труб.

Гидравлический расчет дренажных труб можно произвести по номограммам, составленным Ф.В.Серебренниковым.

В результате гидравлического расчета имеем:

- 1) наибольший расход дрены  $Q_p$ ;
- 2) внутренний диаметр дренажных труб  $d$ ;
- 3) пропускная способность труб Q;
- 4) скорость течения воды в трубах V.

## 6.7. Расположения коллекторно-дренажной сети в плане

Плавное расположение КДС на орошаемом поле хозяйства зависит от природно-хозяйственных условий.

В настоящее время в передовых хозяйствах Республики Узбекистан и других стран Центральной Азии принимается четыре варианта размещения КДС в увязке с оросительной сетью (рис. 6.7.)

Первый вариант применяется на уклоне местности  $i=0,0005+0,0008$  при наличии лотковых участковых внутрихозяйственных распределителей. Подача оросительной воды из участкового лотка осуществляется с помощью гибких поливных шлангов. Конструкция первичных дрен и дренажосборителей закрытая.

Второй вариант применяется на землях с лотковыми или земляным руслом с антифильтрационными одеждами участковых внутрихозяйственных распределителей. Забор воды участкового распределения производится с помощью поливных машин, передвижных насосных установок или без них не посредственно во временный ороситель.

Третий вариант применяется на землях с уклоном ( $i=0,002+0,006$ ) при наличии лотковых участковых и внутрихозяйственных распределителей, а

также при закрытых участковых и внутрихозяйственных трубопроводах. Такое размещения КДС в плане называется “алочкой”.

Четвертый вариант применяется применяется на сильнозасоленных землях и на солонцах с оросительной сетью из сборно-железобетонных лотков при уклонах поверхности орошаемых земель  $i=0,0003+0,0007$ . Подача оросительной воды из лотков осуществляется с помощью поливных машин или с помощью передвижных насосных установок. Такое расположение дрен в плане называется решеткой разбежку.

## **6.8. Конструкция и поперечное сечение коллекторно-дренажной сети**

Дрены и коллекторы младшего порядка, собирающие воду из дрен, представляют собой закрытые сооружения. Конструкция закрытых дрен выбирается на основе фильтрационных расчетов, условий производства работ и технико-экономического сопоставления вариантов, учитывающих природные условия района и наличие необходимых стройматериалов. В зависимости от гидрологических и геотехнических условий закрытые дрены можно устраивать на естественном или искусственном основании с фильтрующей обсыпкой разных типов: двуслойные со специальными соединениями или без них, с перфорацией или без нее. В качестве дренажных принимают гончарные трубы  $l=33$  см, керамические трубы длиной  $l=70$  см, асбестоцементные трубы, а также трубы из различных полимеров (полиэтилен, полихлорвинил), где  $l=5$  м.

При выборе дренажных труб нужно учитывать агрессивность среды, в которую закладываются трубы.

При выборе искусственного основания следует, что при разжижении грунта на не большую глубину применяют подошву из гравия, щебня или песка толщиной 5-10 см, а при значительном разжижении грунта основания удаляют и заменяют соответствующим слоем гравийно-галечникового грунта.

В зависимости от материала и длины дренажные трубы могут иметь специальные водопроницаемые отверстия (перфорацию) в виде щелей или круглого сечения.

В гончарных керамических или других трубах длиной не более 70 см специальные отверстия не требуются: их роль выполняют стыки. В асбестоцементных, пластмассовых и бетонных трубах длиной более 70 см щели располагаются через 50-70 см по длине трубы, а при круглых отверстиях площадь перфорации составляет примерно 0,5% поверхности трубы. Щели и отверстия располагаются сбоку и снизу сечения трубы. Максимальные размеры водоприемных отверстий дренажных труб устанавливается с учетом крупности фракций фильтрующей обсыпки. Ширина щелей равна 3..7мм, а круглых отверстий -5...15мм.

Фильтрующая дренажная обсыпка – основной элемент конструкции дрен, осуществляющей захват грунтовых вод и предотвращающий вынос частиц грунта в дренажные трубы. При проектировании дренажных обсыпок

необходимо правильно подбирать материал, его состав, число слоев и габариты обсыпок. Для обсыпки можно использовать мелкий гравий, щебень твердых пород, крупный и средний песок и гравийно-песчаные смеси. Ширину обсыпки устанавливают в зависимости от внешнего диаметра труб

$$d_{\text{вн}} : Z = d + б,$$

где:  $б = 2(0,1-0,2) * n_m$   $n_m$  - число слоев обсыпки.

Высоту дренажной обсыпки при дренировании однородных грунтов ориентировочно находят по высоте нависания, которую определяют по выражению

$$h_g = (0,17 \dots 0,26) * \frac{Q}{K_f},$$

$Q$  - расчетный приток к дрене. Его определяют из формулы

$$Q_{\text{поз.м.}} = \frac{Q_{\text{max}} * 86400}{1000 * \lg P} = \frac{0,00752 * 86400}{650} = 0,00099,$$

$K_f$  - коэффициент фильтрации грунта, м/сут.

Для обсыпки используется гравий, щебень, крупный и средний песок и гравийно-песчаные смеси.

## 6.9. Промывка засоленных земель

### 6.9.1. Технология промывок

Промывку земель проводят путем подачи воды почву в объеме, позволяющем переместить солевые растворы за пределы активного корнеобитаемого слоя, которые в зависимости от возделываемых культур составляет 0,6...1,5 м.

Промывки по организационно-хозяйственным особенностям проведения работ делятся на капитальные и эксплуатационные. Их проводят на фоне горизонтального, вертикального или комбинированного дренажа. В некоторых случаях допускается «осаживание» солей вглубь, в свободную емкость при автоморфном режиме почвогрунтов.

Промывки проводят по мелким чекам отдельными тактами без сброса промывной воды, по мелким чекам с постоянным затоплением, перепуском воды из чека в чек и частичным поверхностным сбросом, по крупным чекам отдельными тактами.

Расходы и глубина воды во временных оросителях и выводных бороздах в зависимости от уклона.

Таблица 6.2

Уклон временного оросителя	Расход воды, л/с					
	60		80		100	
	Ширина по дну, см	Глубина воды, см	Ширина по дну, см	Глубина воды, см	Ширина по дну, см	Глубина воды, см
Менее 0,001	50	35	50	40	50	45
0,001...0,003	50	30	50	35	50	40
0,003...0,005	50	25	50	30	50	35

Промывки по мелким чекам или цепочкам чеков - один из самых распространенных способов на слабопроницаемых почвах при устройстве временного дренажа. Для затопления участка прокладывают поперечные водоудерживающие валики высотой 25...30 см. Разность напоров воды при затоплении не должна превышать 5 см. Вода подается из оросителя из чека в чек по цепочке длиной 200...300 м.

Размеры чеков определяются расстояниями между временными дренами (20...50 м), которые выполняют в виде открытых каналов глубиной 0,8...1 м. Временные дрены соединяются временным коллектором глубиной 1...1,2 м.

Поперечные сечения элементов промывной сети приведены на рисунке 15.4, а расходы и глубина воды в канале в зависимости от уклонов – в таблице.

При мелиорации земель почвы, требующие продолжительности промывок более 90...100 сут, можно одновременно использовать для выращивания затопляемого риса. Основные требования агротехнике, обеспечивающие удовлетворительный урожай риса, выращиваемого при промывке засоленных земель, следующие: тщательная планировка поверхности участка, регулирование непрерывного уровня затопления от посевов до выхода в трубку не более 5 см и после – 10...15 см, соблюдение оптимальных сроков посевов риса ( например, в Средней Азии это вторая половина апреля – начало мая ).

Для предотвращения разрушения дренажно-коллекторной сети сброс оросительной воды в нее не допускается. При неизбежности сброса некоторого объема воды необходимо выделять часть площади в нижней части участка.

Наиболее эффективны промывка по мелким чекам отдельными тактами без сброса промывной воды, полосовая промывка от центра междренья к дренам. Начинают ее с затопления центральной полосы, на которую падают всю промывную норму, на среднее полосы – 60%, а на придренные – 50%

расчетной нормы. Очередную полосу затопляют после того, как в предыдущую подано заданное количество промывной воды.

Промывки по крупным чекам применяют на почвогрунтах с коэффициентами фильтрации  $k > 1 \text{ м/сут}$  при малых уклонах поверхности. Водоудерживающие валы высотой 60...80 см отсыпают бульдозером, сообразуясь с горизонталями местности. Площадь чеков равна 1...3га. Валы, прилегающие к дренам, располагают на расстоянии 40...50 м от них для предохранения их от разрушения. Допустимый перепад напоров при затоплении в чеке – 10...15 см.

Такое расположение чеков внутри междурья дает возможность применить полосовой метод затопления, что повышает эффективность промывки, так как скорость фильтрации воды в придренных зонах участка значительно больше, чем в средней части междурья. В зависимости от нормы промывки и глубины наполнения чеков их затопление повторяют несколько раз. Благодаря значительному слою воды этот способ можно применять в зимнее время.

При проектировании капитальных промывок на фоне вертикального дренажа необходимо выделить зону активного влияния скважины. В этой зоне, площадь которой зависит от гидрогеологических условий, промывку можно проводить без временного дренажа по крупным и средним чекам в любой комбинации в зависимости от уклонов местности.

Трудномелиорируемые сильнозасоленные земли можно промывать в два цикла с использованием временного дренажа.

### **6.9.2. Расчет капитальных промывок засоленных земель**

Коренное улучшение мелиоративного состояния земель хозяйства без предварительного опреснения почвогрунтов невозможно. В связи с этим проекте предусматривается проведение капитальных промывок. Величину промывных норм, обеспечивающих необходимое расслоение расчетного слоя почвогрунта, определяют с учетом удаления солей дренажными водами за пределы массива. Процесс промывки засоленных земель (растворение и удаление солей) можно рассмотреть как сумму гидродинамических и диффузионных истоков в почвогрунте при полном его насыщении. Величина промывной нормы нетто, необходимая для расслоения определенного слоя почвогрунта до допустимых пределов, определяется по формуле С.Ф. Аверьянова:

$$N_{\text{нл}} = (2 - \sqrt{D^*t + h})m, \text{ мм},$$

где:  $D^*$  - коэффициент конвективной диффузии,  $\text{м}^2/\text{сут}$ ;

$t$  – продолжительность промывки, сут;

$m$  – пористость почвогрунтов в долях от объема;

$h$  – расчетная глубина опреснения, м;

$a$  – параметр, зависящий от требуемой степени опреснения почвы в конце промывки  $C$ :

$$C = \frac{C_{доп} - C_n}{C_o - C_n},$$

где:  $C_{доп}$  - допустимое содержание солей, г/л;

$C_n$  - минерализация промывных вод, г/л;

$C_o$  - исходное содержание солей, г/л;

Значение параметра  $a$  в зависимости от  $C$  принимается по табл. 108. (см. Справочник по мелиорации-М: Росагропромиздат, 1989г.) (Б.С.Маслов, И.В.Минаев, К.В.Губер)

Задаваясь различными значениями продолжительности промывки, табл. Находим величину промывной нормы и необходимую скорость отвода промывных вод:

$$V = \frac{N_{нт}}{t}$$

Задаем значение  $t_1 = 30$  сут. И вычислим промывную норму нетто сведенную в таблице 6.3.

Таблица 6.3

Показатель	t, сутка		
	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>
N, м <sup>3</sup> /га	2042	2446	2756
V, м/сут	0.068	0.041	0.031

Таким образом, величина промывной нормы и скорость отвода промывных вод зависят от продолжительности полива.

Представляет интерес выяснить возможность обеспечения постоянного дренажа отвода промывных вод в установленные сроки. Скорость отвода промывных вод, создаваемая постоянным дренажем, определяется по приведенным выше зависимостям. При условии подъема грунтовых вод до поверхности земли следует учитывать, что гидравлический расчет дрен произведен на максимальный модуль дренажного стока и увеличение его вызовет напорную дренаж.

Принимая напор в дренах при промывках 0,5м, можно получить действующий напор  $\Delta h = Hg - 0.5$

Тогда из выражения

$$0.435T^* + (\Delta H - I) \lg T^* = * + (\Delta H - I) \lg \frac{2T}{d^*} + 0.301$$

$$\text{находится значение } \Delta H = I + \frac{0.435T^* - 0.301}{\lg \frac{2T}{T^* d^*}}$$

$$\text{здесь: } T^* = \frac{IT}{B}, \quad d^* = \sqrt{2d(\Delta h + d)}.$$

Затем из выражения  $\Delta H = \frac{\Delta H + gT}{\Delta h}$  при известных  $\Delta H; T; \Delta h$  находим  $g = \frac{\Delta H \Delta h - \Delta H}{T}$  и модуль стока инфильтрационного питания отводимого постоянным дренажем в условиях промывок  $g_0 = K_1 * g$ , м/сут.

Если  $g_0$  меньше требуемой скорости отвода промывных вод, тогда дренаж не может обеспечить отвод промывных вод в установленные сроки, поэтому на период промывок надо предусмотреть временный дренаж, устраиваемый в виде открытых каналов глубиной 0,8...1,2 м.

Сравнивая необходимые скорости отвода промывных вод  $V$  и скорости, создаваемые постоянным дренажем, можно определить разность  $V - g_0$  и по ней рассчитать расстояние между временным дренами  $B_1$ . Принимая  $h=1$  м,  $t=90$  сут.

$$d_1 = 0.5b_0 + h_0$$

где:  $b_0$  - ширина дрены, м;

$h_0$  - глубина воды в дрене, м;

Из равенства работ определяем значение  $B_1$ :

$$V - g_0 = \frac{PK_1 h}{B_1 (\lg \frac{B_1}{d_1} - 1)}$$

Проверим, может ли постоянная оросительная сеть подать требуемое количество воды:

$$Q = q * t * 86.4 * K_f$$

Сравнивая  $Q$  и  $N_{нт}$ , видно, что оросительная сеть, рассчитанная на проектный режим орошения, позволяет провести промывку в указанные сроки.

### 6.9.3. Эксплуатационная промывка засоленных почв

На сильнозасоленных орошаемых землях удаление избытка солей из корнеобитаемого слоя почвы достигается промывкой ее водой. При промывке вода проходит через слой почвы, растворяет соли и вымывает их с грунтовой воды. На фоне дренажа процесс промывки почв и ее рассоления проходит с наибольшей эффективностью.

Промывку проводят на почвах, содержащих в метровом слое более 0,02...0,03% хлора по массе. К началу посева сельскохозяйственных культур содержания ионов хлора не должно превышать 0,01% по массе.

Промывку почвы без дренажа проводят когда грунтовые воды залегают достаточно глубоко, при наличии хорошего их естественного оттока за пределы орошаемой территории и при залегании ниже 1,5...2 м от поверхности хорошо водопроницаемых грунтов (галечник и др.). При залегании минерализованных грунтовых вод, не имеющих естественного оттока, на глубине менее 2...3 м от поверхности необходим дренаж.

### 6.10. Эксплуатация вертикального дренажа

При эксплуатации вертикального дренажа ставится задача создать на больших массовых орошаемых землях с недостаточной дренированностью условия, обеспечивающие замену действующих восходящих токов фильтрации нисходящими. Этого можно достичь откачкой из первого водоносного горизонта такого количества воды, которое обеспечит уменьшение нужных размеров дренированности покровного слоя мелкозема ниже уровня грунтовых вод.

Под дренированностью понимается не фактический модуль стока, а модуль стока с единицы площади за единицу времени при постоянном горизонте грунтовых вод. Такое определение дренированности позволяет сравнивать по трудности борьбу с засолением не только на отдельных участках ирригационных массивов, но и во всем регионе в целом, и правильно размещать скважины.

Анализ эффективности вертикального дренажа по уменьшению пьезометрического напора водоносного пласта, в котором размещены фильтры скважин, а также по снижению уровня грунтовых вод выявил большие его возможности по сравнению с другими видами дренажа. Применяя вертикальный дренаж достаточной мощности, в зоне старого орошения Голодной степи можно значительно сократить срок устойчивого рассоления земель – примерно за 10 лет, как считают проектанты. В схеме приняты два важных исходных положения: 1) целесообразность совместной работы систем вертикального и горизонтального дренажа; 2) необходимость систематически и равномерно располагать скважины, в основном на землях, наиболее неблагоприятных в мелиоративном отношении.

Главное в борьбе с засолением орошаемых земель – увеличение дренированности почвогрунтов путем повышения оттока воды по дренированному слою. Воднорастворимые соли из покровного мелкоземистого слоя вместе с водой будут опускаться вниз и удаляться оттуда дренажными устройствами.

Основой в решении вопросов борьбы с засолением больших массивов орошаемых земель должно служить задание повысить дренированность до величины, гарантирующей рассоление земель, а не только понижение уровня грунтовых вод.

Необходимая величина дренированности засоленных мелкоземов – отвод из них 15-20 м<sup>3</sup>/сек воды с валового гектара в сутки. Уровень грунтовых вод необходимо поддерживать на глубинге порядка 2,0 м от поверхности земли.

Скважины вертикального дренажа нужно располагать на мелиорируемых площадях с учетом и соблюдением следующих условий: плотности насыщения орошаемого массива скважинами должна быть тем большей, чем хуже мелиоративное состояние массива или его части; скважины не следует располагать вблизи наиболее крупных оросительных каналов и коллекторов;

откачиваемую воду необходимо без больших затрат сбрасывать в дренаж и использовать затем на орошение в вегетационный период; подключение скважин к государственным электрическим системам должно быть обеспечено при минимальных затратах; фильтры скважин вертикального дренажа следует закладывать в первом, подстилающем покровные суглинки, водоносном горизонте.

В результате уменьшения пьезометрического напора в водоносном горизонте, где заложены фильтры вертикальных скважин, сдается или усиливается приток туда воды по дренируемому слою и из соседних, в том числе из засоленных мелкозёмов.

Дренаж любого типа сам по себе не может засолить земли для рассоления орошаемых земель, нужен, кроме устройства дренажа, еще пропуск через засоленные почвогрунты достаточного количества воды, то есть применение промывных поливов с подачей повышенных оросительных поливных норм. Оба вида дренажа – горизонтальный и вертикальный, размещены в разных почвогрунтах, дают наибольший эффект по засолению орошаемых земель при совместной работе. Поэтому важно не заменять один вид дренажа другим, а применять дренажные устройства достаточной мощности.

Вертикальный дренаж рекомендуется устраивать во всех случаях, когда на время соблюдается два следующих условия: а) существует прямая гидравлическая связь между верхним мелкоземистым засоленным слоем почвогрунтов и в первом песчано-гравийном горизонте, где могут быть размещены фильтры скважин;

б) отметки пьезометрического напора в первом песчано-гравийном горизонте выше отметок уровня грунтовых вод.

Мощность вертикального дренажа необходимо для рассоления больших площадей орошаемых земель, следует принимать на основе существующих и проектных водных балансов и балансов подземных вод с одновременным расчетом солевого. При этом особенно важные значения имеют систематические наблюдения за разностью между уровнем грунтовых вод и отметками пьезометрического напора по наблюдательной сети.

Пьезометры устанавливают кустовые, они одиночные. Каждый куст состоит из грунтового колодца глубиной 4-5 м для замеров уровня грунтовых вод и пьезометра, устанавливаемого в середине водоносного слоя, откуда производится откачка воды и где располагаются фильтры скважин вертикального дренажа. Такой куст позволяет в каждой точке фиксировать разность между отметками пьезометрического напора и уровня грунтовых вод, изменить который должен запроектированный дренаж.

В процессе проектирования (Узгипроводхозом) и строительства вертикального дренажа выявлены 4 возможных способа производства работ по бурению много дебитных скважин диаметром – 0,7-1,2 м и глубиной до 100 м, дающие, в общем, удовлетворительные результаты. При одном из них производится вращательно-роторное бурение так называемая центральной скважины на полную проектную глубины. В эту скважину диаметром 0,5 м

опускают колонну из стальных труб диаметром 326мм, которая служит каркасом для гравийного фильтра. Нижний конец трубы, находящейся в зоне водоносного пласта, перфорируют. Для образования фильтра диаметром 0,7 – 1 м вокруг центральной скважины на близком расстоянии от нее (0,3-0,5м) пробуривают 5-6 «питающих» скважин такого же диаметра и глубины. Формирование гравийного фильтра происходит в процессе строительной откачки. Мелкие фракции грунта из промежутка между основной и питающими скважинами при откачке выносятся и вместо них поступает гравий, образующий фильтр диаметром до 1 м. При других способах бурения скважин применяются специально заводские долотья или же специально сконструированные рабочие наконечники диаметром 1000мм. Конструкции последних для вращательного бурения в крепких и слабых породах были различны. Так, бурили скважины диаметром 1000мм, в которые спускали трубы диаметром 326мм. Затрубное пространство засыпали гравием.

Последний, четвертый способ, - вращательное бурение с обратной промывкой - применяется при диаметре скважины 1270мм. Применение этого способа бурения в зоне старого орошения Голодной степи показало его рентабельность: экономится время по сравнению с другими способами, не нужна бентонитовая глина, а главное, создается возможность устройства более мощных гравийных фильтров.

Опыт показал, что дренажные скважины, построенные любым способом, работают вполне удовлетворительно. Дебет их в процессе эксплуатации остается почти без изменения. Выбор способа производства работ зависит в основном от наличия того или иного бурового оборудования и, конечно, диктуется экономикой.

Для изучения влияния дренажной системы на улучшение состояния земель старой зоны орошения Голодной степи запроектирована и построена широко разветвленная наблюдательная сеть из кустов пьезометров. Для получения информации об уровнях грунтовых вод и пьезометрическом напоре при эксплуатации вертикального дренажа и управления работой скважин целесообразно применять автоматику и телемеханику.

Узгипроводхоз впервые в практике проектирования подобных дренажных систем предусмотрел управление рассредоточенной системой скважин за его работой с помощью средств телемеханики. Телемеханизация работы рабочей скважины включает в себя телеуправление, телесигнализацию положения и аварийную. В каждой из наблюдательных скважин куста производится телеизмерение уровня.

В процессе осуществления проекта телемеханизации столкнулись с рядом непредвиденных трудностей. Оказалось, что датчики замеров уровней, серийно выпускаемые промышленностью, не могут быть применены: обмотка уложенного подземного полихлорвинилового провода пришлась по вкусу грызунам, ее нужно заменить обмоткой из другого материала. Густая сеть воздушных электрических проводов стала некоторой помехой в работе сельскохозяйственной авиации. Эти и ряд других причин привели к тому, что

в 1972г. телемеханизация управления работой скважин осуществлялась в небольшом объеме.

Можно утверждать, что применение вертикального дренажа в качестве базы для достижения устойчивого рассоления больших массивов орошаемых земель, на которых даются увеличенные оросительные нормы и производятся промывные поливы, позволяет перейти от приспособления к природным условиям к управлению процессом рассоления почв. При этом управление вертикальным дренажем и контроль за результатами его работы телемеханизируются.

Важное преимущество вертикального дренажа перед горизонтальным состоит в возможности полного управления уровнем грунтового и солевого режима почвы. В определенных условиях такой дренаж незаменим – его применение позволяет в короткий срок рассолить на необходимую глубину грунтовые воды и почвогрунты и поддерживать их в режиме, наиболее благоприятном для роста и развития растений и, следовательно, получения высоких урожаев (при соблюдении, конечно, обязательных агротехнических мероприятий).

К преимуществам вертикального дренажа следует отнести и то, что одна скважина, занимая незначительную полезную площадь, обслуживает 150-250 га и более мелиорируемой площади. При этом откачиваемая вода может быть использована для орошения.

Вертикальный дренаж применяют для понижения грунтовых вод на орошаемых землях при определенных гидрогеологических условий: при залегании хорошо водопроницаемых почвогрунтов (мощных крупнозернистых, песчаных или гравелистых слоев;) на землях, подстилаемых галечниковых аллювиальными отложениями, и другие. В тяжелых грунтах с плохими фильтрационными свойствами применения вертикального дренажа нецелесообразно. Отводя грунтовые воды глубоких слоев, вертикальный дренаж способствует ускорению процесса рассоления почв орошаемых земель и распространению этого процесса на большую глубину, чем горизонтальный. Но по сравнению с горизонтальным вертикальный дренаж требует больших затрат энергии на откачку воды, поэтому эксплуатационные расходы у него выше, чем у горизонтального дренажа.

В настоящее время вертикальный дренаж широко используют во многих оросительных системах Средней Азии. По данным Н.М. Решетковой, и в Среднеазиатских республиках имеются возможности применения вертикального дренажа на площади до 1,5 млн. га.

Вертикальный дренаж сооружают в виде вертикальных буровых скважин диаметром 30-70 см и более и глубиной от 30 до 150м, в зависимости от условий залегания водоносного пласта. Нижняя часть скважины оборудована в виде фильтра для приема грунтовой воды. Вертикальные скважины размещают равномерно по всей площади. (площадные расположения), если надо понизить уровень грунтовых вод на всей орошаемой территории, или по одной линии (линейное расположения),

если нужно перехватить поток грунтовых вод, поступающий на данную территорию извне, со стороны прилегающих земель. С учетом водопроницаемости водоносного слоя вертикальные скважины размещают на расстоянии 1,5...3 км одна от другой по уклону потока грунтовых вод и 0,7...1,5 км по горизонтали. Одна скважина обслуживает площадь от 100 до 400 га. В зависимости от дебита скважин их оборудуют глубинными погружными насосами подачей от 20 до 400л/с. (А.Н. Костяков).

Меры борьбы с заилением КДС

### 6.11. Планирование сроков заиления и очистки русел открытых коллекторов

Планирование сроков заиления и очистки русел открытых коллекторов предлагается производить на основе следующей формулы (проф. Серикбаев Б.С, проф. Бараев Ф.А, доц. Базаров Р.Х) [40]

$$h = \frac{TQ(\rho_n - \rho_m)3600}{\gamma \cdot l \cdot f}; \text{ м}$$

слой заиления русла канала, м;

$T$  – продолжительность работы канала, сут;

$\rho_n$  – мутность потока, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_m$  – транспортирующая способность потока, кг/м<sup>3</sup>

$\gamma$  – объемная масса наносов кг/м<sup>3</sup>

$l$  – длина рабочей части канала, м

$f$  – смоченный периметр канала, м

Транспортирующая способность потока предлагается вычислить по выражениям:

А) Гостунского А. Н.

$$\rho = \frac{3300 \cdot h^{0.5} i^{0.5}}{W_c}; \text{ кг/м}^3$$

Б) Хачатряна А.Г.

$$m = 0,69 \frac{V^{1.5}}{\sqrt[3]{RW_c}}; \text{ кг/м}^3$$

где:

$V$  – скорость потока в коллекторе м/с

$W_c$  – средневзвешанная гидравлическая крупность наносов, м/с,

$R$  – гидравлический радиус коллектора, м;

$i$  – уклон дна коллектора.

Средневзвешенную гидравлическую крупность наносов принимают на основании различных справочников в зависимости от диаметров отдельных фракций наносов, например по таблице 9.1.

Таблица 9.1.

Диаметры отдельных фракций насосов

Фракций наносов	1	II	III	IV
Диаметры, мм	0.25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0.01

%	2	23	25	50
Гидравлическая крупность см/с	2.7-0.692	0.692-0,173	0.173-0,007	0.007

Средневзвешенная гидравлическая (м\с) крупность по формуле:

$$W_{cp} = \frac{W_1 P_1 + W_2 P_2 + \dots + W_n P_n}{100}, \text{ м/с}$$

$W_1, W_2$  - значение гидравлической крупности каждой фракции, см/с

В прогнозных расчетах фактический слой заиливания коллекторов каналов ( $h$ ) сравнивают с критическим уровнем ( $h_{кр}$ ), если  $h > h_{кр}$  необходима очистка русл. Величина  $h_{кр}$  принимается не более 0.3-0.32 от нормальной глубины воды в коллекторе ( $h_{max}$ ):

$$h_{кр} < (0.3 - 0.32) h_{max}$$

На основании формул 7.8, 7.9, 7.10 строится эксплуатационный график прогноза сроков очистки русл коллекторов, где  $\rho_n - \rho_m = \text{const}$  (рис.23)

Для построения графика прогноза сроков очистки русл коллекторов или их участков необходимы следующие исходные данные.

1. Параметры коллекторов ( $v, h, m, i, Q, l$ )
2. Мутность потока  $\rho_n$ , кг/м<sup>3</sup> по участкам коллекторов .
3. Диаметры фракций наносов ( $d$ ) и их процентов распределения в потоке ( $\alpha$ ), гидравлическую крупность наносов по фракциям ( $W_1 W_2$ ), объемную массу наносов ( $\gamma$ ).

Сроки работы механизмов при очистке коллекторов определяется по формуле :

$$T = \frac{\sum V}{N P_{сут}}, \text{ шт}$$

где:  $T$  - срок работы механизма при очистке коллектора, сут ;

$\sum V$  - объем наносов удаляется из русла коллектора м<sup>3</sup>,

$P_{сут}$  – суточная производительность механизма при очистке коллектора или отстойника, м<sup>3</sup>/сут;

$T$  - количество используемых механизмов, шт;

При установленном сроке очистки, количество механизмов определяется по формуле:

$$N = \frac{\sum V}{T_y P_{сут}}$$

где:

$N$  - необходимое количество механизмов, шт;

$\sum V$  - объем работ по очистке коллектора, м<sup>3</sup>

$T_y$  - время в течение которого коллектор должен быть очищен, сут;

$P_{сут}$  - суточная производительность механизма, м<sup>3</sup>/сут

Прямые затраты на очистку коллектора определяется по формуле

$$C = V \cdot S ; \text{ сум}$$

где: С - прямые затраты на очистку, сум;

V - общий объем наносов, подлежащих к удалению из русла коллектора, м<sup>3</sup>;

S - стоимость очистки одного кубометра наносов, сум;

Итого с накладными расходами

$$C' = C + NP$$

Плановое накопление (ПН) % от итога прямых и накладных расходов, сум

Сметная стоимость очистки сум,

$$K = C'l + ПН$$

Удельная стоимость очистки одного погонметра коллектора будет

$$K_{уд} = \frac{K}{l_k}; \text{ сум/м}^3$$

где: K - сметная стоимость сум

l - длина очищаемого участка коллектора., м

### Календарный план работы по совершенствованию технической эксплуатации КДС на календарный год

Таблица 6.3.

№	Наименование работ	Ед изм	Кол- во	Стоим. Работ сум	Сроки выполнения	Отв.исп
1	Организация постоянного эксплуатационного мониторинга за работой КДС	пм			1.01-31.12	
2	Постоянный учет воды на КДС	л/с			1.01-31.12	
3	Организация правильного планирования и проведения водопользования на оросительных системах (орошения и промывка)				1.02-30-03 1.11-31.11	
4	Проведение эксплуатационной и капитальной планировки орошаемых площадей способствующая равномерному увлажнению и уменьшению пятнистости засоления почв.				1.02-1.03	
5	Мероприятия по борьбе с потерями воды в				1.03-1.11	

	оросительных каналах, на орошаемых полях.					
<b>6</b>	Оснащение новыми приборами, устройствами и установками по совершенствованию учета воды.				1.01-1.03	
<b>7</b>	Круглосуточный контроль за работой КДС в период эксплуатационной промывки засоленных земель.				1.12-1.03	
<b>8.</b>	Очистка КДС от заиления и зарастания.				1.11-1.04	
<b>9</b>	Текущий ремонт смотровых колодцев, устьевых сооружений, гидростов и др				1.11-1.04	
<b>10</b>	Подсыпка дамб открытых коллекторов в местах просадки, заделка мест карстовых явлений и обрушения откосов.				1.11-1.05	
<b>11</b>	Ремонт полевых и эксплуатационных дорог.				1.02-1.05	
<b>12</b>	Посадка районированных деревьев и тутовников в вдоль открытых коллекторов с учетом возможности мех.очистки их от заиления и зарастания, а также вдоль открытых каналов и дорог.				1.10-30.03	
<b>13</b>	Прокоска сорной растительности, водорослей в открытых коллекторах.				1.05-30.10	

Критерием хорошей организации эксплуатации КДС являются: Создание на орошаемых землях благоприятных мелиоративный режим. Под термином «благоприятных мелиоративный режим» следует понимать такие режимы грунтовых вод и связанные с ними водно-солевой режим почв, которые устойчиво обеспечивают благоприятное мелиоративное состояние орошаемых земель, что обуславливает получение высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур.

Надежность и долговечность, а также безотказность в работе КДС.

## ГЛАВА 7. ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ РИСОВЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ (РОС)

### 7.1. Особенности организации технической эксплуатации РОС

Контроль и эксплуатация внутрихозяйственной сети и сооружений на ней осуществляется силами самого хозяйства и АВП, укомплектованной высококвалифицированными специалистами со среднетехническим специальным образованием. На АВП возлагаются все водохозяйственные и эксплуатационные работы в хозяйствах, связанных с поддержанием и содержанием РОС в рабочем состоянии, составлении и проведении планов водопользования, организация учета оросительной и сбросной воды, составление перспективного плана развития РОС на основе научно-производственных исследований и мелиоративного мониторинга.

Кроме вышеперечисленных видов работ на службу технической эксплуатации возлагается эксплуатация инспекторских дорог в хозяйстве: эти дороги вдоль бетонных распределителей предназначены для технического надзора, переброски механизмов, людей, а также для всего хозяйства.

Отношением к воде и особенностями агротехники рис резко отличается от других культур. В практике рисосеяния применяют различные режимы орошения риса, все многообразие которых сводится к двум типам: возделыванию риса со слоем воды и проведению периодических поливов.

При периодических поливах риса составление планов водопользования не отличается от ранее рассмотренного. Режим орошения риса со слоем воды накладывает свои особенности на планирование водопользования.

При орошении риса затоплением выделяют два периода: создание и поддержание слоя воды в чеках.

Наиболее напряженный период работы рисовых систем – создание слоя почвы. В течение непродолжительного времени (10...15 сут) для создания слоя до 10 см требуется суммарный объем водоподдачи 2800...3500 м<sup>3</sup>/га. Все это определяет высокий гидромодуль, который может быть подсчитан по формуле

$$q = (W + 100h + 10\xi t - P) / 86,4t,$$

где  $q$  - удельный расход, л/(с га);  $W$  – объем воды, необходимый для насыщения почвогрунта, м<sup>3</sup>/га;  $h$  – слой воды в чеках, см;  $\xi$  - среднесуточное испарение с водной поверхности, мм;  $t$  – продолжительность затопления чеков, сут;  $P$  – сумма осадков за период затопления чеков, м<sup>3</sup>/га.

В период создания слоя воды гидромодуль достигает 3,5...4 л/(с га) и более. При поддержании слоя воды гидромодуль водоподдачи определяют по зависимости

$$q = 0,0016(\xi + \tau + \varphi),$$

где:  $\tau$  - среднесуточная транспирация растений, мм;  $\varphi$  - среднесуточные потери воды на фильтрацию, мм.

При орошении риса со сменой воды следует учитывать сброс ее.

Расход воды, который необходимо подать в систему, составит

$$Q = q_p \alpha F_{\text{суис}}^{\text{нм}} / 1000 \eta,$$

где:  $Q$  – расход воды, м<sup>3</sup>/с;  $q_p$  – гидромодуль риса, л/(с га);  $\alpha$  - доля площади, занятой на системе посевами риса;  $F_{\text{суис}}^{\text{нм}}$  - площадь системы нетто, га;  $\eta$  - КПД системы каналов.

В целях ускорения затопления чеков и уменьшения потерь воды в этот период рекомендуется пропускать по каналам максимальные или даже форсированные расходы. В период затопления чеков на рисовых системах устанавливают очередность создания слоя воды – водооборот, четко увязанный с ходом проведения посева риса. После создания слоя воды динамика водоподачи на системах определяется режимом орошения риса.

Необходимость поддержания слоя воды в чеках в течение продолжительного периода затрудняет определение размера и динамики водоподачи. Поэтому на рисовых системах при планировании водопользования необходимый объем воды на оросительный период устанавливают по средней оросительной норме. В зависимости от условий возделывания и принятого режима орошения оросительная норма изменяется от 12 тыс. до 30 тыс. м<sup>3</sup>/га, в отдельных случаях достигает и больших значений. В разные периоды роста культуры риса водоподачу определяют по графику гидромодуля. Объем водоподачи для орошения сопутствующих культур в рисовом севообороте принимают с учетом режима их орошения и занимаемой площади.

Орошение риса проводят под руководством бригадира-рисовода, отпуск воды в хозяйство – по заявкам главного гидротехника хозяйства.

Планирование водопользования на рисовых системах следует согласовывать с возможностью проведения работ по уходу за каналами и сооружениями и поддержанием их в нормальном техническом состоянии. В отличие от обычных каналы рисовых оросительных систем в течение оросительного периода заполнены водой постоянно. Поэтому работы по поддержанию их пропускной способности проводят до начала создания слоя воды в чеках. Особое внимание уделяют подсыпке дамб каналов до проектных отметок, предотвращению фильтрации воды через дамбы по трещинам и ходам землероев, а также фильтрации в низовых откосах и оползанию грунта в местах выклинивания фильтрационных вод до пуска воды в систему. На период поддержания слоя воды в чеках планируют работы по дополнительной очистке каналов от зарастания, а также выполняют работы по уходу за каналами и сооружениями.

В РОС предусматривается армирование ирригационной, КДС ГТС сооружениями и мостами.

Для регулирования водозабора и создания командных горизонтов в старших каналах проектом предусматривается строительство перегораживающих сооружений с переездами и водомерами системы САНИИРИ.

Спецификой рисосеяния является то, что перегораживающими сооружениями армируются и участковые сбросы.

В этом случае перегораживающие сооружения ставятся для уменьшения водоподачи и поддержания нормального слоя затопления на рисовых полях.

Для регулирования уровня воды в чеках проектом предусматриваются водовыпуски из оросителя в чеки и из чеков в сбросы.

В местах пересечения предусматриваются следующие сооружения:

1. дороги с оросительной и КДС, железобетонные мосты;
2. оросительная и КДС: акведуки, дюкеры;
3. на закрытой дренажной сети предусматриваются смотровые и устьевые колодцы.

## 10.2. Определение расходов воды и параметров РОС

При плановой разбивке проектной оросительной сети в зоне командования хозяйственных каналов (Куруктал, Стаханов) определены расположения основных гидротехнических узлов сооружений и отдельных водовыпусков на проектируемой сети, рис

Максимальный расход (пропускная способность) каналов оросительной сети определяется по формуле:

$$Q_{\max} = \frac{1.1\omega q \alpha K_B}{1000\eta};$$

где:

$\omega$  - обслуживаемая площадь канала нетто, га;

$q$  – максимальная ордината графика гидромодуля м<sup>3</sup>/сек/га;

$\alpha$  - содержание риса в севообороте;

1.1 – коэффициент запаса;

$\eta$  - к.п.д. системы;

$K_B$  – коэффициент водооборота;

$$K_B = \frac{t_c}{t_m},$$

где:  $t_c$  – время первоначального затопления по всей оросительной системе;

$t_m$  – время первоначального затопления, обслуживаемая данным каналом площади.

Минимальный расход оросительных каналов определяют по формуле:

$$Q_{\min} = \frac{\omega q_{\min} \alpha}{1000};$$

где:  $q_{\min}$  – минимальная ордината гидромодуля;

$\alpha$  - содержание риса в севообороте, для групповых и внутрихозяйственных каналов принимаем:

$$\alpha = 1$$

Для участковых и групповых оросителей введен водооборот. Все участковые оросители запроектированы в лотковой сети с уклонами:

$i = 0.0008$ .

Для лотковой сети к.п.д. принимаем равным 0,98.

Все групповые каналы запроектированы в бетонной облицовке – 50% - монолитный бетон, 50% - железобетонные плитки.

Увеличение пропускной способности каналов оросительной сети в связи с повышением водопотребления в первые годы освоения не допускается, поэтому расходы хозяйственных каналов определяются по формуле:

$$Q = \frac{1.1\omega q}{\eta 1000}; \text{ м}^3/\text{с}$$

где:

$\omega$  - площадь нетто обслуживания канала;

$q$  – средневзвешенная ордината гидромодуля;

$\eta$  - КПД системы.

Параметры каналов приведены в таблице 2.8.

### Совершенствование коллекторно-дренажной сети.

Коллекторно-дренажная сеть состоит из первичных дрен, дренасобирателей и коллекторов.

Плановое положение коллекторно-дренажной сети принимается в соответствии с рельефом, почвенно-мелиоративными условиями и в увязке с элементами организации территории.

Основными факторами, определяющими глубину и густоту КДС, являются:

- величина дренажного модуля;
- расчетные периоды работы дренажа;
- значение критических глубин залегания грунтовых вод по расчетным периодам;
- гидрогеологические условия (к фильтрации и т.д.)

КДС рассчитана на пропуск воды без подпора при расходах, полученных по модулю дренажно-сбросного стока в период орошения риса, с проверкой на пропуск без перелива максимального расхода воды в период сброса воды с рисового поля.

Максимальный расход каналов водоотводной сети всех порядков определяется по формуле:

$$Q_{\max} = \frac{1.5\omega q_{\max} \alpha}{1000};$$

где:

$\omega$  - обслуживаемая площадь канала нетто, га;

$q_{\max}$  – мак.ор.граф. гидромод. м<sup>3</sup>/сек/га;

$\alpha$  - содержание риса в севообороте;

1.5– коэффициент запаса для всех районов рисосеяния;

Часть дренажно-сбросной воды используется на орошение, если минерализация по гидрогеологическому отчету в пропорциях 1:3.

### **7.3. Устройство дорожной сети**

Постоянное затопление полей в рисосеющих хозяйствах вызывает необходимость создания больших дорог, проходящих в насыпях и с устойчивым твердым покрытием.

Данным проектом предусматриваются следующие виды дорожной сети:

1. дорога с черным покрытием вдоль каналов;
2. внутрихозяйственные дороги для связи центральной усадьбы с бригадными станами, фермами, севооборотными и сенокосными участками.

Запроектированные дороги расположены в полно связи с элементами организации территории и оросительно-дренажной сетью.

В плановом положении дороги располагаются вдоль хозяйственных распределений или коллекторно-сбросной сети с учетом топографических и грунтовых условий местности.

Внутрихозяйственные дороги совмещены с дамбами каналов. Ширина дамбы по верху – 8 м, ширина проезжей части – 4,5 м и обочин – по 1,5 м. Ввиду небольшой грузонапряженности на этих дорогах устраивается грунтово-щебеночное покрытие.

Полевые дороги также устраиваются с грунтово-щебеночным покрытием. В плановом положении дороги располагаются вдоль оросительной и КДС. Земляное полотно полевых дорог проходит в насыпи.

Ширина полевых дорог – 6 м, ширина проезжей части – 4,5 м и обочин – по 0,75 м. Земляное полотно дорог выполняется за счет изъятия грунта из чеков, выемки участков сбросов, дрено-собирателей и коллекторов.

