



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra



Проект «ИУВР-Фергана»

ОТЧЕТ по позиции А 4.1

ОФОРМЛЕНЫ И УПРОЩЕНЫ МАКСИМАЛЬНО ВСЕ ПРОТЕСТИРОВАННЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ПРОЕКТА И ОТОБРАННЫЕ РУКОВОДСТВА

А4.1.1.1 «РУКОВОДСТВО ПО СОСТАВЛЕНИЮ И ПРОВЕДЕНИЮ ПЛАНОВ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ»

Со-директор проекта

«ИУВР-Фергана» от ИВМИ

Х. Мантритилаке

Со-директор проекта «ИУВР-Фергана»

от НИЦ МКВК, проф.

В.А. Духовный

Зам. директора НИЦ МКВК

В.И. Соколов

Руководитель Блока 1

Н.Н. Мирзаев

ТАШКЕНТ – 2009 г.

АБСТРАКТ

С сентября 2001 г. в Ферганской долине при финансовой поддержке Швейцарского агентства по международному развитию и сотрудничеству (SDC) осуществляется проект «Интегрированное Управление Водными Ресурсами в Ферганской долине» («ИУВР-Фергана»). Выполнение проекта возложено на Ассоциацию «ИВМИ-НИЦ МКВК».

Проект осуществляется при поддержке Министерства сельского и водного хозяйства Республики Узбекистан, Министерства сельского, водного хозяйства и перерабатывающей промышленности Кыргызской Республики, Министерства мелиорации и водных ресурсов Республики Таджикистан.

Объектами проекта являются магистральные каналы Ферганской долины: Южно-Ферганский (ЮФК), Араван-Акбура (ААК), Ходжа-Бакирган (ХБК). В настоящее время идет 4 фаза проекта.

Конечная цель проекта «ИУВР-Фергана» – сделать вклад в улучшение жизненного уровня, окружающей среды и социальной гармонии посредством реструктуризации сельской местности в республиках, которые принимают участие в проекте, а именно Киргизстан, Узбекистан и Таджикистан. Данная реструктуризация включает в себя внедрение и пилотное испытание интегрированного управления водными ресурсами и привлечение водопользователей в деятельность институтов по руководству водой в Ферганской долине.

Цель проекта на уровне пилотных каналов заключается в повышении качества управления водораспределением на системах (каналах) на основе принципов стабильности, равномерности и эффективности водораспределения. Эта цель достигается путем деятельности, включающей следующие аспекты: организационный, технический, технологический и наращивание потенциала.

В отчете изложено «Руководство...», посвященное вопросам управления водой: составлению, корректировке и реализации планов водораспределения на магистральных каналах. Это «Руководство...» представляет собой новую версию «Руководства по эксплуатации...», доработанную в содержательном плане и в плане формы. Она стала более доступной для пользователя. Кроме того, эта версия дополнена подразделом, посвященным вопросам расчета и организации водооборота на оросительных системах.

«Руководство...» не является детальной инструкцией по планированию водораспределения с набором всех типовых таблиц (форм) и справочных данных. Наша задача - дать в доступной форме лишь основы планирования водораспределения (с учетом наших рекомендаций) и повысить уровень знания пользователя.

Руководство предназначено для водников и водопользователей, интересующихся вопросами управления водой и спросом на воду.

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Мирзаев Н.Н.,
лидер блока 1

Написание отчета

Саидов Р.Р., консультант

Участие в расчетах,
обработка материалов

Эргашев И., консультант

Участие в расчетах,
обработка материалов

Юн Н., ассистент лидера
блока 1

Оформление отчета

**«РУКОВОДСТВО ПО СОСТАВЛЕНИЮ И ПРОВЕДЕНИЮ
ПЛАНОВ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ»**

Ташкент – 2009 г.

Преамбула

В отчете изложено «Руководство...», посвященное вопросам управления водой: составлению, корректировке и реализации планов водораспределения на магистральных каналах. При его написании использован опыт управления водой на пилотных объектах проекта «ИУВР-Фергана».

«Руководство...» не является детальной инструкцией по планированию водораспределения с набором всех типовых таблиц (форм) и справочных данных. Наша задача - дать в доступной форме лишь основы планирования водораспределения (с учетом наших рекомендаций) и повысить уровень знания пользователя.

«Руководство...» предназначено для водников и водопользователей, интересующихся вопросами управления водой.

В данном «Руководстве...», в связи с ликвидацией колхозов (совхозов) и образованием вместо них объединений водопользователей (ОВП), вместо выражения «хозяйственный план водопользования» используется выражение «план водопользования», а вместо выражения «системный план водораспределения» используется выражение «план водораспределения» (имеется в виду план водораспределения системы магистрального канала (МК)).

Так как основной формой ОВП в настоящее время в ЦАР является АВП, то в дальнейшем для простоты будем говорить только об АВП, имея в виду все виды объединений водопользователей. Аналогично, так как наиболее распространенной формой сельскохозяйственного предприятия является фермерское хозяйство (ФХ), то в дальнейшем будем говорить о фермерских хозяйствах, имея в виду все виды сельскохозяйственных предприятий.

Для расширения кругозора читателей «Руководства...» в приложениях приведена дополнительная информация.

Термины и Определения

Бассейновый принцип управления	Управление водным фондом по гидрографическим признакам, реализуемое при распределении водных ресурсов в пределах бассейнов рек, озер и других водных объектов между административно-территориальными единицами.
Вегетационный период	Период с 1 апреля по 30 сентября.
Вневегетационный период	Период с 1 октября по 31 марта.
Водное хозяйство	Отрасль экономики, связанная с использованием, охраной и воспроизводством водных объектов.
Водные ресурсы	Общий объем имеющихся в наличии всех видов вод (поверхностных, подземных, возвратных), которые используются или потенциально могут быть использованы людьми и природой.
Водный режим	Изменение во времени уровней, расходов и объемов воды в водных объектах и почвогрунтах.
Водозабор	Процесс забора воды в канал
Водозаборное сооружение	Комплекс сооружений и устройств для забора воды из водных объектов.
Водообеспеченность	Степень удовлетворения фактической потребности в воде хозяйства, системы, предприятия (отношение величины фактического водозабора (водоподачи) к их плановым (лимитным) значениям).
Водоподача ¹	Процесс подачи воды из канала.
Водопользование	Использование водных ресурсов в порядке, установленном законодательством, для удовлетворения собственных нужд и (или) коммерческих интересов физических и юридических лиц.
Водораспределение	Деятельность по забору воды из источника орошения и доставке ее до водопользователей.
Водосбережение	Система мер, обеспечивающая рациональное и эффективное использование водных ресурсов.
Водоток	Водный объект, характеризующийся движением воды в направлении уклона в углублении земной поверхности.
Водохозяйственная система	Комплекс взаимосвязанных водных объектов и гидротехнических сооружений, предназначенных для обеспечения рационального использования и охраны вод, а также для отведения сточных вод.
Водохозяйственные организации	Юридические лица, деятельность которых связана с регулированием, доставкой, воспроизводством вод, водоподготовкой, отведением сточных вод и эксплуатацией водных объектов.
Водохозяйственные сооружения	Искусственно созданные гидротехнические сооружения и устройства на водных объектах с целью регулирования использования и охраны водных ресурсов, обеспечения водой населения и отведения сточных вод и устранения вредного воздействия вод.
Водохозяйственный год	С 1 апреля по 31 марта
Гидрологический год	С 1 октября – по 30 сентября

¹ Водозабор и водоподача – понятия относительные: водоподача в канал младшего порядка является водозабором из канала старшего порядка.