### **7.4. Внутрихозяйственный план водопользования рисовых хозяйств**

#### **7.4.1. Необходимые данные для составления внутрихозяйственных планов водопользования**

Внутрихозяйственные планы водопользования рисовых хозяйств составляются на основании следующих исходных данных:

- план орошаемых массивов хозяйства в масштабе 1:5000 или 1:10000 с горизонталями, на которых должны быть нанесены оросительная и сбросная сеть, дорога, границы севооборотных полей и массивов, границы бригад и отделений;
- почвенно-мелиоративная характеристика массивов с указанием глубины уровней ГВ по периодам данные их минерализации;

- площади размещения культур по массивам и данные плановой урожайности с/х культур;
- техника полива риса и сопутствующих культур в рисовом севообороте;
- рекомендуемый режим орошения риса и культур в рисовом севообороте, разработанный научно-исследовательскими учреждениями и утвержденный районными и сельскохозяйственными и водными организациями;
- сведения о пропускной способности и протяженности оросительных каналов и сбросных каналов, о расчетных значениях КПД;
- сведения о водомерах на водовыпусках и пропускной способности гидротехнических сооружений;
- сведения о наличии поливальных, мелиоративной техники по уходу за оросительной и сбросной сетью по бригадам и отдельным хозяйствам;
- календарный план эксплуатационных мероприятий на текущий год по поддержанию хозяйственной и мелиоративной сети в рабочем состоянии.

#### 7.4.2. Рисовый режим орошения

Режим орошения риса зависит от природно-хозяйственных условий рисосеящих стран. Поэтому в зависимости от почвенно-климатических, хозяйственных и др. условий в рисосеящих странах мира применяются 3 вида орошения риса. (см.рис.7.1)

1. Постоянное затопление, когда слой воды на поле поддерживается в течение вегетационного периода от посева до созревания.
2. Укороченное затопление, когда слой воды отсутствует в воздухе.
3. В рисосеящих странах, где выпадают муссонные дожди (субтропические и тропические зоны) применяются периодическое затопление рисового чека.

Испаряемость за вегетационный период или другой расчетный период определяется суммированием месячных ее значений или по уравнению:

$$E_T = \frac{\Delta a(25 + t^0)^2 T}{1695}; \text{ м}^3/\text{га}$$

где:  $E_T$  – испаряемость за период,  $\text{м}^3/\text{га}$ ;

$T$  – продолжительность периода, дни;

$\Delta a$  – среднесуточный дефицит влажности воздуха за весь период, %

$t^0$  – среднемесячная температура воздуха за период,  $^{\circ}\text{C}$ .

Значение коэффициента  $K_0$  – для условий Узбекистана.

Оросительная норма представляет собой разность между суммарный водопотреблением и используемыми запасами влаги растениями.

Потребность в оросительной воде выражается уравнением:

$$E_y = M = \sum E - (W_H + P_n + F) + W_K; \text{ м}^3/\text{га};$$

где:

$E_V$  – водопотребление за расчетный период,

$P$  – осадки за период;

$E$  – суммарное водопотребление за период;

$W_H$  – запасы влаги в почве в день посева;

При отсутствии данных суммарное водопотребление определяется по формулам. В частности по формуле Блейни-Криддла:

$$\sum E = K(I + E) = 0,475 \sum EP(17.8 + t)^2; мм$$

где:

$K$  – коэффициент культуры ( $K = 1.2$ );

$t$  – средняя температура воздуха за вегетационный период;

$P$  – продолжительность дневных часов в данном периоде от годовой их суммы

Значения вертикальной фильтрации определяются по вегетационным сосудам В.В. Зайцева. При укороченном затоплении поверхностный сброс отсутствует.

Боковая фильтрация определяется по формуле Дюпюи:

$$\Phi_o = K_\phi \frac{h_1^2 - h_2^2}{2l};$$

где:  $\Phi_o$  – удельный расход;

$K_\phi$  – коэффициент фильтрации;

$h_1$  – глубина грунтового потока в начале участка (при горизонтальном водоупоре);

$h_2$  – глубина грунтового потока в конце участка;

$l$  – расстояние между сечениями 1-1 и 2-2;

### 7.4.3. Режим орошения сопутствующих культур в рисовом севообороте

Выбор сопутствующих культур зависит от природно-хозяйственных условий рисосеящих массивов орошения и хозяйств. В зависимости от специфических особенностей техники полива риса, а также рисовый чек является единицей при возделывании риса, т.е. рисовый чек является постоянным в течении нескольких лет, в результате чего необходимо соответственно выбрать вид сопутствующих культур для различных хозяйств.

Сопутствующими культурами являются: пшеница, соя, люцерна, суданская трава, рапс и др.

Сроки и продолжительность вегетации сопутствующих культур, а также величины оптимального водопотребления устанавливаются по данным опытных станций. Для люцерны начало водопотребления – вегетация растений, конец – время прекращения вегетации. Оптимальный срок посева люцерны – в Ташкентской области – 12-20 апреля, время прекращения вегетации – 20 сентября. Продолжительность вегетации люцерны – 152 дня.

Для определения испаряемости можно воспользоваться формулой Н.Н. Иванова:

$$E = \frac{\Delta a(25+t)^2}{55.5}; \text{ м}^3/\text{га}$$

где:

$E$  – испаряемость за месяц,  $\text{м}^3/\text{га}$ ;

$\Delta a$  – среднемесячный дефицит влажности воздуха, равный  $(100-a)$

$a$  – среднемесячная относительная влажность в начале и конце вегетационного периода.

В условиях острого дефицита водопотребления лучшим режимом риса является укороченное затопление.

При укороченном затоплении на засоленных землях после посева риса чеки затапливаются слоем воды 5-10 см на 5-6 дней. Затем подача воды прекращается. Вода из чеков не сбрасывается, а остается до полного впитывания. Чеки остаются без воды до момента появления всходов, когда рядки посевов рассматриваются от края в край чека. Затем чеки заливают слоем воды. В фазе кущения слой воды снижается до 3-5 см. После кущения до молочной спелости риса слой воды из чеков не сбрасывается, а остается до полного впитывания.

Оросительная норма определяется:

$$M = W + (I + T) + (\Phi_v + \Phi_b) + (S_n + S_0 + S_t) - P; \text{ м}^3 / \text{га}$$

где:

$W$  – насыщение почвогрунта зоны аэрации;

$I$  – испарение воды с почвенной поверхности

$T$  – транспирация;

$\Phi_v$  – фильтрация вертикальная;

$\Phi_b$  – фильтрация боковая – проточность;

$S_0$  – единовременные сбросы;

$S_t$  – технические потери;

$P$  – осадки за вегетационный период;

Влагонасыщение почвогрунта зон аэрации определяется по формуле:

$$W = 100\gamma H(\beta_{np} - \beta_n), \text{ м}^3 / \text{га};$$

где:

$W$  – насыщение почвогрунта зоны аэрации;

$H$  – промачиваемый слой почвы в м/расстояние от поверхности почвы в УГВ;

$\gamma$  – объемный вес почвы;

$\beta_{np}$  – полезная влагоемкость почвы, выраженная в процентах от веса сухой почвы;

$\beta_n$  – влажность, при которой починалось затопление, выраженная в % от веса сухой почвы.

Суммарное водотребление риса определяется при помощи вегетационный сосудов В.В. Зайцева ГТИ-3000.

Запасы влаги в почве к началу вегетационного периода определяются количеством невегетационных осадков с учетом их накопления и сохранения в почве.

$$V_n = 10P_{II}\mu;$$

где:

$P_{II}$  – сумма атмосферных осадков за невегетационный период;  
 $\mu$  – коэффициент накопления и сохранения осадков в почве.

Для зоны Узбекистана  $\mu=0,65-0,75$

Капиллярное использование ГВ растениями при близком их залегании определяют по данным экспериментальных исследований, а если их нет, то можно рассчитывать по зависимости:

$$G = E_v g_2 K;$$

где:  $G$  – количество используемых ГВ за расчетный период, м<sup>3</sup>/га;  
 $g_2$  – коэффициент капиллярного подпитывания, выраженный в долях от суммарного водопотребления;

$K$  – поправочный коэффициент, учитывающий степень минерализации ГВ, при пресных 1,0, при слабой минерализации – 0,7-0,5, при средней 0,5-0,35. (Это данные для условий юга республики)

Поливная норма определяется по формуле А.Н. Костякова:

$$M = 100\gamma h(\beta_n - \beta_0), \text{ (м}^3\text{/га)}$$

где:  $M$  – поливная норма;

$\gamma$  – объемный вес расчетного слоя почвы кг/м<sup>3</sup>;

$h$  – глубина увлажнения почвы, м;

$\beta_n; \beta_0$  – предельная поливная влагоемкость и предполивная влажность почвы в весовых.

## 7.5. Техника полива риса. Рисовая карта

У условиях РУЗ площадь рисовых карт на инженерных системах в зависимости от рельефа местности составляет 10-35 га в пределах одного севооборотного поля. Площадь чеков на картах составляет 1,5-2,5 га.

Площади карт на массиве должны быть равновеликими, что в значительной степени упрощает маневрирование расходами воды и облегчает проведение полевых работ. Длина карты составляет от 400 до 1500 м, ширина 100-200 м.

В условиях Узбекистана большая сторона карты располагается по уклону местности, оросители двустороннего командования. Вдоль каждой карты расположен картвый оросительный канал и с противоположной стороны параллельно ему картвый сброс.

Подача воды из оросителя в чек и сброс воды из чека осуществляется при помощи трубчатых водовыпусков.

## 7.6. Рисовый чек

В условиях Узбекистана преобладает укрупненный чек (3-4 га), полив проводится по укрупненным чекам без перепуска воды из чека зависит от площади чека и удельного расхода подачи воды. Важным критерием

получения высоких урожаев риса является опланированность рисовых чеков, точность планировки составляет 5 см.

Профессор В.В. Зайцев отмечает, что урожай на плохо опланированном рисовом поле составляет 65% от возможного. В условиях Узбекистана лучшая планировка достигается на чеках 1,5-2,5 га. Эти размеры соответствуют условиям рельефа местности, организации работы строительных машин и производству планировочных работ. Продольные валики, идущие параллельно картовым оросителям, не мешают работе сельхоз машин, поперечные валики затрудняют их работу.

Валики занимают значительную площадь рисового поля. По данным профессора В.В. Зайцева при расстоянии между поперечными валиками 10 м, площадь, занимаемая валиками составляет 16% от площади карты.

В условиях Узбекистана высота валика – 0,4-0,5 м, а заложение откосов  $M = 1.50$ . Расстояние между поперечными валиками колеблется в пределах 100-200 м.

Между чеками имеются перепады по высоте, величина которых зависит от длины чеков и уклона местности. Разность в высотных отметках смежных чеков условно называют террасностью. Профессор В.В. Зайцев и инженер Попов В.А. предложили формулу оценки террасностью «Показателя террасности»:

$$T = \frac{h_1^2 - h_2^2}{2lL}$$

где:  $T$  – показатель террасности чека;  
 $h_1^2 h_2^2$  – гидростатический напор над местным водоупором в верхнем и нижнем чеках, м;  
 $l$  – длина пути фильтрации под валиком, м;  
 $L$  – длина чека, м.

По этой формуле определяется величина «показателя террасности» для рисовых карт. По данным наших исследований установлено, что на землях, где террасность рисовых чеков внутри одной карты составляет  $T=0,00-0,02$ , урожай риса был 45-35 центнеров с га. С увеличением террасности рисовых чеков ухудшается мелиоративное состояние земель и урожай риса снижается.

Где «показатель террасности» рисовых чеков составлял  $T \leq 0,0-0,02$ , потери урожая были 10+15%. На землях, где  $T > 0,02$ , потери урожая были больше.

## 7.7. Техника полива сопутствующих культур в рисовом севообороте

При поливе люцерны затоплением равномерное увеличение почвы не обеспечивается из-за недостаточной спланированности чеков. Учитывая безуклонную поверхность чека, а также малую пропускную способность водовыпуска из оросителя в чек, поливать травы и другие с/х культуры малыми нормами – затруднительно. Фактически поливные норма превышают расчетные, что приводит к подъему УГВ, застою воды в микропонижениях чека и к намоканию растения.

После дождевальной машиной ДДА-100МА хорошо согласуется с картами-чеками при ширине их 120 м. Дождевание применяется на засоленных землях или промытых почвах. При поливе малыми нормами (300-400 м<sup>3</sup>/га) на засоленных почвах при расположении минерализованных ГВ на глубине 1-1,5 м накапливаются соли в верхней толще.

Полив дождеванием люцерны в первый год обеспечивается получение дружных всходов и формирование высокого урожая сена первого укоса.

В год посева люцерны поливы до первого укоса производятся дождеванием, последующие поливы – напуском по полосам или по участкам полива. Полив осуществляется машинами ДДТ-70 и ДДА-100МА из временных оросителей.

Временные оросители нарезаются КОР-500, КЗУ-С.5 перпендикулярно картовому оросителю, при поливе машинами ДДН-45 и ДДН-70 через 60 м, ДДА-100МА через 120 м. За один –два прохода канавокопатель КОР-500 выполняет временный ороситель со следующими размерами: ширина по дну В=0,6 м; строительная глубина = 0,8 – 1,0 м, затопление откосов – 1,0 м.

Для гидравлического расчета временного оросителя нарезаемых канавокопателем КОР-500 можно пользоваться приводимой номограммой. Вода во временные оросители подается через переносные сифоны.

Профессор Зайцев В.Б. предлагает технику полива люцерны в рисовом комплексе, названную им «поливом напуском по чекам»:

- на чек подают расходы воды 40-50 л/с га;
- когда водой покрывается 2/3 -3/4 площади чека, подачу прекращают и открывают водовыпуск из чека в сбросной канал. Продолжительность стояния воды в чек (подача, впитывание, сброс) должна быть не более 25/30 часов. Поливная норма при принятой техники полива составляла 1000-1200 м<sup>3</sup>/га. При предлагаемой техники полива сопутствующих культур в 10-12 раз превышает ордината гидромодуля риса и водовыпуски из оросителя в чек не пропускают таких расходов.

Подготовка чеков под посев и последующие поливы осуществляются в следующей последовательности:

- 1) Планировка чека и нарезка борозды;
- 2) Посев люцерны параллельно ложбине;
- 3) Нарезки борозды по всходам люцерны и нарезка однобортной борозды по примеру чека.

Временный ороситель образуется вторым бортом валика чека или дамбы картового оросителя. Вода по оросителю подается в борозды в трех местах, тем самым уменьшается длина пробега поливной струи в четыре раза (40-50 м) в результате чего сохраняется время полива чека и поливная норма, предотвращается опасность вымокания люцерны.

Расход воды в бороздах равен 0,6-0,7 л/с (удельный расход 60 л/с га). Борозды после первого полива деформируются, приобретая овальную форму, глубина их уменьшается на 15-18%. Урожай люцерны первого года при этом способе полива в два раза выше, чем при поливе обычным затоплением.

Рациональный способ орошения сопутствующих культур рисового севооборота и условия юга нашей республики должен устанавливаться для каждого хозяйства исходя из почвенно-гидрогеологических, климатических и хозяйственных условий. По почвенным условиям они в основном делятся по водопроницаемости:

- Сильноводопроницаемые.  $K_0=0,008+0,15$  м/ч – среднее значение коэффициента впитывания воды в почву за первую единицу времени. На таких почвогрунтах можно применять все виды дождевальных машин. Отсутствуют лужеобразование и поверхностный сток. Возможен полив по засеваемым бороздам и полосам. Рекомендуется также применение поливных машин ППА-165 и ППА-300.

- Среднепроницаемые.  $K_0=0,0045+0,008$  м/ч. На таких почвах можно применять дальнеструйные машины с интенсивностью дождя 0,25-0,35 мм/мин, а также прерывистое дождевание агрегатами ДДА-100МА. Возможен полив по полосам и засеваемым бороздам, можно применять машины ППА-165 и ППА-300.

- Слабопроницаемые.  $K_0=0,0025+0,0015$  м/ч. На таких почвах целесообразно полив сопутствующих культур производитель по посевам и по засеваемым бороздам. Применение поливных машин ППА-300 и ППА-165 также рекомендуется.

Кроме того, на выбор типа дождевальных машин влияет скорость ветра вегетационного периода. В зависимости от скорости ветра рекомендуется следующие типы дождевальных машин:

- при скорости ветра  $V_{вет} \leq 2$  м/с можно применять все виды дождевальных машин;

- при скорости ветра  $V_{вет}=2-3$  м/с рекомендуются среднеструйные и краткоструйные дождевальные машины;

- при скорости ветра  $V_{вет}=4-5$  м/с возможно только применение короткоструйных дождевальных машин.

Суточная производительность любой марки дождевальной машины определяется по формуле:

$$W_{сут} = \frac{3,6Qt_{сут}K_{сут}}{m\beta};$$

где:  $W_{сут}$  – суточная производительность, га;

$Q$  – расход дождевальной машины, л/с;

$t_{сут}$  – продолжительность работы машины в сутки, час;

$K_{сут}$  – коэффициент использования дождевальной машины за сутки;

$m$  – поливная норма данной с/х культуры, участвующей в рисовом севообороте, м<sup>3</sup>/га;

$\beta$  – коэффициент, учитывающий расход поливной воды на испарение во время полива.

Сезонная производительность дождевальной машины можно определить по следующей зависимости:

$$W_{сез} = W_{сут} T; \text{ га}$$

где:

T – продолжительность полива в критический период, когда с/х культуры более болезненно реагируют на нехватку оросительной воды. В основном в условиях юга Казахстана для люцерны критический период наступает в 3 декаде и в 4 декаде августа месяца. T=12-14 суток.

Необходимое количество дождевальных машин (без запасов) можно определить:

$$n = \frac{W^H}{W_{сез}};$$

где: n – необходимое количество дождевальных машин, шт.;

$W^H$  – площадь нетто, занятая сопутствующими культурами.

По примерам передовых рисовых хозяйств нашей страны среди дождевальных машин можно иметь лучшие показатели по производительности и качеству полива при использовании дождевальных агрегатов ДДА-100 МА.

Полив агрегатом ДДА-100МА производится в движении. Поливную воду забирают из временного оросителя с удельным расходом 130 л/с. Этот расход временный ороситель обеспечивает при глубине наполнения h=0.35-0.40 м.

Этот уровень поддерживается перемычками. Длина бьефа должна быть равной или кратной длине поперечного валика рисового чека.

## 7.8. Потери воды из внутрихозяйственных оросительных каналов

Потери воды из внутрихозяйственных каналов складываются из потерь на фильтрацию, технические утечки через сооружения, испарение с водной поверхности. Наибольшими из них являются потери на фильтрацию, значение которой зависит от свойств грунта, длины и расходов канала, а также от технического состояния каналов.

Технические значения коэффициентов полезного действия внутрихозяйственных каналов определяются гидротехниками. По результатам замеров расходов воды в течение вегетации получают графические или в табличной форме зависимости потерь воды на 1 км длины канала от его расхода.

При отсутствии данных о фактических потерях воды на фильтрацию (при подпертой фильтрации) можно пользоваться следующими формулами С.Ф. Автерьянова.

Фильтрация от момента времени от начала работы канала:

$$S = \frac{2}{\sqrt{\pi}} (H_c - T_c) \sqrt{KTm\beta} \frac{1}{\sqrt{t}}$$

где:

K – коэффициент фильтрации, в м/сут;

T – средняя мощность подстилающего потока грунтовых вод;

$(H_c - T_c)$  – повышения горизонта воды в канале над начальной поверхностью грунтовых вод в створе канала;

$M$  – порозность грунта в процентах объема;

$\beta$  – коэффициент, учитывающий ширину канала, близкий к единице.

Суммарная величина потерь при подпертой фильтрации за время равна:

$$W = \frac{4}{\sqrt{\pi}} (H_c - T_c) \sqrt{Ktm} \sqrt{t};$$

## 7.9. Расчеты планов водопользования по массивам

План водопользования по массивам рекомендуется составлять по методике проф. М.Ф. Натальчука. План водопользования массива состоит из 3 таблиц:

В первой таблице проводятся расчеты оросительных норм сельскохозяйственных культур по полям на данный год.

Во второй таблице проводятся расчеты потребности воды на поле сельскохозяйственных культур на массиве.

В третьей таблице устанавливается расчетная очередность полива участков на массиве.

При этом приняты следующие расчеты по определению размеров поливных норм по фазам развития риса по методике проф. В.Б.Зайцева:

Первый этап: первоначальное затопление. В это время почва должна быть насыщена до полной влагоемкости и создан слой затопления. Этот этап продолжается несколько дней и чем он меньше, тем лучше. Для него формула баланса карты имеет вид:

$$m_1 t_1 + 10P_1 = W + 10h_1 + 10E_1 t_1; \text{ м}^3 / \text{с}$$

где:

$m_1$  – среднесуточная подача оросительной воды;

$P_1$  – используемые осадки, см;

$h_1$  – слой затопления, см;

$E_1$  – среднесуточное испарение от поверхности поля, мм;

$t_1$  – продолжительность этапа, сутки;

$W$  – влагонасыщение.

Вертикальной фильтрации и сброса нет, так как в это время идет только влагонасыщение почвогрунта.

Второй этап – перерыв на всходы. Подача оросительной воды прекращена.

Слой воды в чеке испаряется и фильтруется:

$$100h_1 + 10P_2 = 10(E_2 + \varphi_2)t_2, \text{ м}^3 / \text{га};$$

Третий этап – от всходов до кушения. В связи с этим к тому времени уже появились всходы риса; в формулу баланса третьего этапа включена среднесуточная величина транспирации для этого периода ( $E_3$ ). Кроме

того, за это время создается глубокий слой затопления ( $h_3$ ) для борьбы с сорняками.

$$\text{Имеем: } m_3 t_3 + 10P_3 = 100h_3 + 10(E_3 + \tau_3 + \varphi_3)t_3, \text{ м}^3 / \text{га};$$

Четвертый этап – поддержание слоя.

Пятый этап – кущение. На время кущения слой затопления в чеке обычно понижается до 10 см. Поэтому в начале этапа идет сброс воды с чека до слоя 5 см.

$$100h_4 - 100h_5 + 10P_5 = 10(E_5 + \tau_5 + \varphi_5)t_5, \text{ м}^3 / \text{га};$$

Шестой этап – поддержание слоя. Во время кущения в чеке поддерживается слой:

$$m_6 t_6 + 10P_5 = 10(E_6 + \tau_6 + \varphi_6)t_6, \text{ м}^3 / \text{га};$$

Седьмой этап – восстановление слоя затопления воды после кущения.

$$m_7 = \frac{10(E_7 + \tau_7 + \varphi_7)t_6 - 10P_6}{t_6}, \text{ м}^3 / \text{га};$$

Восьмой этап – поддержание слоя воды.

$$m_8 t_8 + 10P_8 = 10(E_8 + \tau_8 + \varphi_8)t_8, \text{ м}^3 / \text{га};$$

В конце этапа прекращается подача воды на рисовом поле. Вода, имеющаяся в чеке, расходуется на испарение, транспирацию и фильтрацию. Общая оросительная норма риса составляет:

$$M_{\text{общ}} = m_1 t_1 + m_3 t_3 + m_4 t_4 + m_6 t_6 + m_7 t_7 + m_8 t_8$$

## 7.10. Внедрение внутрихозяйственного плана водопользования

К началу вегетационного полива должны быть выполнены следующие хозяйственные и агротехнические мероприятия:

- обработка почвы;
- эксплуатационная планировка и подготовка полей к посеву;
- борьба с сорняками;
- внесение органических и минеральных удобрений перед посевом;
- посев риса рядовыми сеялками;
- подготовка звеньев поливальных машин;
- улучшение рисовых карт по чекам с учетом сохранения плодородия почв и допустимой террасности чеков внутри одной карты;
- ремонт и подсыпка валиков рисовых чеков;
- устройство поливных полос, подготовка поливной техники для существующих культур рисовых севооборотов;
- подготовка гидротехнических сооружений на оросительных каналах и подборных сооружениях на сбросных каналах;
- содержание оросительных и сбросных каналов в рабочем состоянии;
- оборудование картовых, участковых, внутрихозяйственных оросителей, а также сбросных каналов водомерными устройствами;
- до начала поливов подать заявки на воду по декадам на основе заявки хозяйств уточняются планы водозабора водораспределения по системе. Расчетные расходы не изменяются в течение 5-10 дней.

В плане водопользования рисовых систем выделяются три этапа:

- Первичное затопление полей занятых рисом;
- Вторичное затопление рисовых чеков;
- Поддержание слоя до конца восковой спелости риса.

Напряженным периодом является первоначальное затопление рисовых чеков. Полив сельскохозяйственных культур, входящий рисовый севооборот, должен проводиться до и после этого периода. Следующим ответственным периодом является вторичное затопление чеков, не допускается иссушение почвы в чеках. Поливы сопутствующих культур должны проводиться после вторичного затопления (в период освобождения рисового поля от зоны для обработки рисовых полей гербицидами). Подача воды на поддержание слоя в чеках проводится периодически по мере снижения слоя.

Гидротехники хозяйств и агрономы должны контролировать ход поливов с/х культур, добиваться выполнения плана водопользования по массивам. Оценка выполнения плана поливов производится по следующим показателям, предложенным проф. М.Ф. Натальчуком:

1. Выполнение плана подачи воды в точки выдела за декаду –  $P_B$  выполнение плана полива площади каждой культуры и всех культур за декаду –  $P_{II}$ . Определяется коэффициент использования воды за декаду

$$K \text{ и } B = P_{II}/P_B P_{II} = \omega_{cp}/\omega_{II} \quad P_B = Q_{op}/Q_{II}$$

2. Общий коэффициент полезного действия внутрихозяйственной части системы по декадам, за месяц и за сезон:  $\eta_{BOC} = \frac{M_H}{M_{BP}}$ ;  $\eta_{BOC} = \eta_X \eta_{BX} \eta_{y3.p} \eta_{BO}$ .

Отношение средней плановой оросительной нормы нетто за период к фактическому объему поданной воды брутто за тот же период. Этим коэффициентом можно оценить состояние водопользования, размеры потерь воды при водопользовании.

3. Равномерность подачи воды в каждую точку выдела хозяйства: выполнение плана подачи воды за пятидневку (при хороших условиях  $P$  равно 0,95-1,05): коэффициент изменчивости расходов воды  $C_V$  по пятидневкам:

$$C_V = \sqrt{\frac{((\sum Q_{\Phi} - Q_{CP})/h)^2}{Q_{CP}}};$$

где:  $C_V$  – коэффициент изменчивости расходов;  
 $Q_{\Phi}$  – фактический расход воды в точке выдела за одно наблюдение;  
 $Q_{CP}$  – средний расход в этой точке за пятидневку;  
 $n$  – числа наблюдений расходов за пятидневку.

Подачу оросительной воды хозяйствам необходимо производить по планам водопользования и вести контроль за использованием воды.

Показатели выполнения плана подачи оросительной воды  $P$  по декадам вегетационного периода должны быть в пределах 0,95-1,05  
Значение коэффициента изменчивости подач воды в точках выдела хозяйств  $C_V$  - по декадам вегетационного периода должны составлять не более 0,05.

В условиях ташкентской области эти коэффициенты составляли 0,09-0,59, что явилось одной из главных причин невыполнения графика полива сельскохозяйственных культур и низкого значения КИВ.

С увеличением значения  $C_v$  увеличиваются сбросы воды и уменьшается значение КИВ.

## **ГЛАВА 8. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ СТОЧНЫХ ВОД (ОССВ)**

### **8.1. Значение орошения сточными водами**

Удовлетворение орошаемого земледелия водой, следовательно, и решение вопроса экологической и экономической безопасности представляет в Республике большую проблему. С учетом в Узбекистане новых форм хозяйствования на селе фермерские хозяйства, ширкаты и другие виды. Возможными путями решения данного вопроса являются: всемерная экономия водных ресурсов, полное зарегулирование стока рек с учетом требования потребителей, техническое совершенствование оросительных систем, внедрение прогрессивных способов поливов, переход на маловодопотребляющие культуры, защита водоземельных ресурсов от загрязнения, заимствование ресурсов из более обеспеченных водой источников, расчет тарифа на водопотребление в условиях новых форм хозяйствования.

В условиях острого дефицита водных ресурсов сточные воды являются мощным резервом не только водных и питательных, но и тепловых ресурсов в зимние периоды.

В настоящее время, в связи с развитием городов, поселков, промышленных, транспортных, строительных, энергетических предприятий и животноводческих комплексов объем сточных вод составляет  $5,5 \text{ км}^3$ , а стоки КДС  $20 \text{ км}^3$ . К 2010 году ожидается увеличение объема городских промышленных стоков до  $10 \text{ км}^3$ , а стоки КДС до  $25 \text{ км}^3$ . Экономическая эффективность и экологическая безопасность использования сточных вод зависит от уровня выполнения организационно-технических, агротехнических, эксплуатационно-водохозяйственных и мелиоративных мероприятий.

Значительные изменения природных условий под действием последствий нарушения экологического равновесия рек Сырдарьи, Амударьи, Чирчик, Ахангаран, Зарафшан, Сурхандарья, Кашкадарья, Шерабад и др. усложняют и требуют дифференциального решения задач на основе научно-практических рекомендаций.

### **8.2. Опыт использования сточных вод на орошения в странах мира**

В США для эффективного использования стоков сточных вод животноводческих комплексов используют три способа:

- переработку при интенсивном анаэробном сбраживании в газообразное топливо и удобрения;
- применение на орошение сельхозкультур на сельскохозяйственных полях орошения;
- внесения стоков в почву после доставки с мобильным транспортом непосредственно на поля орошения.

По данным К.К.Танджи и Ф.Караджи стоки животноводческих хозяйств накапливаются в камерах хранения, то есть бассейнах, называемых лагунами в животноводческих хозяйствах, примером может послужить молочная ферма. Физические и химические характеристики качества вод в лагуне сильно варьируют даже в пределах одного животноводческого хозяйства (молочный рогатый скот, рогатый скот для мяса, свиньи или домашняя птица) и зависят также от используемого процесса очистки (SCS, 1992). Анаэробные лагуны широко используются для очистки животных отходов, чтобы уменьшить концентрацию БПК и ХПК с помощью микробного и химического разложения, снизить количество нитратов с помощью аммиачного улетучивания, и до некоторой степени уменьшить неприятные запахи. Напротив, аэробные лагуны, в основном, используются для удаления запахов.

Коллекторные воды в лагунах под влиянием климатических условий могут содержать высокие уровни концентраций общей минерализации (mS), взвешенных частиц (TS) и питательных веществ (нитрат, фосфор, калий), и поэтому воды лагун обычно разбавляются пресной водой и затем применяются для полива сельскохозяйственных угодий. При таком методе, происходит массовое насыщение питательными веществами. Основные интересующие элементы в используемых водах лагун - соленость и количество питательных веществ. В засушливых регионах соленость является главным параметром снижения урожая сельскохозяйственных культур, в то время как во влажных областях она не имеет особого значения. Приблизительно 50% азота и более чем 75% калия содержится в моче, в то время как 80% фосфора содержится в кале (SCS, 1992). Фосфор является сравнительно нерастворимым элементом, в то время как калий - связанный элемент в почве. Следовательно, нитраты являются самими подвижными элементами и считают загрязнителями подземных вод наряду с поверхностными стоками фосфора. Другие важные загрязнители - это водные патогены, E Coli, Giardia и Cryptosporidium в сточных водах в лагунах.

В ФГР сточные воды животноводческих комплексов в основном используют для орошения сельскохозяйственных культур. Площади ЗПО определяет из расчета не более 6 голов КРС на 1 га.

В Венгрии утилизация сточных вод животноводческих комплексов проводится путем полного использования стоков как удобрение на ЗПО по следующим схемам:

- используют сточные воды для орошения на землях отдаленных от населенных пунктов, где существует орошение поверхностной водой, с которой можно разбавлять сточные воды;

- проводят неполную биологическую очистку сточных вод животноводческих комплексов, расположенных вблизи курортных мест.

В России по данным Пузанкова А. И., Мхитаряна Г.А., Гришаева И.Д. использование сточных вод животноводческих комплексов по нормам (не более 50 т.га) способствует повышению урожайности сельскохозяйственных культур и экономии минеральных удобрений. По исследованиям Новикова В.М., Дмитриева В.И., Полениной В.А. проведенных в хозяйствах Ногинского района Московской области установлено, что верхний 30-сантиметровый слой почти полностью поглощает содержащиеся в стоках азот, фосфор и калий, на 90-99% снижает количество взвешенных в них веществ.

Воловщиков Ю.И. отмечает, что при выращивании сельскохозяйственных животных на комплексных фермах возникают две основные проблемы: обеспечение поголовья кормами и защита окружающей среды, прежде всего водоемов, от загрязнения стоками.

В условиях Рязанской области первая проблема успешно решается за счет создания вблизи комплексов участков для выращивания кормовых культур. Вторая может быть решена при использовании стоков для орошения сельскохозяйственных культур, в первую очередь, на кормовых участках расположенных вблизи ферм.

В Белоруссии сложились 3 схемы использования жидкого навоза: а) разделение жидкого навоза на твердую и осветленную фракции с использованием осветленных стоков на удобрение земледельческих полей орошение СЗПО; б) транспортировка жидкого навоза на поля мобильным транспортом; в) транспортировка жидкого навоза на биологическую очистку по типу очистки городских и промышленных стоков.

Почти 20% объема навозных стоков используют на ЗПО, площадь которых в республике превысила 10 тыс.га. Этот способ утилизации жидкой органики имеет преимущество по сравнению с внесением ее мобильным транспортом. Он позволяет получить более высокие урожаи кормовых культур без ущерба для окружающей среды.

Становится излишней и искусственная биологическая очистка стоков, затраты на которую достигают до 60% сметной стоимости строительства животноводческого комплекса.

Опытами установлено, что по второй схеме утилизации стоков вносить их целесообразно в Полесье в дозах по азоту в 250-300 кг/га на минерализованных торфянисто-глеевых почвах. Они обеспечивают урожай сухой биомассы трав в 80-100 ц. га и положительной баланс калия, фосфора и других элементов без внесения минеральных удобрений. Увеличение доз стоков по азоту выше 300 кг/га ухудшает качество растительной продукции, загрязняет природные воды и экономически не оправдано. Прибавка урожая многолетних трав от торфянисто-глеевых почвах Полесья 140-19и 30-50% на дерново-глеевых супесчаных почвах. Сооружения систем расположены по отношению к животноводческому комплексу и жилой с подветренной

стороны господствующих направлений ветров в теплое время года, а также ниже водозаборных сооружений. Расстояние от помещений животноводческих комплексов до сооружения механической обработки жидкого навоза КРС применяется не менее 60 м.

В Казахстане сточные воды животноводческих комплексов, в основном используются на орошение кормовых и зерновых культур. Урожайность сельхозкультур при поливе сточными водами увеличивается и уменьшается значение удельного коэффициента водопотребления. Обеспечиваются нормальные мелиоративные, экологические и санитарно-эпидемиологические условия на земледельческих полях орошения (ЗПО). Достигается экономия речной воды и минеральных удобрений.

### **8.3. Моделирование использования сточных вод и их экономическая оценка**

В настоящее время вопросам охраны и рационального использования водных ресурсов отдельных регионов уделяется большое внимание, опубликованное огромное количество работ по результатам исследований оптимизации водохозяйственной деятельности и гидродинамических процессов. Вместе с тем, на наш взгляд, в них недостаточна освещаются экономические аспекты водопользования, не говоря уже об экономических аспектах охраны водных ресурсов.

С точки зрения исследования экономических аспектов водопользования наиболее удачной является работа.. Е. П. Ушакова в которой рассматривается развитие региональной экономики с учетом рационального использования и охраны водных ресурсов и решается, задача максимизации чистой продукции при условии перераспределения трудовых ресурсов между отраслями и соответственно изменения их производственных мощностей в планируемом периоде. По результатам решения задачи трудовые ресурсы перераспределяются в отрасли с высокой эффективностью производства, измеряемой приростом чистой продукции. Уровень этой эффективности обусловлен как величиной затрат на очистку сточных вод, так, и экономическими показателями производственной деятельности отраслей.

В исследованиях подобного рода особое значение имеет определение размера платы за сброс загрязнений в водный бассейн. В общем случае плата за загрязнение должна определяться на основе величины экономического ущерба. В указанной работе плата за сброс загрязнителей в водный бассейн предполагает выравнивание условий хозяйствования в разных природных условиях, т. е. учитываются различия в качестве воды и неодинаковые свойства её самоочищения на разных участках водного объекта.

При рассмотрении водных ресурсов особую важность приобретает эффективность их использования в различных сферах народного хозяйства. В этой связи встает задача изучения свойств экономической

оценки водных ресурсов как основы установления платы за водопользование.

Возьмем задачу оптимального распределения запасов одного источника ресурса (подземные воды) многоцелевого использования между различными потребителями. Её можно сформулировать следующим образом:

$$\begin{aligned} \sum_i \mathcal{E}_i x_i &- \max \\ \sum a_i x_i &< V \\ x_i &> N_i \end{aligned}$$

где:  $x_i$  – объем продукции в  $i$ -й сфере потребления ресурса;

$a_i$  – норма расхода ресурса на выпуск единицы продукции в  $i$  – сфере;

$\mathcal{E}_i$  – эффективность использования ресурса в  $i$ -й сфере;

$V$  – объем запасов ресурса;

$N_i$  – плановое задание выпуска продукции в  $i$  –й сфере.

Задача оптимального использования запасов источника многоцелевого использования для обеспечения потребностей различных сфер при минимальных затратах заключается в следующем:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m a_i x_{ij} &< S_i \\ \sum_{i=1}^m x_{ij} &> N_i \end{aligned}$$

$$\sum_i \sum_j c_{ij} x_{ij}$$

где:  $a_i$  – норма расхода ресурса на выпуск единицы продукции в  $i$ -й сфере;

$c_{ij}$  – затраты на выпуск единицы продукции в  $i$ -й сфере с использованием ресурсов  $j$ -го источника;

$S_i$  – запасы ресурсов в  $i$ -й источнике.

$N_i$  – потребный объем выпуска продукции в  $i$ -й сфере;

$x_{ij}$  – выпуск продукции в  $i$ -й сфере с использованием ресурсов  $j$ -го источника.

#### **8.4. Режим орошения зерновых и кормовых культур при поливе сточными водами**

Поливные режимы культур необходимо устанавливать на основании данных о потребностях растений в воде в разные фазы развития в течение вегетации при определенных условиях агротехники, почвенного плодородия, гидрогеологии и погодных условий.

Потребность растений в воде по фазам развития при конкретных агротехнических и природных условиях необходимо определять на

основании опытных данных.

Предложенная А.И.Костяковым зависимость

$$E = KU, \text{ м}^3/\text{га}$$

наиболее приемлема при изучении режимов орошения. По этой зависимости определялись коэффициенты водопотребления (K) при различной урожайности кормовых культур на опытных участках.

Режимы поливов культуры обеспечивали в активном слое почвы необходимый водный и питательный режимы по фазам развития при определенных природных условиях.

При изучении режимов поливов кормовых культур выяснялись возможности:

- получения проектной урожайности при определенной агротехнике;
- требуемого регулирования водного, пищевого и солевого режимов почв;
- повышения плодородия почв за счет правильного водного режима и использования сточных вод на поливы;
- рациональной организации труда при поливах и обработках культур.

Оросительные нормы культур определялись путем балансовых расчетов по зависимости А.Н.Костякова

$$M_1 = E\alpha O_c - M_3 - M_2, \text{ м}^3 / \text{га}$$

где:

$E$  - суммарное водопотребление;

$\alpha O_c$  - использование осадка;

$M_3$  - используемая влага из почвы;

$M_2$  - используемые грунтовые воды за вегетацию.

Распределение оросительной нормы по фазам развития растений определялось по запасам влаги в почве (влажность почвы до и после поливов). При разных уровнях предполивной влажности определялись поливные нормы и влияние режимов поливов на урожайность.

Поливные нормы рассчитывались по зависимости А.Н.Костякова

$$m = 100 Hd (\beta_{нв} - \beta_{ф}), \text{ м}^3 / \text{га}$$

где:  $H$  - глубина расчетного слоя, м;

$d$  - плотность почвы,  $г/см^3$ ;

$\beta_{нв}$  - влажность почвы, % от массы при наименьшей влажности;

$\beta_{ф}$  - фактическая влажность перед поливами, % от массы при наименьшей влажности.

Поливные нормы уточнялись в связи с техникой полива для увлажнения активного слоя почвы, чтобы не допустить поступления оросительной воды ниже расчетного слоя и не пополнять грунтовые воды.

При поливах определялась концентрация почвенных растворов, велся контроль за солевым режимом почв.

В активном слое почвы в конце межполивных периодов влажность почвы не опускалась ниже минимально допустимой, которая определялась по

зависимости:  $M_{\min} = 10^4 Hd \frac{S}{\lambda}$ ,  $м^3 / \text{га}$

где:  $S$  - содержание солей в слое  $H$  в конце межполивного периода, % ;

$\lambda$  - допустимая концентрация почвенного раствора в зависимости от состава солей в почве и вида растений, %.

Величина суточного расхода влаги почвой на транспирацию растений и испарение почвой изменялась в зависимости от погодных условий - температуры и влажности воздуха; культуры и фазы развития, состояния растений и агротехники выращивания культуры; плодородия и состояния почв.

Для уменьшения испарения проводилась своевременная обработка" почвы в посевах пропашных культур.

В качестве расчетного принимался режим полива, обеспечивающий получение планируемой урожайности культуры при меньших коэффициентах водопотребления.

Исследования режимов орошения кормовых культур проводились в различные по влажности годы, что дало возможность учитывать погодные условия при установлении поливных режимов и рекомендовать методику их определения при эксплуатации систем.

Изучались схемы поливов люцерны (по 2-3 полива за каждый укос) в фазы отрастания, начала бутонизации и начала цветения. Режимы поливов кормовых культур устанавливали с учетом состояния растений и погодных условий, первые поливы проводились при предполивной влажности почвы 75-80% НВ. В расчетном слое проводилась обработка почвы, чтобы не допустить образования корки, поливы сочетались с высокой агротехникой и внесением удобрений.

$$m = \delta \cdot A \cdot H^n$$

где:  $m$  - объем воды в слое  $H$ , м;

$A$  - скважность почвы, % от объема;

$\delta$  - коэффициент, зависящий от свойств почвы и глубины слоя  $H$ , % от объема полной скважности

$$\delta = P_{max} - P_{нв}$$

$n$  - показатель степени, зависящий от проницаемости почв 1,0-1,2..

Определение влажности почвы, глубины активного слоя, состояния растений к моменту сбора урожая проводились для уточнения расчетных параметров в теоретических и эмпирических зависимостях по установлению режимов орошения для конкретных условий.

Использование кормовыми культурами грунтовых вод по С.Ф.Аверьянову.

$$G = E \left( 1 - \frac{hr}{hk} \right)^n$$

где:  $G$  - количество воды, поступающее в расчетный слой за счет грунтовых вод,

м<sup>3</sup>/га;

$E$  - суммарное водопотребление, м<sup>3</sup>/га;

$h_r$  - средняя глубина грунтовых вод в вегетационный период, м;  $I$

$h_k$  - критическая глубина грунтовых вод, м;  
 $n$  - показатель, зависящий от капиллярных свойств почв. ( см.табл.8.1.)

Таблица 8.1.