Гидромелиоративная система	Комплекс технологически взаимосвязанных гидротехнических сооружений, устройств и оборудования, предназначенных для орошения, обводнения и осушения земель.
Гидромодульный район	Территория, расположенная на землях с одинаковым составом почвогрунтов и одинаковой глубиной залегания грунтовых вод
Гидротехнические сооружения	Инженерные сооружения, используемые для управления водными ресурсами, подготовки, подачи, транспортировки воды водопользователям и водоотведения, а также предупреждения вредного их воздействия.
Декадный гидромодуль	Удельный расход водоподачи на единицу поливной площади в течение одной декады календарного месяца, л/с на 1га.
Заявка	Количество воды (сток, расход), заявленное водопользователем на предстоящую декаду с учетом сложившихся природно-хозяйственных условий.
Интегрированное управление водными ресурсами (ИУВР)	Система управления, основанная на учете и взаимодействии всех имеющихся водных (поверхностных, подземных и возвратных вод) и связанных с ними земельных и других природных ресурсов в пределах гидрографических границ, которая увязывает интересы различных отраслей и уровней иерархии водопользования и природопользования, вовлекая все заинтересованные стороны в принятие решений, планирование, финансирование, охрану и развитие водных ресурсов в интересах устойчивого развития общества и охраны природы
Источник орошения	Река, каналы, родники, скважины на орошение, из которых вода поступает пользователю
Канал	Искусственный открытый водовод.
Климатическая зона	Территория, характеризующаяся одинаковыми климатическими характеристиками.
Комплексный гектар	Условная единица орошаемой площади, содержащая весь относительный набор площадей орошаемых культур, га
Коэффициент полезного действия (КПД) канала (системы)	Показатель эффективности транспортировки воды по каналу (системе), определяемый отношением водоподачи из канала (системы) к водозабору в канал (систему).
КПД техники полива	Показатель эффективности использования воды при поливе, определяемый отношением количества воды в расчетном слое почвы к общей водоподаче на поле.
КТЭН	Культурно-технические и экологические нужды
Лимит-квота (право на воду)	Предельное количество воды (в абсолютных и (или) относительных величинах), которое водохозяйственная организация планирует подать водопользователю исходя из наличия водных ресурсов, то есть, то предельное количество воды, которое водопользователь имеет право получить.
Лимит-уставка	Количество воды (в абсолютных и (или) относительных величинах), которое водохозяйственная организация решила подать водопользователю (или водохозяйственной организации нижней иерархии) на основе увязки права на воду (лимита-квоты) водопользователя с его заявкой.
Организационные потери	Потери воды в канале, вызванные недостатками в управлении

	потоком воды (несанкционированный сброс).
Оросительная норма сельхозкультуры	Затраты оросительной воды на единицу орошаемой площади для выращивания сельхозкультуры.
Оросительная сеть	Система оросительных каналов, обеспечивающая транспортировку оросительной воды от источника к орошаемому массиву, распределение воды между отдельными хозяйствами или отдельными районами массива и подачу воды на поливной участок.
Оросительная система	Система гидротехнических сооружений для орошения земель
Оросительный канал	Искусственное сооружение, предназначенное для транспортировки воды от источников орошения к участкам, требующим орошения.
Орошение земель	Искусственное увлажнение почвы для повышения ее плодородия
Открытость	Наличие доступа к информации по водопользованию и водораспределению для всех заинтересованных сторон.
План водопользования	Часть производственного плана водопользователя (фермерское хозяйства,...) или объединения водопользователей (АВП, ПК, ...), отражающая требование водопользователя на воду в вегетационный (вневегетационный) период для года со среднемноголетними климатическими условиями.
Плановая водоподача (план)	Количество воды (сток, расход), которое полагается подать в соответствии с планом водопользования (водораспределения).
Поверхностные водные объекты	Постоянное или временное сосредоточение вод на поверхности суши в формах ее рельефа, имеющих границы, объем и водный режим.
Повторные культуры	Сельскохозяйственные культуры, выращиваемые после уборки озимых зерновых и хлопчатника (кормовые культуры, овощи, бахча и т.д.).
Поливная норма	Норма водоподачи на единицу площади сельхозкультуры за 1 полив ($\text{м}^3/\text{га}$).
Поливной гидромодуль	Удельный расход водоподачи на единицу поливной площади в течение 1 полива (л/с на 1га).
Поливной контур	Участок орошаемого поля хозяйства, занятый одним видом сельхозкультуры, расположенный в одном ГМР, питающийся из одного хозяйственного оросителя. Поливной контур – единица водопользования.
Попуски	Периодическая или эпизодическая подача воды из водохранилища для регулирования расхода или уровня воды на нижележащем участке водотока или уровня воды в самом водохранилище.
Почвенно-мелиоративная область	Территория, имеющая одинаковый механический состав почвогрунтов и глубину грунтовых вод.
Прозрачность	Возможность отслеживать действия лиц, принимающих решение по водопользованию и водораспределению.
Проводящая сеть	Система постоянных каналов (магистральные, межассоциационные, ассоциационные, хозяйственные).
Промывная норма	Норма водоподачи на единицу площади для удаления избыточных солей из почвогрунтов ($\text{м}^3/\text{га}$).
Пропускная способность	Максимальный расход, который может пропустить канал.