Значения  $n$  в зависимости от  $H_{кр}$  по данным В.М.-Легостаева и Н. Т Лактаева

Почвы	n	H <sub>кр</sub>	Почвы	H <sub>кр</sub>	n
Супеси	2	1,5	Тяжелые суглинки	3,5	1,9
Легкие суглинки	2,5	1,6	Глины	4	2
Средние суглинки	3	1,75			

Исходя из рекомендаций Н.М.Решеткиной, А.А.Рачинского; С.Ф.Аверьянова, И.П.Айдарова и других по созданию мелиоративного режима В.А.Духовный /54/ ввел коэффициент  $\delta$ , показывающий развитие корневой системы  $\frac{h^2 - \delta}{h_k}$

И рекомендует определять значение отбора корнями и испарение из грунтовых вод:

$$(Em + I)^2 = 2K \frac{t_{вез} - t_n}{t_{вез}} \left\{ \frac{2Emq \sqrt{2(\delta + u' - h^2 + h_k)3}}{3(\delta - U')^{3/2}} + \frac{U_0}{[(hr - hk)^2 (\delta + U')^2]} \right\}$$

$$(Em + I)^2 = 2K \frac{t_{вез} - t_n}{t_{вез}} \left\{ \frac{h^2 u}{2Emq \sqrt{2(\delta + u')}} \right\}$$

и величину необходимой промывной доли по отношению к оросительной норме:

$$\beta = \frac{\eta_{mn} C_{ор} + (Em + I)^2}{C_u} - (1 - \eta_{mn}) d_2'' - \frac{Oс\alpha}{Oр}$$

где:  $(Em + I)^2$  - испарение из грунтовых вод;  
 $\eta_{mn}$  - КПД техники полива;  
 $C_{ор}$  - минерализация оросительных вод;

Ор - оросительная норма нетто;

С и - минерализация инфильтрующей влаги;

Ос $\alpha$  - осадки и их доля, доходящая до грунтовых вод.

По рекомендациям Гостищева Д.П., Новикова В.М., Никитина В.А. поливную и оросительную нормы рассчитывают с учетом содержания в сточных водах питательных элементов, минеральных солей, специфических веществ. Расчет режимов орошения сточными водами небольшой минерализации ведут по водопотреблению выращиваемых культур с учетом требований к составу сточных вод из условий сохранения плодородия почв. Расчет удобрительных поливов сточными водами с высоким содержанием биогенных веществ ведут с учетом баланса «питательных веществ в почве за вегетационный период. Дефицит влаги восполняется пресной водой.

Годовую норму удобрительных поливов определяют исходя из содержания основных питательных элементов (азот, фосфор, калий) в сточной воде где  $M$  - годовая норма-полива, м<sup>3</sup>/га;  $B$  - вынос азота, фосфора или калия данной культурой при планируемой урожайности, кг/га;  $c$  - содержание азота, фосфора или калия в сточной. воде, мг/л;  $K$  - коэффициент использования азота 0,6. . 0,7, фосфора 0,6.-. 0,7, калия  $0,6$ .

Коэффициент использования уменьшают введением дополнительного коэффициента потерь. Например, при дождевании из сточных вод улетучивается аммиак, поэтому принимают коэффициент потерь для азота 0,85. В хозяйственно-бытовых сточных водах основным питательным элементом является азот, поэтому расчет для больших оросительных норм ведут по формуле:

$$m = 103B/(CKk1),$$

где:

$k_z$  - коэффициент потерь азота.

К специфическим особенностям установления рациональных режимов орошения кормовых культур при поливах стоками животноводческих комплексов относятся:

- Необходимость проведения ирригационной оценки сточных вод животноводческих комплексов;
- Повышение плодородия почв и обеспечение полной доочистки стоков животноводческих комплексов;
- Недопущение поверхностных и вертикальных сбросов при поливах в целях охраны окружающей среды;
- Внесение в Расчетный слой почв оптимального количества биогенных элементов. При высоких нормах азота удобрений выращенные корма оказываются токсичными для животных. Поэтому необходимо устанавливать оптимальное соотношение разбавления стоков животноводческих комплексов с поверхностными водами и очищенными хозяйственно-бытовыми или городскими (смешанными) водами;
- Обеспечение нормального роста и развития кормовых культур при

регулярном орошении и получение высоких полноценных урожаев.

Исходя из этих особенностей, автором составлена схема модели по установлению рациональных режимов орошения кормовых культур при поливе сточными водами животноводческих комплексов (рис. 11.1).

Исходя из указания А.Н.Костякова, И.А.Шарова, В.Н. Новикова, Д.П.Гостичева, С.Ф.Аверьянова, Б.Б. Шумакова, М.Ф.Натальчука, Д.Т.Зузика, Б.С.Серикбаева и др. составлена схема модели по установлению рационального режима орошения зерновых культур при поливе с подземными водами.

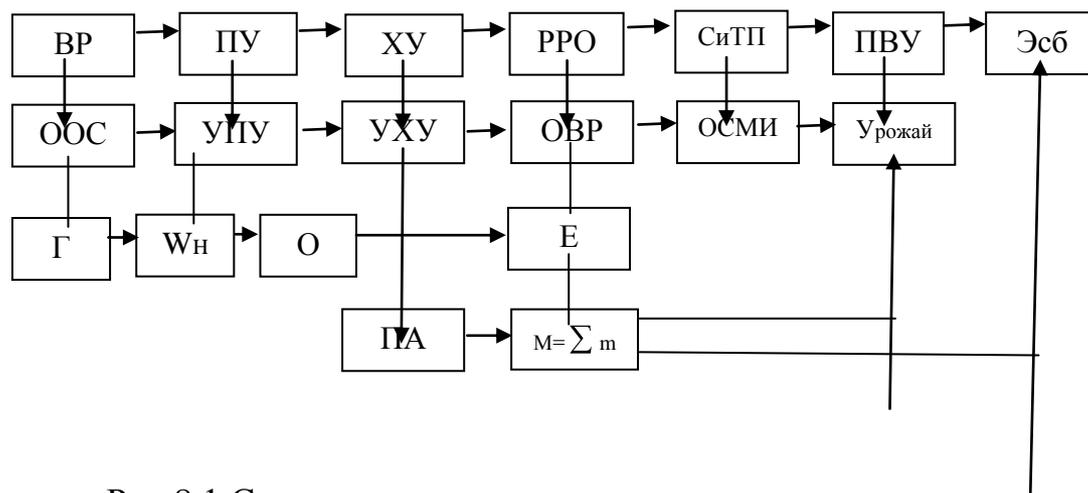


Рис.8.1.Схема модели по установлению рационального режима орошение сельскохозяйственных культур при поливе подземными водами.

## 8.5. Выбор ресурсосберегающих способов орошения

В настоящее время в таких странах, как США, Япония, Германия, Англия, Швеция и других, при поливе сточными водами применяются следующие способы орошения: внутрпочвенные, дождевание и поверхностные.

Выбор ресурсосберегающих способов орошения сельхозкультур сточным водами зависит от природно-хозяйственных, экономических, экологических и санитарных условий, а также от вида сточных вод.

Поэтому для каждого конкретного ЗПО необходимо проводить технико-экономические, санитарно-экологические обоснования приемлемых способов орошения.

Поливная техника отличается от поливной техники, применяемой при поливе с чистой водой. В табл.3.13 приводится техническая характеристика основных дождевальных машин для орошения сточными водами.

При использовании сточных вод на орошение сельскохозяйственных культур распространение в Республике Узбекистан получил полив по бороздам и полосам. Полив по бороздам отвечает наиболее высоким требованиям агротехники. Однако элементы техники полива в каждом конкретном случае подбираются или определяются по зависимости,

предложенной для использования чистой воды, Равномерное использование на большой площади с заданной поливной нормой решается на основе управления двух процессов: впитывания воды в почву и управления малыми потоками с переменной массой и неустановившимся режимом.

Наиболее полная математическая траектория инфильтрации и времени добега потока по ложу борозды дана А.К.КОСТЯКОВЫМ, им предложены следующие зависимости:

$$W_t = \frac{K_1}{t^\alpha}$$

$$W_{cp} = \frac{K_o}{t^\alpha}$$

$$K_o = \frac{K_1}{1-\alpha}$$

$$t_{дооб} = \left( \frac{x * n * k_o * l_{дооб}}{g} \right)^{\frac{1}{\alpha}}$$

$$l_{дооб} = \frac{q * t^\alpha}{n * k_o * x}$$

где:  $W_t$  - скорость впитывания воды почвой в момент времени, м/час;

$K_1$  - скорость впитывания в конце первой единицы времени, м/час;

$\alpha$  - показатель степени, учитывающий затухание скорости впитывания во времени, изменяется в пределах ( 0,2 - 0,8)

$W_{cp}$  - средняя скорость впитывания воды, м/час;

$K_o$  - средняя скорость впитывания за первую единицу времени, м/час;

$t_{дооб}$  - продолжительность добега струи на различную длину борозды, час ;

$x$  - активный смоченный периметр, м;

$n=0,5-1,5$  коэффициент, учитывающий влияние накопления воды по длине борозды на среднюю скорость поглощения ее почвой;

$l_{дооб}$  - длина добега струи воды в бороздах ;

Для орошения озимой пшеницы нами предусмотрены дождевальные машины. Характеристики этих дождевальных машин приводится в таблице 8.2

Таблица 8.2

Марка машины	Модификация	Число опорных тел ежек Шт.	Расход воды л/с	Давление, мПа	Средн. Интенс. Дождя, Мм/мин	Слой Дождя За проход Машин, мм	Раст. межд. оросителями, м	Ширин. захв. Дождя, м	Произ. при норме полива 600м <sup>3</sup> /га	Орошаем. Площадь, га
	283-30	10	30	0,48	0,33	11,3	590	314	-	29,8
	337-45	12	45	0,52	0,33	14,7	700	367	-	41,3
	362-50	13	50	0,54	0,33	15,5	750	382	-	47,1
	392-50	14	50	0,55	0,33	14,5	800	422	-	54,6
	412-55	15	55	0,57	0,33	15,2	860	447	-	51,2
	дфс-120	17	120	0,45	0,3	-	920	460	0,71	110-130
	дфс-120-03	14	93	0,45	0,23	-	760	379	0,59	90-100
	дкн-80	22	91	0,55	0,34	-	600	600	0,54	80-90
	дкн-80-01	18	76	0,51	0,34	-	500	500	0,45	70-80
	дкн-80-02	14	60	0,47	0,34	-	400	400	0,36	55-65

Однако применение этих и других зависимостей применительно к сточным водам дает значительное расхождение с опытными данными, полученными к.т.н. Серикбаевой Э.Б. В табл 8.2 и 8.3 приведены рекомендованные величины длин полос и борозд, величины поливных струй в голове борозд, величины удельных поливных струй в полосы в зависимости от уклона и водопроницаемости почв при поливах сточными водами.

Таблица 8.3

Тип и водопрониц. почв	Уклоны напр. полива	Ширина между рядий	Длина борозды, м	Поливная струя, л/с	
				постоянная	Переменная

		,м			
Сильная водопроницаемость	0,006-0,001	0,7	200-150	0,2-0,3	0,4/0,2
Легкие суглинки	0,01-0,02	0,7	150-200	0,1-0,2	0,3/0,1
Средняя водопроницаемость	0,006-0,01	0,7	150-200	0,3-0,4	0,6/0,5
Средние суглинки	0,01-0,02	0,7	200-250	0,2-0,3	0,4/0,2
Слабая водопроницаемость	0,006-0,01	0,7	250-300	0,4-0,6	0,8/0,4
Тяжелые суглинки	0,01-0,02	0,7	250-300	0,3-0,4	0,5/0,3

В таблице 8.4 приводятся показатели рекомендуемых длин полос и величина поливных струй в зависимости от уклона и водопроницаемости почв при поливе многолетних трав промышленно бытовыми стоками.

Таблица 8.4

Тип и водопроницаемость почв	Уклоны в направлении полива	Длина полосы, м	Ширина полосы, м	Величина удельной струй, л/с на 1п.м
Сильная.	0,006-0,01	100-150	10,8-18	3,5-4,0
Легкие суглинки	0,01-0,02	150-200	7,2-18	4,0-4,5
Сред.водопрон-сть	0,006-0,01	150-200	10,8-18	5-6
Средние суглинки	0,01-0,02	200-250	7,2-18	6-7
Слабая.	0,006-0,01	250-300	10,8-18	7-8
Тяжелые суглинки	0,01-0,02	250-300	7,2-18	7-8

Продолжительность добега струи при поливах сточными водами необходимо определять по формуле:

$$t_{доб} = \left( \frac{K_{СТ} \cdot \chi \cdot \eta \cdot K_0 \cdot l}{q} \right)^{\frac{1}{\alpha}};$$

где:  $K_{ст}$  - коэффициент учитывающий вид сточных вод, изменяется в пределах 1,1\*1,3 Для стоков в городской канализации значения  $K_{ст}=1,1$ .

Для смесей осветленных животноводческих стоков с чистой водой в пределах 1:10-1,5 значения  $K_{ст}$  изменяются от 1,1 до 1,2, а для осветленных стоков значение  $K_{от} = 1,3$ .

В табл.6.5 приводятся показатели рекомендуемых длин борозд и величин поливных струй в зависимости от уклона и водопроницаемости почв при поливе осветленными стоками крупного рогатого скота.

Таблица 8.5

Тип и водопроницаемость	уклон	Ширина междурядий, м	Длина борозд, м	Поливная струя, л/с
Сероземы, легкие суглинки и супеси сильной водопроницаемости	0,001-0,03	0,7	120-150	1,0-1,2
	0,003-0,006	0,7	100-120	0,8-1,0
	0,06-0,01	0,7	80-100	0,6-0,8
Сероземы, сероземнолуговые, средние суглинки средней водопроницаемости	0,001-0,003	0,7	150-200	1,2-1,5
	0,001-0,003	0,7	120-150	1,0-1,2
	0,003-0,006	0,7	100-150	0,8-1,0
	0,006-0,01	0,7		
сероземы сероземнолуговые, тяжелые суглинки слабой водопроницаемости	0,001-0,003	0,7	200-250	1,5-1,8
	0,003-0,006	0,7	150-200	1,2-1,5
	0,006-0,01	0,7	120-180	1,0-1,2

При поливе сточными водами сельскохозяйственных культур на ЗПО после добега воды до конца полосы или борозды воду не сбрасывают, а продолжают некоторое время подачу воды, создавая условия для приготовления нижней части полосы, создавая призму до увлажнения. На участках, где преобладают малые уклоны, поив этим способом достигает большой эффективности, позволяя выпрямить эпюру увлажнения по всей длине полосы. Исследования показали, что такое приготовление нижней части полос не имеет никакой опасности для развития растений, так как накопленная вода впитывается в течение 1,5-2 час. Длина подготавливаемого участка при правильном регулировании водо - подачи колеблется в пределах от 40 до 80 и а может быть найдена по формуле:

$$l_{до.увел} = \frac{m_o}{i} , \text{ м}$$

Продолжительность подачи воды в полосу в этом случае изменяется. Опытным путем доказано, что общее время полива может быть вычислено по формуле Серикбаевой Э.Б.:

$$t_n = t_{\text{доб}} + \frac{m_o + m_{\text{доб}} * v}{60 * q_{\text{доб}} * i}$$

где:

$t_{\text{доб}}$  - время добегания струи до конца полосы;

$m_o$ - поливная норма, выраженная в м ;

$m_{\text{доб}}$  - величина, соответствующая нормам добегания м;

$v$  - ширина полосы;

$q_{\text{доб}}$  - расход в конце полосы;

$i$  - уклон по длине полосы;

## **Глава 9. Организация учета оросительной воды на гидромелиоративных системах**

### **9.1.1 Значение организации учета воды.**

В настоящее время в нашей республике наблюдается дефицит водных ресурсов, что вызывает лимитное водопользование. Поэтому каждый участник АВП заинтересован в правильном учете распределяемой ему воды. Для этого необходимо иметь хорошо отлаженную систему водоучета. Однако эта система должна учитывать не только водоподачу, но и водоотвод с орошаемой территории, что необходимо для определения водного баланса несоблюдение которого ведет к ухудшению мелиоративного состояния земель, а следовательно и к низкой урожайности.

С переходом на рыночные отношения каждый фермер заинтересован в правильном учете используемой им воды, так как за каждый кубометр воды ему придется платить из своего кармана.

Водоучет и связанное с ним распределение водных ресурсов имеет непосредственное отношение к экологической обстановке. Ведь неправильный водоучет приводит к засолению, заболачиванию и опустыниванию огромных территорий нашего региона.

Поэтому разработка мероприятий на оросительных системах по совершенствованию средств водоучета крайне необходима в настоящее время, когда идет интенсивный процесс массового строительства водомерных сооружений на внутрихозяйственной оросительной сети.

Точный оперативный водоучет и водораспределение составляют основу рационального использования водно-земельных ресурсов, обеспечивают нормальное мелиоративное состояние орошаемых земель и высокую урожайность сельскохозяйственных культур, способствуют повышению культуры земледелия.

В последние десятилетия в нашей республике наблюдается нехватка водных ресурсов следствием чего из года в год осуществляется лимитное

водопользование. При этом, фермерам и дехканам просто необходимо иметь как можно более точные устройства водоучета.

### **9.1.2. Пункты водоучета и их размещение**

Гидрологический режим на территории нашей страны изучается Гидрометслужбой РУз на государственной гидрометеорологической сети, состоящей из основных, специальных станций и постов. Основные, или опорные, гидрометеорологические станции и посты являются стационарными и делятся на режимные и оперативные (информационные). На режимных постах изучают местные особенности гидрологического режима, а оперативные информируют заинтересованные народнохозяйственные организации о текущих гидрологических параметрах, составляют прогноз элементов гидрологического режима. Специальные станции и посты изучают местные особенности гидрометеорологических условий и режимов для специальных целей. Срок их действия устанавливается в зависимости от поставленных перед ними задач.

Станции и посты Гидрометслужбы подразделяются на виды (гидрологические, аэрологические, метеорологические и т. д.) и разряды (станции I, II, III и посты I, II, III разрядов). Гидрологические станции и посты II и III разрядов, расположенные на реках, озерах, водохранилищах и других водотоках, ведут наблюдения и измерения по программе станций и постов I разряда.

Водное хозяйство нашей страны, кроме единой гидрометеорологической сети станций и постов, имеет ведомственные гидрометрические сети станций и постов, организуемых различными министерствами (мелиорации и водного хозяйства, сельского хозяйства, энергетики и электрификации, геологии и т. д.) для соответствующих нужд отрасли народного хозяйства. Причем число ведомственных гидропостов в несколько раз превышает число гидрологических станций и постов Гидрометслужбы.

В состав ведомственной гидрометрической сети пунктов учета воды на гидромелиоративных системах входят по назначению следующие группы гидрометрических постов:

Посты учета водных запасов источника орошения, поступающих на русловой участок системы, в водохранилище (перед водозабором), называются опорными гидропостами.

Посты учета водозабора (головные гидропосты), в число которых входят посты в головах или на головных участках самотечных или машинных магистральных каналов;

Посты распределения воды по сети магистральных каналов системы, в головах распределителей всех порядков (водораспределительные гидропосты);

Посты учёта выдела воды водопотребителям (хозяйствам, предприятиям и пр.), т. е. посты выдела воды, месторасположение которых

определяется границами хозяйства и расположением внутриводосборной сети;

Посты на внутриводосборной оросительной сети для учета распределения и контроля использования воды водопользователями данного хозяйства (гидропосты внутриводосборного водовыдела);

Посты на участках сброса воды для учета неиспользованных ее остатков (сбросные гидропосты);

Посты учета стока воды в коллекторах, дренах, располагаемые в устьях дрен, или их группы в коллекторы высшего порядка, в точках сбора дренажной воды, в голове канала, отводящего дренажную воду (при вертикальном дренаже).

Помимо вышеуказанных постов учета расхода и стока воды на каналах системы устраивают также режимные посты наблюдения за уровнями воды, посты для контроля на участках каналов за критической допустимой высотой уровня воды, превышение которой опасно для сохранения и устойчивости дамб канала.

Основным положением и требованием к размещению пунктов учета воды на оросительной сети является обеспечение своевременного регулирования воды и определение водного баланса как по системе в целом и отдельным ее участкам (магистраль, распределители и пр.), так и по участкам орошаемых территорий, охватываемых оросительной сетью.

Посты водосборной сети должны давать основные элементы баланса, т. е. данные за любой период времени о расходах воды, поступающей на объект и отведенной с него. По этим данным при соответствующей обработке определяют расход воды на хозяйственные, технические, бытовые нужды (полезный расход), расход на потери (русловые и технические), возврат оросительных вод или пополнение их за счет выклинивающихся грунтовых вод и неиспользованных вод, сбрасываемых с системы в целом и с отдельных участков.

Посты учета воды следует размещать с расчетом выполнения всех задач гидрометрии при наименьшем их числе. По возможности один и тот же пост должен выполнять несколько задач — так, балансовый пост служил бы одновременно и для учета выдела воды или пост на сбросе воды из одного хозяйства в соседнее был бы для него балансовым постом и т. д.

Конструкции гидрометрических постов и их оборудование в соответствии с современными требованиями должны обеспечивать оперативное определение гидравлических показателей: уровень воды, скорость и расход потока, суммарный сток воды, мутность потока, состав взвешенных и донных наносов, расход и суммарный сток наносов, химическая и общая загрязненность воды.

Общее правило проектирования сети постов учета воды — обязательный непосредственный учет, т. е. определение гидрометрических величин на посту, а не по данным других постов (например, определение расхода канала суммированием или вычитанием расходов его распределителей и т. п.).

Примерные схемы сети размещения гидрометрических • постов при межобластном, межрайонном и межхозяйственном водораспределении приведены на рисунках 1 и 2.

### **9.1.3. Гидрометрические работы, виды замеров расходов воды**

Работы по эксплуатационной гидрометрии на гидромелиоративных системах состоят из подготовительных и текущих работ.

К подготовительным работам относятся: проверка соответствия поста с проектными данными; установка и наладка приборов, проверка их работы; контрольные замеры расходов, разбивка вертикалей створов; определение условий работы поста, характера подхода и истечения потока в зоне гидропоста; составление технической карточки поста с схематическим планом его расположения и основных разрезов.

Текущие работы по учету воды на действующих постах зависят от принятого способа учета воды, типа оборудования гидропоста, его технического оснащения и включают в себя следующие элементы: систематические и контрольные наблюдения, измерения уровней и расходов воды; контроль за исправностью сооружений на постах, за правильностью их работы как водомера, а также устранение неисправности оборудования и приборов на постах; текущий ремонт оборудования на постах, профилактические мероприятия; обработку собранной гидрометрической информации и материалов.

Для повышения производительности труда гидрометрических работ и оперативности использования полученной информации обязательно применение современных конструкций водомерных сооружений, постов и устройств, оснащенных средствами автоматики и телемеханики. При обработке материалов наблюдений управление оросительных систем (УОС) должно использовать ЭВМ и другие счетно-решающие устройства.

На гидрометрических постах и в точках водораспределения гидромелиоративных систем проводят периодические и систематические замеры расходов воды.

Периодические контрольные замеры расходов воды проводят для установления зависимостей расхода от уровня воды, поверки приборов учета воды, введения поправок, тарировки и инспекции, а систематические проводят ежедневно или по технической потребности водопользования, водораспределения и контроля. Автоматизация систематических замеров должна быть обеспечена в первую очередь.

### **9.1.4. Методы учета воды**

При выборе и использовании методов и технических средств учета воды (типа водомерного сооружения и устройств, приборов и пр.) на любом гидрометрическом посту гидромелиоративной системы необходимо учиты-

вать: метрологические условия измерения, гидрологические, гидрогеологические и гидравлические характеристики объекта и района; технологические и эксплуатационные условия; конструктивно-строительные требования; специфические особенности производства; техническую целесообразность и экономическую эффективность.

Расход и сток воды можно измерять прямыми и косвенными методами.

**Прямые методы** измерения (объемный и весовой) применяют при контрольном замере расходов воды, тарировке водоизмерительных устройств и приборов объектов гидромелиоративных систем при небольших расходах воды.

В гидромелиоративной практике пользуются в основном косвенными методами измерения расходов воды, которые рекомендуют для современных условий эксплуатации гидромелиоративных систем.

**Косвенные методы** измерения расходов воды могут быть разделены на следующие группы:

- методы учета, использующие принципы определения расхода (стока) воды по элементам сечения русла водотока и скорости потока (русловой метод);
- методы, основанные на законах гидравлики истечения воды через отверстие или порог сооружения, когда расход воды, пропускаемый сооружением, при постоянных размерах некоторых его элементов (длина порога, ширина сечения отверстия, площади сечения трубы) зависит от переменных значений (действующего напора потока, высоты отверстий истечения воды, перепада уровней воды и др.), легко измеряемых на месте;
- методы, предусматривающие автоматическое поддержание постоянного заданного расхода или стабилизацию уровня воды в бьефах;
- методы учета непосредственного измерения полного расхода воды в сечении потока (электромагнитный, с использованием сил Карриолиса, ультразвуковой, вибрационный и т. д.) с применением различных видов энергии и их преобразованием;
- методы смешения, разбавления и «меток».

**Русловой метод** объединяет способы, при которых расход определяется непосредственно в русле потока по элементам его сечения и скорости (по элементам суммы «площадь — скорость», по уровню воды, высота которого зависит от расхода воды). Этот метод по технике производства работ и типу технического оборудования может быть подразделен на способы учета воды: многоточечный, использование однозначных кривых  $Q=f(H)$ , интеграционный, способы учета при переменном подпоре потока и др.

**Гидравлический метод** учета воды проводят с помощью тарированных и "водомерных сооружений, устройств, пропускающих через себя измеряемый водный поток. По способам переменных напоров, перепадов уровней воды и тарировки может быть подразделен, в зависимости от используемых, регулируемых гидротехнических сооружений, армирующих оросительную сеть и требующих тарировки, или специальных транзитных и регулируемых водомерных сооружений, устройств, конструи-

руемых на основе соответствующих исследований и использующих расчетные (учетные) зависимости для определения величины расхода воды.

Учет воды **методом поддержания в канале постоянного расхода** (уровня) при изменяющемся режиме водного потока требует применения специальной конструкции регулирующих сооружений, оборудования или устройства, автоматически поддерживающих условия истечения потока, необходимые для поддержания заданного постоянного расхода (уровня).

Учет воды **методом непосредственного измерения расхода воды в сечении** (индукционным, вибрационным и др. способами) предусматривает использование серийных и аттестованных расходомерных приборов.

**Метод смещения**, разбавления и «меток» основан на кратковременном или непрерывном пропуске различных солей, растворителей, радиоактивных элементов, красителей, светящихся и других веществ в поперечном сечении русла (трубы) с последующей их регистрацией во времени в другом сечении, которое располагается на определенном расстоянии от первого.

Каждый перечисленный метод учета воды на гидромелиоративных системах может применяться одновременно с другими, и выбор их зависит от целей учета воды, вида замера, величины учитываемых расходов, размера русла потока, гидравлических условий, требуемой точности и оперативности учета и пр. На пунктах учета воды, расположенных в аналогичных условиях, следует применять типовые методы учета воды и конструкцию водомерных сооружений, устройств и одинаковое вспомогательное оборудование поста.

### 9.1.5. Группы, классы средств учета воды

Соответственно методам измерения расходов, средства учета воды могут быть разделены на следующие основные группы:

**водомеры-регуляторы** — регулирующие гидротехнические сооружения, в состав конструкции которых входят водомерные устройства, соответствующие первичные водоучитывающие приборы (датчики) и регулирующее оборудование (затворы), позволяющие при необходимости осуществлять на них автоматизацию и телемеханизацию учета и регулирования воды;

**водомерные сооружения**, устройства для учета транзитных расходов воды. К ним относятся водосливы, лотки, пороги, насадки и другие водомерные устройства, расположенные в нижнем бьефе регулирующих сооружений, на транзитных участках каналов, на трубопроводах и т. д. При расположении транзитных водомерных сооружений и устройств в нижнем бьефе они могут быть использованы для авторегуляторов расхода воды;

**тарированные сооружения** (сопрягающие, сбросные, регулирующие и другие гидротехнические сооружения), в которых соответствующей тарировкой устанавливаются зависимости проходящих через них расходов воды от 1 до 3 переменных параметров (высоты уровня воды или их перепада, открытия затвора и т. д.);

**пропорциональные вододелители** (специальные сооружения и устройства), которые при известном общем расходе воды, подходящей к ним,

делят этот расход в соответствующей или заданной пропорции по, отводам. Пропорциональные вододелители, помимо оборудования сооружения для деления расхода воды, имеют устройства, позволяющие измерять общий расход на подходе к сооружению;

**русловые гидрометрические посты** и контрольные сечения, имеющие гидропосты в земляном или фиксированном русле и измерительные устройства с соответствующим оборудованием. Контрольные замеры расходов воды проводятся точечным (измерение скоростей течения с помощью гидрометрических вертушек), или интеграционным, способом, а систематические — измерением одного уровня потока или уровня и скорости воды на вертикали гидропоста по зависимостям  $Q=f(H)$  или  $Q=f(H, V)$ ;

**Водомеры-автоматы** расходов воды (авторегуляторы), т. е. специальные конструкции сооружений для головных водозаборов, водовыпусков и отводов с автоматическим оборудованием, обеспечивающим регулирование пропуски заданных постоянных расходов воды.

Измерительные приборы для учета и распределения воды подразделяются на: группу для получения информации (приборы местной индикации, датчики) и бывают показывающие и интегрирующие.

**Показывающие** приборы (индикаторы) фиксируют измеряемую величину на отсчетных приспособлениях. Они наиболее распространены и включают приборы с визуальным отсчетом и самопишущие (индикаторные уровнемеры, расходоуказатели и т. д.).

**Интегрирующие** приборы дают суммарную величину измеряемого параметра за некоторый промежуток времени (с непрерывным интегрированием их значений). К ним относятся водяные счетчики, гидрометрические роторные стокомеры, электромагнитные расходомеры и т. д.;

Приборы учета оросительной воды предназначаются для измерения основных параметров потока: уровня воды (различные уровнемеры, лимниграфы и др.); перепада уровней (давления) воды (перепадомеры, расходоуказатели и т. п.); локальных (точечных) или средних скоростей потока (гидрометрические вертушки, роторные счетчики, индукционные скоростемеры и т. д.); расхода и стока воды (индукционные и другие расходомеры); положения регулирующих поток устройств (затворов, клапанов и т. д.).

Приборы для измерения этих параметров с точки зрения метрологии делятся на основные и вспомогательные (вторичные). Вспомогательные приборы — это преобразователи, вычислительные устройства, анализаторы и т. д. Основные приборы (первичные датчики) делятся на связанные с объектом приборы, в которых чувствительные элементы располагаются в измеряемой среде — воде (поплавковые, контактные и др.), и на несвязанные, в которых чувствительные элементы не контактируются с измеряемой средой (акустические, фотоэлектрические и т. д.).

Все измерительные приборы подразделяются на образцовые и рабочие.

К образцовым измерительным приборам относятся высокоточные приборы, которыми проверяют показания рабочих приборов и проводят градуировку. К рабочим (техническим) измерительным приборам относятся все приборы, кроме образцовых, предназначенные для измерения параметров с меньшей допустимой точностью.

Все измерительные приборы по точности показаний делятся на классы. Класс точности (основная погрешность) прибора характеризуется максимальной абсолютной погрешностью прибора, отнесенной к верхнему пределу измерения и выраженной в процентах:

$$K = \frac{Q_n - Q_1}{Q_{\max}} 100\%$$

где  $Q_n - Q_1$  — максимальная абсолютная погрешность прибора;

$Q_n$  — расход, определенный по прибору;

$Q_1$  — действительное значение расхода;

$Q_{\max}$  — максимальный расход, являющийся пределом измерения прибора.

В практике эксплуатационной гидрометрии при учете расходов, скоростей и напора воды обычно пользуются понятием абсолютной и относительной погрешности измерения прибора. Качество измерения прибора характеризуется относительной погрешностью, которая выражается отношением абсолютной погрешности к измеряемой величине:

$$\delta = \frac{Q_n - Q_1}{Q_1} 100\%$$

Для приборов, измеряющих давление (перепад, напор), расход воды и другие параметры, ГОСТ устанавливает определенный ряд классов.

#### **9.1.6. Основные требования к средствам учета воды**

Средства учета воды на гидромелиоративных системах должны учитывать эксплуатационные, конструктивно-строительные и технико-экономические требования:

-обеспечение автоматизированного учета расхода и стока воды при распределении на оросительной системе для выполнения плана водопользования и рационального использования водных ресурсов;

-соблюдение соответствия конструктивных элементов, технологии и простоты конструкции водомерных сооружений, устройств. Возможность установки на них приборов учета, средств автоматики и телемеханики, обеспечение индустриального и полигонного (блочного) их изготовления, транспортабельность, несложность монтажа, строительство их на месте, а также простота пуско-наладочных работ и несложная эксплуатация;

-универсальность и типизация конструкций водомерных устройств. Использование их при переоборудовании существующих сооружений

различного назначения в водомерные (с небольшими затратами на реконструкцию) сооружения. Унификация и взаимозаменяемость элементов конструкций водомерных устройств;

-надежность эксплуатации в различных условиях и режимах работы каналов, достаточность диапазона применения, независимость работы водомерных сооружений и устройств от характера истечения потока в нижний бьеф (включая подпорно-переменный режим), возможность их работы с незначительной потерей напоров и т. д. Возможность защиты сооружений от переполнения бьефов водой;

-простота и надежность защиты водомерных устройств от постороннего вмешательства. Удобство осмотра, проверки работы, ремонта, замены частей, установки приборов, средств автоматики, их взаимозаменяемость, блочность;

-безопасность производства работ и их эксплуатации;

-работа сооружений водомерных устройств и приборов не должна нарушаться из-за отложения наносов, наличия мусора, плавающих предметов и других факторов как измеряемой, так и внешней среды;

Для осуществления автоматизации учета воды простейшими первичными водоизмерительными приборами измеряемый расход воды должен зависеть не более чем от 1—2 переменных величин. Первичные водоизмерительные приборы должны иметь преобразователи или удобный выход для приставок, позволяющих подсоединение их к соответствующим типам средств телемеханики и авторегулирования;

допустимая общая относительная погрешность единичного измерения расхода воды на водомерных сооружениях и других устройствах должна быть не более  $\pm 5\%$ , включая погрешность первичного прибора при местном отсчете. При автоматизации и телемеханизации точность распределения расходов воды должна быть также в пределах той же допустимой относительной погрешности измерения расходов;

отношение  $\frac{Q_{\max}}{Q_{\min}}$  (диапазон изменения точно измеряемых расходов воды) согласно СНиП, должно быть равно 3—4. При условии возможного увеличения поливных норм, орошаемых площадей, проведения промывных поливов и т. д. этот диапазон увеличивают до 5—7 с применением соответствующих водомерных устройств. При круглогодичном измерении расходов воды в естественных водотоках диапазон изменения расходов воды может быть и большим (до 20);

экономичность конструкции водомерных сооружений и устройств с соблюдением всех прочих требований. Стоимость водомерных устройств и водоизмерительных приборов при массовом их применении на системе не должна превышать общей стоимости соответствующих линейных гидросооружений, за исключением особых случаев и специальных требований автоматики и телемеханики, а также ответственности объекта. Мелкие типовые водомерные сооружения (расход до 3—5 м<sup>3</sup>/с) должны иметь простейшие и несложные устройства и водоизмерительные приборы

серийного выпуска. Применение сложной и дорогостоящей водоизмерительной техники оправдывается только на крупных водомерных сооружениях с большими расходами;

размещение (компоновка) водомерных устройств, приборов учета воды, автоматического оборудования на гидротехнических сооружениях и гидрометрических постах должно отвечать условиям очередности автоматизации их работы при временной и постоянной эксплуатации сооружений и сети;

конструкция водомерного сооружения и его оборудования не должна в перспективе препятствовать любой стадии автоматизации.

При автоматизации и телемеханизации объектов оросительной сети измерения расходов воды проводят наиболее простым, надежным и достаточно точным способом, при котором:

требуется минимальное число обслуживающего персонала и минимальный объем работ (с максимальной производительностью труда на объектах и диспетчерских пунктах — ДП);

достижение минимального числа измеряемых гидравлических параметров для определения расходов воды позволяет упростить структурную схему и объем средств телеизмерения и телеуправления объектов (рис. 3);

возможно применение однотиповой водоизмерительной техники по назначению (для учета расходов, уровней воды, перепадов давлений, датчиков положения затворов и т. д.), в первую очередь унифицированных, промышленной серии изготовления, соответствующих ГОСТ и Государственной системе промышленных приборов и средств автоматизации (ГСП);

наиболее соответствуют эксплуатационным, конструктивно-строительным и технико-экономическим требованиям гидромелиоративных систем.

Общие положения по пересмотру, выбору и применению средств учета воды

Реконструкция существующих или строительство новых водомерных сооружений, устройств, гидрометрических постов и их оборудования в процессе эксплуатации действующей системы и связанный с этим пересмотр и выбор наиболее рационального варианта проводятся при необходимости улучшения условий эксплуатации гидромелиоративных систем—повышения производительности труда, более высокой оперативности по получению гидрометрических данных, упрощения и уменьшения числа технологических операций, внедрения автоматизации, телемеханизации, создания и перехода на АСУ технологических процессов, а также необходимости обеспечения условий технической безопасности при проведении гидрометрических работ;

обеспечении допустимой или повышенной точности, достоверности получаемых данных по учету расходов воды или их составляющих;

переустройстве или строительстве новых точек водозабора, узлов водораспределения, межхозяйственных каналов и хозяйственной сети,

изменяющих порядок водопользования и величины поступаемого расхода воды в систему через данные пункты учета воды;

увеличении поливных площадей по всей оросительной системе более чем на 10% при использовании существующих трасс и оросительной сети;

изменении условий агротехники, мелиоративного состояния орошаемой территории, водообеспеченности системы, водопотребления (дополнительных сельскохозяйственных или промышленных и других водопользователей), которые требуют оптимального использования водных ресурсов, порядка водопользования, проведения мер по борьбе с маловодьем (водооборот и т. д.) и могут уменьшить или увеличить водопотребление на всей системе более чем на 15—30%, а также расширить диапазон измерения расходов воды;

проведении мероприятий по повышению к п. д. каналов, оросительной сети более чем на 15—30%,

причем класс (разряд) гидрометрического поста с водомерными сооружениями, устройствами устанавливается не только по максимальной величине и максимальному диапазону измеряемых расходов воды, подаваемых на определенную площадь орошения, осушения и обводнения, но и принятым процентам водообеспеченности, величине катастрофического расхода, степени важности объекта, необходимой достоверности гидрометрических данных и оперативности их получения. Поэтому диапазон точного измерения расходов воды на гидропосту и соответствующий выбор конструкции водомера должны отвечать не только заданным проектным  $Q_{max}$ ,  $Q_{норм}$ ,  $Q_{min}$ , но и более неблагоприятному условию работы поста и возможной корректировки плана водопользования (в оперативном порядке) при эксплуатации гидромелиоративных систем.

### **9.1.7. Выбор и применение средств учета воды на гидромелиоративных системах.**

На новых и реконструируемых оросительных объектах, в пунктах распределения воды на регулирующих гидротехнических сооружениях межхозяйственной и хозяйственной сети для систематического учета воды используются водомеры-регуляторы, обеспечивающие одновременно измерение расхода и его регулирование. Для контрольных замеров расхода воды используют дублирующие транзитные водомерные сооружения, устройства или фиксированные русла. Применение водомеров-регуляторов может быть ограничено неблагоприятными для них гидравлическими условиями.

При соответствующих гидравлических условиях предпочтение отдается водомерам-автоматам стабилизации постоянного расхода воды с возможностью изменения постоянных их установок.

Водомеры-регуляторы и водомеры-автоматы расхода воды при наличии соответствующих им условий применения используются в местах водозабора и выдела воды.

На внутриводопроводной сети в первую очередь применяются водомеры-автоматы постоянного расхода воды гидравлического и пневмогидравлического действия.

Автоматические регуляторы стабилизации постоянных расходов и уровня воды электрического и комбинированного действия применяются на магистральных каналах и на межхозяйственной сети, имеющих линии электропередач вдоль сети.

Автоматы постоянного уровня верхнего бьефа гидравлического действия рекомендуются для сбросов на сети любого порядка.

При наличии на действующих системах в голове распределителя обычного регулятора расхода воды последний при благоприятных гидравлических условиях используется как водомер для систематических замеров расхода после его предварительной тарировки. Рациональность тарировки определяется возможностью дополнительного дооборудования объекта тарировки средствами автоматики и телемеханики для измерения расходов воды (ограниченное число (1—2) переменных, определяющих величину расхода воды).

Для учета транзитной воды в каналах системы (контроль, баланс) в случаях, когда местоположение нерегулируемых сооружений (перепады, быстротоки, дюкера, сбросы и т. д.) и пункты учета воды совпадают, способ тарировки сооружения применяют в первую очередь.

Транзитные водомерные сооружения, устройства (пороги, лотки, водосливы, насадки и т. д.), с помощью которых ведется только учет расхода воды без его регулирования, применяются: на головных участках каналов для учета и контроля головных расходов при наличии регулятора и если тарировка последнего вызывает те или иные затруднения; в контрольных и балансовых пунктах учета транзитной воды, а также в сочетании с авторегуляторами расхода.

Русловой метод, основанный на измерении точечных скоростей потока в створе русла, применяется во всех случаях, указанных для транзитных сооружений и устройств.

Для систематических замеров расхода воды русловой метод используется преимущественно на естественных источниках, магистральных, крупных распределителях. Применение руслового метода ограничено минимальными допустимыми размерами русла потока и скоростями течения.

Серийные водомеры и расходомеры, использующие непосредственный способ измерения расхода, стока воды и создающие наименьшие гидравлические сопротивления, используются на напорных трубопроводах крупных насосных станций, закрытой напорной сети, скважинах вертикального дренажа при наличии на местах электроэнергии и необходимости систематических замеров воды. При отсутствии электроэнергии и экономической нецелесообразности указанных типов приборов на таких пунктах водоучета в первую очередь применяются стандартные расходомеры, создающие местные сопротивления или тахометрические и т.

д. Если невозможно применение тахометрических расходомеров, пользуются нестандартными расходомерами и оборудованием.

На одной оросительной системе устанавливаются по возможности однотипные водомерные устройства, приборы, средства автоматики и телемеханики.

Классы водоизмерительных приборов можно определить с помощью графика (рис. 12.4) по зависимости

$$\sigma_{Q_{упр}} = \sqrt{\sigma_{приб}^2 + \sigma_{сооруж}^2 + \sigma_{ти}^2 + \sigma_{рег}^2}$$

Задаваясь допустимой погрешностью величины распределяемого расхода воды в процентах, можно определить комбинацию допустимых погрешностей системы авторегулирования —  $U_{рег}$ , телеизмерения —  $U_{ти}$ , водомерного сооружения (устройства) —  $U_{сооруж}$  и недоучитывающего прибора —  $U_{приб}$  (а следовательно, его класс): при местном учете (контрольных замерах) —  $U_{QM}$ , при телеизмерении —  $U_{Qти}$  и при автоматическом управлении водораспределением —  $U_{Qупр}$ .

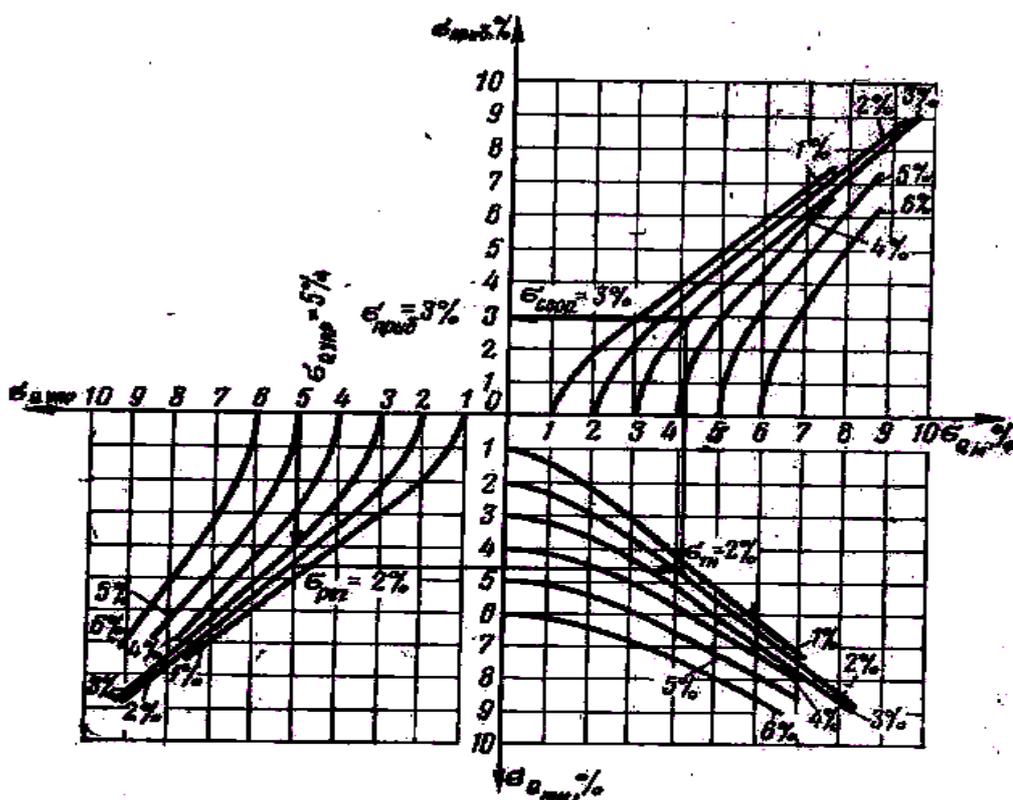


Рис. 9.4. Универсальные графики погрешности измерения и распределения расходов воды.

## 9.2. Совершенствование существующих способов, устройств и методов водоучета на внутрихозяйственной ГМС

Цель исследований заключалась в нахождении способа, устройства, метода с помощью которого можно было бы усовершенствовать водоучет на внутриагрохозяйственной оросительной сети.

Исследования включали в себя:

- определение погрешностей существующих устройств, способов и методов водоучета;
- оценку оперативности получения информации;
- оценку эксплуатации устройств.

### **9.2.1. Руслевой метод учёта воды**

Сущность руслового метода заключается в определении расхода воды непосредственно в русле потока по какому-либо элементу живого сечения, находящемуся в закономерной зависимости от скорости течения и площади, т.е. зависимости, предварительно определяемой в натуре непосредственными измерениями.

Руслевой метод использует принципы определения расхода (стока) воды по элементам сечения потока и скоростей в них для контрольных (периодических) замеров и по использованию ранее установленной зависимости расхода от уровня воды для систематических замеров расхода воды.

При русловом методе учета воды на гидромелиоративных системах используют зависимость  $Q=f(H)$  расхода воды от уровня, измеряемого от постоянной горизонтальной плоскости (нуля поста), высотная отметка которой ниже дна русла или с ней совпадает.

После определения указанной зависимости контрольными замерами расхода воды ежедневный (или трехразовый в сутки) учет воды сводится - лишь к записи на месте уровня воды  $H$  и определению расхода  $Q$  по зависимости  $Q=f(H)$ .

При русловом методе учета воды проводят следующие работы:

-параллельные измерения расходов воды в створе русла (например, многоточечным вертушечным способом) и ее уровней при разном наполнении русла потоком для установления первоначальной зависимости  $Q=f(H)$ ;

-последующие параллельные, контрольные (периодические) измерения для уточнения и корректировки найденной зависимости;

-ежедневные наблюдения горизонтов воды, определяющие по зависимости  $Q=f(H)$  расход воды в период наблюдения.

Измерение расхода сводится к определению площади живого сечения потока, а средней скорости — к определению скоростей течения в различных его точках.

Руслевой метод может быть подразделен по технике проведения работ, типам технического оборудования и конструкции средств учета воды на:

-«многоточечные» с суммированием дискретных элементов «площадь—скорость» потока. Используются в основном для контрольных замеров расхода воды;

-использование кривых однозначных зависимостей расходов воды от глубины потока в русле гидропоста. Применяют для систематических замеров расхода воды. Конструктивным улучшением вышеуказанных способов измерения является использование обычных и симметричных ступенчатых фиксированных русл;

-интеграционные способы, использующие непрерывное во времени интегрирование и измерение осредненной скорости воды на вертикали (и элемента сечения) потока. Интеграционные способы являются перспективными, так как возможна автоматизация не только систематических замеров расхода воды руслового метода, но и его контрольных замеров.

-способы учета расхода воды при подпорно-переменном режиме движения потока, применяемые на фиксированных правильных сечениях русел гидропостов для систематических замеров расхода. Способ основан на замере относительной точечной скорости воды и глубины на одной из средней вертикали потока (с коррекцией на ширину потока поверху) и имеет возможность использования его как для обычных (местных), так и для механизированных, автоматизированных вариантов замера расхода (стока) воды;

-использование критериев движущегося потока (чисел Рейнольдса, Фруда, Эйлера и других безмерных величин) в точке или вертикали правильного фиксированного сечения, пропорциональных расходу воды для всего сечения потока. Применяется для контрольных замеров расхода воды.

### **12.2.2. Выбор участка гидропоста, его устройство и оборудование**

Выбор створа измерения, распределение вертикалей, определяющих площадь живого сечения и точек измерения скоростей, должны проводиться в соответствии с правилами, обеспечивающими необходимую для практики точность гидрометрических данных. .

Измерение расходов воды во все периоды действия поста осуществляют на постоянном гидрометрическом створе, расположенном на участке русла, границы которого определяются задачами учета и гидравлическими условиями.

Для обеспечения зависимости  $Q=f(H)$  выбранный участок русла должен удовлетворять следующим требованиям:

дно и берега русла, проходящего в естественном грунте, должны быть достаточно устойчивыми. Показатель устойчивости, если возможно предварительное наблюдение, определяют из уравнения:

$$\delta = \frac{\sum_1^n \left( 1 - \frac{h_1 + h_2 + h_3}{3h_0} \right)}{n} 100 \leq \pm 5\%$$

где  $h_0$  — высота уровня воды над постоянной горизонтальной плоскостью, проведенной на уровне дна в начале наблюдений;

$h_1, h_2, h_3$ —глубины контрольных вертикалей, расположенных в средней части русла при отдельных последующих наблюдениях;

$n$  — число наблюдений.

Если предварительные наблюдения за устойчивостью русла провести невозможно, ее оценивают по общим признакам (внешний вид состояния откосов и берегов, данные по очистке русла канала от наносов и пр.);

участок поста должен находиться вне влияния переменного подпора как от нижележащих регулируемых подпорных сооружений, так и создаваемого в результате изменения водного режима потока ниже участка поста.

Предельное расстояние нижней границы участка от

Места образования подпора приближенно можно определить по формуле:

$$L = \frac{h_n}{i};$$

где  $h_n$ —дополнительная высота подпора воды над бытовой глубиной перед преградой при наибольшем возможном уровне воды;

$i$ —средний уклон дна канала выше преграды;

дно и откосы русла должны быть чистыми от растительности;

на всем протяжении участок должен быть прямолинейным, иметь правильное поперечное сечение, однообразный уклон дна. На естественных источниках на участке поста не должно быть разливов, островов, протоков;

общая длина участка должна составлять на широких реках (более 100 м) не меньше ширины русла поверху ( $B$ ), на средних и малых реках не менее  $(2—6)B$ , на каналах не менее  $(4—10)B$  при среднем его наполнении (т. е. меньше при широких и больше при узких руслах водотоков);

на участке и вблизи него не должно быть сооружений, влияющих на естественный режим потока (мостов с промежуточными опорами, насосных установок, пристани, водовыпусков и т. п.). При учете головного расхода (в нижнем бьефе сооружения) верхняя граница участка должна быть ниже водобоя, в месте с установившимся спокойным режимом движения потока, а при расположении поста выше сооружения (не подпорного) нижняя граница участка должна быть вне кривой спада;

выше и ниже участка поста не должно быть крутых поворотов русла, влияющих на параллелоструйное течение потока;

участок должен быть доступен и удобен для проведения работ, ремонта оборудования и обеспечивать безопасность работ.

Если все эти условия нельзя выполнить, то при выборе участка для поста их учитывают по мере возможности соответственно степени их важности для точности измерения элементов потока, т. е. для обеспечения установившегося режима потока в пределах участка.

Выбор участка поста и получение необходимых для этого года данных ведется на основании визуальных наблюдений и инструментальных промеров глубин, расстояний, наблюдений за движением поплавков и т. п.

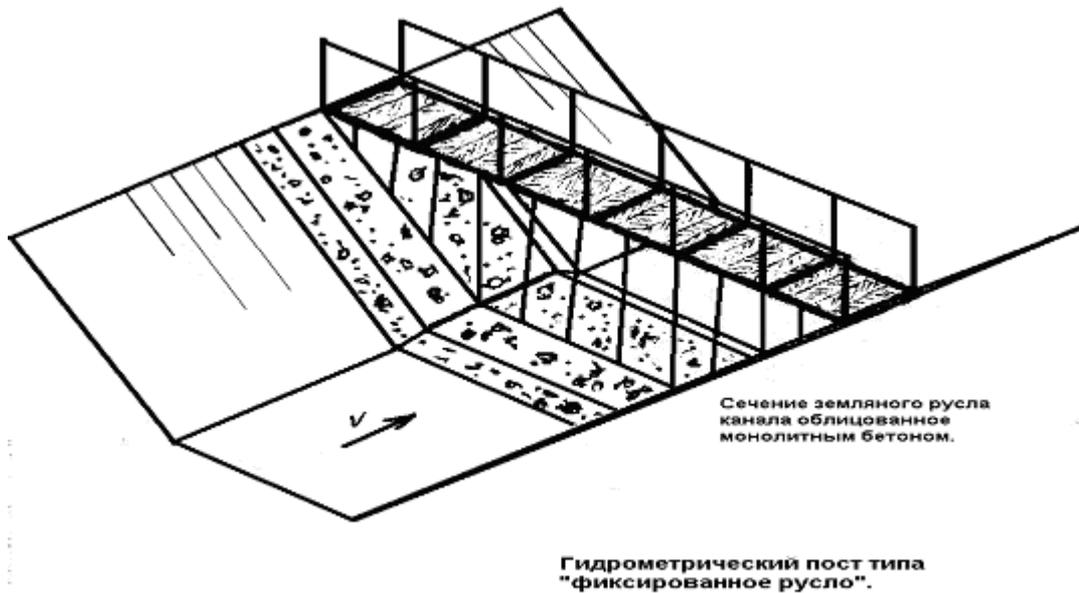
Выбранный участок закрепляется на месте в плановом и высотном отношении с помощью топографического репера (в абсолютных или относительных отметках), знаков, отмечающих верхнюю и нижнюю границы в виде створных столбов на берегах, и знаков, закрепляющих на месте рабочий створ поста. Все эти знаки являются постоянными на все время действия поста и должны устанавливаться в местах, обеспечивающих их сохранение.

Высотная отметка постового репера определяется по ближайшим реперам системы.

Место постоянного рабочего створа измерения расходов воды на участке назначается в наиболее удобном и безопасном для проведения гидрометрических работ месте. Обычно створ располагают немного ниже середины участка (примерно на 0,6 длины участка от верхней границы).

Места постоянных вертикалей в рабочем створе, на которых ведется (при определении расходов воды) измерение глубины живого сечения потока и скоростей течения, назначаются по данным детальной нивелировки берегов, откосов и дна русла по линии створа. Вертикали должны точно определять очертание русла (дна и откосов) как при максимальных, так и при минимальных уровнях воды в створе измерения (рис. 10). Число постоянных вертикалей должно быть не менее 5—10 (при среднем уровне воды), например при ширине поверху живого сечения потока от 3 до 5 м — 4—5; от 5 до 10 м — 5—7; от 10 м и более — 7—10 вертикалей, расположенных на равном расстоянии друг от друга. Нумерация вертикалей ведется от постоянной (нулевой) точки, закрепленной на берегу знаком створа. Помимо указанных выше знаков в оборудование участка гидрометрического поста входит: приспособление, позволяющее свободно передвигаться по створу, и приспособление для определения уровней воды, дополнительные (по мере необходимости) знаки.

Для передвижения вдоль створа устраивают специальные гидрометрические мостики, паромы и люльки на тросах, а также дистанционные гидрометрические установки, позволяющие управлять инструментом с берега. При отсутствии стандартных конструкций, необходимых для оборудования поста, их проектируют в установленном порядке.



### 9. 5. Гидрометрический пост с гидрометрическим мостом.

Общие положения выбора оборудования и технические условия его проектирования:

гидрометрические мостики строят на нешироких руслах (длина моста между береговыми опорами им до 20—23 м), подвесные мостики— до 50 м. Конструкция мостиков не должна стеснять живое сечение потока, т. е. иметь промежуточные опоры и береговых устоев, выходящих в русло, и должна обладать достаточной жесткостью. Нижнее строение его следует располагать на минимальной, но безопасной высоте от максимального уровня воды (0,3—0,6 м);

Изучая этот метод по имеющейся литературе узнаем, что погрешность данного метода составляет порядка 5% при расходе до 10м<sup>3</sup>/с и 10% при расходе свыше 10м<sup>3</sup>/с. Нам же необходимо было знать насколько точно построен график зависимости  $Q=f(H)$  с помощью которого определяется проходимый расход. Для этого производились специальные замеры скорости, после чего определялся расход. Затем натурные показания и показания графика  $Q=f(H)$  сравнивались между собой.

#### 9.2.3. Фиксированное русло

Фиксированные русла (ФР) предназначены для периодических и систематических измерений расхода воды открытых каналов и водотоков при отсутствии или невозможности применения других способов и средств измерения при условии отсутствия переменного-подпорного режима течения воды. Этот тип водомеров получил наибольшее распространение.

ФР представляет собой небольшой участок канала или водотока поперечное сечение которого (дно и откосы) укреплено (фиксировано) путем облицовки каким-либо твердым материалом (см.рис. 5 – а, б).

Расход воды через ФР определяется по уровню (рейке), пользуясь заранее составленной градуировочной кривой (или таблице)  $Q = f(H)$  путем измерения расходов воды методом "скорость-площадь" при различных уровнях (глубинах) воды. Уровень  $H$  воды на выбранном гидрометрическом (ГМ) створе измеряют рейкой с полусантиметровыми делениями, нивелировкой и т.п. При этом нуль рейки должен совпадать с отметкой дна ФР.

#### 9.2.4. Основные правила устройства ФР

- применение облицовок из материалов, стойких против разрушений (монолитный бетон, бетонные плиты, каменная отмостка и т.п.);
- проектирование и строительство облицовок проводят с соблюдением всех технических правил, обязательных для такого рода сооружений;
- профиль фиксированного дна русла должен вписываться в средний продольный профиль русла водотока, а поперечное сечение не создавать дополнительных сопротивлений потоку воды;
- протяжение участка с ФР должно обеспечивать правильный подход потока к створу измерения;
- глубина  $H$  потока воды должна быть не менее 0,2 м;
- скорость потока воды должна быть не менее 0,3 м/с.

Длину фиксированной части русла принимают:  $L \geq (5) b$ , где  $b$  – ширина канала по урезу воды,  $l \approx 0,6L$ .

Уклон дна ФР должен соответствовать среднему уклону канала и обеспечивать спокойное движение потока и незаиляемую скорость воды.

Дно ФР приподнято над дном канала на  $P=0,05 \dots 0,2 H_{max}$ . Откосы ФР равны откосам канала.

Поверхность сечения русла, сопрягающаяся с потоком, должна быть гладкой, без раковин и выступов. Допуски в размерах не устанавливаются, так как градуировка ФР индивидуальная.

Не реже одного раза в год осматривают и, при необходимости, ремонтируют, очищают русло.

Контрольные рейки изготавливают из нержавеющей стали с несмываемыми делениями.

Шкалы уровнемерных или расходомерных реек градуируют (разбивают) с ценой деления, обеспечивающей отсчет с погрешностью  $\pm 1$  %. Так для реек длиной до 0,5 м цена деления равна 0,5 см, для реек длиной до 1,0 м – 1 см. Соответственно градуируют и расходные рейки по формулам расхода.

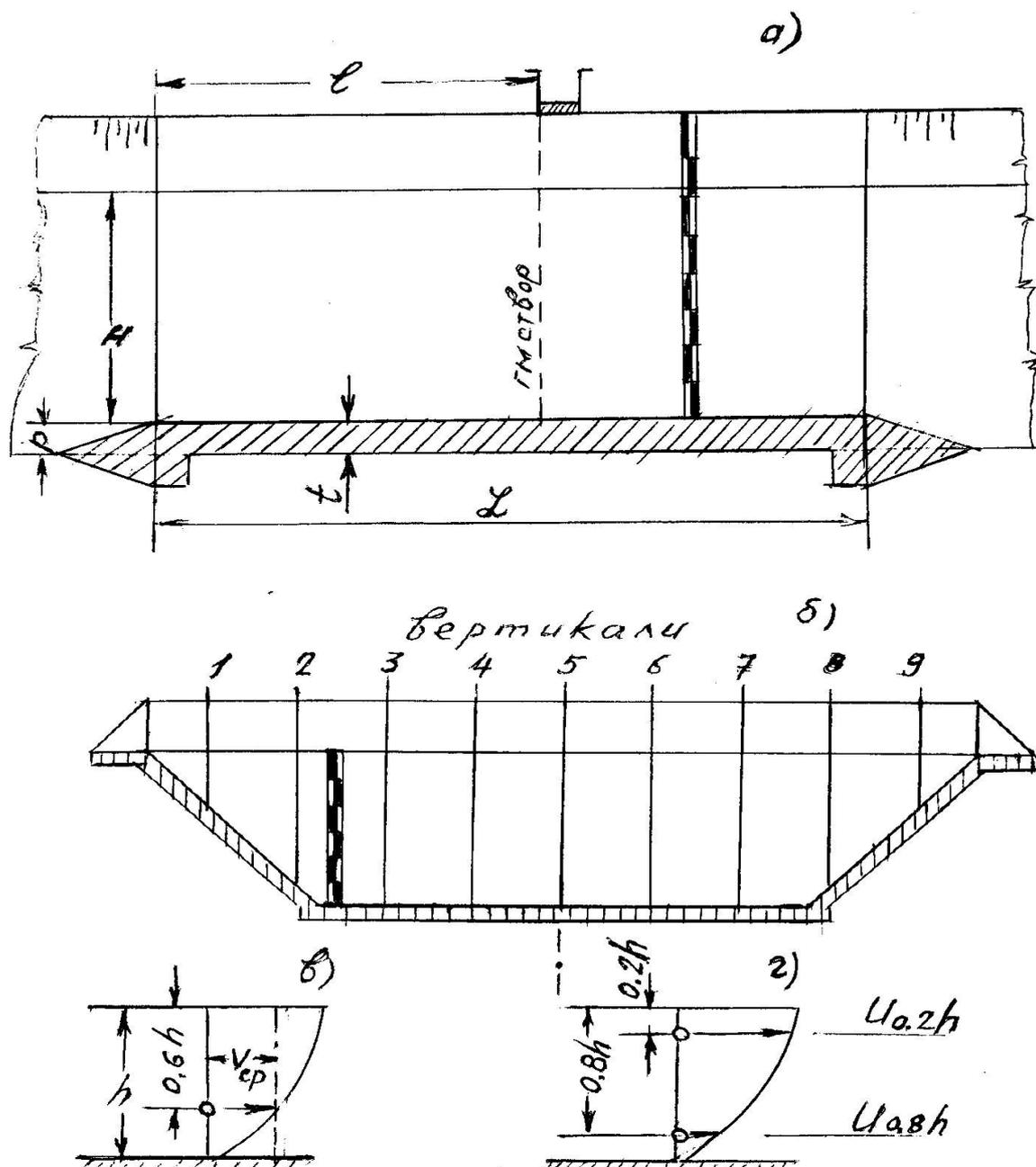


Рис. 12.5. Фиксированное русло. а – продольный профиль  
б – поперечное сечение

### 9.2.5. Градуировка гидропоста с фиксированным руслом

Градуировку гидропоста с ФР производят следующим образом.

Скорости течения воды на вертикалях измеряют при двухточечном способе в двух точках на глубине от поверхности потока, равной  $0,2H$  и  $0,8H$

При двухточечном методе средняя скорость по вертикали определяется как среднеарифметическое двух скоростей

$$V_{cp} = \frac{I_{0,2H} + I_{0,8H}}{2}$$

На вертикалях с малыми глубинами, где измерение скорости на глубине  $0,8H$  невозможно из-за размера измерительного прибора, скорость на

вертикали измеряют в одной точке на глубине 0,6H (рис.5, в), принимают эту скорость за среднюю

$$V_{cp} = I_{0,6H}$$

При необходимости высокой точности измерений применяется пяти-точечный способ. Средняя скорость вычисляется по выражению

$$V_{cp} = (I_{нов} + 3I_{0,2H} + 3I_{0,6H} + 2I_{0,8H} + I_{дон}) : 10$$

Продолжительность измерения скорости в одной точке потока должна быть не менее 100 с.

Вычислив расход воды между вертикалями и суммарный расход по сечению, фиксируют показание рейки для этого расхода.

Затем измеряют другие расходы и строят график  $Q=f(V)$  или  $Q=f(H)$ . С помощью этого графика составляют таблицу координат через 1 см.

Отличительным преимуществом ФР является отсутствие каких-либо препятствий потоку воды и сравнительно низкая стоимость строительно-монтажных работ. А к недостаткам ФР необходимо отнести большую трудоемкость работ по градуировке и поверке, недостаточную точность измерений при переменном-подпорном режиме течения воды.

### 9.2.6. Градуированный параболический лоток (гпл)

Градуированный параболический лоток предназначен для учета воды на внутрихозяйственных каналах из стандартных параболических лотков ЛР-60, 80, 100.

Градуированный параболический лоток ГПЛ, это место (пост) оборудованное и проградуированное для систематического учета воды (рис. 3). ГПЛ включает одну секцию лотка, гидрометрический створ (рабочий) для измерения глубины и скорости воды, неподвижно закрепленного на нем мостика, уровнемерной рейки или штوك рейки. Выбранная секция и соседние секции лотков, должны быть исправными с одинаковым уклоном.

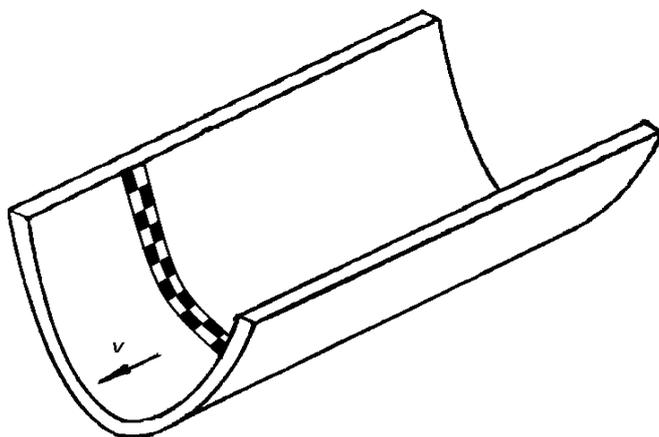


Рис. 9.2.6. Градуированный параболический лоток

### 9.2.7. Градуировка параболического лотка

Для получения кривой и расчета таблицы зависимости расхода от глубины воды  $Q = f(H)$ , проводят 4 – 5 измерений расхода при помощи гидрометрической вертушки в диапазоне от  $Q_{\min}$  до  $Q_{\max}$ .

Для градуировки лотка при переменном подпоре и вообще для быстрого (10 – 15 мин) измерения расхода воды рекомендуется применять одноточечный способ, разработанный в САНИИРИ.

## 9.3. Одноточечный способ САНИИРИ

### 9.3.1. Область и условия применения.

Предназначается для местных систематических измерений расхода на внутрихозяйственных каналах собранных из стандартных параболических лотков ЛР – 40, 60, 80, 100 с расходами, соответственно 80, 150, 250 и 500 л/с.

Зависимость для определения расхода воды в параболических лотках рекомендуемым способом имеет следующий вид:

$$Q = K * h * 2 \sqrt{2Ph} * V, \quad (\text{л/с})$$

где  $K$  – коэффициент,  $P$  – параметр параболы,  $P = 0,2$  для лотков ЛР – 40,

ЛР – 60 и ЛР – 80.  $P = 0,35$  для лотка ЛР – 100.

Скорость воды ( $V$ ) измеряется гидрометрической вертушкой на средней вертикали в точке, расположенной на глубине  $0,6 * h$  от поверхности воды. Для данного гидрометрического поста принята точка измерения скорости воды остается постоянной. Глубина воды измеряется по оси лотка рейкой или штангой. Экспериментальными исследованиями установлены значения коэффициента  $K$ : для лотковых каналов ЛР – 40, 60, 80,  $K = 0,565$  для ЛР – 100,  $K = 0,59$ .

Для измерения расхода воды назначается гидрометрический створ на середине длины одной секции лотка. Гидрометрический створ должен быть перпендикулярным к продольной оси лотка и оборудован постоянным мостиком. Измерение скорости потока производят при помощи гидрометрической вертушки ГР – 21.

Порядок проведения измерений:

- Измеряется глубина воды на оси лотка при помощи рейки или штанги с погрешностью не более 1 см.
- Измерение проводится дважды и принимается средний результат
- Скорость воды измеряется при помощи вертушки на средней (осевой) вертикали на глубине  $0,6 * h$  от поверхности.

Измерение скорости начинают после того, как лопасти вертушки получают равномерное вращение, поэтому отсчет времени начинают после третьего звонка. Если время между звонками менее 25 с, запись отсчетов

делают через один, два или более сигналов (прием). Общее время измерения скорости воды должно быть не менее 3 мин. В течении этого времени проводится отсчет времени (не останавливая секундомер) по каждому приему нарастающим итогом. Если промежутки времени за каждый прием отличаются более чем на 2 с, то время измерения удваивается. По истечении времени измерения с получением последнего сигнала секундомер фиксируется общее время.

Вычисление скорости и определение расхода воды производится в следующей последовательности:

- Определяется число оборотов лопастей вертушки в секунду по формуле:  
 $n = N/t$ . Где  $N$  – общее число оборотов за весь период  $t$ .
- Определяется скорость течения воды по тарировочному уравнению
- Определяется расход в лотке путем подстановки значений  $h$ ,  $V$  в зависимость (1) для лотков ЛР – 40, 60, 80:

$$Q = 0.715 * h * \sqrt{h} * V_{0.6}; \quad (\text{л/с}) \quad (2)$$

для лотков ЛР –100:

$$Q = 0.99 * h * \sqrt{h} * V_{0.6}; \quad (\text{л/с}) \quad (3)$$

Результаты измерений и вычислений глубины, скорости и расхода воды рекомендуемого способа записываются в бланки журналов измерения расходов воды.

### 9.3.2. Эксплуатация градуированного параболического лотка

В период эксплуатации необходимо:

- очищать лотки от наносов и растительности;
- сохранять фиксированное положение створа и мостика;
- систематически производить поверку расходной характеристики  $Q = f(H)$ .

Погрешности результатов измерений расходов воды уточняется по ходу измерения.

Результатом любого измерения является функция двух независимых величин, одна из которых - истинное (действительное) значение измеряемой величины, а другая - погрешность ее измерения. Если истинное значение величины обозначить  $Q$ , погрешность ее измерения -  $\delta x$ , то результат измерения  $x$  можно представить следующим равенством:

$$\left. \begin{aligned} x &= f(Q, \delta x) \\ x &= Q + \delta x \end{aligned} \right\}, \text{ откуда } \delta x = x - Q$$

Если  $Q = 20,0$  мм,  $x = 20,1$  мм, то  $\delta x = 20,1 - 20,0 = +0,1$  мм.

Для определения действительного значения  $Q$  необходимо из результата измерений алгебраически вычесть погрешность. Погрешность измерения, взятую с противоположным знаком, называют поправкой  $\delta q = Q - x$  или  $\delta q = -\delta x$ .

Если в рассматриваемом примере необходимо исключить погрешность измерения, то в результате измерения необходимо внести поправку  $\delta q = -0,1$  мм. В этом случае  $Q = 20,1 - 0,1 = 20,0$  мм.

В зависимости от закономерности появления, погрешности подразделяют на случайные и систематические.

**1. Случайные погрешности.** Причинами появления случайных погрешностей являются неконтролируемые непрерывные изменения всех факторов (условий), влияющих на результаты измерений. Поэтому результаты измерений одной и той же величины неизбежно отличаются друг от друга на малые числовые значения. Пределы расхождения результатов измерений, а следовательно, и случайные погрешности, зависят от точности прибора, опытности наблюдателя, точности учета условий измерения и т.д. Чем точнее прибор, опытнее наблюдатель, чем точнее учитывается влияние внешних условий и т.д., тем меньше будут те изменения, которые не будут улавливаться при измерениях, тем меньше будут и случайные погрешности. Но сколь совершенны ни были бы измерения, невозможно, чтобы они были свободны от случайных погрешностей. Случайные погрешности нельзя исключить из результата измерений, но их влияние может быть значительно уменьшено путем обработки результатов измерений. В связи с тем, что возникновение случайных погрешностей неизбежно и неустранимо, основной задачей всякого процесса измерения является доведение погрешностей до минимума.

Основными числовыми характеристиками результата измерений и его случайной погрешности являются:

- среднее арифметическое;
  - дисперсия;
  - среднее квадратическое;
  - практически предельное значение.
2. Систематические погрешности
- среднее квадратическое;
  - практически предельное значение.
2. Систематические погрешности
- среднее квадратическое;
  - практически предельное значение.
2. Систематические погрешности
- среднее квадратическое;
  - практически предельное значение.
2. Систематические погрешности
- среднее квадратическое;
  - практически предельное значение.

## 2. Систематические погрешности

то погрешности постоянные по числовому значению и знаку или закономерно изменяющиеся по какому-либо определенному закону, выражающему погрешность в зависимости от времени или иной независимости переменной.

Если появление погрешности обусловлено несовершенством метода измерений или формулой, по которой вычисляют результат, и другими аналогичными факторами и не зависит от качества изготовления применяемых средств измерений, то такие систематические погрешности называют органическими или методическими. Эти погрешности обычно исключают путем введения поправок. Необходимо подчеркнуть, что погрешности, вызванные технологией изготовления средств измерения и их монтажа, и органические погрешности носят принципиально разный характер. Первые (технологические) погрешности по своей сути имеют стохастический характер, а органические погрешности при каждом отдельном значении измеряемой величины (значении входного сигнала прибора) имеют вполне определенное значение, т.е. они являются неслучайными.

Если появление погрешностей вызвано неточностью изготовления деталей и узлов прибора, т.е. случайными факторами, то такие погрешности будут систематическими только для конкретного экземпляра прибора, используемого при измерениях. Числовое значение и характер изменения для этих погрешностей можно установить только опытным путем. Поэтому систематические погрешности, проявляющиеся в процессе измерения, связанного с использованием конкретного измерительного прибора, могут переходить в разряд случайных, если будет рассматриваться группа таких приборов. Например, неправильная градуировка шкалы прибора, обусловленная только технологическими причинами, вызывает систематическую погрешность в каждом конкретном приборе и случайную в группе аналогичных приборов.

### **3. Погрешность измерения расхода воды в канале при градуировке гидрометрического поста**

Порядок определения погрешности измерения расхода воды на гидропосту исходит из допустимых значений частных погрешностей каждой операции:

- погрешности единичного измерения расхода воды методом "скорость  $\times$  площадь";
- погрешности построения графика градуировочной характеристики;
- погрешности средства измерения контролируемого параметра;
- погрешности обработки результатов измерений.

Погрешность измерения расхода в общем, виде выражается следующей зависимостью:

$$\bar{\delta} = \sqrt{\delta_Q^2 + \delta_z^2 + \delta_x^2 + \delta_o^2}$$

При определении погрешности измерения расхода воды методом "скорость x площадь" необходимо учитывать, что принятая технология контрольных измерений предусматривает независимое определение осредненных скоростей потока и площадей живого сечения в каждом отсеке, заключенного между вертикалями;

Величины случайных среднеквадратических отклонений результатов измерений являются доминирующими, по сравнению с систематическими составляющими погрешности;

Большинство значений систематических составляющих погрешности могут быть заданы только пределами допускаемой погрешности без учета их знака, т.е. они носят случайный характер и выражаются в виде стандартных средних квадратических отклонений:

$$\delta_Q = K_p \sqrt{\delta_n^2 + \frac{1}{m} (\delta^2 + \sum \delta^2 + \sum \delta^2)}$$

При расчетах по этой формуле следует принимать значение  $K_p = 2$ , что соответствует доверительной вероятности результатов измерений  $P_i = 0,95$ .

Пределы допускаемых частных погрешностей результатов измерений принимаются из таблицы 12.1.

Таблица 12.1.

Характеристика частных погрешностей	Максимально допускаемые значения частных погрешностей, %	Обоснование принятых значений частных погрешностей
Погрешность обработки результатов контрольных измерений	$\delta_o = 0$	Точность расчетов должна быть на порядок выше точности измерений
Погрешность построения градуировочной характеристики	$\delta_z \leq 2.0$	Если величина не превышает 2% то результаты градуировки следует считать достоверными.
Погрешность средств измерения контролируемого параметра	$\delta_x \leq 1.0$	Погрешность любого типа уровнемера отвечающего требованиям РДП 99-77

Дискретная составляющая погрешности, вызванная несоответствием фактического распределения скоростей потока в канале и результатов измерений по скоростным вертикалям	$\delta_n \leq 1.0+1.4$	Определено на основании обработки статистических данных при конечных значениях контролируемых параметров
Частные погрешности при определении средней скорости потока между вертикалями, в том числе: Предел допускаемой основной погрешности гидрометрических вертушек; Предел допускаемой основной погрешности секундомеров;	$\sum \delta_o$  $\delta_{v_1} \leq 1.5$  $\delta_{v_2} \leq 0.10$	ГОСТ 15126 (при V более 0,2 м/с)  ГОСТ 5072 – 79 Е
Дискретная составляющая погрешности, вызванная несоответствием фактической эпюры скоростей на вертикали и определенной при конечном числе точек погрешности, вызванная несоответствием фактической эпюры скоростей на вертикали и упрежденной Госстандартом	$\delta_{v_3} \leq 1.0$	
Установки вертушек на вертикали;		Определено на основании обработки статистических данных при числе точек на вертикали – не менее 5, скорости потока 0,2-3,0м/с, глубине потока 0,5-6,0м
Предел допускаемой погрешности, вызванной индивидуальной ошибкой наблюдателя в связи с несинхронностью сработки секундомера и вертушки;	$\delta_{v_4} \leq 2.0$	Определено при осредненном времени реакции наблюдателя – 0,2с и периоде выдержки вертушки – не менее 120 с
Предел допускаемой пульсационной составляющей погрешности, вызванной недостаточным периодом выдержки вертушки в потоке;	$\delta_{v_5} \leq 2.0$	

<p>Предел допускаемой погрешности, выхваченной отклонением от заданных координат установки вертушки на скоростной вертикали;</p>	<p><math>\delta_{v_6} \leq 1.0</math></p>	<p>Абсолютные отклонения координат при установки вертушки на штанге <math>-^+ 0,01\text{м}</math>  На канате с грузом <math>-^+ 0,03\text{м}</math>.</p>
<p>Предел допускаемой погрешности, вызванной отклонениями результирующего вектора скоростей потока от нормали к гидрометрическому створу;</p>	<p><math>\delta_{v_7} = 0</math></p>	

<p>Погрешности при определении габаритов русла в створе измерений в том числе:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- предел допускаемой основной погрешности геодезического оборудования</li> <li>- предел допускаемой основной погрешности средств измерения линейных и угловых параметров;</li> <li>- предел допускаемой погрешности измерения линейных размеров гидрометрического створа.</li> </ul> <p>Частные погрешности при определении средней глубины потока между вертикалями, в том числе:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- предел допускаемой погрешности привязки отметок дна вертикалей и начала шкалы уровнемерного устройства;</li> <li>- предел допускаемой основной погрешности уровнемерного устройства;</li> <li>- предел допускаемой погрешности измерения глубины потока на каждой вертикали;</li> <li>- предел допускаемой погрешности, вызванной изменением величины расхода воды в период градуировки;</li> <li>- предел допускаемой погрешности, вызванной деформацией русла.</li> </ul>	$\sum \delta_b$ $\delta_{b_1} \leq 0.20$ $\delta_{b_2} \leq 0.20$ $\delta_{b_3} \leq 1.0$ $\sum \delta_H$ $\delta_{H_1} \leq 0.2$ $\delta_{H_2} \leq 1.0$ $\delta_{H_3} \leq 1.0 \div 3.0$ $\delta_{H_4} \leq 1.0$ $\delta_{H_5} \approx 0$	<p>РДП 99-77</p> <p>ВТР – М -1- 80</p>
---	---	--

Результаты градуировки следует считать удовлетворительными, если величина средней квадратической относительной погрешности, определенная по формуле ( 7 ), не превышает следующих значений:

5,0 % при максимальной пропускной способности до  $10 \text{ м}^3 / \text{с}$ ;

10 % при максимальной пропускной способности свыше  $10 \text{ м}^3 / \text{с}$ .

## 12.4. Определение погрешностей получаемых при определении расходов с помощью гидрометрической вертушки (ГМВ).

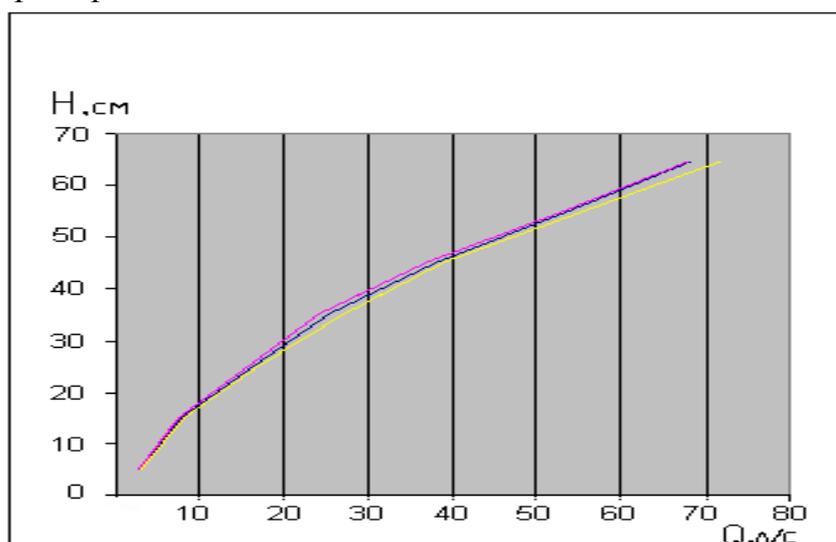
Определение погрешностей в показаниях гидрометрической вертушки имеет большое значение, так как практически все тарифовочные работы основываются на ее показаниях. Один из примеров установления погрешности в показаниях расходов при определении его при помощи ГМВ приведен в таблице 12.2.

Н, см	10	20	30	40	50	60	70
Q <sub>ГМВ</sub> , л/с	2,8	7,7	16,4	25,3	38	53,2	68,4
Q <sub>ИОН</sub> , л/с	3	8,2	17	26,9	39	55,2	72,3
Δ <sub>ГМВ</sub> , %	6	6,1	3,5	5,9	3,5	3,6	6,3

В таблице представлены значения полученные при измерении расходов гидрометрической вертушкой (ГМВ) и высокоточным прибором работа которого основана на методе ионного паводка. Измерение производились в типовом лотке ЛР-80 и на канале с фиксированным руслом. Из таблицы видна погрешность в определении расхода с помощью данных устройств.

Для наглядности по данным таблицы строим график зависимости  $Q=f(H)$ .

Розовым цветом показана зависимость полученная при измерении расхода с помощью ГМВ, желтой зависимость полученная высокоточным прибором.



12.5. График зависимости  $Q=f(H)$ .

Несмотря на широкую распространенность, ГМВ присущ ряд существенных недостатков, к которым можно отнести неоперативность информации, неприменимость ее для непрерывных измерений, а также без полной разборки, чистки, сборки и смазки после каждого использования;

необходимость периодической индивидуальной градуировки на специальном стенде, причем, независимо от того, что она в течение этого периода использовалась или нет, и т.п. Основной причиной недостатков традиционной ГМВ является наличие в ее конструкции механически движущихся и трущихся элементов и узлов, не изолированных от воды, следовательно, и от ее воздействий, ее неприспособленность получения оперативной информации об измеряемом параметре – о значении локальной скорости водного потока, и т.п.

## **9.5. Рекомендации по совершенствованию водоучета на гидромелиоративной сети.**

Для совершенствования водоучитывающего устройства и выбора осуществляется если существующее устройство нуждается в реконструкции. При составлении рекомендаций учитываются особенности не только ГМС хозяйства, но и особенности природно-хозяйственных условий. Рекомендуемые устройства и методы должны отвечать следующим требованиям:

Простота конструкции;

Простота эксплуатации устройства;

Дешевизна рекомендуемого устройства и др.

### **9.5.1. Водосливы расходомерные. Типы и размеры водосливов**

Рекомендуются следующие типы водосливов с тонкой стенкой, изготовленные из листовой стали толщиной 3-4 мм:

- треугольные Томсона (ВТ), (рис.1);
- трапецидальные Чиполетти (ВЧ), (рис.2);
- водосливы Иванова (ВИ) , (рис.3).

Водосливы Чиполетти бывают ВЧ-25, ВЧ-50, ВЧ-75 и т.д.

Водосливы Иванова – ВИ-25, ВИ-50, ВИ-75, ВИ-100 и т.д., где цифры указывают ширину водослива по гребню в см (рис.3).

### **9.5.2. Область и условия применения**

Водосливы с тонкой стенкой применяются на открытых каналах при условии свободного истечения, когда уровень воды в канале не превышает гребень водослива с нижней стороны (рис.4) ( $h_{н.б.} < P$ ,  $P - h_{НВ} \geq 3-5$  см).

Диапазон измеряемых расходов  $\frac{Q_{\max}}{Q_{\min}} \leq 6$

Погрешность измерения  $\pm 2...3$  %.

Отношение площадей потоков воды в плоскости водослива и в подводящем русле не должно превышать величины 1:4.

Скорость  $V$  подхода воды верхнего бьефа должна быть не более 0,5 м/с. Под переливающуюся в нижний бьеф струю воды должен быть свободный доступ воздуха.

В процессе работы водослив создает подпор воды в верхнем бьефе, равный 1,5...2 бытовой глубины.

Скорость  $V$  воды верхнего бьефа уменьшается на 30...60%.

У порога водослива осаждаются донные и взвешенные наносы.