Расход	Объем воды, протекающий через живое сечение потока в единицу времени (л/с, м ³ /с).
Регулирующая сеть	Временные оросители, выводные борозды, поливные борозды и полосы
Режим орошения	Совокупность числа норм и сроков поливов сельхозкультур и насаждений, а также нормы и сроки водоподачи на промывные и другие виды вневегетационных поливов.
Сбросной канал	Искусственное сооружение, являющееся продолжением распределительной сети и используемое для сброса использованной и излишней воды в русло реки или естественное понижение местности.
План водораспределения	План забора воды из источника орошения и доставки ее по системе каналов до водопользователя
Стейкхолдеры	Лица (физические и юридические), имеющие непосредственное или косвенное отношение к водопользованию и водораспределению.
Сток	Количество воды, протекающее через сечение водотока за какой-либо интервал времени (л, м ³).
Сточные воды	Использованные или поступившие с загрязненной территории воды, сбрасываемые в естественные или искусственные водные объекты или в рельефы местности.
Удельный водозабор (водоподача)	Затраты оросительной воды на комплексный гектар орошаемой площади (м ³ /га).
Фактическая водоподача (факт)	Количество воды (сток, расход) реально полученное водопользователем.
Хозяйство	Сельскохозяйственное предприятие (ФХ, КХ, ДХ, МСК), до границы которого подводит воду служба ирригации АВП

СОКРАЩЕНИЯ

ААК	Араван-Акбуринский канал
АВП	Ассоциация водопользователей
БВО	Бассейновая водохозяйственная организация
БД	База данных
БУ	Балансовый участок
БУВХ	Бассейновое управление водного хозяйства
БУИС	Бассейновое управление ирригационных систем
ВКК	Водный Комитет Канала
ВП	Водопользователь
ВХО	Водохозяйственная организация
ВХС	Внутрихозяйственная сеть
ГВП	Группа водопользователей
ГМР	Гидромодульный район
ГМС	Гидромелиоративная система
ГП	Гидропост
ГУ	Гидроучасток
ИУВР	Интегрированное управление водными ресурсами
ИУС	Информационно-управляющая система
КДС	Коллекторно-дренажная сеть
КПД	Коэффициент полезного действия
МК	Магистральный канал
ММиВХ	Министерство мелиорации и водного хозяйства
ОВП	Объединение водопользователей
ПВ	Планы водопользования (водораспределения)
СВК	Союз водопользователей канала
УИС	Управление ирригационных систем
УК	Управление канала
ФХ	Фермерское хозяйство
ХБК	Ходжа-Бакирганский канал
ЦАР	Центрально-Азиатский регион
ЮФМК	Южно-Ферганский магистральный канал

ОГЛАВЛЕНИЕ

стр.

1.	ВВЕДЕНИЕ	12
2.	ПЛАНИРОВАНИЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ	15
	2.1 ИСХОДНАЯ И РАСЧЕТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	16
	2.2. АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ПЛАНОВ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ	17
	2.3 ПРИМЕР РАСЧЕТА ПЛАНОВ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ	22
3.	ПРОВЕДЕНИЕ ПЛАНОВ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ	26
	3.1. ПОДГОТОВКА ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ	27
	3.2. КОРРЕКТИРОВКА ПЛАНОВ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ	30
	3.2.1. Сезонная корректировка	32
	3.2.2. Декадная корректировка	33
	3.2.3. Внутридекадная корректировка	35
	3.3 РАСЧЕТ И ОРГАНИЗАЦИЯ ВОДООБОРОТА	35
4	ПРИЛОЖЕНИЯ	44-58
	4.1. КЛАССИФИКАЦИЯ	45
	4.2. ПРОБЛЕМЫ СОСТАВЛЕНИЯ, КОРРЕКТИРОВКИ И РЕАЛИЗАЦИИ ПЛАНОВ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ	47
	4.3. ИУС «ФЕРГАНА»	51
	4.4. РЕЖИМЫ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬХОЗКУЛЬТУР	52
	4.5. РАСЧЕТ ПОЛИВНЫХ И ДЕКАДНЫХ ГИДРОМОДУЛЕЙ	55
	4.6. ИНФОРМАЦИЯ ИЗ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ ВОДООБОРОТА	57

1. ВВЕДЕНИЕ

Главная задача эксплуатационной службы оросительных систем — создать условия для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур на орошаемых землях при условии эффективного использования водных и земельных ресурсов.

Для эксплуатации гидромелиоративных систем созданы специальные структуры (эксплуатационные организации) — управления ирригационных систем, управления каналами, гидротехнических узлов, водохранилищ и др.

В состав эксплуатационных организаций входят (прил. 4.1):

- Объекты эксплуатации: технические устройства, предназначенные для забора, распределения, подачи и отвода воды - водохранилища, каналы, узловое сооружения, насосные станции, оросительная и осушительная сеть, коллекторы, дрены, и др.
- Средства эксплуатации: устройства и оснащения, при помощи которых эксплуатируются технические устройства - посты для учета воды, скважины для наблюдений за уровнями грунтовых вод.
- Субъекты эксплуатации: эксплуатационный штат, который проводит работы по эксплуатации и поддержанию гидромелиоративной сети.

На работников службы эксплуатации возложены следующие обязанности:

- Составление и осуществление планов водопользования и водораспределения (далее – планов), совершенствование поливной техники, борьба с потерями воды в системе.
- Проведение ремонтов каналов, лотков, трубопроводов и сооружений, очистка каналов от наносов и растительности, проведение работ по лесонасаждениям вдоль каналов и на узловых сооружениях;
- Предупреждение засоления и заболачивания орошаемых земель, улучшение мелиоративного состояния земель, отвод сбросных вод за пределы системы;
- Защита каналов, сооружений и полос отчуждений от размыва и затопления паводковыми водами: оборудование точек выдела водомерами, совершенствование технических устройств системы, повышение уровня эксплуатации систем, внедрение достижений науки и техники, передового опыта;
- Внедрение механизации эксплуатационных работ, автоматизации и телемеханизации управления на системах;
- Проведение производственных исследований на системах в целях улучшения эксплуатации и совершенствования систем, проведение их паспортизации, кадастровые работы и учет орошаемых земель.

Настоящее «Руководство...» посвящено только вопросам составления, корректировки и реализации планов водопользования и водораспределения. В основе представленного «Руководства ...» лежит традиционная методика составления и корректировки планов водопользования и водораспределения.

Несмотря на то, что традиционная методика составления и корректировки планов

водопользования и водораспределения имеет некоторые недостатки (прилож. 4.2), она пока не имеет альтернативы, пригодной для практики водопользования и водораспределения.

Имеются недостатки и в организации планирования, а также в процессе реализации планов. Эти недостатки в зоне проекта «ИУВР-Фергана» частично решены путем создания «ИУС-Фергана» (прил. 4.3) и новых институциональных структур (АВП, СВК, ВКК).

Благодаря использованию ИУС планы водопользования становятся более детальными. Благодаря новым институциональным структурам повышается роль водопользователей в руководстве водой: они участвуют в процессе принятия решений по водораспределению.

Организационно-технологические этапы руководства и управления водой с участием представителей водопользователей в составе ВКК приведены в табл. 1.

Таблица 1. Организационно–технологические этапы руководства и управления водой

Этап	Вид деятельности	Исполнитель	Результат (выход)
1	Подготовка инфраструктуры УК к сезону (ремонт, очистка и т.д.)	УК, АВП	Рапорт от водопользователей (АВП, ширкаты) о готовности ГМС
2	Формирование исходной информации для составления ПВ	ВП	Исходная информация для ПВ
3	Составление ПВ (определение спроса на воду на расчетный период (год, сезон))	УК	ПВ
	Согласование ПВ с ВКК	ВКК	Протокол
4	Утверждение ПВ	УК	Утверждение ПВ
5	Передача ПВ в вышестоящую ВХО	УК, ВХО	
6	Заключение договоров между УК и водопользователями (АВП, ширкат и прочие) на подачу воды	УК, ВП	Договора на водоподачу
7	Заключение договоров между УК и ВХО на водозабор ²	УК, ВХО	Договор (договора) на водозабор
8	Определение предложения (права на воду) по ПК (водозабор в ПК из источника орошения – канал, водохранилище)	ВХО	Расход (сток) воды на сезон
9	Сезонная корректировка ПВ (определение гарантированного водозабора в ПК и водоподачи из ПК – лимитный водозабор и водоподачи на сезон в разрезе декад вегетационного периода)	УК	Откорректированный сезонный ПВ
10	Согласование откорректированного ПВ с ВКК	ВКК	Протокол согласования
11	Утверждение откорректированного ПВ ³	УК	Утвержденный откорректированный ПВ
12	Определение спроса на расчетную декаду (сбор заявок на воду) по группам отводов	ВП	Заявки ВП по группам отводов
13	Определение предложения (права на воду) по	ВХО	Расход (сток) на