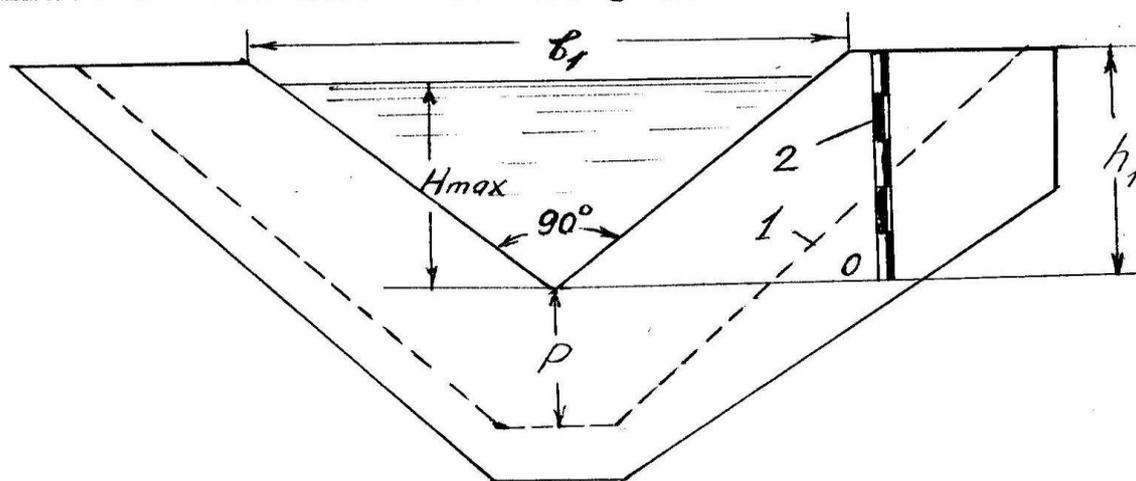


Рис.9.6. Водослив Томсона

1 – сечение канала

2 – водомерная рейка

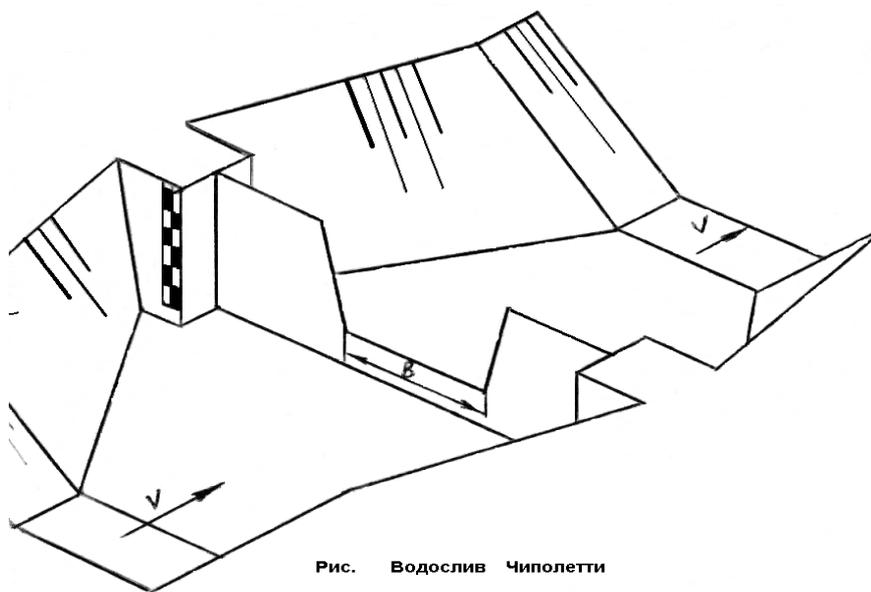


Рис. Водослив Чиполетти

Рис. 9.7. Водослив Чиполетти

1 – сечение канала

2 – водомерная рейка

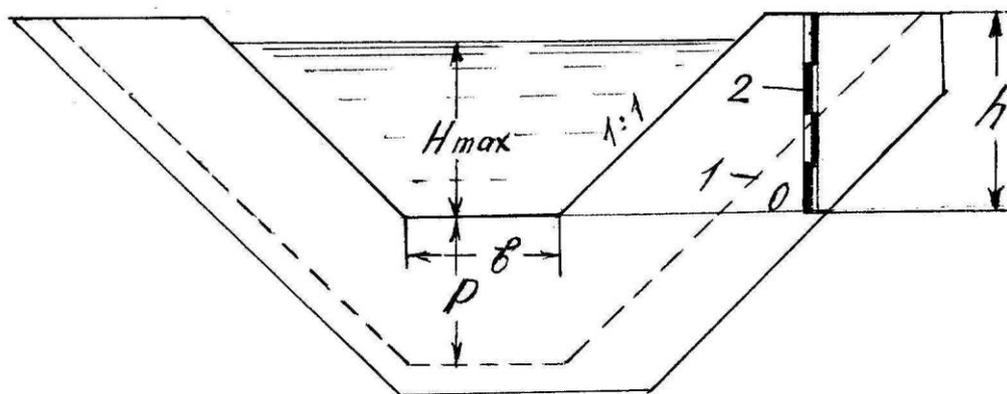


Рис.9.8. Водослив Иванова

1 – сечение канала

2 – водомерная рейка

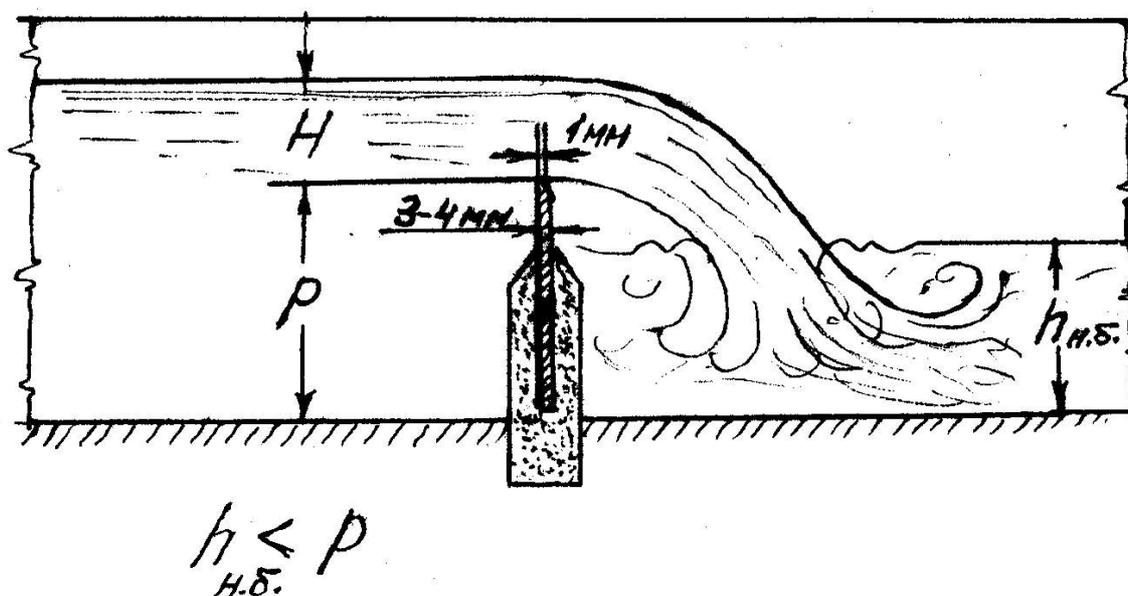


Рис.9.9. Водомерный пост с водосливом

Условия достижения высокой точности измерения:

$$P \geq H_{\max}; 0,1b < H < 0,3b; \frac{Q_{\max}}{Q_{\min}} \leq 6$$

Погрешность изготовления основных размеров – угла между боковыми гранями треугольного водослива  $\alpha$  и ширины порога водослива -  $b$  не должна превышать  $\pm 1\%$ , а остальных размеров  $\pm 2\%$ .

Измерительные (водомерные) рейки (линейки) должны быть стандартными, их нулевые отметки должны совпадать с отметкой порога водослива.

Грани водослива должны быть прямыми, ровными, чистыми и гладкими.

Эти требования касаются и сварных швов и стыков. Поверхности всех металлических конструкций должны быть покрашены 3 раза водо- и коррозионно-стойкой краской.

Допускаются стыки на сварке (впритык) и уголки жесткости со стороны нижнего бьефа.

### 9.5.3. Установка водосливов

При установке ось поперечного сечения отверстия водослива должна совпадать с продольной осью потока воды.

Стенка водослива должна быть вертикальной и перпендикулярной продольной оси канала.

Порог водослива должен быть строго горизонтальным. Расстояние  $a$  от боковых граней водослива до откосов канала должно быть больше максимальной глубины потока  $H_{max}$ .

В процессе работы водослива не должно быть утечек воды со дна и боков. Перегораживающие стенки, в которых монтируют водосливы (рис.4), изготавливают из железобетонных плит, монолитного бетона и т.п. Габаритные размеры стенок должны быть такими, чтобы поперечное сечение канала перекрывалось с запасом, исключаящим размыв, донную и боковую фильтрацию. Толщину стенок принимают конструктивно в зависимости от материала и нагрузок. Участок канала, где устанавливают водослив, должен быть прямолинейным с симметричным профилем поперечного сечения. Подводящую часть канала бетонируют на участке (5...10)  $v$  от водослива. Участок канала за водосливом крепят местным материалом или бетонируют на расстоянии (2...3) $h_{НБ}$ .

### 9.5.4. Измерение расхода воды через водослив

Расчет расходов воды производится по следующим формулам:

- водослив Томсона (ВТ) по зависимости:

$$Q = 1.400 H^2 \sqrt{H}$$

- водослив Чиполетти (ВЧ) по выражению

$$Q = 1900 v \cdot H \sqrt{H}$$

- водослив Иванова (ВИ) по формуле

$$Q = 1900 \left( \frac{v + H}{v + 0,25H} \right) v \cdot H \sqrt{H}$$

где  $H$  – высота переливающего слоя, м,

при  $K=1,4$  - м<sup>3</sup>/с, при  $K=1400$  – л/с;

$Q$  – расход воды, при  $K_I = 1900$  – л/с, при  $K_I=1,9$  – м<sup>3</sup>/с.

Расходы воды по формулам (1.1), (1.2), (1.3) приведены в табл.1 и 2.

Измерение высоты переливающего слоя через водослив производится по стандартной линейке (рейке), прикрепленной к водосливу со стороны верхнего бьефа.

По табл.1 и 2, по высоте переливающего слоя ( $H$ ), определяется расход воды.

Для непосредственного определения расхода воды на водосливе дополнительно к линейке прикрепляется шкала из миллиметровой бумаги, где каждой высоте перелива указывается расход воды. Шкала покрывается клеем БФ.

Таблица 9.3.

Расходы воды водосливов Томсона и Чиполетти по формулам (1.1) и (1.2)

Н, см	ВЧ-50	ВЧ-75	ВТ-90	Н, см	ВЧ-50	ВЧ-75	ВТ-90
1	2	3	4	5	6	7	8
3,0	5	-	-	16,5	64	94	15,0
3,5	6	-	-	17,0	67	98	17,0
4,0	7	-	-	17,5	70	103	18,0
4,5	9	-	-	18,0	73	108	19,0
5,0	10	16	0,8	18,5	76	114	20,0
5,5	12	18	0,9	19,0	79	120	22,0
6,0	14	21	1,3	19,5	82	125	23,0
6,5	16	23	1,5	20,0		128	25,0
7,0	18	26	1,8	20,5		132	26,0
7,5	20	30	2,1	21,0		136	28,0
8,0	22	33	2,5	21,5		140	30,0
8,5	24	36	2,9	22,0		145	32,0
9,0	26	39	3,3	22,5		150	33,0
9,5	28	42	3,9	23,0		154	36,0
10,0	30	46	4,5	23,5		160	38,0
10,5	32	49	5,0	24,0		166	40,0
11,0	35	52	5,6	24,5		170	42,0
11,5	37	55	6,2	25,0		175	44,0
12,0	40	59	7,0	25,5		180	
12,5	42	63	7,7	26,0		186	48
13,0	44	66	8,5	26,5		191	
13,5	47	70	9,3	27,0		197	52
14,0	50	74	10,0	27,5		202	
14,5	52	78	11,0	28		208	57

15,0	55	82	12,0	28,5		214	
15,5	58	86	13,0	29,0		220	63
16,0	61	90	14,0	29,5		225	

Таблица 9.4.

Расходы воды по формуле (1.3) для водослива Иванова (ВИ)

Н, см	ВИ-25, л/с	ВИ-50, л/с	ВИ-75	ВИ-100	Н, см	ВИ-100
2	1,5	2,76	4	5	25	279
3	2,7	5,0	8	10	26	297
4	4,04	7,0	12	16	27	316
5	6,06	11	17	22	28	336
6	8,0	15	22	29	29	356
7	10,5	19	28	37	30	377
8	13	24	34	45		
9	16	29	42	54		
10	19	34	49	64		
11	22	40	58	74		
12	26	46	66	85		
13		52,0	75	97		
14		60	84	109		
15		67	94	122		
16		74	105	135		
17		82	116	149		
18		90	127	163		
19		99	139	178		
20		108	151	194		
21			164	210		
22			177	226		
23			190	243		
24			204	261		

### 9.5.5. Выбор типа водослива и его размеров

Допустим, что в рассматриваемом канале глубина воды, при пропуске максимального расхода  $Q_{max}$  – 34 л/с, равна 20 см. Высота гребня водослива над дном канала должна быть выше горизонта нижнего бьефа на 4-5 см и составит в нашем случае  $P=25$  см..

Переливающий слой ограничен условиями местности и составляет 10 см.

Для этого слоя (по табл. 1 и 2) расход воды для ВЧ-50 – 30 л/с, для ВЧ-75 – 46 л/с, для ВТ-90 – 4,5 л/с, ВИ-25 – 19 л/с, ВИ-50 – 34 л/с.

Необходимый максимальный расход – 34 л/с можно обеспечить водосливом Чиполетти ВЧ-75 – 46 л/с и водосливом Иванова ВИ-50 – 34 л/с. С точки зрения экономии металла необходимо использовать водослив Иванова. С точки зрения возможности пропуска больших расходов, чем 34 л/с, необходимо использовать водослив Чиполетти ВЧ-75.

### 9.5.6. Эксплуатация водосливов

Для нормального допустимо точного ( $\sigma \pm 5\%$ ) учета воды необходимо соблюдать следующие правила:

систематически проверять горизонтальность порога и вертикальность стенки; следить, чтобы нули реек совпадали с уровнем порога;

очищать в случае заиливания подводящий участок канала (порог **Р** должен быть выше дна канала в верхнем бьефе); не допустимо затопление гребня водослива со стороны нижнего бьефа;

производить не реже 1 раза в год ремонт водосливной установки (очистка от наносов, исправление дефектов, окраска, установка реек и т.д.).

В качестве рекомендации для совершенствования работы водосливов предлагаю наносить на него расходную рейку, построение которой опирается на таблицу зависимости  $Q=f(H)$ . Данная рекомендация

## 9.6. Водомерные сходящиеся насадки

### 9.6.1. Виды и условия применения

Водомерные сходящиеся насадки САНИИРИ бывают круглые, прямоугольные и квадратные в зависимости от формы входного и выходного сечения (рис.6).

Используются на хозяйственных каналах с расходами воды до 0,6-1,0 м<sup>3</sup>/с и рекомендуются для каналов с малыми уклонами, когда подпор от водомерных устройств не должен превышать 0,3 м, т.е. в случаях, когда противопоказаны водосливы. Рекомендуемый диапазон изменения расходов  $\frac{Q_{max}}{Q_{min}}$  не более 4.

Для мелкой оросительной сети с расходом воды  $\leq 40$  л/с рекомендуется насадок ВН 10x20.

ВН изготавливается из листовой стали толщиной 3 мм и состоит из сходящегося насадка прямоугольного сечения, стенки, в которую заподлицо заделывается насадок, уровнемерных реек с верхней и нижней сторон стенки с нулями на одном уровне, совпадающими с верхней кромкой выходного сечения насадка.

### 9.6.2. Измерение расходов воды насадками

Расход водомерных насадок ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) определяют по формулам:

- для круглого сечения  $Q = 3,3 \cdot d^2 \cdot \sqrt{z}$

- для прямоугольного сечения  $Q = 4,1 \cdot a \cdot b \cdot \sqrt{z}$

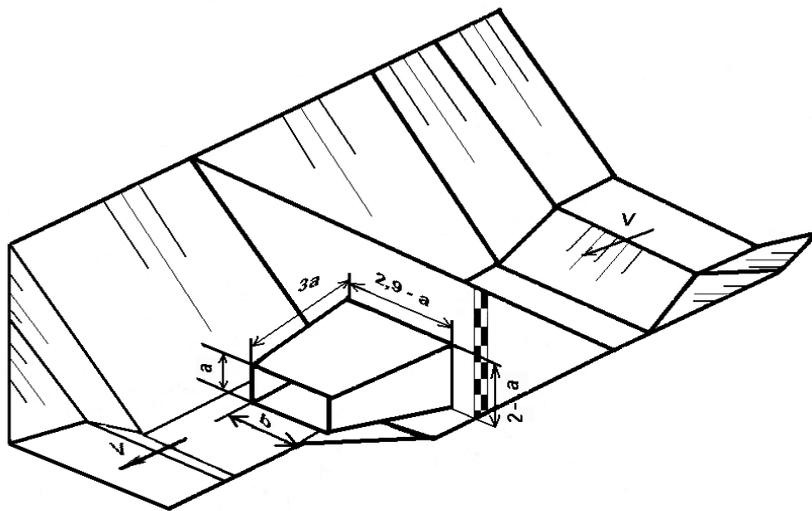


Рис. 9.10. Водомерные насадки

- для квадратного сечения  $Q = 4,1 \cdot a^2 \cdot \sqrt{z}$

где  $a, b$  – высота и ширина выходного сечения насадки, м;

$b=2a; A=1,92a; B=2,9a; L=3a;$

$z$  – разность уровней (перепад), м.

Учет воды на ВН производится непосредственно по расходной вилке с делениями следующим образом. Заостренные концы вилки опускаются до касания с поверхностью воды нижнего и верхнего бьефа, и производится отсчет величины  $Z$  или  $Q$ . При отсутствии расходомерной рейки, по разности показаний уровней воды верхнего и нижнего бьефов  $Z=H-h$ . По полученному значению  $Z$ , по таблице расходов (см.табл.12.5) определяется значение расхода.

Таблица 12.5.

Водомерные насадки

Z, см	ВН-10x20	ВН-25x50	Z, см	ВН-10x20	ВН-25x50	Z, см	ВН-10x20	ВН-25x50
1,0	8,2	51,2	10,5	26,5	166	20,0	36,7	229
1,5	9,9	62,2	11,0	27,0	170	20,5	37,2	232
2,0	11,6	72,2	11,5	27,7	174	21,0	37,6	235
2,5	13,0	78,2	12,0	28,5	177	21,5	38,0	238
3,0	14,2	83,7	12,5	29,9	181	22,0	38,5	241
3,5	15,3	90,0	13,0	30,0	185	22,5	39,0	243
4,0	16,5	102,0	13,5	30,5	188	23,0	39,4	246

4,5	17,5	108,0	14,0	31,0	192	23,5	39,8	248
5,0	18,5	115,0	14,5	31,4	195	24,0	40,2	251
5,5	19,3	120,0	15,0	31,8	198	24,5	40,6	253
6,0	20,0	126,0	15,5	32,3	201	25,0	41,0	256
6,5	20,7	130,0	16,0	32,8	205	25,5	41,4	258
7,0	21,5	135,0	16,5	33,3	208	26,0	41,8	261
7,5	22,2	140,0	17,0	33,7	211	26,5	42,2	263
8,0	23,0	145,0	17,5	34,3	215	27,0	42,6	266
8,5	23,7	150,0	18,0	34,9	218	27,5	43,0	268
9,0	24,5	154,0	18,5	35,4	220	28,0	43,3	271
9,5	25,2	158,0	19,0	35,8	223	28,5	43,6	274
10,0	26,0	162,0	19,0	36,3	226	29,0	44,0	276

### 9.6.3. Особенности требований к изготовлению, установке и эксплуатации водомерных насадок

1. При изготовлении сварка всех граней насадки делается впритык с тем, чтобы внутренние швы были чистые, без затеков. Выходное сечение  $a \times b$  см, должно выполняться с допуском  $\pm 2$  мм. Остальные размеры могут иметь допуск  $\pm 5-10$  мм.

2. Продольная ось насадки должна быть перпендикулярна стенке, и совпадать с осью канала. Вся металлоконструкция насадки должна быть окрашена водостойкой краской не менее 3 раз.

3. Монтаж насадка должен производиться врезкой стенки в дно и стенки канала с упором шпилей грани насадка в дно так, чтобы уровень воды в нижнем бьефе  $Q_{min}$  был выше выходного отверстия ( $Z^I \geq 5$  см), т.е. последний должен находиться обязательно в затопленном режиме. Если это условие не выполняется, то существующее дно канала, немного углубляется.

4. При эксплуатации ВН не допускается фильтрация воды через стенку, дно и откосы. Необходимо очищать верхний бьеф от плавающего мусора; нижний - от донных наносов; выходной конец ВН должен быть чистым.

5. Диапазон измеряемых расходов -  $\frac{Q_{max}}{Q_{min}} \leq 4$ .

6. Погрешность измерения -  $\sigma = \pm 3$  %.

7. Минимальный перепад уровней воды -  $Z_{min} \geq 2$  см.

8. Подходная скорость потока воды должна быть не более 0,5 м/с.

### 9.7. Водомерный лоток САНИИРИ. Основные размеры и пропускная способность

Используют лотки САНИИРИ на открытой сети при расходах воды до  $2 \text{ м}^3/\text{с}$  (рис.8). В таблице 12.6. приведены основные размеры лотков САНИИРИ.

Размеры лотков и их пропускная способность в зависимости от принятой выходной ширины лотка

Таблица 9.6.

Размеры лотка	Ширина выходной части лотка $b_l$							
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0
Ширина входной части лотка $B_l = 1,76b_l$	0,34	0,51	0,68	0,85	1,02	1,19	1,36	1,76
Длина лотка $l=2b_l$	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0
Высота вертикальных стенок лотка $H_l=(1,5-2)b_l$	0,4	0,65	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5
Высота порога $P \geq 0,5$ $H_{max}(H_{max} \leq 0,8H_l)$	0,16	0,26	0,28	0,32	0,40	0,40	0,40	0,50
Расход воды, $\text{м}^3/\text{с}$	0,051	0,157	0,286	0,555	0,916	1,064	1,217	2,140
Глубина воды, $H_{max}$ , м	0,25	0,40	0,50	0,65	0,80	0,80	0,80	1,0

### 9.7.1. Измерение расходов воды

Расход воды через лоток при свободном истечении определяют по формуле:

$$Q_{св} = \left( 0,5 + \frac{0,109}{6,26H + 1} \right) b_l H \sqrt{2gH}$$

где  $b_l$  – ширина выходной части лотка, м

$H$  – напор над порогом лотка, м;

$Q$  – расход воды,  $\text{м}^3/\text{с}$ .

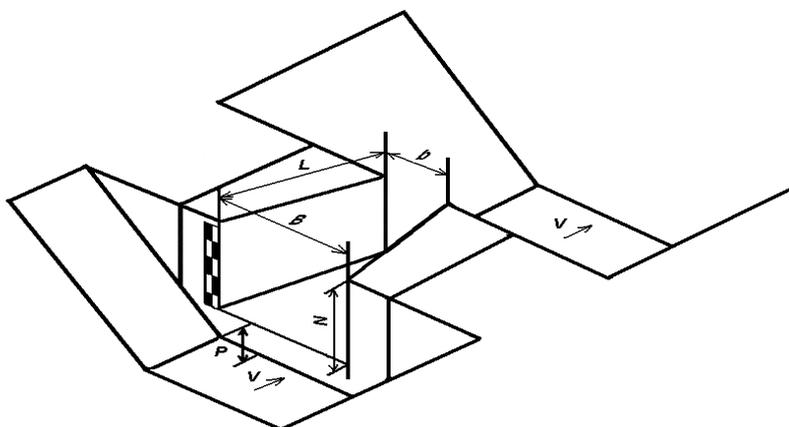


Рис.9.11. Водомерный лоток САНИИРИ

В таблице 9.7. приведены результаты расчетов по уравнению

Таблица 9.7.

Таблица расходов воды (л/с), проходящей через лотки САНИИРИ при свободном истечении потока

Глубина воды, $H$	Выходная ширина лотка, $b_l$						
	20	30	40	50	60	70	80
4	3,1	4,8	6,4				
6	5,5	8,2	10,9	13,6	16,2	19,1	21,8
8	8,6	12,9	17,2	21,4	25,7	30,0	34,2
10	12,1	18,2	24,2	30,2	36,3	42,3	48,4
12	16,1	24,2	34,2	40,2	48,3	56,0	64,0
14	20,4	30,6	40,7	51,0	61,0	71,0	81,0
16	25,4	38,0	51,0	63,0	76,0	88,0	101,0
18	30,4	45,5	61,0	76,0	91,0	106,0	122,0
20	35,8	54,0	72,0	89,0	107,0	125,0	143,0
25	51,0	76,0	102,0	127,0	153,0	178,0	203,0
30	-	100,0	134,0	163,0	212,0	248,0	083,0
35	-	128,0	170,0	213,0	256,0	298,0	341,0
40	-	157,0	210,0	262,0	314,0	366,0	419,0
45	-	-	252,0	314,0	377,0	440,0	502,0
50	-	-	296,0	370,0	444,0	518,0	592,0
55	-	-	-	429,0	515,0	600,0	685,0
60	-	-	-	490,0	589,0	687,0	785,0
65	-	-	-	555,0	665,0	777,0	887,0
70	-	-	-	-	745,0	870,0	993,0

Приближенно формулу (6.1) можно записать в виде

$$Q = 2,14 \text{ в.л} H^{1.55}$$

### 9.7.2. Требования к лоткам САНИИРИ

1. Конструкция лотка и способ его установки не должны препятствовать периодическому осмотру.
2. Расходомерные лотки в каналах <600 мм, рекомендуется устраивать, используя конструкции заводского изготовления, которые монтируются в канале после или в процессе его сооружения.
3. Смещение плоскости лотка или его отверстия относительно осевой плоскости подводящего канала не должна превышать 5 мм, при ширине подводящего канала  $B_K < 500$  мм. При  $B_K = 500-1500$  мм, 10 мм. И, наконец, при  $B_K > 1500$  мм, 15 мм.
4. Отклонение боковых стенок горловины лотка, от вертикали не должно превышать 2 мм, на 1 м высоты стенки.
5. Дно горловины или входного раструба лотка должно быть строго горизонтально. Отклонение допускается не более 1 мм, на 1 м длины (или ширины) горловины.
6. Превышение дна лотка над дном канала в верхнем бьефе  $P$  необязательно.

### 9.7.3. Совершенствование градуированного параболического лотка (гпл).

Полное описание назначения, градуирования и эксплуатации лотка приведено в предыдущей главе. Поэтому здесь будут даны только рекомендации по совершенствованию водоучета при его помощи.

Рекомендации заключаются в следующем: тарировку гидропоста производить высокоточным прибором, это позволит сократить повторения измерений, пропадет необходимость поправочных измерений, что в свою очередь облегчит эксплуатацию ГПЛ. Вместе с этим после установления кривой зависимости  $Q=f(H)$  предлагаю нанесение на лоток расходной рейки, которая позволит повысить оперативность получения информации.

### 9.7.4. Водомерные сооружения в параболических лотках.

В условиях Центральной Азии водомерные сооружения лоткового типа имеют преимущество перед водосливами с тонкой стенкой. Они не аккумулируют наносы и мусор и могут работать при минимальных напорах. Их можно использовать на внутривозвратных каналах с малыми уклонами, характерных для региона.

Задача состояла в том, чтобы подобрать такой тип водомерного сооружения для использования на внутривозвратной сети, который был бы недорогим, легко устанавливаемым и обеспечивающим корректные измерения расходов воды. Решение было найдено в виде типового водослива встроенного в параболический железобетонный лоток, устанавливаемый строго горизонтально в существующее русло канала. Мерная рейка,

показывающая пропускаемый расход в л/с наносится краской непосредственно на стенке лотка.

### 9.7.5. Гидравлика измерений

Правильная работа лотковых водомеров зависит от способности водослива придавать потоку суперкритический режим (скорость выше критической) обеспечивая, таким образом, гидравлический контроль уровня воды перед водосливом и возможность измерения расходов в зависимости от уровня в ВБ. Следовательно, конструкция и место установки лотка должны соответствовать балансу двух условий:

а) Ширина водосливного отверстия и потери напора: чем уже отверстие, тем больше перепад уровней при одном и том же расходе и, следовательно, выше точность измерений, но это создает большие потери напора на водосливе;

и, в то же время

б) Высота порога водослива, создающего разницу уровней, должна быть такой, чтобы предотвратить влияние УНБ на скорость движения воды через водослив и обеспечить создание сверхкритического режима (гидравлического прыжка) при минимальной потере напора.

Нет необходимости точно соблюдать условия обеспечения скорости потока в лотке выше критической. Точность измерения расходов изменяется постепенно, уменьшаясь по мере уменьшения скорости потока в лотке вслед за ростом уровня в нижнем бьефе.

Здесь даются рекомендации для выбора и правильной установки наиболее подходящего типа лотка.

### 9.7.6. Конструкции стандартных водомерных лотков

Для того чтобы охватить широкий диапазон измеряемых расходов и обеспечить точность измерений при разумных потерях напора, были разработаны 4 типа водосливов.

водослив в 600 мм параболическом лотке:	GK 600
водослив в 800 мм параболическом лотке:	GK 800 Малый
водослив в 1.0м параболическом лотке:	GK 1000А большой
водослив в 1.0м параболическом лотке:	GK 1000В

Основные конструктивные характеристики водосливов: Таблица 12.8.

Тип Водомерного Лотка	Диапазон расходов, при котором обеспечивается точность измерений		Минимальные потери напора		Точность измерения расхода за 1 см превышения по рейке	
	Min	Max	При min расходе	При max расходе	При min расходе	При max расходе
	(л/с)		(см)		(л/с)	
GK600	20	150	2	6	1	4
GK800	50	350	3	7	5	8
GK 1000A	150	500	4	8	8	12
GK1000B	300	750	6	10	11	15

По этим данным выбирается наиболее подходящий тип лотка с учетом условий на выбранном месте установки.

### 9.7.7. Выбор и подготовка места установки.

Насколько это возможно лотки должны устанавливаться на очищенных от растительности и прямолинейных участках каналов (до 3м выше по течению). Очень важно правильно определить отметку порога водослива. Для этого надо замерить уровень воды в канале при максимальном и минимальном расчетном расходе в выбранном створе. Отметка порога назначается ниже соответствующего уровня воды на величину указанную в таблице. При этом, если существует запас напора (хороший уклон) в канале, лучше выбрать отметку порога на 5 или 10 см выше, чем, получается, по таблице. В данном случае, предпочтительнее установить водослив выше и, при необходимости, нарастить борта канала, чем установить его слишком низко.

Очень важно отсутствие какого либо подпора в нижнем бьефе сооружения.

Таблица 12.9.

Тип водослива	Максимальное заглубление порога водослива относительно соответствующего уровня воды в канале при минимальном и максимальном расходе (см)			
	GK600	GK800	GK1000A	GK1000B
Расход (л/с)				

20	9			
50	16	13		
100	25	21		
150	33	27	24	
200		33	29	
300		43	38	36
350		47	42	40
500			53	50
700				63

С учетом толщины стенки лотка и высоты порога, существующее дно канала должно быть углублено ниже соответствующего уровня воды на величину не более приведенной в таблице 12.10.

Тип водослива	Максимальное заглубление дна канала ниже соответствующего уровня воды при подготовке русла под установку лотка (см).			
	GK600	GK800	GK1000A	GK1000B
Расход (л/с)				
20	31			
50	38	41		
100	47	49		
150	55	55	53	
200		61	58	
300		71	67	68
350		75	71	74
500			82	84
700				97

Под утолщение вначале лотка, делается отдельное заглубление.

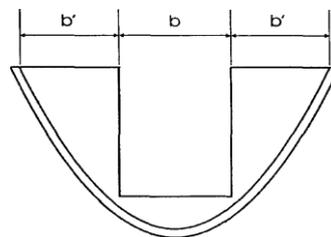
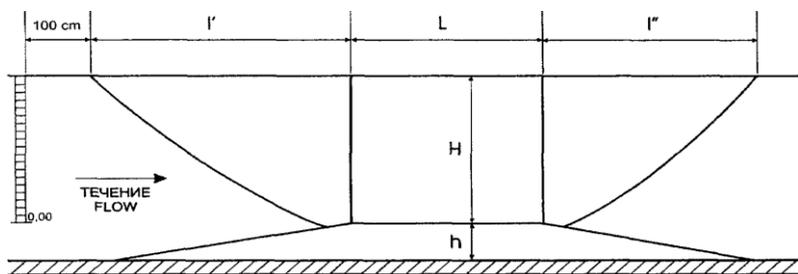
### Установка

Предусматривается следующая последовательность установки лотка и устройства водослива:

1. Определить точное место расположения и диапазон измеряемых расходов.
2. Определить отметки уровня воды при min и max расходах. При необходимости учесть возможный подпор в нижнем бьефе вследствие большого количества наносов или других причин.

3. Выбрать тип водослива.
4. Определить заглубление отметки порога с помощью таблицы.
5. Определить отметку дна котлована для установки лотка. -,
6. Подготовить строго горизонтальную площадку на этой отметке.
7. Установить лоток на место строго горизонтально в обоих направлениях и закрепить его, заполняя полость между стенкой лотка и бортом канала уплотненным грунтом.
8. На внутренних поверхностях в средней части лотка, там, где будет устраиваться водослив, сделать насечку бетонной поверхности.
9. Установить чистую, покрытую маслом стальную опалубку для водослива в лоток.
10. Предварительно увлажнив поверхность бетона заполнить форму бетонным раствором (1:2:4 - цемент : песок : гравий) с хорошим уплотнением.
11. Через одни сутки разобрать опалубку, устранить возможные дефекты и выполнить наклонные, сопрягающие плоскости в обе стороны от порога. Все поверхности должны быть ровными и гладкими.
12. Накрыть свежий бетон полиэтиленовой пленкой или увлажнять в течение 7 дней.
13. Выкрасить белой масляной краской полосу шириной 20см на стенке лотка на расстоянии 1м выше по течению от начала водосливной части.
14. После высыхания приложить трафарет рейки так чтобы 0,00 был на отметке порога водослива, и нанести черной краской водомерную шкалу.

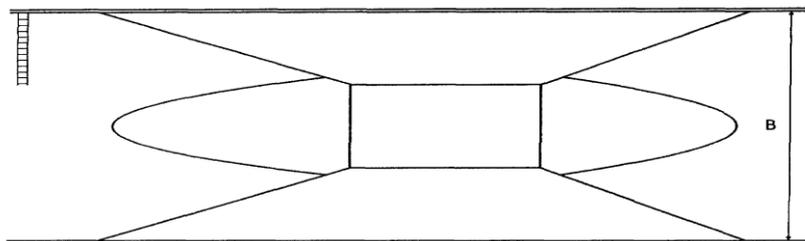
Рис.9.12. Схема водомерного сооружения в параболическом лотке



ПРОДОЛЬНОЕ  
СЕЧЕНИЕ

ПОПЕРЕЧНОЕ  
СЕЧЕНИЕ

ПЛАН



	GK600	GK800	GK1000A	GK1000B
	РАЗМЕРЫ (cm)			
b	35	50	60	70
b'	31,5	31,5	53,7	48,7
B	98	112	167,4	167,4
L	70	80	90	120
l'	70	100	120	120
l''	53	90	100	100
h	15	20	20	25
H	45	60	80	75

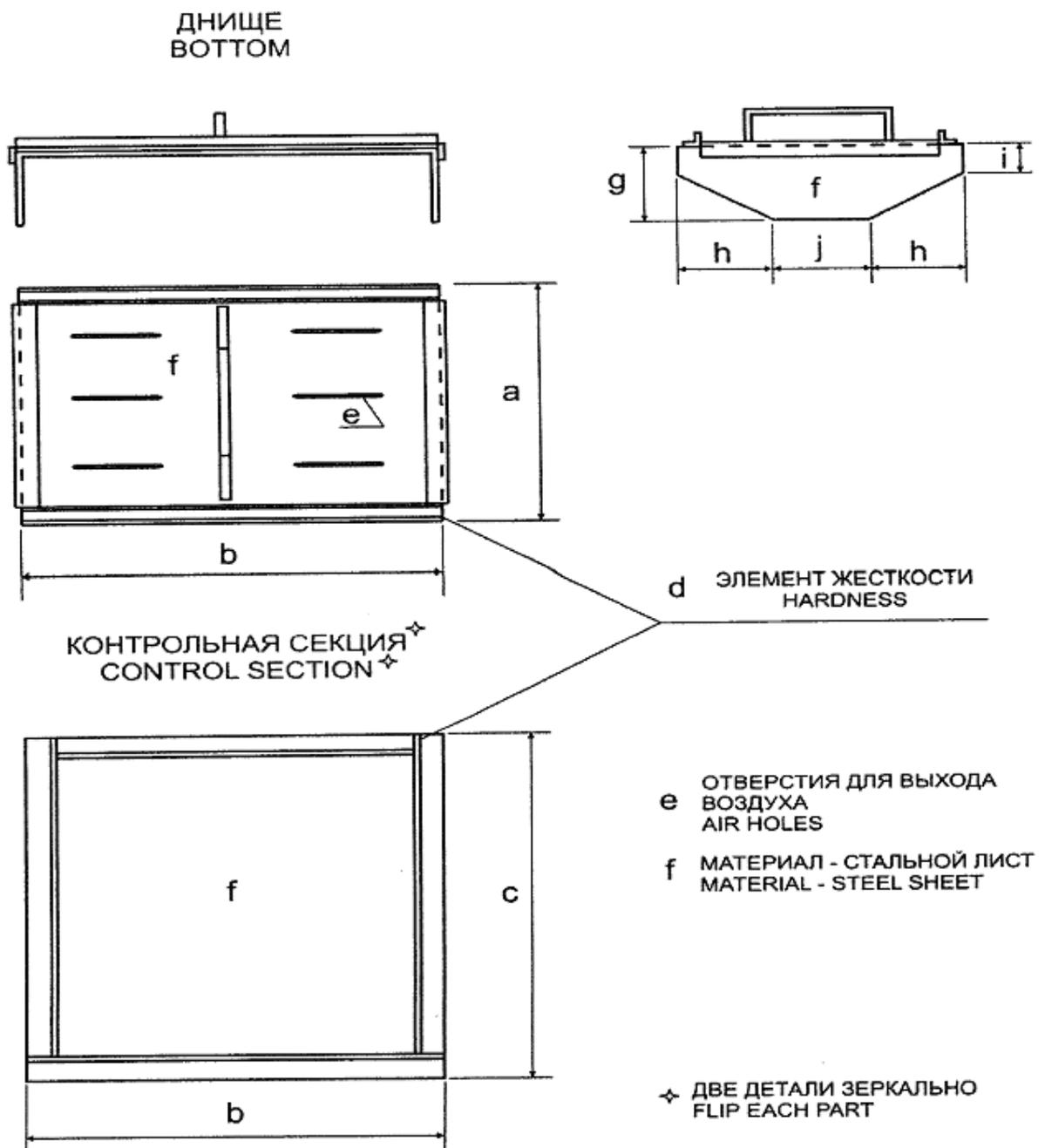


Рис 9.12. Детали опалубки

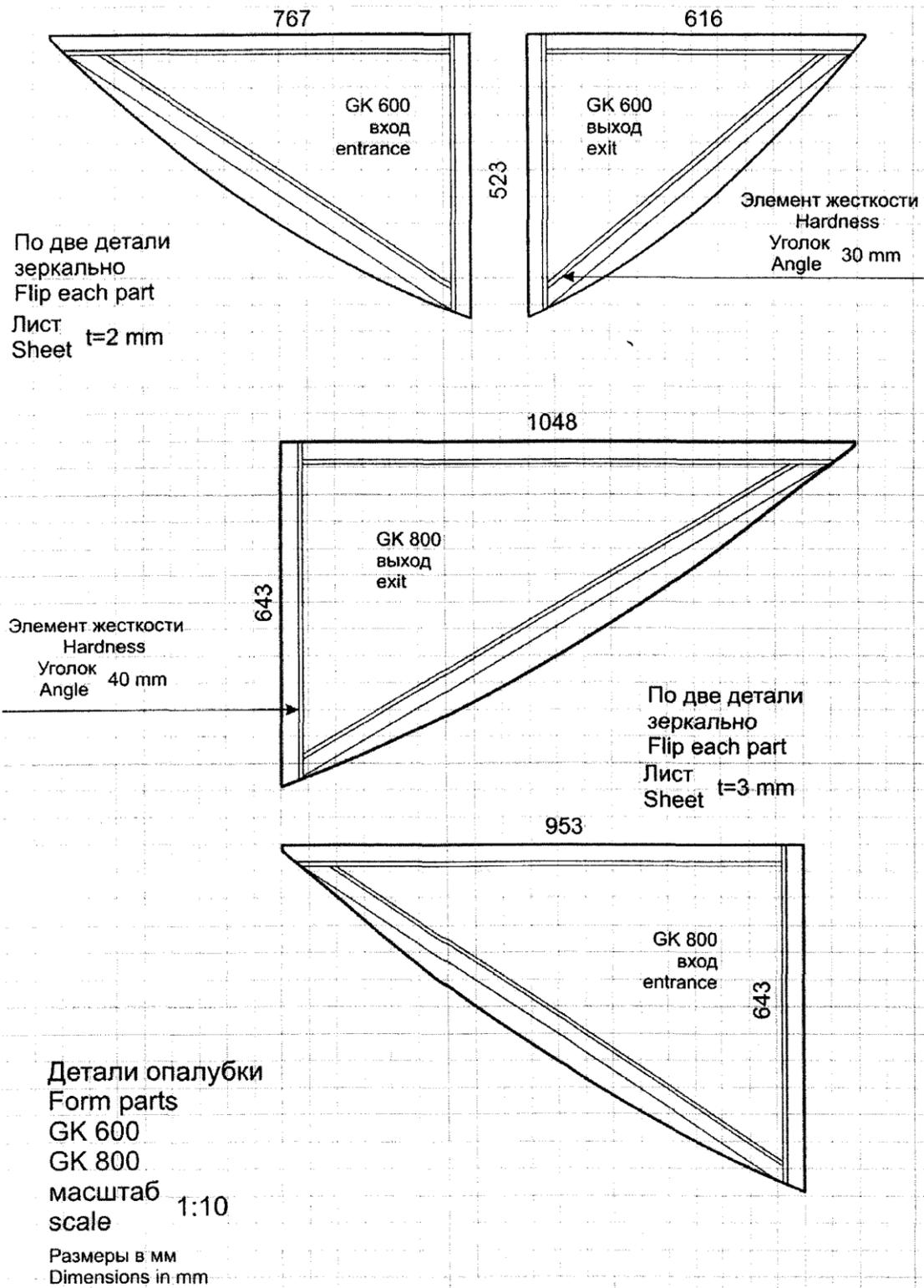


Рис.

9.13.

Детали

опалубки

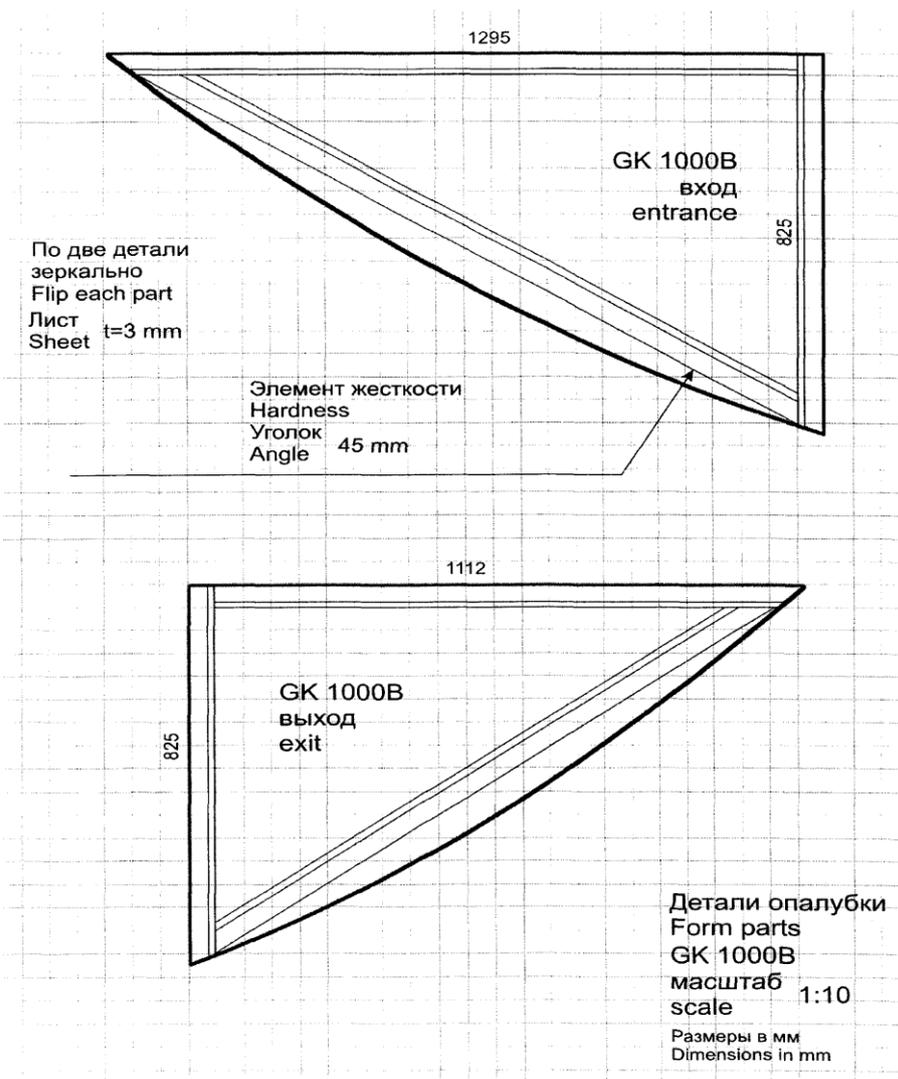


Рис.9.14. Детали опалубки

Пользуясь настоящими рекомендациями, можно найти для каждого конкретного случая наиболее подходящий тип водомерного сооружения. В качестве фиксированного русла можно использовать известные стандартные бетонные параболические лотки. Их в нашей Республике достаточно много. Для организации пункта водоучета с фиксированным руслом достаточно иметь хотя бы одну секцию такого лотка, причем любого типоразмера, и установить ее там, где необходимо измерять расход воды.

Если на местах их нет, то в таком случае, рекомендую фиксированное русло строить из бетона, используя в качестве готовой опалубки стальную трубу со стандартным диаметром. например, от 800 до 1200 мм и длиной, хотя бы 2...3 м. Для этого необходимо вырыть траншею, в которую можно было соответствующим образом установить трубу и с двух боковых сторон залить бетоном до половины трубы и после схватывания бетона (через 3...4 часа) можно снять трубу-опалубку. В результате можно получить стандартное фиксированное русло полукруглой формы с достаточно точными размерами и качеством, т.е. фиксированное русло, достаточно полно отвечающее требованиям метрологической аттестации.

## Глава 10 Организация НИР на оросительных системах

### 10.1. Производственные исследования на оросительных системах.

Правильная эксплуатация ГМС должна проводиться на основе рекомендуемых производственных исследований.

Цель производственных исследований на оросительной системе – разработка предложений и мероприятий по реконструкции (развитию) существующих старых оросительных системах и совершенствованию их эксплуатации. Результаты исследований используют также при строительстве новых систем, организации их эксплуатации.

Производственные исследования – это составная часть инженерно – эксплуатационного мониторинга. Они включают постоянные наблюдения, оценки и прогнозы технического состояния системы и надежности ее функционирования, эффективности использования водно-земельных ресурсов оросительной воды и мелиорированных земель, мелиоративного, экологического, санитарно-эпидемиологических орошаемых земель.

Основные задачи производственных исследований: оценка и прогноз технического состояния и эффективности функционирования отдельных звеньев и элементов системы; выбор и отработка мероприятий по совершенствованию и реконструкции системы; разработка нормативов по техническому обслуживанию систем, по определению показателей надежности и оценке качества конструкций и устройств. Планирование и внедрение планов водопользования в фермерских и др. хозяйствах, АВП.

Производственные исследования на государственных ирригационных системах должны проводить Бассейновые управления ирригационных систем (БУИС), а на внутрихозяйственных системах – эксплуатационная служба АВП. На договорной основе к производственным исследованиям целесообразно привлекать научно-исследовательские институты и высшие учебные заведения ирригационного мелиоративного профиля, как САНИИРИ, ТИМИ, Уз ПИТН, ИВП Ан РУз, АО «ВОДПРОЕКТ», Уздавсувлройиха и т.д.

Для внедрения производственных исследований в практику работы эксплуатационных организаций необходимо создать лаборатории производственных исследований в каждом управлении ирригационных систем и БУИК из расчета одна лаборатория на 10...12 тыс. га и выделить опорные системы по природным зонам.

На опорных системах должна быть организована подконтрольная эксплуатация, т.е. эксплуатация с целью получения дополнительной информации. На таких системах непосредственными замерами определяют все эксплуатационные показатели, накапливают статистические данные для разработки нормативов и оценки надежности работы систем правильности водопользования, уточняют сроки и методики производственных исследований.

Опорные системы должны служить эталоном по организации эксплуатации на других системах данной природной зоны. Их целесообразно закрепить за научно-исследовательскими организациями и высшими гидромелиоративными и сельскохозяйственными учебными заведениями для проведения исследований и разработки предложений по совершенствованию систем и улучшению эксплуатации.

## **10.2. Состав производственных исследований на внутрихозяйственных оросительных системах**

В состав производственных исследований на внутрихозяйственных оросительных системах (в фермерских и др. хозяйствах-водопользователях и АВП) входят: изучение количественного и качественного анализа водных ресурсов, поступления воды в точки выдела и внутрихозяйственного водораспределения, потерь воды во внутрихозяйственной сети, организации поливов в увязке с сельскохозяйственными обработками посевов, внедрения водооборотов между фермерскими хозяйствами и АВП, фактических режимов орошения, техники и технологии поливов сельхозкультур, мелиоративного состояния земель, технические показатели внутрихозяйственной сети гидротехнических сооружений, урожайность с/х культур и т.д. Все эти исследования направлены на совершенствование внутрихозяйственного водопользования.

Поступление воды в точки выдела и внутрихозяйственное водораспределение изучают с целью контроля за соответствием подаваемых (фактических) расходов и объемов воды расчетным (заявленным) и улучшения равномерности подаваемых и распределяемых расходов воды во времени.

Равномерная подача воды за период оперативного планирования (сутки, пятидневка, декада) необходима для ритмичной высокопроизводительной работы поливной техники. Равномерность поступления воды в точки выдела (в хозяйство, АВП) оценивают обычно коэффициентом вариации расходов. Подачу воды в точки выдела на современных системах принято считать равномерной, если коэффициент вариации не превышает 0,1. На совершенных системах он должен быть не более 0,05...0,1.

Для материальной заинтересованности эксплуатационных работников оплата их труда должны зависеть от равномерности подачи воды в точки выдела.

Потери воды во внутрихозяйственной оросительной сети изучают с целью их уменьшения путем фактических замеров и водобалансовых расчетов.

Организацию поливов в сочетании с обработками посевов изучают с целью установления наиболее рациональной очередности полива участков (полей), согласования поливов с обработками посевов, установления четкой

поточности полевых работ (конвейер на поле), внедрения прогрессивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Изучение проводят на опытных фермерских участках и АВП площадью 50...100 га и более. Фиксируют участки одновременного (суточного) нарезки поливных борозд полива и послеполивной обработки. Определяют их площадь, время поливов, продолжительность поспевания почвы, виды и время сельскохозяйственных обработок посевов.

Поливы и обработки посевов в условных обозначениях наносят на график, на котором по горизонтальной оси откладывают время от начала до конца вегетации в сутках, по вертикальной оси – площадь фермерского участка в гектарах и участки одновременного полива.

Фактические режимы орошения сельскохозяйственных культур необходимы для оптимизации водного режима на орошаемых полях и уменьшения удельной фактической водоподачи (затрат оросительной воды) до соответствующих поливных и оросительных норма. Исследования проводят на опытных участках (типичных для данного хозяйства) площадью 8...12 га в различные по погодным условиям годы (сухой, средний, влажный и т.п.)

По данным фактических замеров определяют фактическую водоподачу при каждом поливе в целом за вегетацию (на единицу площади, на единицу урожая). Определяют число поливов и сроки их проведения, межполивные периоды, влажность почвы до и после каждого полива послойно на глубине до 1..1,5 метра; в верхних слоях через 5...10 см и в нижних через 10...20 см. При поверхностных самотечных поливах влажность замеряют в начале (в 5...10 м от начала), середине и конце (в 5...10 м от конца) опытных борозд (полос) на гребне и дна борозды или на ее откосе.

Данные фактических замеров сравнивают с нормативными или расчетными (для конкретного года) и вносят соответствующие коррективы либо в фактические режимы орошения, либо в рекомендуемые.

Если фактические затраты оросительной воды отличаются от расчетных поливных и оросительных норм не более чем на  $\pm 10\%$ , а влажность почвы соответствует рекомендуемой, то фактический режим орошения считают удовлетворительным.

Технику и технологию полива сельскохозяйственных культур изучают с целью улучшения качества полива, увеличения производительности при поливах, увеличения значения КИВ, КПД техники полива, уменьшения потерь оросительной воды и предотвращения эрозии почвы при поливах на типичных опытных участках площадью 8...12 га и делянках площадью 0,2..0,1 га и менее.

Фактическими замерами определяют рациональные длины поливных борозд и полос и расходы поливных струй; рациональную интенсивность искусственного дождя, равномерность увлажнения и смыв почвы, фактическую удельную водоподачу нетто и брутто, потери воды на орошаемых полях.

Расходы поливных струй в бороздах на больших и средних уклонах определяют из условия непереполнения борозд. Смыв на малых уклонах – из условия непереполнения борозд. Смыв почвы на больших уклонах (более 0,008) не должен превышать допустимых пределов. Расходы поливных струй в опытах дозируют и измеряют: в начале борозд треугольными водосливами или градуированными (тарированными) емкостями с круглыми отверстиями в стенке, в конце борозд – треугольными водосливами или объемным способом с помощью мерного сосуда и секундомера.

Число вариантов по расходам струй обычно принимают три или более, число повторностей – не менее трех. Длину поливной борозды определяют из условия равномерного увлажнения почвы по ее длине. Коэффициент равномерности увлажнения по длине борозды или полосы определяется по формуле В.А. Сурина

$$(k_p = W_{\min} / W_{\max})$$

и должен быть не менее 0,85...0,95. С уменьшением длины борозды равномерность увлажнения по ее длине повышается.

Удельную фактическую водоподачу брутто  $W_{бр}$  (вместе с потерями воды на поле) при каждом поливе определяют фактическими замерами объемов воды, поданной на участок одновременного полива, и его площади.

Потери воды на поле  $W_{п}$  на поверхностный сброс, глубинную фильтрацию и испарение в процессе полива и в первые дни после него (с переувлажненной почвы и листьев растений) устанавливают специальными замерами и расчетами, потери воды на поверхностный сброс – с помощью небольших переносных трапецеидальных или треугольных водосливов, потери воды на глубинную фильтрацию (глубинный сброс) замерами потенциала почвенной влаги на границах расчетного слоя почвы тензометрами и последующими расчетами по формуле Дарси; потери воды на испарение в конце полива и в первые сутки после его окончания (с переувлажненной почвы) при поверхностных поливах по бороздам и полосам – расчетами по разности между испаряемостью и расчетным водопотреблением растений (в начале полива и на вторые-третьи сутки после его окончания потери будут меньше), потери воды на испарение при дождевании принимают по данным специальных исследований.

Удельная фактическая водоподача нетто по рекомендации Н.Т. Лактаева, В.А. Сурина, Б.Ф. Камборова и др. за один полив

$$W_{нт} = W_{бр} - W_{п} ( )$$

при правильно выбранных элементах техники полива (длина борозд, расходы поливных струй, интенсивность дождя, продолжительность полива) должны быть равно расчетной поливной норме, а коэффициент использования воды на поле должен быть не менее 0,8...0,95.

Равномерность расходов поливных струй по длине поливного трубопровода, шланга или лотка определяют объемным способом или с помощью треугольных водосливов. Допустимыми считают отклонения поливных струй от среднего значения  $\pm 5\%$ .

При допустимых значения смыва почвы, коэффициентов равномерности увлажнения и использования воды, по рекомендации Г.Ю. Шейнкиня, М.Ф. Натальчук, В.Ф. Носенко и др., отклонений поливных струй по длине поливного трубопровода или шланга качество полива считают хорошим.

Динамику уровней грунтовых вод изучают для установления объемов оросительной воды, поступившей в грунтовые воды, и разработки мероприятий по уменьшению ее потерь. Подъем уровней грунтовых вод происходит, как правило, в результате фильтрационных потерь воды из каналов и просачивания части поливной воды с орошаемых полей ниже корнеобитаемого слоя почвы. При больших потерях воды происходит многолетний подъем уровней грунтовых вод в сочетании с сезонными колебаниями. Повышение уровня грунтовых вод, м, по рекомендации Д.М. Кац

$$\Delta h = \Delta W_3 / (10^4 \mu)$$

где :

$\Delta W_3$  - изменение запасов грунтовых вод, м<sup>3</sup>/га;  $\mu$  – коэффициент свободной емкости (пористости) грунта, доли объем грунта.

В простейшем случае на крупном орошаемом массиве с незначительным оттоком и притоком грунтовых вод на его границах и при отсутствии напорного питания.

$$\Delta W_3 = \Phi_k \pm g ,$$

где:

$\Phi_k$  – фильтрационные потери из оросительной сети, м<sup>3</sup>/га;  $g$  – капиллярное подпитывание со стороны грунтовых вод, или глубинная фильтрация (просачивание) части поливных вод, м<sup>3</sup>/га.

Коэффициент свободной емкости грунта обычно варьирует в пределах 0,05...0,15. При среднем его значении 0,1 каждую 1000 м<sup>3</sup>/га поливной воды, поступившей в грунтовые воды, вызывают подъем их уровня на 1 м. Анализ динамики уровней грунтовых вод дает возможность установить, какое количество поливной воды поступает в грунтовые воды.

Динамику мелиоративного состояния орошаемых земель изучают с целью его улучшения. Обычно весной (апрель) и осенью (октябрь) уточняют контуры близкого залегания уровней грунтовых вод и их минерализацию, контуры засоленных земель и степень их засоления. В результате изучения разрабатывают предложения по улучшению мелиоративного состояния земель.

Техническое состояние оросительной сети и гидротехнических сооружений изучают путем контрольных замеров и нивелировок по контрольным створам определяют деформации гидромелиоративной сети и сооружений, уточняют нормативы по ремонтным работам и техническому

обслуживанию, разрабатывают предложения по повышению надежности элементов оросительной системы.

### **10.3. Состав производственных исследований на межхозяйственных оросительных системах**

В состав производственных исследований на ирригационных оросительных системах (УИС, БУИС) входят: изучение водных ресурсов системы, лимитов забора воды в систему, поступления воды в систему и водораспределения, определение потерь воды в межхозяйственной оросительной сети, изучение режима движения наносов на системе, земельного фонда, водно-мелиоративных балансов, технического состояния межхозяйственной сети и сооружений и т.п.

Водные ресурсы системы изучают с целью определения и повышения ее водообеспеченности. Их изучают по периодам вегетации и по годам различной обеспеченности (многоводные, средние, маловодные и т.п.). В результате исследований уточняют методики краткосрочных прогнозов ожидаемых расходов воды в источнике орошения, составляют водоземельные балансы по УИС и БУИС, бассейнам рек, определяют расходы выклинивающихся и возвратных вод.

Лимиты забора воды в систему в характерные годы 95, 85, 75, 50, 25 и др. обеспеченности изучают с целью определения необходимых и достаточных объемов забора оросительной воды при экономном ее использовании. В результате выясняют возможности забора воды из источника орошения в характерные годы, определяют критические периоды в работе системы, разрабатывают предложения по устранению критических периодов.

Поступление воды в голову системы и распределение ее по каналам и точкам выдела изучают с целью контроля за соответствием фактически забираемых и распределяемых расходов и объемов воды расчетным и улучшения их равномерности во времени.

Определяют коэффициенты вариации расходов забираемой и распределяемой воды, которые не должны превышать 0,1.

Потери воды в межхозяйственной оросительной сети необходимо знать для разработки мероприятий по их снижению и установлению нормативов потерь при системном водораспределении. В результате изучения составляют графики зависимости фактических потерь воды в каналах от расходов воды в них по периодам работы системы.

При небольшом числе данных по потерям воды в каналах их усредняют, получают уравнения для определения потерь, которые затем используют в процессе эксплуатации.

По рекомендации М.Ф. Натальчука, Х.А. Ахмедова и др. режим забора, движения и отложения наносов в оросительной сети изучают с целью разработки мероприятий по уменьшению объемов очистки сети и

повышению уровня механизации этих работ. Определяют мутность и механический состав наносов в источнике орошения, в магистральном и распределительных каналах, в отстойнике, а также объемы очистки каналов и коллекторов от наносов и сорной растительности.

Водно-мелиоративные балансы по массивам системы составляют и изучают для выяснения причин изменения мелиоративного состояния земель. Проводят наблюдения за режимами грунтовых вод по створам скважин, устанавливают связи изменения уровней грунтовых вод с режимом орошения.

Границы почвенно-мелиоративных районов на землях системы (по почвам, глубинам грунтовых вод) изучают и уточняют для разработки и применения дифференцированных режимов орошения.

Техническое состояние сети и сооружений, их деформации устанавливают для улучшения технического состояния элементов системы, уточнения нормативов на ремонтные работы и очистку сети, определения показателей надежности сети и сооружений.

#### **10.4. Состав производственных исследований на осушительных системах**

В состав производственных исследований на осушительных системах входят: изучение динамики уровней и расходов воды в водоприемнике за многолетний период и влияния водоприемника на работу коллекторов и дрен; динамики уровней грунтовых вод и влияния на их режимы климатических и других факторов; изучение рациональных способов и техники осушения; устойчивости профилей осушительных каналов, КДС, деформаций сооружений, устьев, закрепленных участков КДС (изучение проводят на контрольных створах по массивам); эффективности агро-мелиоративных мероприятий и их влияния на улучшение водно-физических свойств почв; прогрессивных технологий культур технических и эксплуатационных работ; приемов первичного освоения осушаемых земель; режимов увлажнения осушаемых земель на опытных участках; технико-эксплуатационных и технико-экономических показателей системы. В конце каждого года управление эксплуатации ирригационных систем составляет отчет, в котором анализирует и обобщает материалы производственных исследований.

#### **10.5. Перспективные планы развития ирригационных систем.**

На основе производственных исследований эксплуатационная служба составляет перспективные планы развития систем, в которых разрабатывает предложения по совершенствованию систем, улучшению их эксплуатации. Это является одной из основных задач эксплуатационной службы.

Перспективные планы ежегодно уточняют с учетом новых результатов исследований и возникших на их основе научно-практических предложений.

Конечная цель перспективных планов – совершенствование гидромелиоративных систем, использование их резервов, улучшение использования водно-земельных, трудовых, финансовых и энергетических ресурсов, повышение урожаев сельскохозяйственных культур до экономически целесообразных и экологически безопасных, улучшение мелиоративных, экологических и санитарно-эпидемиологических условий.

Перспективный план – это первичный документ, на основании которого разрабатывают технические проекты КРОС, КРОЗ.

В инженерном обосновании перспективного плана активное участие должны принимать проектные группы и лаборатории производственных исследований, находящиеся в составе управления УИС и БУИС.

По мнению М.Ф. Натальчука, Х.А. Ахмедова, В.А. Сурина, Ф.А. Рахимбаева, Б.С. Серикбаева, М.Х. Хамидова, Ф.А. Бараева и др. перспективные планы – это творческий инженерный труд эксплуатационных работников, которые инженерными расчетами в первых вариантах намечают предложения по совершенствованию систем на основе производственных исследований с учетом собственного опыта по эксплуатации.

в перспективном плане разрабатывают перспективные мероприятия, которые необходимо выполнить для совершенствования ГМ системы;

прорабатывают предварительные технические и вариантные предложения, определяют объемы работ и затраты по реконструкции и совершенствованию системы;

оценивают технико-экономическую эффективность рекомендуемых мероприятий и технических решений на основе производственных исследований и научных разработок;

устанавливают очередность реализации мероприятий и порядок выполнения работ по реконструкции системы, рассматривают предложения по включению первоочередных мероприятий в планы проектирования и строительства на будущий год и по составу организаций-исполнителей.

В перспективных мероприятиях по их совершенствованию и реконструкции разрабатывают меры по улучшению водообеспеченности систем, устранению критических периодов в работе за счет строительства водохранилищ и прудов, кольцевания каналов и водоисточников;

Предусматривают повышение КПД оросительной сети до 0,8...0,85 за счет бетонирования каналов, переустройства внутрихозяйственной открытой оросительной сети на закрытую или лотковую сеть каналов; коэффициента использования воды на полях до 0,9...0,95 за счет применения прогрессивных техники и технологии полива; коэффициентов использования орошаемых и осушаемых земель (КЗИ) в зоне действия системы до 0,9...0,95;

намечают мероприятия по улучшению мелиоративного состояния земель (т.е. понижению уровня минерализованных грунтовых вод, снижению содержания в почве токсичных солей до 0,3...0,2% и менее от массы сухой почвы) за счет улучшения технического состояния систем, применения прогрессивной техники и технологии полива, совершенствования

водопользования, строительства коллекторно-дренажной сети, промывки засоленных земель;

разрабатывают меры по уменьшения поступления наносов в систему из реки и соответственно объемов очистки до 5...6 м<sup>3</sup>/га и менее;

предусматривают улучшения диспетчерского водораспределения, повышения его надежности, уменьшение потерь напора в сооружениях за счет внедрения узловых схемы системы; улучшение управляемости системами за счет их автоматизации и использования информационно-советующих систем оперативного управления технологическими процессами;

укомплектовывают парк машин для комплексной механизации эксплуатационных работ;

предусматривают водообустройство на системах; намечают увеличение площади лесных посадок вдоль каналов, дорог, на головном участке и около узловых сооружений до 6...10 % площади системы.

## **Глава 11. Эксплуатация обводнительно-оросительных систем и систем лиманного орошения.**

### **11.1. Назначение обводнительно-оросительных систем.**

Назначение обводнительно-оросительных систем заключается прежде всего в обводнении территорий с развитием сети каналов, подачей воды в малые реки с целью повышения их водоносности, увеличения числа прудов и водохранилищ, в создании условий для размещения водопойных пунктов для животных. Важное значение придают развитию орошения сельскохозяйственных культур для получения гарантированного количества кормов, а также овощей, картофеля, фруктов, крупяных и других культур для работников животноводческих предприятий и близлежащих населенных пунктов.

За счет развития обводнительно-оросительных систем улучшаются 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-1...1,8 м/га. Обводнение удовлетворительно, если густота сети водотоков составляет 1,5...2 м/га. За счет каналов увеличивают гидрографическую сеть и улучшают условия развития выборочного орошения и водоснабжения пастбищ.

Для эксплуатации обводнительно-оросительных систем создают специальную службу, которая систематически наблюдает за работой всех устройств системы, организует ремонты и дооборудует систему для повышения ее надежности.

Особенности эксплуатации обводнительно-оросительных систем:

-неравномерность работы в течении года. В паводки забирают много воды для лиманного орошения и для наполнения водохранилищ и прудов, в летний период воду подают на регулярное орошения и для водопойных пунктов. Расходы воды в каналах в летний и осенний периоды пониженные, поэтому необходимо более четкое распределение воды, т.е. подача во все точки на большой территории. Перебои в подаче воды в отдельные пункты могут привести к гибели животных из-за отсутствия запасов кормов или недостатка воды для водопоя скота;

-наличие на системах лиманного орошения резервных площадей лиманов для полного использования паводковых расходов во влажные годы. В засушливые годы подачу воды в лиманы нормируют, снижая до 2,5...3 тыс. м<sup>3</sup>/га и увеличивают площади под лиманным орошением. В местах зимовки скота лиманы подготавливают для поливов малыми нормами. Для этого площадь лиманов планируют, уменьшая площадь чеков и увеличивая число сооружений, предназначенных для кратковременного затопления чеков и снижения норм;

- своевременное выполнение эксплуатационных работ по поддержанию устройств в рабочем состоянии во всех звеньях системы для обеспечения рационального водораспределения. Эксплуатация систем облегчается, если каналы взаимосвязаны, вдоль них 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 ;

-необходимость закрывать системы на зимний период, чтобы не повредить каналы и сооружения при морозах и уменьшить поступления фильтрационных вод в грунтовые.

Санитарные требования на обводнительно-оросительных системах более строгие, при эксплуатации их необходимо соблюдать, согласуя с органами санитарного надзора. Места для купания животных выделяют и устраивают 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 обеспечить плановое водопотребление. Системы, обводняя местные речки, улучшают водные режимы засушливых территорий. Обеспечение санитарных расходов в засушливые периоды и уменьшение паводковых расходов достигаются за счет их регулирования в водохранилищах, БСР, БНР, БМР.

Водопользование на системах усложняется в следствии вероятностных условий погоды и водного режима речек на большой территории. Для расчетов водораспределения на больших системах применяют ЭВМ. При комплексном использовании водных ресурсов систем важное значение имеет борьба с загрязнением водами промышленных предприятий, очистка и использование сточных вод для орошения. При устройстве обводнительно-оросительных систем необходимо более внимательное отношение к охране

природы: защите 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, прудах и др.

Степень использования основных фондов обводнения находится в прямой зависимости от организации работы обводнительных систем, сооружений, водоподъемного оборудования, ремонта и ухода за ними.

Из-за недостаточного технического обслуживания обводнительных систем и сооружений, отсутствие специальной эксплуатационной службы обводнения допускаются нарушения и отклонения от технических норм как при строительстве так и при эксплуатации обводнительных сооружений. В целях эксплуатации улучшения обводнительных систем и сооружений, лучшего использования пастбищ и повышения их продуктивности представляется необходимым наладить специальную службу технической эксплуатации пастбищ и их оборудования. В связи с этим в каждом хозяйстве в зоне пастбищного животноводства для обслуживания обводнительных сооружений целесообразно иметь двух трех гидротехников или опытных мастеров обводнения.

Опыт хорошо налаженного технического обслуживания сооружений и техники на пастбищах лучших хозяйств подтверждает необходимость создания специальных обводнительно - эксплуатационных участков.

Даже на хорошо оборудованных водопойных пунктах из за отсутствия надлежащего технического обслуживания механизмы быстро выходят из строя и резко сокращается срок их службы.

Важным условием интенсивного использования и сохранения водопойных пунктов в исправности является оборудования их водоподъемными установками и соблюдение технических правил эксплуатации. Известно, что при ручном подъеме воды разрушаются оголовки шахтных колодцев из-за ударов и стирания стенок. Водопой скота в таких случаях производится непосредственно у колодца, что способствует разрушению оголовка и водопойной площадки, а также разрушает санитарные условия.

Особое значение для налаживания четкой и надежной эксплуатации приобретают систематическое обследование обводнительных сооружений и техники, позволяющие выявить дефекты и собрать данные для правильного планирования необходимых средств, материалов, рабочей силы, техники и сроков проведения всех ремонтных работ. Это значительно уменьшит омертвление основных фондов обводнения.

Отсутствие надлежащего контроля при строительстве и вводе в эксплуатацию, а также нарушение правил эксплуатации водопойных пунктов способствуют быстрому разрушению и выведению из строя значительной части обводнительных сооружений и техники, а следовательно, и омертвлению части основных фондов обводнения.

Эксплуатация часто усложняется несовершенством обводнительных сооружений. Еще много на пастбищах водопойных пунктов, колодцы которые не имеют глиняных замков, у водопойных площадок нет отмотки – надлежащего стока вокруг них, канав для отвода воды, длина водопойных корыт недостаточна. Обычно это является следствием недостаточного технического контроля при строительстве и отсутствия необходимой проектной документации, а также недостаточной требовательности при приемке готовых обводнительных сооружений и техники.

Еще часто осуществляется строительство обводнительных сооружений без проектов, при этом не всегда учитываются природные особенности местности. Такие водопойные пункты размещаются без учета сети уже существующих водоемов. В результате значительная часть обводнительных сооружений не только быстро разрушается, но и не используется из – за недостатка кормовых ресурсов или же нехватки воды в источнике.

Эксплуатация шахтных колодцев наиболее проста. При надлежащем надзоре колодцы могут служить долгие годы. Известно много случаев использования их в пустынных районах по несколько сот лет. В шахтном колодце быстрее всего изнашиваются отмотки и оголовка, венцы сруба оголовка и стенки шахты. Поэтому необходимо следить за исправностью оголовка колодца и предохранять его шахту от загрязнения .

Для своевременного обнаружения поврежденных мест и их ремонта не реже двух раз в месяц производится поверхностный осмотр колодцев. При этом обращают внимание на различного рода трещины и выпуклости в стенках, загнивание деревянного сруба, места просачивания поверхностной воды и другие неисправности.

Детальный осмотр колодцев обычно проводят не реже 1 раза в год. При этом желательно откачать воду, осмотреть водоприемную часть шахты, обратив особое внимание на возможные источники загрязнения и заиления. Следует проверить исправность крепления стенок.

Эксплуатация трубчатых колодцев более сложна, чем шахтных, она требует постоянного ухода за насосом, приводом, водозаборными сооружениями, содержания в чистоте площадки, мер по предотвращению загрязнения ствола скважины, водонасосных горизонтов, питающих скважину фильтра. Наиболее ответственной частью трубчатого колодца является водоприемник. Понижение производительности, изменение динамического уровня служат показателями неисправности колодца или его водоподъемного оборудования. Понижение уровня воды обычно связано с засорением фильтра. При прорыве фильтра наблюдается пескование скважины, повышение рабочего горизонта и притока воды.

Один раз в год желательно проводить опробование трубчатых колодцев поверочной откачкой при трех понижениях статического уровня, а также сделать химический и бактериологический анализы.

На пастбищах обычно нет необходимости в постоянном притоке воды. В течении суток имеются продолжительные периоды, когда вода из скважин совершенно не берется; более того, в летнее время, весной и осенью, с

появлением временных ручьев и родников в ряде районов пастбищного животноводства забор воды из скважин часто прекращается, что ведет к излишним потерям воды и истощению запасов подземных вод.

Эксплуатация насосно – силового и водоподъемного оборудования требует постоянного и тщательного ухода, который может выполняться только под наблюдением механика.

У поршневых насосов надо следить за своевременной смазкой трущихся частей, за исправностью клапанов, поршней периодически заменяя поршневые манжеты и клапаны новыми.

Детальный осмотр насосов проводят не реже одного раза в месяц. Все замеченные неисправности при этом следует немедленно устранить. Насосы, установленные на открытом воздухе, в зимнее время следует утеплить или оборудовать приспособлением для спуска воды. Осмотр центробежных насосов производится два раза в месяц.

На время откочевки скота с участка сезонных пастбищ все обводнительные сооружения необходимо законсервировать: убрать съемные части водоподъемника, а колодец во избежание загрязнений, закрыть. Насосное оборудование обычно демонтируется и сдается на склад.

## 11.2 Экономическая эффективность пастбищного животноводства

Обводнительные сооружения не дают конечной товарной продукции, а только способствуют получению ее, поэтому при определении экономической эффективности капитальных вложений, рентабельности основных фондов обводнения пастбищ стоимость обводнительных мероприятий следует рассматривать как часть средств производства или капиталовложений в пастбищное животноводство. Эффективность вложений в обводнение определяется по общему росту дохода от животноводческой продукции. Структура доходов от животноводческой продукции. Годовой объем продукции животноводства ( $W$ ), реализуемый хозяйством, составляет валовой доход ( $D_v$ ). Валовой доход и издержки производства в отгонном животноводстве по Г.В. Копаневу приводятся на рис. 11.1

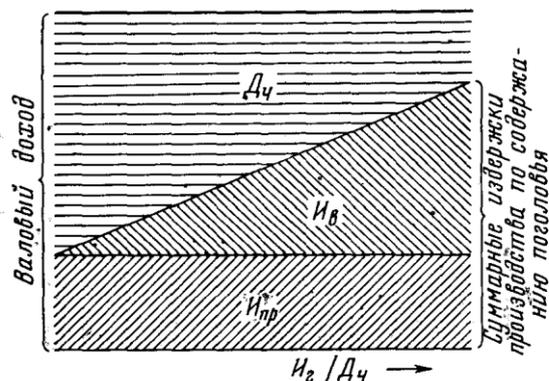


Рис. 14.1 Структура валового дохода и издержек производства в отгонном животноводстве.

Валовой доход за вычетом годовых издержек производства (Ил) определяет величину чистого годового дохода хозяйства (Дч).

$$Дч = Дв - Иг.$$

Чистый доход, создаваемый в отдельном хозяйстве, представляет собой превышение стоимости продукции над ее себестоимостью (т. е. издержками производства).

При различных технических решениях задачи обеспечения водопоями одного и того же пастбищного массива или разных пастбищных массивов, но находящихся в одинаковых природных условиях и располагающих одинаковой продуктивностью, сумма издержек производства (Иг) без затрат на организацию водопоя (Ив) будет одной и той же. Обозначим эти прочие издержки через (Ипр). Величина валового дохода (Дв) на этих пастбищах при условии полного обеспечения водой любым способом будет также неизменной. Но в зависимости от способа обводнения будут изменяться издержки на организацию водопоя и чистый доход хозяйства (Дч) равный валовому доходу за вычетом издержек производства:

$$Дч = Дв - Иг = Дв - (Ив + Ипр).$$

Напишем это выражение, выделив переменные члены в левую часть, а постоянные в правую:

$$Дч + Ив = Дв - Ипр = \text{const.}$$

Из равенства видно, что на пастбищах массивах с одинаковыми продуктивностью и климатическими условиями чистый доход хозяйства зависит только от величины на организацию водопоя скота.

Издержки производства. Стоимость содержания поголовья в течении года, или годовые издержки производства (Иг), определяются:

$$Иг = (A + Э) n,$$

где:

A – амортизационные отчисления на износ и ремонт основных фондов (Фo) производства  $(A = \Phi o a)^1$ , определяемые дифференцированно по каждому виду сооружений, оборудования и техники, и Э – ежегодные расходы на зарплату, материалы, корма и прочие затраты; n – коэффициент накладных расходов по содержанию административно – управленческого персонала.

Если ежегодные расходы (Э) в течение всего года постепенно вкладываются в производство продукции, то амортизационные отчисления (A) являются переносом части ранее вложенных затрат на стоимость продукции. Отношение амортизационных отчислений (A) и ежегодных расходов (Э) отражает, в известной степени, уровень механизации (M):

$$M = A / \text{Э}.$$

Механизация производства уменьшает объем ежегодных расходов на заработную плату, но требует увеличения единовременных капиталовложений, а следовательно, увеличивает размер амортизационных отчислений.

Годовые издержки производства на организацию водопоя животных (Ив) являются суммарных издержек по содержанию скота (Иг). Они в свою очередь складываются из амортизационных отчислений обводнительных сооружений, оборудования и других технических средств водоподъема (Ав) и годовых расходов на эксплуатацию системы и водопойных пунктов (Эв), куда входит горючее для водоподъемников и зарплата обслуживающего технического персонала:

$$\text{Ив} = \text{Ав} + \text{Эв}.$$

Годовые издержки производства на организацию водопоя колеблются в очень больших пределах в зависимости от природных условий и технической оснащенности хозяйства. Удельные затраты на организацию водопоя на пастбищах являются важнейшими показателями при сопоставлении различных способов обводнения.

Издержки на организацию водопоя (Ив) являются наиболее изменчивой частью в суммарных издержках производства по содержанию скота (Иг) и поэтому могут служить одним из весьма показательных элементов в сравнении способов обводнения и отбора новых пастбищных массивов для освоения. Их соотношение ( )

$$\text{Ив} \setminus \text{Иг} = \eta$$

Показывает долю затрат на водопой в структуре себестоимости продукции.

Удельные затраты на организацию водопоя на 1 тыс. сум продукции (Зв) определяется по следующей формуле:

$$Z_v = \frac{I_v}{D_v}$$

### **11.3 Совершенствование эксплуатации системы лиманного орошения.**

#### **11.3.1. Обоснование необходимости улучшения эксплуатации лиманного орошения.**

Система лиманного орошения состоит из отдельных лиманов, которые представляют собой посевные площади, огражденные водоудерживающими и струенаправляющими земляными валиками, водовыпускными

гидротехническими сооружениями, дорожной сетью, лесополосами и лесопосадками, каналами с головными и линейными гидротехническими сооружениями. Она расположена в степной зоне Центральной Азии (рис ). Низкая продуктивность лиманного орошения из-за ухудшения мелиоративного состояния земель снижается. Чтобы добиться эффективного использования водоземельных, финансовых, трудовых и других ресурсов, необходимо реконструировать данную глубоководную систему лиманного орошения.

### **11.3.2. Цели и задачи реконструкции систем лиманного орошения**

Основной целью и задачей реконструкции системы лиманного орошения является создание прочной кормовой базы для развития животноводства. Создание инженерных систем лиманного орошения сказывается благоприятное воздействие на экономическое, экологическое, мелиоративные и гидрологические условия хозяйства. За счет использования части весеннего стока паводковых вод, малых рек и саев снижается эрозия почв и процесс оврагообразования. Повышаются значения к.з.и, к.п.в и к.п.д. системы.

Под реконструкцией системы понимается перевод глубоководных лиманов, в соответствии с последним достижением науки и техники, на ярусно-мелиоративный путь переустройства плотин и шлюзов, струенаправляющих и водоудерживающих валиков, дорожной и сбросной сети, а также перераспределение стока на большую площадь орошения.

В результате реконструкции существующих глубоководных лиманных систем повышается оросительная способность весеннего стока рек, создается возможность паводковой водой затоплять лиманы один или несколько раз, что способствует сохранению хорошего мелиоративного состояния лиманов и получение стабильных урожаев кормовых культур.

Плановое расположение систем лиманного орошения показано на рисунке 11.1.

### **11.3.3. Методы расчета реконструкции системы глубоководных лиманов**

Методы расчета реконструкции систем глубоководных лиманов всех типов по характеру накопления, за исключением лиманов с подводным паводковым каналом, принимаются единые. При наличии подводного канала учитываются потери воды на фильтрацию из него. Рассмотрим два метода расчета реконструкции: гидрологический и технико-экономический.

**Гидрологический метод расчета реконструкции.** В основу гидрологического метода расчета реконструкции лиманов положено уравнение водного баланса (разработанного Санкт-Петербургским государственным гидрологическим институтом).

$$P_{в} + P_{скп} + O = C + I_{в} + I_{п} + \overset{\wedge}{V} + \overset{\wedge}{W}_{а} + \overset{\wedge}{W}_{гр} + П;$$

Где:

$P_v$  и  $P_{скп}$  – соответственно приток русловых и склоновых вод на лиман;  
 $O$  – осадки;  $C$  – отток воды с лимана;  
 $I_v$  и  $I_{п}$  – испарение с залитой и обсохшей частей лимана;  
 $^W_a$  и  $^W_{гр}$  – изменение влагозапасов в почвогрунтовых зонах аэрации и запасов грунтовых вод;  
 $\Pi$  – подземный водообмен лимана с соседними участками.

Все составляющие вышеприведенного уравнения выражены в м/га.

Значение  $\Pi$  отражает не только величину подземного водообмена, но и погрешности расчета.

При мелководных лиманах исключается подземный водообмен лимана с соседними участками ( $\Pi$ ), а также учет изменения объема воды на поверхности лимана ( $^W$ ). Тогда вышеприведенная формула приобретает вид:

$$P_v + P_{скл} + O = I_v + ^W_a,$$

где;

$P_v$  и  $P_{скл}$  – соответственно приток русловых и склоновых вод на лиман;

$O$  – осадки;

$I_v$  – испарение с залитой и обсохшей частей лимана;

$^W$  – изменение влагозапасов в почвогрунтах зоны аэрации и запасов грунтовых вод.

Величина ( $P_{скл}$ ) притока со склонов может быть определена по формуле:

$$P_{скл} = K * h_0 * F_{скл} * 10, \text{ м/год},$$

где:

$K$  – коэффициент, учитывающий влияние местных факторов на величину нормы стока;

$h_0$  – среднемноголетняя величина стока, мм;

$F_{скл}$  – площадь водосбора склонового стока ниже гидропоста;

$O$  – величина среднемноголетних возможных осадков.

Величину  $P_{скл}$  и  $O$  при расчете нормы затопления можно не учитывать.

Таким образом, формула водного баланса лимана при определении оросительной способности водоисточника примет вид:

$$P_v = I_v + ^W_a, \text{ м/га},$$

где:

$I_v$  – испарение с залитой площади лимана;

$^W_a$  – объем воды для промачивания 1,0 – 1,5 метрового слоя почвы лимана.

Такой вид уравнения соответствует самому невыгодному случаю затопления, когда отсутствуют осадки и склоновый приток.

Указанная формула отображает бесбросное затопление лимана, т.е. полное использование стока обеспеченностью 50, 35, 25, 10, 5 и 1%. При

этом указанная формула представляет норму лиманного орошения брутто, где учтены потери на испарение с водной поверхности в период стояния воды на лимане.

**Технико-экономический метод расчета реконструкции.** В основу технико-экономического расчета реконструкций глубоководных лиманов на мелководные применяется общеизвестная формула экономической эффективности регулярного орошения:

$$\text{Эр} = \frac{\text{СП} - \text{И}}{\text{К}} \quad \text{или} \quad \frac{\text{^Ч}}{\text{К}};$$

где:

Эр – коэффициент рентабельности капитальных вложений;

СП – годовая продукция в оптовых ценах (предприятия) в сельском хозяйстве – годовая продукция в ценах, по которым сельскохозяйственные предприятия сдают (продают) свою продукцию, ц;

И – годовая продукция по себестоимости или издержки предприятия (С);

К – общая сумма капитальных вложений (с учетом изменения величины оборотных средств);

^Ч- чистый доход предприятий как разность СП – И.

В этой формуле значения СП представляет валовую продукцию с лиманных систем за 'n' лет при расчетной обеспеченности стока. Точно такие значения И отображает издержки хозяйств, состоящие из остаточного расхода (капитальные затраты на первоначальное строительство и минус амортизационные расходы за время эксплуатации), плюс расходы, связанные с выращиванием трав или других сельскохозяйственных культур, т.е. годовая продукция по себестоимости.

#### 11.3.4. Расчет систем лиманного орошения

Норму лиманного орошения можно определить по формуле А.Н.Костякова:

$$M_{шт} = 100\alpha h(\beta_{нв} - \beta_0) K_{п} \text{ м}^3 / \text{га};$$

$$M_{шт} = 100AH(\beta_{нв} - \beta_0) \text{ м}^3 / \text{га};$$

где:

Мшт – норма лиманного орошения, м/га, n – 1,1 + 1,2 – показатель степени;

А – скважность (полная влагоемкость), %;

Кп – коэффициент неравномерности затопления;

Ки – 1,3.....1,8 меньшее значение для мелководных лиманов.

Объем весеннего стока расчетной обеспеченности устанавливается по формуле:

$$W_o = 1000 * h_b * K * P, \text{ м.}$$

где:

$h_b$  – средний слой весеннего поверхностного стока, мм (принимается по данным метеостанции);

$F$  – площадь водосбора, км.

$K$  – модульный коэффициент для перехода от среднего значения к нужному проценту обеспеченности;

$$K = 1 + C_x \Phi \dots\dots,$$

где:

$C$  – коэффициент вариации, 0,5 - .....1,2,

$\Phi$  – число Фостера.

Норма лиманного орошения, брутто :

$$M_{бр} = \frac{M_{ит}}{E}$$

где:

$E$  – коэффициент полезного использования воды в самом лимане;

$$E = 0,7 \dots 0,9$$

Продолжительность затопления лимана определяется по формуле:

$h_{ср}$

$$T_z = \frac{M_{бр}}{K_{ср} * h_{ср}}, \text{ сут ;}$$

$K_{ср}$

$M_{бр}$

$$h_{ср} = \frac{M_{бр}}{10000}, \text{ м ;}$$

10000

где:

$T_z$  – продолжительность затопления лимана, сут ;

$K_{ср}$  – расчетный средний коэффициент впитывания воды в почву м/сут;

$h_{ср}$  – средняя глубина затопления лимана, м.

Возможность воды в лимане устанавливается по формуле:

$W_o$

$R_{нт}$

$$R_{нт} = \frac{W_o}{M_{бр}}, \text{ га,}$$

$$R_{бр} = \frac{R_{нт}}{k.z.i.}, \text{ га.}$$

$M_{бр}$

к.з.и.

Глубина воды в лимане устанавливается по формуле:

$$h_n = (1,3 \dots 1,8), \text{ м,}$$

$$h_b = (0,25 \dots 0,5) \text{ } 0,05 \dots 0,1.$$

Ширина лимана ( $Вл$ ) определяется по формуле:

$$(h_n - h_b)$$

$$V_l = \frac{h_{\text{стр}}}{i}, \text{ м,}$$

где:

$i$  – средний угол поверхности земли лимана.

Строительная высота лиманного вала определяется по зависимости:

$$h_{\text{стр}} = 1,1 (h_n + d),$$

где:

$d$  – превышение бровки лиманного вала над горизонтом воды перед валом, м.

$d = 0,15 + 0,30$  м – мелководные лиманы,

$d = 0,20 - 0,50$  м – глубоководные лиманы.

### 11.3.5. Эксплуатационные работы.

Эксплуатацию инженерных систем лиманного орошения проводят в пяти направлениях:

- проведение планового водопользования на системе лиманного орошения. Правильное составление и проведение внутривладельческого плана водопользования;
- дооборудование эксплуатационными приборами и средствами учета оросительной и сбросной воды;
- проведение текущих и капитальных ремонтов отдельных звеньев или всей системы для поддержания и содержания в хорошем рабочем состоянии;
- проведение и реконструкции старых неинженерных мелководных, средневодных и глубоководных системы лиманов;
- проведение научно-производственных исследований для улучшения эксплуатации и совершенствования лиманной системы, разработка мероприятий, обеспечивающих повышение продуктивности лиманов.

### 11.4. Экономическая эффективность реконструкции

При оценке экономической эффективности реконструируемых лиманов необходимо учитывать затраты на реконструкцию и на первоначальное устройство лимана с вычетом амортизации за период от сдачи объекта в эксплуатацию и до реконструкции.

Для подсчета следует пользоваться формулой:

$$K_0 = K_r + K_p - A,$$

где:

$K_0$  – общие расчетные затраты, Сум,

$K_r$  – затраты на реконструкцию лиманной системы. Сум.

$K_p$  – первоначальные капитальные затраты на строительство лимана, Сум,

$A$  – амортизационные отчисления, Сум.

Расчетная продукция, получаемая от реконструкции, определяется по формуле:

$Pr = Pp = Pc$ ,

где:

$Pr$  – расчетная валовая продукция, тыс.ц,

$Pp$  – продукция, получаемая в результате реконструкции лимана с глубоким затоплением, тыс.ц,

$Pc$  – средняя многолетняя продукция лимана с глубоким затоплением, тыс.ц.

Реконструкция, естественно, вызовет дополнительные материальные затраты, но при этом, благодаря экономному использованию воды, удвоятся и утроятся площади лиманов, резко повысится урожайность сельскохозяйственных культур.

## **Глава 12. Автоматизация полива при поверхностном орошении**

### **12.1 Цели и задачи автоматизации поливов при поверхностном орошении.**

Полив, то есть процесс подачи воды на поле и снабжение ею растений – один из важнейших элементов единого комплекса сельскохозяйственного производства на орошаемых землях.

Объем, степень технические средства автоматизации полива зависят от типа гидромелиоративной системы, способов полива, режимов орошения сельскохозяйственных культур и ряда других факторов.

В настоящее время накоплен определенный опыт в области автоматизации полива; в основном это относится к поверхностному способу орошения и дождеванию.

Поверхностное орошение (полив по бороздам, полосам, затоплением) – наиболее распространенный способ полива. Системы поверхностного орошения просты и надежны в эксплуатации, обеспечивают хорошее промачивание почвы, затраты средств на их строительство и эксплуатацию невелики.

Вместе с тем поверхностному орошению присущ ряд недостатков, главные из которых его трудоемкость и низкая производительность при больших затратах ручного труда. В связи с этим особо актуальное значение приобретает автоматизация поверхностного орошения.

Полив из закрытых трубопроводов.

Полив по бороздам с помощью системы закрытых поливных трубопроводов более всего отвечает условиям автоматизации. Такая система, разработанная в Московском гидромелиоративном институте, получила внедрение на оросительных системах в странах СНГ и других странах. В зависимости от требований сельскохозяйственного производства, почвенно-рельефных условий и агротехники применяют различные схемы полива из закрытых трубопроводов. На рисунке 145 приведена схема оросительной

системы с закрытыми трубопроводами, применяемая для полива хлопчатника в республике Таджикистан.

Оросительная сеть системы состоит из стационарных транспортирующих трубопроводов, уложенных на глубину 0,7...0,8 м по наибольшему уклону местности, и стационарных поливных трубопроводов, проложенных на глубине 0,3...0,4 м перпендикулярно транспортирующему трубопроводу. В поливных трубопроводах имеются отверстия; расстояния между ними равны ширине междурядья (60...90 см). Вода под действием напора, преодолевая слой грунта, выходит в виде родничков на поверхность и поступает в борозды. Равномерность распределения воды по бороздам обеспечивается соответствующим гидравлическим расчетом, на основе которого определяются диаметры поливных трубопроводов и поливных отверстий в зависимости от их местоположения, рельефа местности, размера поливных струй и т.д.

Для подачи воды в поливные трубопроводы и распределения ее по бороздам необходим напор 3...4 м. Этот напор обеспечивается как за счет естественного уклона местности (в самонапорных системах), так и с помощью насосных агрегатов, установленных в голове транспортирующих трубопроводов.

Поливные расходы во время полива регулируют в голове каждого поливного трубопровода, причем поливные струи можно менять в необходимых пределах одновременно во все борозды по всей длине поливного трубопровода.

В конце поливных трубопроводов устанавливают дроссельные задвижки для промывки трубопроводов от наносов.

За счет ликвидации временных оросителей, выводных и вспомогательных борозд, сокращения длины постоянных каналов полезная площадь под сельскохозяйственными культурами увеличивается на 5...10%. Значительно облегчается и ускоряется процесс организации полива: одной задвижкой одновременно регулируется подача воды в 300...500 борозд, при этом обеспечивается достаточно равномерное распределение воды по бороздам и равномерное увлажнение почвы на поливном участке.

Поливные борозды нарезают на всю длину поливаемого участка, подвешенного к транспортирующему трубопроводу. В результате увеличивается площадь одновременного полива, значительно возрастает производительность труда поливальщика, а также создаются благоприятные условия для более производительного использования машин при межполивной обработке посевов.

Оросительная сеть с закрытыми поливными трубопроводами позволяет внедрить на орошаемых землях поточность всех сельскохозяйственных и мелиоративных мероприятий. Это обеспечивается на основе метода сосредоточенных поливов, который заключается в следующем. Вода для орошения подается сосредоточенным током поочередно на участки площадью 8...16 га, которые поливают в течение 24...48 ч. После полива одного участка поливной ток переключается на следующий, а на политом

осуществляется междурядная обработка. При межполивном периоде 12...15 дней политая площадь составляет 100...200 га.

При такой технологии полив органически увязан с необходимой межполивной обработкой полей. Обеспечивается четкий ритм производственного процесса, что делает обязательными ночные поливы, сводит к минимуму потери на холостые сбросы и в итоге повышает производительность труда и урожайность с/х культур.

Для полива садов и виноградников применяются подземные поливные трубопроводы с регулирующими патрубками-водовыпусками. Патрубки-водовыпуски, установленные в створе рядов растений, возвышаются над поверхностью земли на 15...20 см; через вырезы в них вода поступает в борозды. Патрубки-водовыпуски позволяют повысить надежность работы оросительной системы и снизить до 0,1...0,2 м минимальные напоры в поливных трубопроводах.

Оросительная система с патрубками-водовыпусками имеет серьезный недостаток – выступающие над поверхностью земли патрубки могут быть повреждены во время механизированной обработки орошаемых сельскохозяйственных культур. Для устранения этого недостатка рекомендуется применять выдвижные гидранты. На рисунке в качестве примера приведена схема выдвижного гидранта для распределения воды из подземных поливных трубопроводов, испытанная в производственных условиях в Болгарии. Все детали его выполнены из твердой пластмассы, устойчивой к действию солнца и почвенных растворов. Производственными наблюдениями установлено, что через 10...15 мин после создания напора на поверхность выходят 85...90% всех гидрантов; остальные гидранты поднимает поливальщик, удаляя крупные глыбы земли или стебли растений, мешающие подъему гидранта. Затраты труда на приведение системы с выдвижными гидрантами в рабочее состояние в зависимости от подготовленности участка к поливу, наличия плавающего мусора в воде составляют 3...12% всего рабочего времени, необходимого для орошения участка.

Известны и другие конструкции подземных выдвижных гидрантов для применения на самонапорных оросительных системах.

Оросительная система с закрытыми поливными трубопроводами и метод сосредоточенных поливов являются хорошей технологической основой для автоматизации полива.

Для полной автоматизации полива на такой оросительной системе необходимо автоматизировать насосные установки в голове транспортирующих трубопроводов, а также устройства (задвижки, клапаны, гидранты), регулирующие подачу воды в поливные трубопроводы.

Автоматизированные насосные установки, управляемые с диспетчерского пункта хозяйства или работающие по определенной программе, обеспечат поочередность (в соответствии с технологией сосредоточенных поливов) подачи необходимых расходов в транспортирующие трубопроводы.

Также по определенной программе должны работать устройства, регулирующие подачу воды в поливные трубопроводы. Причем программа должна предусматривать не только определенную последовательность включения или выключения той или иной группы поливных трубопроводов, но и регулирование поливных расходов в течение полива, обеспечивая наиболее оптимальный режим. В качестве регулирующих устройств могут быть применены устройства с электрически, электрогидравлическим или гидравлическим приводом.

На системах, обеспеченных электропитанием, можно применять задвижки с электрическим приводом. Однако при этом необходимо иметь в виду, что минимальная мощность электродвигателей приводов задвижек должна быть не менее 0,4...0,6 кВт, что влечет за собой необходимость прокладки вдоль трубопроводов силового кабеля и существенно увеличивает затраты на автоматизацию системы.

Предпочтительнее применять поворотные дисковые затворы с исполнительными механизмами типа МЭО. Однооборотные исполнительные механизмы типа МЭО выпускаются серийно, характеризуются высокой надежностью, малой потребляемой мощностью (порядка 50...120 Вт), благодаря чему облегчается их электроснабжение и управление.

Из электрогидроуправляемых регулирующих механизмов наибольшее распространение получили задвижки типа «Лудло», оснащенные гидроприводом.

Надежность работы электрогидроуправляемого механизма зависит от наличия в воде, используемой для управления, взвешенных частиц. Содержание в воде песчаных фракций приводит к истиранию уплотнительных колец поршня, внутренней поверхности цилиндра и в итоге к ухудшению рабочих характеристик гидропривода (порога чувствительности, времени открытия и закрытия, надежности). В связи с этим при эксплуатации таких устройств должны предусматриваться меры, предупреждающие поступление наносов в управляющие каналы и цилиндры гидропривода, а также их периодический осмотр и промывка.

Наряду с электрогидравлическими задвижками находят применение электрогидравлические клапаны. Для автоматического управления электрогидравлическими клапанами могут быть применены электрогидравлические реле ЭГРМ, причем группа клапанов может управляться одним реле по одной импульсной трубке. При этом, несмотря на увеличение длины импульсной трубки, значительно уменьшаются количество электрокабеля и общие затраты на автоматизацию.

При поливе по бороздам вода одновременно поступает в большое число борозд. Движение ее в отдельных бороздах по ряду причин неравномерно. Поэтому при автоматизации поверхностного полива весьма важно получать своевременную и оперативную информацию о движении воды по бороздам и равномерности увлажнения почвы поливаемого участка. Для этой цели используют датчики добегающей струи и датчики влажности.

Датчики, сигнализирующие о добегании струи в борозде до определенной точки, представляют собой два игольчатых электрода, установленных чуть ниже дна борозды. Струя, достигшая места установки датчика, заливает углубление с электродами и замыкает контакты сигнальной цепи.

Число датчиков, устанавливаемых на орошаемом участке, зависит от его площади, обработки, типа почвы, числа и длины борозд и т.п. Наблюдениями установлено, что достаточно надежную информацию о движении воды на участке можно получить, контролируя в среднем каждую десятую-двенадцатую борозду. Однако в каждом конкретном случае эти цифры надо уточнять.

Из датчиков влажности на автоматизированных системах наибольшее распространение получили тензиометры. Они просты по конструкции, дешевы, надежны и работе. При изменении влажности пористый элемент погружается в грунт. Если почва сухая, то из трубки через пористый элемент отсасывается вода, и в ней образуется вакуум. Если влажность почвы повышается, то вода всасывается в трубку и при этом вакуум уменьшается. По показаниям вакуумметра, протарированного в единицах влажности, судят о содержании влаги в почве. Тензиометры, применяемые на автоматизированных оросительных системах, оборудуют электроконтактным устройством, которое замыкает сеть управления при снижении влажности почвы до нижнего предела, когда нужен полив, и наоборот, подает импульс на прекращение полива при достижении верхнего предела влажности.

Для измерения влажности иногда используют электродные датчики. В этих датчиках воспринимающим элементом служит заглубленный в грунт блок из впитывающего влагу материала (гипс, капрон и т.п.) с вмонтированными в него двумя пластинами – электродами. Предварительно градуировкой устанавливают зависимость между влажностью почвы и ее электропроводностью.

Число и размещение датчиков влажности на орошаемом участке зависят от его площади, рельефа, почвы, возделываемой культуры и т.п. Обычно на каждом контролируемом участке устанавливают 1...2 комплекта по 2...3 датчика в каждом. Расстояние между комплектами 20 м. Глубина заглубления пористого элемента зависит от мощности корневой системы возделываемой культуры. Влажность определяется по средним показаниям установленных на участке приборов.

Эксплуатация оросительной сети с закрытыми поливными трубопроводами показывает, что производительность труда на поливах увеличивается в 5 раз и более, КЗИ – 4...6%, урожайность сельскохозяйственных культур – на 10...18%. Кроме того, существенно изменяются характер труда и роль поливальщика. Его обязанности в основном сводятся к проверке правильного, устойчивого и равномерного распределения воды по бороздам и устранению отдельных нарушений работы поливных отверстий, гидрантов, датчиков и т.п.

## 12.2 Автоматизированный полив из лотков

Оросительная сеть состоит из распределительных и поливных лотков. Распределительные лотки размещают по наибольшему уклону местности в направлении полива, поливные – перпендикулярно им. При рассматриваемой схеме лотки укладывают с некоторым заглублением в землю, но так, чтобы выполнялись условия командования. Головы распределительных и поливных лотков оснащают автоматами расхода, обеспечивающими подачу в лотки заданных постоянных расходов. В точках выдела воды в поливные лотки на распределительных лотках устанавливают автоматы уровня.

В боковых стенках поливных лотков имеются водовыпускные отверстия, из которых вода может поступать непосредственно в борозды; расстояние между осями отверстий определяют гидравлическим расчетом из условия подачи в борозды соответствующих поливных струй при постоянном напоре и свободном истечении.

С помощью автоматов уровня поливные лотки делятся на отсеки (бьефы). В пределах отсека водовыпускные отверстия располагаются на одном уровне; в каждом последующем отсеке отметки отверстий ниже, чем в предыдущем. Автоматы уровня устанавливают с таким расчетом, чтобы один автомат обеспечивал постоянный уровень на протяжении двух вышерасположенных отсеков. При этом, поскольку водовыпускные отверстия в соседних бьефах находятся на разных отметках, они будут работать под разными напорами, то есть в борозды, подвешенные к первому отсеку, будут поступать меньшие расходы, чем в борозды второго, следующего за ним отсека.

Во всех случаях истечение из отверстий должно быть свободным при возможно меньшем размыве в месте падения струй. Схема полива следующая. В соответствии с планом водопользования и принятой технологией полива включаются в работу определенные распределительные и поливные лотки.

На включенном в работу поливном лотке вводится в действие первый, ближний к голове лотка автомат уровня, и через водовыпускные отверстия вода поступает в борозды, подвешенные к первому отсеку. После добегания воды до конца борозд включается второй автомат и одновременно отключается первый. Начинается истечение в борозды из отверстий второго отсека, при этом уровень в первом отсеке понижается, однако отверстия этого отсека продолжают работать при меньшем напоре, подавая в борозды уменьшенные (примерно вдвое) поливные струи. Следовательно, одновременно производится увлажнение борозд второго отсека и полив из первого. После полива участка, привязанного к первому отсеку (время зависит от принятой технологии полива), отключается второй автомат при одновременном включении следующего: прекращается подача воды на первый участок, изменяется поливной режим на втором и начинается увлажнение борозд на третьем. Таким образом последовательно поливается вся площадь, подвешенная к поливному лотку.

Расстояние между распределительными и поливными лотками, длина отсеков, а следовательно, размеры площадей, подвешенный к одному поливному лотку, и участков единовременного полива устанавливаются с учетом топографических, почвенных технологических и технико-экономических условий. При хорошей планировке поливных земель длина отсеков может быть 100...200 м, длина поливных лотков – до 1000 м, а расстояние между ними, то есть длина борозд, -300...400 м. В этом случае из одного поливного лотка будет поливаться площадь 30...40 га; участки одновременного полива составляют 6...16 га. При планировке полей, обеспечивающей двусторонний полив из лотков, размеры поливных площадей увеличивается вдвое.

Автоматизация полива на рассматриваемой оросительной сети обеспечивается в основном средствами гидравлической автоматики. Головы поливных лотков оснащаются автоматами расхода с наклонной стенкой. В качестве автоматов уровня могут быть применены гидравлические затворы-автоматы уровня верхнего бьефа или простые откидные клапанные заслонки. Управлять затворами и клапанами, то есть изменять их установки, можно как вручную, так и с помощью средств телемеханики. Очевидно, что наибольший эффект достигается при комплексной автоматизации, когда все операции от подачи воды в распределительные лотки до распределения ее по бороздам выполняются по определенной программе при централизованном контроле и управлении с диспетчерского пункта. В этом случае ручной труд применяется в основном во время подготовки борозд к поливу (совмещение их осей с осями отверстий) и при устранении отдельных нарушений работы отверстий (засорение плавающими предметами, наносами и т.п.)

Возможны и другие схемы полива из лотковых оросителей, например применение лотков на опорах, в днище которых на расстоянии, равном междурядьям, вмонтированы водовыпуски с регулируемыми патрубками, подающими воду непосредственно в борозды.

Автоматизированная оросительная сеть с поливными лотками позволяет получать большой технико-экономический эффект. Коэффициент земельного использования повышается до 0,95...0,98. Практически полностью устраняются потери воды на фильтрацию и холостые сбросы. Облегчается и качественно другим становится труд поливальщика, значительно возрастает его производительность.

### **12.3. Автоматизация внутрихозяйственной сети рисовых оросительных систем.**

Основной особенностью рисовых оросительных систем, с точки зрения режима их работы, является поддержание в течение длительного времени требуемых слоев затопления на рисовых чеках. Регулировать в основном приходится не расходы, а уровни воды в каналах и чеках. Это упрощает задачу автоматизации рисовых систем в целом и в том числе автоматизацию их внутрихозяйственной сети.

В зависимости от конкретных условий применяют различные схемы автоматизации. Рисовые оросительные системы Средней Азии и Казахстана, располагающиеся в аридной зоне, отличаются повышенным содержанием солей в почве, высокими температурами и быстрым прогреванием воды в чеках, высокой фильтрацией почв. Отличительная особенность автоматизации этих систем – регулирование солевого и температурного режимов в чеках, наряду с регулированием уровня воды. Авторегуляторы уровня воды при достижении критического порога содержания солей или температуры воды в чеках автоматически открывают сбросные отверстия, вода из чеков сбрасывается и одновременно чеки заполняются свежей водой.

#### **12.4. Автоматизация поливов сельхоз культур**

Соображения о внедрении техники полива из трубопроводов в условиях Сейхунобадского района Сырдарьинской области.

В сырдарьинской области техника полива не подобрана. За последние годы испытывалось много предложений по технике полива, однако лучшие решения не определились. На основании опыта МГМИ по автоматизации поливов мы считаем возможным рекомендовать устройства для полива из трубопроводов. Для орошаемых массивов, где малые уклоны, предложена система устройств для полива из трубопроводов и передвижных насосных установок (доц. М.Ф. Натальчук). На массиве вместо временных оросителей и выводных борозд устраиваются трубопроводы для распределения воды по полю и поливы по бороздам.

Передвижная насосная установка на расход 100-150 л/сек, и напор 6-15 м забирает воду из канала и подает в транспортирующий трубопровод. Из транспортирующих трубопроводов вода распределяется по поливным трубопроводам и далее через отверстия в трубопроводах попадает в борозды на участки одновременного полива 8-16 га.

Поливные трубопроводы размещаются через 100-300 м, в зависимости от длины борозд, которые могут быть приняты в данных условиях. Диаметры труб и отверстий в них подбираются из условия полива участка 8-16 га заданной нормой за сутки с учетом почвенных и рельефных особенностей. Передвижная насосная установка работает позиционно до окончания полива 4-6 участков, подвешенных к одному транспортирующему трубопроводу, и затем перевозится к следующему трубопроводу. Расчетами установлена высокая эффективность устройств, полив, возможно, автоматизировать и управлять расходами воды в борозды из одной позиции на месте работы передвижной насосной установки. Поливальщики будут работать днем и в основном наблюдать за ходом поливов.

Расчеты по определению параметров поливных и транспортирующих трубопроводов, а также потребных напоров для ПНУ составлены по методике, разработанной на кафедре эксплуатации гидромелиоративных систем МГМИ.

#### **Расчет поливных трубопроводов**

Расчет ведем для одного трубопровода. Максимальный расход поливного трубопровода

$$Q_{\max} = q_{\max} * \frac{l_T}{a}, \text{ где:}$$

$q_{\max}=0,3-0,4$  л/сек – расход повышенной струи;  $a = 0,6\text{м}$  – ширина междурядий хлопчатника;  $l_T=200$  – длина поливного трубопровода

$$Q_{\max} = \frac{0,4 * 200}{0,6} = 133 \text{ л/сек}$$

Диаметр поливного трубопровода в начальном сечении при  $V = 3$  м/сек

$$d = 1,13 \sqrt{\frac{Q_{\max}}{V_{\max}}} = 1,13 \sqrt{\frac{0,133}{3,0}} = 0,238 \text{ м}$$

Принимаем на первом участке стандартный диаметр асбоцементных труб  $d = 235$  мм.

Стандартные диаметры асбоцементных труб:

Таблица 12.1.

мм	Площадь сечения: м <sup>2</sup>	Коэффициент сопротивления по В.Ф. Шевелеву
141	0,01561	31,55
189	0,02806	6,898
235	0,04337	2,227
279	0,06114	0,914
322	0,08143	0,434
368	0,1064	0,217

Диаметр на втором участке принимаем на один стандартный размер меньше чем на первом участке:

На втором участке  $d = 189$  мм

На третьем участке  $d = 141$  мм

Определяем длины участков:

$$l_1 + l_2 = l_T \left( 1 - \frac{0,785 * d_3^2 * V_{\max}}{Q_{\max}} \right), \text{ м}$$

$$l_1 + l_2 = 200 \left( 1 - \frac{0,785 * 0,141^2 * 3,0}{0,133} \right) = 131 \text{ м}$$

$$l_3 = l_T - (l_1 + l_2) = 200 - 131 = 69 \text{ м}$$

$$l_1 = l_T \left( 1 - \frac{0,785 * 0,189^2 * 3,0}{0,133} \right) = 74 \text{ м}$$

$$l_3 = 131 - 74 = 57 \text{ м}$$

Определяем напоры в точках 1, 2, 3, 4, которые необходимы для получения струй 0,4 л/сек.

При условии распределения струй по длине трубопровода расчет производится по следующей формуле:

$$h_3 = h_4 \pm h_{\text{геод}} + \frac{0,051 * V_p^2 * \lambda * l_3}{d_3} - 0,102 * V_n^2 \left( 2 \frac{V_m}{V_n} + 1 \right)$$

где  $h_{\text{геод}}$  – геодезическое превышение ( $\pm$ ) точки 3 над точкой 4.

$\lambda$  – коэффициент сопротивления по Шевелеву

$$\lambda = \frac{K}{68,3 * d^{0,19}} \quad l, d - \text{длина участка и диаметр трубопровода}$$

$V_p$  – расчетная скорость на участке

$$V_3 = \frac{V_n}{\sqrt{3}}; \quad V_{1,2} = V_m + 0,55V_n;$$

$$V_n = \frac{Q_n}{\omega_n} - \text{путевая скорость}$$

$$V_m = \frac{Q_m}{\omega_m} - \text{транзитная скорость}$$

$h_4$  – напор в конце трубопровода по опытным данным 3,4 м.

Для наших условий определились следующие расчетные значения по участкам:

Таблица 12.2.

№№ ПП	Показатели	Начало трубо- провода	2	3	Конец трубо- провода
1	Длина участков, м	74	57	69	-
2	Диаметр трубопровода, мм	235	189	141	141
3	Площадь сечения	0,04337	0,02806	0,01561	-
4	трубопровода, м <sup>2</sup>	49	38	46	-
5	Расчетные расходы л/сек	84	46	-	-
	путевые	1,14	1,35	-	-
	транзитные	1,94	1,64	-	-
6	Скорости воды м/сек	2,57	2,38	2,95	-
	путевая	0,0165	0,0173	0,0189	-
7	транзитная	5,85	4,73	3,85	3,4
8	расчетная	7,3	7,6	8,0	3,1
9	Л	0,9	0,9	0,91	0,95
	$h_m$				
	Диаметр отверстий в мм				
	Коэффициенты расхода				
	отверстий $\mu$				

Диаметр отверстий по расчетным сечениям определяется по формуле:

$$d_o = \sqrt{\frac{q * 10^3}{3,48 * \mu * \sqrt{h}}}, \text{ мм}$$

$$\text{где } \mu = \frac{2}{2,1 + 0,1 \frac{V_p^2}{h}}$$

Расчет транспортирующего трубопровода

За расчетный расход трубопровода принимаем расход одного поливного трубопровода – 133 л/сек. Определим напоры, которые нужны в транспортирующем трубопроводе, чтобы подать воду в конец трубопровода.

Потери напора в трубопроводе

$$h_w = A * K * L * Q^2$$

$l$  – длина транспортирующего трубопровода

$$l = 900 \text{ м}$$

Значения  $A$  и  $K$  принимаем по Шевелеву.

При диаметре транспортирующего трубопровода  $d=279 \text{ мм}$

$$h_w = 0,914 * 0,90 * 0,133 = 13,0 \text{ м}$$

$$\text{Скорость в трубопроводе } v = \frac{0,133}{0,06114} = 2,17 \text{ м/сек}$$

Определим необходимые напоры в транспортирующем трубопроводе в местах колодцев, где начинаются поливные трубопроводы.

$$\text{Уклон трубопровода } i = 0,003; h = h_w - h_r$$

Необходимые напоры:

$$\text{в точке №4 } h = 13,0 + 5,45 - 900 * 0,003 = 15,75 \text{ м}$$

$$\text{в точке №3 } h_w = 0,914 * 0,90 * 60 * 0,133^2 = 3,7 \text{ м}$$

$$h = 8,7 + 5,45 - 600 * 0,003 = 12,85 \text{ м}$$

$$\text{в точке №4 } h_w = 0,914 * 0,90 * 300 * 0,133^2 = 4,35 \text{ м}$$

$$h = 4,35 + 5,45 - 300 * 0,003 = 7,9 \text{ м}$$

Расчетный расход передвижной насосной установки принимаем 133 л/сек и напор - 16 м.

По опыту МГМИ определились следующие показатели эффективности устройств автоматизации поливов:

- увеличивается полезная площадь под культурами на 5-9% за счет ликвидации временных оросителей, выводных и вспомогательных борозд. При существующих условиях приходится нарезать мелкой временной сети на поле и обновлять перед поливами по 300-400 м на 1 га. Для условия массива увеличения полезной площади определилось 5%

- облегчается комплексная обработка посевов, улучшается согласование поливов и обработок на поле. Одновременно за сутки поливается 8-16 га. Полив и послеполивные обработки проводятся по заранее намеченной очередности в сжатые сроки. Повышается производительность тракторов на обработках посевов на 15-20% и снижаются затраты ручного труда на 20-30% за счет более полной и своевременной обработке посевов машинами в двух направлениях. Уменьшается засоряемость полей сорняками.

- сокращается число поливальщиков на поле в 2-3 раза, изменяется характер их труда – уменьшается напряженность. Ночные поливы практически производятся без участия поливальщиков. Производительность труда поливальщика повышается до 3-4 га за смену. Повышается надежность процесса поливов. Потери оросительной воды на поле практически исключаются. Участок 8-16 га включается под полив за 2-3 часа.

- увеличивается урожайность хлопчатника за счет увеличения полезной площади, равномерного увлажнения участков и согласования поливов с обработками на 10-15 % и больше.

Окупаемость капитальных затрат на строительство устройств автоматизации поливов определяется 1-2 года. Затраты на строительство трубопроводов составляет 320-340 руб/га. Для условий массива в 400 га определены сравнительные показатели

Таблица 12.3

Сравнительные показатели для условий массы

№ № ПП	Показатели	Един. изме- рения	При суще- ствующе м положени и	При трубо- проводах
1	Длина постоянных каналов	км	8,8	4
2	Число выпусков	шт	44	9
3	Длина временных оросителей	км	37,6	-
4	Число задвижек	шт	-	64
5	Длина транспортирующих трубопроводов	км	-	7,2
6	Длина поливных трубопроводов	км	-	12,8
7	Протяженность трубопроводов на 1 га	м	-	50

## Глава 13. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

### 13.1. Преимущество использования подземных вод на орошение

По определению А.Н.Костякова использования подземных вод на орошения имеет следующие преимущество по сравнению с другими видами орошения.

- Возможность получения воды на месте вблизи орошаемой площади.
- Отсутствия длины холостой части магистральных каналов, что особенно важно при орошении небольших площадей;
- содействие общему понижению грунтовых вод землях с близкими залегами на орошаемой площади;
- высокое значение КПД оросительной сети из-за их малой протяженности;
- незаиляемость каналов так как в подземной воде отсутствуют донных и взвешенных наносов;

При орошений подземными водами в качестве водозаборных сооружений преимущественно применяются шахтные или трубчатые колодцы, заглубленные водоносный слой.



**Рис.13.1.** Схема расположения внутривозделной оросительной системы при поливе сельхозкультур подземными водами.

### **13.2. Запасы подземных вод в Узбекистане и их использование**

Подземные воды как часть общих водных ресурсов Узбекистана (местами - единственный источник воды) и основной объект воздействия при мелиорации земель тысячелетиями привлекал и привлекает внимание исследователей. В этом отношении особый интерес представляют труды Абу Райхан Беруни (973-1048), который доказал преобладание в природе инфильтрационного питания подземных вод, ведущую роль в движении подземных вод перепада их уровней (напора) и формирования качества подземных вод в процессе взаимодействия воды с вмещающей ее породой и т. д.

Об интересе народов Центральной Азии к подземным водам в средневековье свидетельствует наличие в этом регионе большого числа капотажных сооружений (колодцы, кяризы), с большой инженерной точностью скрывающих подземные воды хорошего качества и в наибольших количествах.

Определением запасов подземных вод и их оценки в Узбекистане занимались многие исследователи. В их числе Г.И. Архангельский, Б.А. Бедер, Н.Ф. Безобразова, А.А. Бородский, М.Т. Бурак, Б.И. Брутов, Б.М. Георгиевский, В.А. Гейнц, В.Л. Дмитриев, М.М. Иваницин, Д.М. Кац, Н.А. Кенесарин, М.Е. Коротков, М.М. Крылов, Д.Н. Круглов, О.К. Ланге, Г.А. Мавлянов, К.Я. Опышко, М.М. Решеткин, Н.М. Решеткина, А.Ф. Сляднев, Н.И. Толстунов, Х.Т. Туляганов, А.И. Шевченко, М.А. Шмидт, С.Ш. Мирзаев, Ф.М. Рахимбаев и мн. др.

Все литологические и возрастные комплексы пород, слагающие территорию республики, в той или иной мере водоносны. Однако качество содержащихся в них подземных вод и их изученность резко изменчивы по площади.

Имеющийся гидрогеологический материал позволяет оценить

региональные запасы подземных вод только так называемых основных водоносных горизонтов (комплексов), которые в пределах конкретной территории обладают наилучшей водообильностью, залегают в наиболее доступных глубинах, содержат воду относительно хорошего качества и т.д.

Естественные ресурсы, эксплуатационные запасы пресных и солоноватых подземных вод и их использование по вилоятам Республики Узбекистан по состоянию 01.01.2005 год. (тыс.м<sup>3</sup>/сут), (по данным ГПП «Узбекгирогеология» Госкомгеологии РУЗ) приведены в таб.1.4.

В результате выполненных работ по оценке региональных запасов подземных вод можно сделать следующие выводы.

Подземные воды, пригодные для хозяйственного использования, в республике распространены повсеместно:

- из выявленных запасов около 2/3 формируется в четвертичных отложениях горно-складчатой области, а 1/3 приходится на огромную территорию равнины, причём в её пределах основная масса пресных подземных вод (около 265 м<sup>3</sup>/сек) сосредоточена в дельте р. Амударья, представляя собой опресненные линзы грунтовых вод, и развита вдоль реки и крупных ирригационных каналов. Из общих эксплуатационных запасов пресные подземные воды составляют около 800 м<sup>3</sup>/сек, остальные воды имеют минерализацию от 2-3 до 15 г/л;

- статические запасы подземных вод велики. Модули удельных статических запасов безнапорных вод изменяются от 100 до 250 тыс. м<sup>3</sup>, а модуль удельных упругих запасов напорных вод-от 100 до 900 м<sup>3</sup>;

- оцененными запасами не исчерпывается весь потенциал подземных вод, так как при этом не учтены их эксплуатационные запасы в горных массивах, относительно второстепенных (по качеству и количеству воды) водоносных горизонтов, а также не принята в расчет возможность увеличения отбора подземных вод за счет их статических запасов;

- запасы подземных вод четвертичных отложений тесно связаны с поверхностными водами (участвуют во взаимном питании). Вследствие этого

полное использование оцененных эксплуатационных запасов подземных вод вызовет сокращение расхода поверхностных водостоков примерно на 460 м<sup>3</sup>/сек;

- гидрогеологические запасы подземных вод в качественном аспекте, а количественные характеристики водоносных горизонтов получены лишь на отдельных участках;

- безнапорные воды используются для хозяйственного и технического водоснабжения и обводнения пастбищ (около 30 м<sup>3</sup>/сек). Расходуются, в основном, артезианские воды на самоизливе, а также безнапорные, главным образом, через скважины вертикального дренажа. Так как в республике не налажен учёт потребления подземных вод, пока невозможно спрогнозировать их запасы в целях их наращивания.

В горных и предгорных условиях Узбекистана и других стран Центральной Азии (ЦА) подземные воды используются в качестве питьевой воды в таких городах как Ташкент, Чирчик, Алмалык, Самарканд, Алматы, Тараз, Бишкек, Шымкент и мн. др., между тем в бассейне Аральского моря, низовьях рек Амударьи, Сырдарьи, Чу, Талас, Мургаб и др. из-за систематической нехватки. Поверхностных вод подземные воды местами используют в качестве оазисного орошения. Для дальнейшего устойчивого экономического и социального роста, улучшения экологических и санитарно-эпидемиологических условий необходимо шире использовать подземные воды на основе конкретно разработанных научных рекомендаций, для каждого региона с учетом их природно-хозяйственных особенностей.

Использование подземных вод на орошение сельскохозяйственных культур и угодий различны в странах мира в силу их природно-хозяйственных особенностей. Кроме Центральной Азии определенный опыт в использовании подземных вод на орошение имеют США, Россия, Индия, Пакистан и др.

По данным Койбакова Б.М. в США подземными водами орошается

11,2 млн. га, то есть 37% поливной площади, в Индии – 24 млн. га (29%). Более 100 лет используются минерализованные подземные воды и в Пакистане, Китае, Японии, Италии, Иране, Афганистане, Австралии и в других странах на легких, хорошо дренированных почвах. По данным Г.В. Богомолова, В.Л.Белого, Ю.Г. Богомолова и др. /1975/ в Марокко, Ливии, Тунисе, Алжире, Индии, Австралии подземные воды являются единственным источником ирригации и содержат до 4-9 г/л солей. По данным запасы подземных вод по странам мира составляют около 23,4 млн. км<sup>3</sup>. Значения запасов подземных вод по континентам мира приводятся в табл. 13.1.

Таблица 13.1.

### Запасы подземных вод по континентам мира

№	Континент	Количество воды, км <sup>3</sup>
1	Евразия	9 400 000
2	Северная Америка	4 300 000
3	Южная Америка	3 000 000
4	Африка	5 500 000
5	Австралия	1 200 000
<b>Всего</b>		<b>23 400 000</b>

Количество осадков по транспирации стока рек и стока подземных вод приводятся в табл. 13.2.

Таблица 13.2.

### Осадки, эвапотранспирация, сток рек и сток подземных вод по странам мира

№	Наименование	Количество вод, км <sup>3</sup>
1	Испарение	9000
2	Эвапотранспирация	65200
3	Сток подземных вод	2200
4	Сток рек	42600
5	Осадки	110000

### 13.3. Характеристика подземных вод

Орошение земли подземной водой является принципиально новым направлением в развитии сельского хозяйства Каракалпакстана. Оно требует создания современной материально-технической базы, форм организации производства, базирующихся на усовершенствованных механизмах проведения аграрной реформы. В связи с частичной или полной заменой поверхностного источника оросительной воды подземным, возникает необходимость перехода к формированию новой системы ирригации и мелиорации, созданию новых структур сельскохозяйственной техники.

Качественная и количественная характеристики подземных вод по отдельным скважинам Республики Каракалпакстан приводятся в табл. 13.3

**Таблица 13.3**

**Характеристика подземных вод**

<b>Номер скважены</b>	<b>Наименование скважин</b>	<b>Дебет, л/с</b>	<b>Минерализация воды, г/л</b>	<b>Температура воды</b>
454	Тахиаташ	16.6	32.2	27
455	Ходжейли	16.0	13.0	30
453	Нукус	3.1	4.2	26
282	Шиккуль	30.0	4.1	28
438	Развилка	9.3	3.9	28
378	Халкабад	20.0	2.7	30
494	Кердер	10.0	4.9	29
270	Куйбышев	1.0	2.4	29
29	Тазгара	1.,0	2.9	30
2	Дауыткуль	15.0	33.9	32
283	Чимбай	8.0	33.1	35
284	1 Май	1.0	2.6	28
451	Маданият	3.0	2.44	28
211	Караузьяк	5.0	1.9	30
452	Шахаман	8.5	4.0	38
306	Казахдарья	5.0	3.2	29
294	Штымкуль	5.0	3.0	30
459	Заир	10.0	4.5	29
5	Кызылжар	16.0	6.4	29

6	Порлытау	10.0	10.3	40
465	Аккала	15.0	5.6	28
310	Куныдарья	3.5	4.0	30
440		0.7	1.3	30

### **13.3. Рекомендация по совершенствованию подачи подземной воды на орошение фермерских хозяйств.**

Подаваемые в фермерские хозяйства подземные воды, чтобы была полностью и рационально использованы необходимо выполнить следующих условия:

-Потребность в оросительной воде определяют только на основе внутрихозяйственного плана, составленного специалистами АВП, с учетом лимита водозабора;

-Внутрихозяйственный план водопользования является составной частью бизнес плана хозяйства;

-Проведения внутрихозяйственного плана водопользования в жизнь должны увязываться с проводимыми агротехническими, химическими, эксплуатационно-хозяйственными, мелиоративными мероприятиями;

-Наличия на орошаемых полях профилированных дорог с соответствующими сооружениями (мосты, водоспуски) ;

-Наличия ГТС различного типа, конструкции, размеры и назначения, гидрометрические створы, водомерные приспособления, смотровые колодцы для наблюдения за уровнем грунтовых вод;

-Примечание поливных агрегатов ППА-300, ППА-165У, ТАП-150, АПШ-1, комплект автоматизированного оборудования для полива по бороздам, предназначенных для распределения и подачи воды в поливные борозды и полосы значительно улучшает работу открытой оросительной сети. При этом повышается производительность поливальщиков и значения коэффициентов использования воды (КИВ), земельного использования (КЗИ), КПД, борозд и полос;

По рекомендациям М.Н.Багрова, И.П. Кружилина [5] работа внутрихозяйственной оросительной системы оцениваются по трём

показателям: общим, экономическим и техническим.. Под общим показателями понимается объем работ в целом. Экономические показатели характеризуют выполнения производственно- финансового плана системы. Технические показатели: по водопользованную и технический эксплуатации оросительной системы

В производственных условиях северной зоны Каракалпакстана , на основании многочисленных полевых исследований нами установлено ,что в результате отсутствия Гидрометрических постов и ГТС на внутрихозяйственных оросительных системах в течение пятидневки и декады отмечаются изменения расходов оросительной воды в участковых оросителях фермерских хозяйств и АВП.

Значение коэффициента изменчивости воды  $C_v$ , по пятидневкам определен

$$C_v = \frac{\sqrt{\frac{\sum(Q_{\phi} - Q_{cp})^2}{n-1}}}{Q_{\phi}}$$

где:  $Q_{\phi}$  -наблюдаемые среднесуточные расходы  $m^3 /сек$ ;

$Q_{cp}$ - среднеарифметическое значение фактических расходов за пять дней,  $m^3 /сек$ ;  $n$  - количество дней (5 или 6)

Необходимо добиваться равномерной подачи воды на поливы, это будет способствовать повышению качества. В новых АВП при недостаточно налаженной подаче воды на поливы можно ожидать, что будут применяться повышенные поливные нормы в 1.15-1.2 раза выше расчетных и будет 15-20% сбросов воды при поливах от поступившей воды на поливы.

Возможные сбросы воды при поливах и недоувлажнения при поливах и недоувлажнения при поливах если вода на поливы поступает неравномерно со значительными коэффициентами изменчивости подачи воды:

На основании расчетных данных построены графики зависимости сбросов воды при поливах  $N$  и недоувлажнения полей  $S$  от коэффициентов изменчивости подачи воды на поливы (Рис. 13.2).

$$N = \frac{29C_V - 1,16}{0,66},$$

$$S = \frac{28,6 \cdot C_V - 0,92}{0,668},$$

Как видно из рис. 13.2, возможные поверхностные сбросы и недоувлажнение будут минимальными либо вообще отсутствовать при значении  $C_V = 0.0 \div 0.1$ . По этому необходимо внутрихозяйственную оросительную сеть армировать ГТС и гидростами.

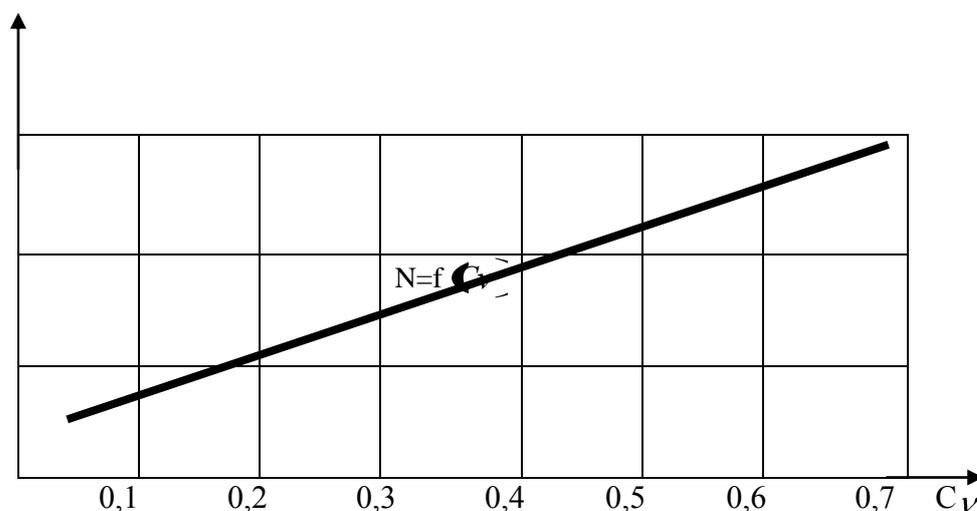
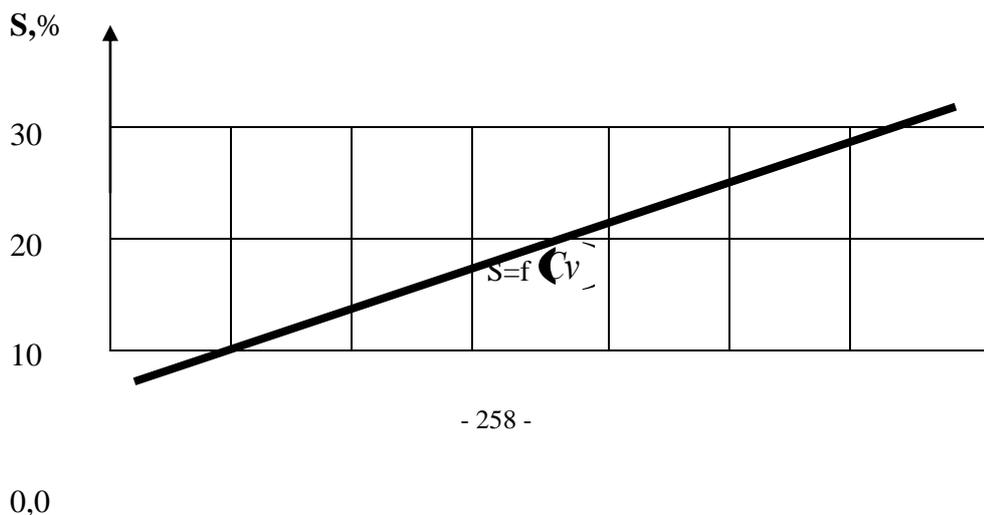


Рис.13.2 Возможное недоувлажнение поля при поливах в зависимости от  $C_V, \%$



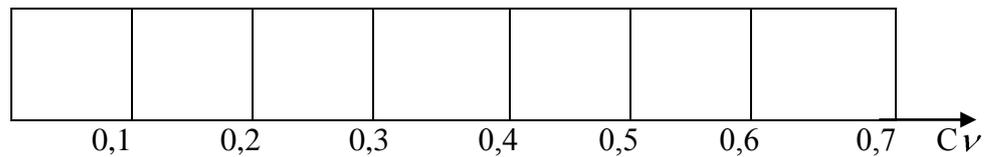


Рис.13.3. Возможные сбросы воды при поливах в зависимости от  $C_v, \%$

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Аверьянов С.Ф. Борьба с засолением орошаемых земель.// Москва, Колос. 1978. 288 с.
2. Алпатьев С.М. Методические указания по расчетам режима орошения с/х культур на основе биоклиматического метода // Киев: 1967, с 12-16.
3. Айдаров И.П. Регулирование водно-солевого и питательного режимов орошаемых земель. М.: Агропромиздат. 1985.
4. Айдаров И.П., Голованов А.И. Мелиоративный режим орошаемых земель и пути его улучшения// "Гидротехника и мелиорация", 1986. №8. С.44-47.
5. Бараев Ф.А., Хамидов М.Х. Эколого – мелиоративные проблемы в бассейне реки Сырдарьи. Журнал: «Водные ресурсы Центральной Азии», Ташкент, 2000й. №1, стр. 84-87
6. Бараев Ф.А., Умурзаков У.П., Шеров А.Г., Назаров Р.С. Послойное и поэтапное рыхление почвы- важный резерв экономии воды и повышения продуктивности земель, подверженных засолению. LUCRĂRI ȘTIINȚIFICE. CHIȘINĂU 2005г.
7. Бараев Ф.А., Шеров А.Г. Новая нетрадиционная технология улучшения эколого-мелиоративного состояния подверженных засолению орошаемых земель. Узбекистан жанубидаги ер ва сув ресурсларидан фойдаланиш самарадорлигини ошириш муоммолари. Карши-2004г.

8. Голованов А.И., Зимин Ф. Природообустройство // Курс лекций .М.,2001г
9. Дементьев В.Г. Орошение. М.: Колос, 1979. 303 с.
10. Джалалов А.А. Модернизация системы водного хозяйства, системы водопользования для сельскохозяйственных и промышленных нужд. Тезисы докладов. Проблемы создания АВП Республики Узбекистан, Ташкент 2003г.
11. Джуманазарова А.Т. Экономическая эффективность орошения сточными водами в условиях Республики Каракалпакстан // Сб.науч.тр. НГПИ. - Нукус, 2008.- С.43-44
12. Джуманазарова А.Т. Энергетическая оценка влияния орошения сточными водами на пищевой режим почвы// Материалы Республиканской научно-практической конференции. Нукус, 2009.
13. Кац Д.М., Пашковский И.С. Мелиоративная гидрогеология .Москва.1988г.
14. Костяков А.Н. Основы мелиорации. М.: Сельхозгиз, 1960.с -621
15. Лактаев Н.Т. Полив хлопчатника.М.Колос.1978.175
16. Натальчук М.Ф., Ахмедов Х.А., Ольгаренко В.А. Эксплуатация гидромелиоративных систем, Москва, 1983 г.
17. Натальчук М.Ф. Внутрихозяйственная эксплуатация оросительных систем. М. Колос, 1969.
18. Салиев Б.К. Мелиорация подтопленных территорий городов и поселков. Ташкент. Монография, «Фан ва технология»
19. Серикбаев Б.С., Бараев Ф.А. и др. Практикум по ЭАГМС. Ташкент «Мехнат» 1996г.
20. Серикбаев Б.С. Влияние неравномерности подачи воды, целесообразность её использования. Ж. «Механизация хлопководства», Ташкент, №2, 1968 г.
21. Серикбаев Б.С., Шавазов К.О., Модернизация очистки коллекторов от заиления и зарастания.Узбекистан жанубидаги ер ва сув ресурсларидан фоздаланиш самарадорлигини ошириш муоммолари. Карши-2004г.
22. Серикбаева Э.Б. Проблемы улучшения водопользования в бассейне Аральского моря// Китоб “Кишлок хужалиги тараккиётининг илмий асослари”, Тошкент, 2001, с.136-138
23. Серикбаева Э.Б. Рациональный режим орошения люцерны при поливе сточными водами//Ж. Вестник аграрной науки Узбекистана, №2,2002
24. Серикбаева Э.Б. Повышение экономической эффективности орошения бороздового полива кукурузы на силос// Труды ВГСХА, Волгоград,2002,с.84-86
25. Серикбаева Э.Б. Экономо – экологические требования к способам и технике и технология орошения// Ж. «Вестник Аграрной науки Узбекистана» №2(12),2003.
26. Шаров И.А. Эксплуатация гидромелиоративных систем. М, Колос 1968 г.
27. Шумаков Б.А. Орошаемое земледелие. М.: 1965. 216 с.
28. Шумаков Б. Б. Оросительная система в хозяйстве. М.:Колос, 1975. 151 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение</b> .....	3
<b>Глава 1. Общие вопросы эксплуатации гидромелиоративных систем</b> .....	5
1.1. Понятие о предмете «Эксплуатация гидромелиоративных систем..	5
1.1.2. Развитие оросительной системы.....	7
1.2. Совершенствование гидромелиоративных систем в Узбекистане.....	10
1.3. Правильная эксплуатация гидромелиоративных систем и их технический состав.....	11
1.4 Организация эксплуатации гидромелиоративных систем и основные задачи эксплуатационной службы.....	12
1.4.1 Типовые положение об управлении магистральных каналов.....	15
1.4.2 Положение о Главном управлении водного хозяйства министерства сельского и водного хозяйства Республики Узбекистан.....	18
1.5. Классификация оросительных систем.....	23
1.6. Значение надежности при эксплуатации оросительных систем.....	24
1.7. Системный анализ при управлении оросительными системами.....	27
1.8. Особенности эксплуатации оросительных систем в период	

освоения.....	29
1.8.1. Значение организации технической эксплуатации в период освоения.....	29
1.8.2 Состав работ по эксплуатации устройств в период ввода в действие оросительных систем.....	31
1.9 Эксплуатационный мониторинг на ГМС.....	33
<b>Глава 2. Технические средства эксплуатации на ирригационных системах.....</b>	<b>38</b>
2.1 Водомерные посты и наблюдательных скважины.....	38
2.1.2 Изучения режима грунтовых вод.....	40
2.2 Производственные и жилые здания. Лабораторная база.....	42
2.3. Диспетчеризация ирригационных систем.....	45
2.4. Средства автоматизации и телемеханизации.....	46
2.5. Эксплуатационная обстановка.....	49
2.6. Дорожная сеть и лесонасаждения на оросительных системах.....	50
<b>Глава 3. Водопользование на оросительных системах.....</b>	<b>51</b>
3.1. Основы планового водопользования.....	51
3.2. Понятие о плановом водопользовании.....	52
3.3. Правовые основы водопользования.....	55
3.4. Организация межгосударственного водопользования.....	62
3.4.1 Управление водными ресурсами в бассейне Р.Амударьи.....	67
3.5. Структура управления БВО Сырдарья.....	70
3.6. Вододеление и водоучет.....	72
3.7. Гидрометрия.....	74
3.8. Автоматизированные системы управления и диспетчеризация оросительных систем.....	76
3.8.1. Качество воды.....	81
3.9. Гидротехнические сооружения БВО «Сырдарья».....	81
3.10. Система передачи гидрометеорологической информации.....	84
<b>Глава 4. Водохозяйственный план водопользования.....</b>	<b>85</b>
4.1. Значение внутрихозяйственного плана водопользования.....	85
4.2. Исходные данные для составления плана водопользования фермерских хозяйств.....	85
4.3. Расчеты исходных данных для составления плана водопользования в фермерских хозяйствах.....	86
4.3.1. Режим орошения сельскохозяйственных культур.....	86
4.4. Порядок расчета внутрихозяйственного плана водопользования фермерских хозяйств.....	88
4.5. Расчет водооборота между фермерскими хозяйствами.....	93
4.6. Проведение внутрихозяйственного плана водопользования.....	94
4.7. Корректировка внутрихозяйственного плана.....	95

4.8.	Календарный план эксплуатационных мероприятий.....	95
4.8.	Совершенствования работы АВП.....	97
4.8.1.	Совершенствование структуры управления АВП.....	98
4.8.2.	Цели и задачи АВП.....	99
<b>Глава 5. Планы водопользования бассейнового управления</b>		
	<b>ирригационных систем.....</b>	<b>100</b>
5.1.	Значение системных планов водораспределения.....	100
5.2.	Расчетный режим источника орошения.....	102
5.3.	Составление системного плана водопользования.....	105
5.4.	План забора воды в ирригационную систему.....	107
5.5.	План распределения воды по оросительной системе.....	109
5.6.	Проведение системных планов водораспределения.....	109
5.7.	Пуск воды в оросительную систему.....	110
5.8.	Основные показатели планового водопользования на системе.....	110
5.9.	Учет распределения воды и контроль использования ее в хозяйствах.....	111
<b>Глава 6. Эксплуатация коллекторно-дренажной сети.....</b>		
6.1.	Состав мероприятий по организации технической эксплуатации КДС.....	112
6.2.	Состояние эксплуатации коллекторно-дренажной сети в Республике Узбекистан.....	113
6.3.	Состав организационно-технических мероприятий по организации эксплуатации КДС.....	115
6.4.	Совершенствование эксплуатации дренажа на засоленных землях	116
6.5.	Сооружения на горизонтальной дренажной сети	119
6.6.	Гидравлический расчет закрытого горизонтального дренажа.....	121
6.7.	Расположение коллекторно дренажной сети в плане.....	122
6.8.	Конструкция и поперечное сечение коллекторно -дренажной сети.	123
6.9.	Промывка засоленных земель.....	124
6.9.1.	Технология промывок.....	124
6.9.2.	Расчет капитальных промывок засоленных земель.....	126
6.9.3.	Эксплуатационная промывка засоленных земель.....	128
6.10.	Эксплуатация вертикального дренажа.....	128
<b>Глава 7. Особенности эксплуатации рисовых оросительных систем (РОС).....</b>		
	<b>(РОС).....</b>	<b>137</b>
7.1.	Особенности организации технической эксплуатации РОС.....	137
7.2.	Определение расходов воды и параметров РОС.....	139
7.3.	Устройство дорожной сети.....	
7.4.	Внутрихозяйственный план водопользования рисовых хозяйств...	141
7.4.1.	Необходимые данные для составления внутрихозяйственных планов водопользования.....	141

7.4.2	Рисовый режим орошения.....	142
7.4.3.	Режим орошения сопутствующих культур в рисовом севообороте	143
7.5.	Техника полива риса. Рисовая карта.....	145
7.6.	Рисовый чек.....	145
7.7.	Техника полива сопутствующих культур в рисовом севообороте...	146
7.8.	Потери воды из внутривозвращаемых оросительных каналов.....	149
7.9.	Расчеты планов водопользования по массивам.....	150
7.10.	Внедрение внутривозвращаемого плана водопользования.....	151
<b>Глава 8. Эксплуатация оросительных систем сточных вод (ЭОССВ)</b>		<b>153</b>
8.1.	Значение орошения сточными водами.....	153
8.2.	Опыт использования сточных вод на орошения в странах мира.....	153
8.3.	Моделирование использования сточных вод и их экономическая оценка	156
8.4.	Режим орошения зерновых и кормовых культур при поливе сточными водами.....	157
8.5.	Выбор ресурсосберегающих способов орошения	162
<b>Глава 9. Организация учета оросительной воды на гидромелиоративных системах.....</b>		<b>167</b>
9.1.1.	Значение организации учета воды.....	167
<b>9.1.2.</b>	<b>Пункты водоучета и их размещение.....</b>	<b>167</b>
<b>9.1.3.</b>	<b>Гидрометрические работы, виды замеров расходов воды.....</b>	<b>169</b>
9.1.4.	Методы учета воды.....	170
9.1.5.	Группы, классы средств учета воды.....	172
9.1.6.	Основные требования к средствам учета воды.....	174
9.1.7.	Выбор и применение средств учета воды на сети гидромелиоративных систем.....	177
9.2.	Совершенствование существующих способов, устройств и методов водоучета на внутривозвращаемой ГМС.....	179
9.2.1.	Русловой метод учёта воды.....	179
9.2.2.	Выбор участка гидропоста, его устройство и оборудование	181
9.2.3.	Фиксированное русло.....	184
9.2.4	Основные правила устройства ФР	184
9.2.5.	Градуированный параболический лоток (ГПЛ) .....	186
9.2.7.	Градуировка параболического лотка	187
9.3.	Одноточечный способ САНИИРИ	187
9.3.2	Эксплуатация градуированного параболического лотка	188
9.4.	Определение погрешностей получаемых при определении расходов с помощью гидрометрической вертушки (ГМВ) .....	195
9.5.	Рекомендации по совершенствованию водоучета на	

	гидромелиоративной сети .....	196
9.5.1.	Водосливы расходомерные.....	196
9.5.2	Область и условия применения	196
9.5.3	Установка водосливов	199
9.5.4.	Измерение расхода воды через водослив	199
9.5.5.	Выбор типа водослива и его размеров	201
9.5.6	Эксплуатация водосливов	202
9.6.	Водомерные сходящиеся насадки.....	202
9.6.1	Виды и условия применения	202
9.6.2	Измерение расходов воды насадками.....	202
9.6.3	Особенности требований к изготовлению, установке и эксплуатации водомерных насадок	204
9.7.	Водомерный лоток САНИИРИ	204
9.7.1	Измерение расходов воды	205
9.7.2	Требования к лоткам САНИИРИ	206
9.7.3.	Совершенствование градуированного параболического лотка.....	207
9.7.4.	Водомерные сооружения в параболических лотках.....	207
9.7.5.	Гидравлика измерений	207
9.7.6	Конструкции стандартных водомерных лотков	208
9.7.7	Выбор и подготовка места установки	209
<b>Глава 10. Организация НИР на оросительных системах.....</b>		<b>215</b>
10.1.	Производственные исследования на оросительных системах.....	215
10.2.	Состав производственных исследований на внутрихозяйственных оросительных системах.....	216
10.3.	Состав производственных исследований на межхозяйственных оросительных системах.....	220
10.4.	Состав производственных исследований на осушительных системах.....	221
10.5.	Перспективные планы развития ирригационных систем.....	221
<b>Глава 11. Эксплуатация обводнительно-оросительных систем и систем лиманного орошения.....</b>		<b>223</b>
11.1.	Назначение обводнительно-оросительных систем.....	223
11.2.	Экономическая эффективность пастбищного животноводства.....	227
11.3.	Совершенствование эксплуатации системы лиманного орошения..	229
11.3.1.	Обоснование необходимости улучшения эксплуатации лиманного орошения.....	229
11.3.2.	Цели и задачи реконструкции систем лиманного орошения.....	220
11.3.3.	Методы расчета реконструкции системы глубоководных лиманов.....	230
11.3.4.	Расчет систем лиманного орошения.....	232
11.3.5	Эксплуатационные работы.....	234
11.4	Экономическая эффективность реконструкции.....	224

<b>Глава 12. Автоматизация полива при поверхностном орошении.....</b>	<b>235</b>
12.1 Цели и задачи автоматизации поливов при поверхностном орошении.....	235
12.2 Автоматизированный полив из лотков.....	239
12.3 Автоматизация внутрихозяйственной сети рисовых оросительных систем.....	241
12.4 Автоматизация поливов сельхоз культур.....	241
<b>Глава 13. Совершенствование эксплуатации оросительных систем подземных вод</b>	<b>246</b>
13.1 Преимущество использования подземных вод на орошение	246
13.2 Запасы подземных вод в Узбекистане и их использование	247
13.3 Характеристика подземных вод	251
13.4 Рекомендация по совершенствованию подачи подземной воды на орошение фермерских хозяйств	252
Список использованной литературы.....	251

## Мундарижа

### Кириш.....6

<b>1.боб. Гидромелиоратив тизимлардан фойдаланишнинг умумий масалалари.....</b>	<b>8</b>
«Гидромелиоратив тизимлардан фойдаланиш» фани тушунчаси..	9
1.1.2. Суғориш тизимларини ривожланиши .....	9
1.2. Ўзбекистонда гидромелиоратив тизимларни такомиллаштириш....	11
1.3. Гидромелиоратив тизимлардан фойдаланишни тўғри ташкил этиш ва унинг техник тизилмаси.....	12
1.4. Гидромелиоратив тизимлардан фойдаланишни ташкил этиш ва эксплуатация хизмати вазифалари.....	13
1.5. Суғориш тизимларни синфлаш.....	18
1.6. Суғориш тизимладан фойдаланишда ишончлилиги аҳамияти.....	18
1.7. Суғориш тармоқларини бошқаришда тизимли таҳлил.....	21
1.8. Ерларни ўзлаштириш даврида суғориш тизимларидан фойдаланишнинг алоҳида қоидалари.....	22
1.8.1. Ўзлаштириш даврида техникавий фойдаланишнинг ташкилий аҳамияти.....	22
1.8.2. Суғориш тизимлари мослашмаларини ишга солиш даврида ишлар тузулмаси.....	24
1.9. ГМТ дан фойдаланиш мониторинги.....	25

<b>2.боб.Ирригация тизимлардан фойдаланишнинг техник жиҳозлари.</b>	<b>25</b>
2.1.1.Сув ўлчаш постлари ва назорат қудуқлар.....	26
2.1.2. Сизот сувлар режимини ўрганиш.....	28
2.2. Саноат ва яшаш бинолари. Лаборатория базаси.....	31
2.3. Ирригация тизимлари диспетчерлаштириш.....	34
2.4. Автоматизация ва телемеханизация воситалари.....	35
2.5. Эксплуатацион шароит.....	38
2.6. Суғориш тармоқларидаги дарахтзорлар ва йўл тармоқлари.....	39
<b>3. боб. Суғориш тармоқларида сувдан фойдаланиш.....</b>	<b>40</b>
3.1. Сувдан режали фойдаланиш асослари.....	40
3.2. Сувдан режали фойдаланиш тушунчаси.....	42
3.3. Давлатлараро сувдан фойдаланишни ташкил этиш.....	45
3.4. «Сирдарё» СХУ бошқариш тузилмаси.....	47
3.5. Сув тақсимлаш ва сув ҳисоби.....	50
3.6. Гидрометрия.....	51
3.7. Автоматик ва диспетчерлик бошқарув тизими.....	53
3.8. Сувнинг сифати.....	57
3.9. «Сирдарё» СХУ таркибида гидротехника иншоотлар.....	58
3.10. Гидрометерелогик маълумотларни узатиш тизими.....	60
<b>4. боб. Сувдан фойдаланишнинг сув хўжалик режаси.....</b>	<b>62</b>
4.1. Сувдан фойдаланишнинг хўжалик ички режасининг моҳияти.....	62
4.2. Фермер хўжалигининг сувдан фойдаланиш режасини тузиш учун керакли маълумотлар.....	62
4.3. Фермер хўжалигида сувдан фойдаланиш режасини тузиш учун дастлабки маълумотларни ҳисоблаш.....	63
4.3.1. Қишлоқ хўжалик экинларини суғориш режими.....	63
4.4 Фермер хўжаликларнинг ички сувдан фойдаланиш режасини ҳисоблаш тартиби.....	63
4.5. Экин майдонларга ишлов бериш билан суғориш графигини ҳисоблашни такомиллаштириш.....	66
4.5.1. Фермер ва бошқа хўжаликларда комплекс ишларни аҳамияти суғоришдан олдин ва сўнг ишлов бериш.....	74
4.5.2. Суғоришдан олдин ва кейин ишлов бериш бўйича илғор мамлакатлар тажрибаси.....	74
4.5.3.Қишлоқ хўжалик экинларини хўжалик ички режаси асосида ташкил этиш.....	76
4.5.4. Суғориш техникаси ва механизмлар сонини суғоришдан олдин ва кейин ишлов бериш учун аниқлаш.....	76
4.5.5. Хўжаликларнинг суғориш майдонларини график боғланиш асосида ташкил этиш.....	78
4.5.6. Суғоришдан кейин ишлов бериш графигини ишлаб чиқиш.....	78
4.5.7. Хўжаликларда график боғланиш ва суғоришни назорат қилишни ҳаётга тадбиқ этишнинг эксплуатацион мониторинги.....	79
4.6. Фермер хўжаликлар ўртасида сув айланишини ҳисоблаш.....	80
4.7.Эксплуатацион тадбирларни календар режаси.....	82

4.8. СФУ ларнинг ишларини такомиллаштириш.....	86
4.8.1.СФУ бошқарув таркибини такомиллаштириш.....	87
4.8.2. СФУ мақсади ва вазифалари.....	88
<b>5.боб. Ирригация ҳавза тизимининг сувдан фойдаланиш режалари..</b>	<b>90</b>
5.1.Сув тақсимлаш тизимли режасини аҳамияти.....	90
5.2. Суғориш манбасининг ҳисобли режими.....	91
5.3. Сувдан фойдаланишни тизимли режасини тузиш.....	93
5.4. Ирригация тармоқларига сув олиш режаси.....	95
5.5. Суғориш тизимларидан сув тақсимлаш режаси.....	97
5.6. Сув тақсимлашни тузимли режа асосида ўтказиш.....	97
5.7. Суғориш тизимларига сув бериш.....	97
5.8. Тизимларда сув тақсимлаш режасининг асосий кўрсаткичлари....	98
5.9. Сув тақсимлашни ҳисобга олиш ва уни хўжаликлар назоратида фойдаланиш.....	99
<b>6. боб. Коллектор – дренаж тармоқларни эксплуатацияси.....</b>	<b>100</b>
6.1.КДТ ни техник эксплуатациясини ташкил этиш тадбирлари таркиби	100
6.2. Ўзбекистон Республикасида КДТ ни эксплуатация қилишнинг ҳолати.....	102
6.3. КДТ дан фойдаланишни ташкилий – техник тадбирлар таркиби..	104
6.4. Очиқ зовурларни тозалаш ва тўлиб қолишни муддатларини режалаштириш.....	108
6.5. Пахтачилик зоналарнинг шўрланган ерларида зовурларни эксплуатациясини такомиллаштириш.....	116
6.5.1. Ёпиқ ётиқ зовурнинг гидравлик ҳисоби.....	117
6.5.2. Коллектор-дренаж тармоқларни планда жойлаштириш.....	119
6.5.3. Коллектор-дренаж тармоқларининг конструкцияси ва кўндаланг кесими.....	121
6.5.4. Коллектор-дренаж тармоқларнинг иншоотлари.....	123
6.6. Ерларнинг шўрини ювиш.....	123
6.6.1. Шўр ювиш технологияси.....	123
6.6.2. Шўрланган ерларни капитал шўр ювишини ҳисоблаш.....	126
6.6.3. Тупроқларни шўрини ювиш.....	130
6.7. Тик зовурларни эксплуатацияси.....	133
<b>7. боб. Шоличилик суғориш тизимларини (ШСТ) эксплуатация айрим ҳолатлари.....</b>	<b>140</b>
7.1. ШСТ техник эксплуатациясини ташкилий ҳолатлари.....	140
7.2. ШСТ ўлчамлари ва сув сарфларини ҳисоблаш.....	141
7.3. Йўл тармоқлариини жойлаштириш.....	143
7.4. Шоли хўжаликларини сувдан фойдаланиш режаси.....	143
7.4.1. Хўжалик ички сувдан фойдаланиш режасини тузиш учун керакли маълумотлар.....	143
7.4.2. Шолини суғориш режими.....	144
7.4.3. Шоли алмашлаб экишда ёрдамчи экинларни суғориш режими...	145
7.5. Шолини суғориш техникаси. Шоли харитаси.....	146
7.6. Шоли чеки.....	147

7.7. Шоли алмашлаб экишда ёрдамчи экинларнинг суғориш техникаси.	147
7.8. Хўжаликлараро суғориш каналлардан сувнинг йўқолишлари.	149
7.9. Сувдан фойдаланиш режасини массивлар бўйича ҳисоблаш.	150
7.10. Хўжалик ички сувдан фойдаланишни қўллаш.	151
<b>8.боб. Оқова сувлар суғориш тизимларидан фойдаланиш (ОССТФ)</b>	<b>153</b>
8.1. Оқова сувлар билан суғоришни аҳамияти.	153
8.2. Оқова сувларни яроқлигини баҳолаш.	153
8.3. Қишлоқ хўжалик экинларини суғориш учун оқова сувларни тайёрлаш.	155
8.4. Суғориш тармоғи ва суғориш техникаси.	160
8.5. Хўжаликларда ички сувдан фойдаланиш режасини қўллаш.	165
8.5.1. Хўжалик ички сув алмашуви.	166
8.5.2. Сув алмашуви элементлари.	166
8.6. Хўжалик ички суғориш тизимларида чорвачилик оқова сувларидан фойдаланиш айрим ҳолатлари.	167
8.7. Хўжалик ички фойдаланишда ишлар таркиби.	171
8.8. Атроф муҳитни ҳимоялаш тадбирлари.	174
8.9. Оқова сувлардан суғоришда фойдаланишнинг иқтисодий самарадорлиги.	175
<b>9.боб. Гидромелиоратив тизимларда суғориш сувини ўлчашни ташкил этиш.</b>	<b>177</b>
9.1.1. Сув ўлчашни ташкил этишнинг моҳияти.	177
9.1.2. Сув ўлчаш пунктлари ва уларни жойлаштириш.	177
9.1.3. Гидрометрик ишлар, сув сарфини ўлчаш турлари.	178
9.1.4. Сувни ҳисоблаш усуллари.	179
9.1.5. Сувни ҳисоблашни гуруҳ ва синфлари.	181
9.1.6. Сув ўлчаш воситаларига қўйиладиган талаблар.	183
9.1.7. Гидромелиоратив тизимларда сувни ҳисобга олиш воситаларини танлаш ва қўллаш.	187
9.2. Хўжалик ички тармоқларида сувни ҳисобга олиш усулларини, услубларини ва воситаларини такомиллаштириш.	189
9.2.1. Ўзанли усулда сувни ҳисобга олиш.	189
9.2.2. Ўзанли ёзиш.	194
9.2.3. Парабolik новни даражалаш.	197
9.2.4. Гидрометрик вертушка ёрдамида ўлчанган сув сарфларни йўл қўйилган хатосини аниқлаш.	205
9.3. Гидромелиоратив тармоқларда сув ўлчаш ишларини такомиллаштириш бўйича тавсиялар.	206
9.3.1. Сув ўлчаш сув ўтказгичлар.	207
9.3.2. Сув ўлчаш насадкалар.	213
9.3.3. САНИИРИ сув ўлчаш нови.	216
9.3.4. Парабolik новни даражалашни такомиллаштириш.	216
9.3.5. Парабolik новларда сув ўлчаш иншоотлари.	219
<b>10.боб. Суғориш тизимларда илмий тадқиқот ишларини (ИТИ) ташкил этиш.</b>	<b>220</b>

10.1. Суғориш тизимларда ишлаб чиқариш тадқиқотлари.....	220
10.2. Хўжалик ички суғориш тизимларида ишлаб чиқаш тадқиқотлари таркиби.....	222
10.3. Хўжаликлараро суғориш тизимларида ишлаб чиқариш тадқиқотлари таркиби.....	226
10.4. Зах қочириш тизимларида ишлаб чиқариш тадқиқотлар таркиби..	228
10.5. Ирригация тизимларини келажак тараққиёт режаси.....	229
<b>11.боб. Сув таъминот – зах қочириш ва лиман суғориш тизимларини эксплуатацияси.....</b>	<b>231</b>
11.1. Сув таъминот – зах қочириш тизимларини аҳамияти.....	231
11.2. Яйлов чорвачилигини иқтисодий самарадорлиги.....	235
11.3. Лиман суқларидан фойдаланишни такомиллаштириш.....	237
11.3.1. Лиман суғориш тармоқларидан фойдаланишни яхшилаш кераклигини асослаш.....	237
11.3.2. Лиман суғориш тармоқларини қайта қуришни мақсади ва масалалари.....	237
11.3.3. Чуқур сувли лиман тизимларини қайта қуришни ҳисоблаш усуллари.....	237
11.3.4. Лиман суғориш тизимларини ҳисоблаш.....	239
11.4. Эксплуатация ишлари.....	240
11.5. Қайта қуришни иқтисодий самарадорлиги.....	241
<b>12.боб. Ер устидан суғоришни автоматлаштириш.....</b>	<b>242</b>
12.1. Ер устидан суғоришни автоматлаштиришдан мақсад ва масалалар.....	242
12.2. Новлар билан суғоришни автоматлаштириш.....	245
12.3. Шоличилик ички хўжалик суғориш тармоқларини автоматлаштириш.....	246
12.4. Қишлоқ хўжалик экинларини суғоришни автоматлаштириш....	247
Фойдаланилгани адабиётлар руйхати.....	251

## Contents

Introduction .....	6
<b>Chapter 1.</b>	
General problems of using hydromelioration systems.....	8
<b>1.1</b> Conception of the «Using hydro-melioration systems» subject.....	8
<b>1.1.2</b> Development of irrigation systems.....	9
<b>1.2</b> Improvement of hydromelioration systems in Uzbekistan.....	10
<b>1.3</b> Correct usage of hydromelioration systems and their technical composition..	12
<b>1.4</b> Organization of using hydromelioration systems and main problems of using service.....	13
<b>1.5</b> Classification of irrigation systems.....	18
<b>1.6</b> Importance of reliability at using irrigation systems.....	18
<b>1.7</b> Systematic analysis at operating irrigation systems.....	21
<b>1.8</b> Features of using irrigation systems at breaking-in period.....	22
<b>1.8.1</b> Importance organizing technical using at breaking-in period.....	22
<b>1.8.2</b> Composition of work for using systems in the period of putting into operation of irrigation systems.....	24
<b>1.9</b> Monitoring of using hydromelioration systems.....	
<b>Chapter 2.</b>	
Technical means of using irrigation systems.....	25
<b>2.1</b> Water-meter post and observation wells.....	26
<b>2.1.2</b> Study of ground water regimes.....	28

2.2 Production and dwelling houses Laboratory base.....	31
2.3 Controlling of irrigation systems.....	34
2.4 Automation and telemechanization means.....	35
2.5 Using situation.....	38
2.6 Road net and afforestation in irrigation systems.....	39
<b>Chapter 3.</b>	
Waterusing in irrigation systems.....	40
3.1 Bases of planet waterusing .....	40
3.2 Conception of plannet waterusing.....	42
3.3 Organizing of intergovernmental waterusing.....	45
3.4 Managing structure of «Sirdarya» Basin Water Association.....	47
3.5 Distribution and calculation of water.....	50
3.6 Hydrometry.....	51
3.7 Automated system of controlling and dispatching.....	53
3.8 Water gualiti.....	57
3.9 Hydrotechnical buildings of «Sirdarya» Basin Water Association (BWA)...	58
3.10 Systems of transmissing hydro-meteorologikal information.....	60
<b>Chapter 4</b>	
Water economy plan of waterusing .....	62
4.1 Importance of internal economy plan of waterusing.....	62
4.2 Initial data for drawing up a plan of using water in the farms.....	62
4.3 Calculation of initial data for drawing up a plan of water using in the farms.	63
4.3.1 Regims of irrigating of agricultural croups.....	63
4.4 Order of calculating of an internal economic plan of water using in the farms.....	63
4.5 Improvement of kalkulatiind graphs of tuing up by processing in areas under cultivation.....	66
4.5.1 Importance of komplekx work in the farms on tying up before and after irrigation processing.....	74
4.5.2 Experence of developed countries on tying up irrigation after irrigation processing.....	74
4.5.3 Organization of irrigating crops by internal economic plans of water using.....	76
4.5.4 Determination of necessary numbers of irrigating machines and mechsansms operating after irrigation processing.....	76
4.5.5 Organization of irrigated areas in the farms for working out the tying up graphs.....	78
4.5.6 Development of graphs for tying up irrigation after processing.....	78
4.5.7 Using monitoring of putting tying up graps and irrigation control into effect in the farms.....	79
4.6 Calculation of using water between the farms.....	80
4.7 Calendar plan of using measures .....	82
4.8 Improvement of vork of the Water Users Associations (WUA).....	86
4.8.1 improvement of administration structure of the WUA.....	87
4.8.2 Goals and tasks of the WUA.....	88

<b>Chapter 5.</b>	
Plans of using water in basin administration of the irrigation systems.....	90
<b>5.1</b> Importance of systematic plans for distributing water.....	90
<b>5.2</b> Calculation regimes of irrigating source.....	91
<b>5.3</b> Working out of systematic plans of using water.....	93
<b>5.4</b> Plans of taking water into the irrigation systems .....	95
<b>5.5</b> Plans of distributing water in irrigation systems.....	97
<b>5.6</b> Carrying out of systematic plans of distributing water.....	97
<b>5.7</b> Letting water into irrigation systems.....	97
<b>5.6</b> Main indices of planed waterusing in the systems .....	98
<b>5.9</b> Calculation of distributing water and control of using in the farms.....	99
<b>Chapter 6.</b>	
Using collector and drainage systems (GDS).....	100
<b>6.1</b> Measures on organizing tehcnical usage of CDS.....	100
<b>6.2</b> State of using CDS in the Republic of Uzbekistan.....	102
<b>6.3</b> Organizational and tehcnical measures of using CDS.....	104
<b>6.4</b> Planning of siltingperiod and cleaning channels of the open collectors.....	108
<b>6.5</b> Improvement of using the drainage in salted grounds.....	116
<b>6.5.1</b> Hydraulical calculation of the closed horizontal drainage.....	117
<b>6.5.2</b> Planned location of the collector and drainage systems.....	119
<b>6.5.3</b> Construction and cross section of the collector and drainage systems.....	121
<b>6.5.4</b> Buildings of the collector and drainage systems.....	123
<b>6.6</b> Washing of the salted oundrs .....	123
<b>6.6.1</b> Washing tehcnologies.....	123
<b>6.6.2</b> Calculation of main washing the salted oundrs.....	126
<b>6.6.3</b> Usage washing of the of the salted grounds.....	130
<b>6.7</b> Usage of the vertical drainage.....	133
<b>Chapter 7.</b>	
Features of using the irrigation systems for rice (ISR).....	140
<b>7.1</b> Features of organizing the tehcnical usage of the ISR.....	140
<b>7.2</b> Determination of the water consumption and parametrs of the ISR.....	140
<b>7.3</b> Layout of road nets.....	143
<b>7.4.1</b> Necessary data for compiling internal economic plans of using water.....	143
<b>7.4.2</b> Regimes for irrigating rice.....	144
<b>7.4.3</b> Regimes for irrigating concomitant cultures in rice crop rotation.....	145
<b>7.5</b> Methods of irrigating rice Rice maps.....	146
<b>7.6</b> Rice checks.....	147
<b>7.7</b> Method of irrigating concomitant cultures in rice crop rotation .....	147
<b>7.8</b> Loss of water from irrigation channels.....	149
<b>7.9</b> Calculating plans of using water in land tracts.....	150
<b>7.10</b> Introduction of internal plans of using water.....	151
<b>Chapter 8.</b>	
Using irrigation systems of sewage (UISS).....	153
<b>8.1</b> Importance of irrigation by sewage.....	153
<b>8.2</b> Estimating suitability of sewage.....	154

8.3	Preparation of sewage for irrigating the farm crops.....	155
8.4	Irrigation systems and irrigation machines.....	160
8.5	Introduction the plans of using water in the farms.....	165
8.5.1	Internal water circling .....	166
8.5.2	Elements of water circling .....	166
8.6	Features of using internal irrigation systems at using stock-breeding drainage.....	167
8.7	Operations at internal using irrigation systems of sewage (ISS).....	171
8.8	Measures on protecting the environment.....	174
8.9	Economical efficiency of using sewage for irrigation.....	175
<b>Chapter 9.</b>		
	Organization of irrigation water calculation in hydromelioration systems...	177
9.1.1	Importance of organizing of water calculation .....	177
9.1.2	Points of water calculation and their placing.....	177
9.1.3	Hydrometrical operations types of measuring water consumptions.....	178
9.1.4	Methods of water calculation .....	181
9.1.5	Groups and classes of water calculation means.....	181
9.1.6	Main requirements to water calculation means for the nets of hydromelioration systems.....	187
9.2	Improvement of existing methods arrangements of water calculation in internal HMS.....	189
9.2.1	Channel method of water calculation.....	189
9.2.2	Fixed channels.....	194
9.2.3	Graduated parabolic chutes(GPC).....	197
9.2.4	Determination of errors received at determining consumption by hydrometrical revolving door (HRD).....	205
9.3	Recommendations for improving water calculation in hydromelioration nets.....	206
9.3.1	Flowmeter spillway.....	207
9.3.2	Water metering orifice .....	213
9.3.3	Water metering chutes of CARII.....	216
9.3.4	Improvement of graduated parabolic chutes.....	216
9.3.5	Water measuring constructions in parabolic chutes.....	219
<b>Chapter 10.</b>		
	Organization of research work in the irrigation systems.....	220
10.1	Production research in irrigation systems.....	220
10.2	Composition of production research in internal irrigation systems .....	222
10.3	Composition of production research in irrigation research in irrigation systems serving several farms.....	226
10.4	Composition of production research in drainage systems .....	228
10.5	Prospective plans of developing irrigation systems.....	229
<b>Chapter 11.</b>		
	Using the irrigation and estuary irrigation systems.....	231

<b>11.1</b>	Purpose of irrigation systems.....	231
<b>11.2</b>	Economical efficiency of stock-breeding.....	235
<b>11.3</b>	Improvement of using the estuary irrigation systems.....	237
<b>11.3.1</b>	Substantiation of improvement of using the estuary irrigation.....	237
<b>11.3.2</b>	Purposes and tasks of reconstructing the estuary irrigation systems...	237
<b>11.3.3</b>	Methods of calculating the reconstruction of deep-water estuary irrigation systems.....	237
<b>11.3.4</b>	Calculation of the estuary irrigation systems.....	239
<b>11.4</b>	Usage work.....	240
<b>11.5</b>	Economical efficiency of reconstruction.....	241
<b>Chapter 12.</b>		
	Automation of surface irrigation.....	242
<b>12.1</b>	Purposes and tasks of automating the surface irrigation.....	242
<b>12.2</b>	Automated chute irrigation.....	245
<b>12.3</b>	Automation of the rice irrigation systems.....	246
<b>12.4</b>	Automation of irrigating the farm crops.....	247
	Bibliography.....	251