² В Кыргызстане и Таджикистане договор УК на водозабор и водоподачу заключается на плановый водозабор (водоподачу), а в Узбекистане на лимитный водозабор (водоподачу), установленный вышестоящей ВХО (позиция 9).

³ Позиции 9-11 характерны только для Узбекистана

	голове отводов ПК на расчетную декаду (в абсолютных и относительных величинах)	водохранилище	расчетную декаду
14	Декадная корректировка ПВ (расчет лимита на расчетную декаду путем увязки права и заявки на воду) по группам отводов	УК	Декадные плановые лимиты
15	Уточнение спроса на воду (сбор заявок на внутридекадную корректировку ПВ; перераспределение воды между отводами водопользователя в пределах общего лимита на воду, установленного для водопользователя) по отводам	УК, ВП	Уточненные заявки на расчетную декаду
16	Внутридекадная корректировка ПВ (перераспределение воды между отводами водопользователя; уточнение лимитов по ВП/группам отводов)	УК	Уточненные лимиты в разрезе отводов
17	Передача откорректированного ПВ исполнителям (ГУ)	УК	
18	Водоподача по отводам в соответствии с утвержденным лимитом	УК	Акты подачи-приема воды
19	Мониторинг и контроль водораспределения (сбор данных по фактической водоподаче по отводам и водопользователям)	УК	Фактические данные
20	Расчет фактических значений права, заявки и лимита на воду и показателей водораспределения (стабильность среднесуточной вододачи в течение декады, водообеспеченность относительно плана (лимита), стабильность и равномерность водообеспеченности, КПД, удельный водозабор (водоподача))	УК	Показатели водораспределения
21	Рабочие совещания (планерки, заседания правления ВКК, собрания ВКК) по анализу водораспределения (по ГО и ВП) и принятие решения по улучшению водораспределения	УК, ВКК	Протокол совещания

Понятия «руководство», «справедливость» и «право на воду» являются ключевыми. Введение понятия «квота (право) на воду» на наш взгляд, вносит ясность в понимание процесса корректировки ПВ. Однако, водники и водопользователи привыкли называть «лимитом» как то количество воды, на которое они имеют право, так и то количество воды, которое решено подать водопользователю после увязки «предложения» со «спросом», то есть с заявкой, хотя эти «лимиты» имеют разный смысл и могут не совпадать по значению. Поэтому введены термины – «лимит-квота» и «лимит-уставка».

Принцип равенства суммарной водообеспеченности можно также сформулировать как принцип равенства относительных ущербов от дефицита воды. Традиционный принцип пропорциональности можно рассматривать как частный случай принципа равенства суммарной водообеспеченности для случая, когда гидрогеологические условия зоны, подкомандной каналу, слабо варьирует в пространстве и во времени (в течение вегетационного периода). Такая ситуация характерна для ААК и ХБК.

На настоящем этапе развития водораспределения в ЦАР критерием справедливости является равномерность вододачи. Принцип равномерности противоречит принципу экономической оптимальности. Снять это противоречие возможно в будущем через внедрение таких понятий и процессов как фиксированное право на воду, рынок права на воду и торговля правом на воду.

2. ПЛАНИРОВАНИЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Распределение и использование воды во всех звеньях оросительной системы осуществляют на основе информации о спросе на воду. Для определения спроса на воду составляются планы водопользования и планы водораспределения оросительной системы.

Планирование водопользования и водораспределения проводится «снизу–вверх»: начиная с поливного контура до точки водозабора в магистральный канал. При этом, в зависимости от сложности оросительной сети, количество каналов может сильно различаться.

Планы водопользования и водораспределения составляются по сезонам (вегетационный (апрель-сентябрь) и на вневегетационный периоды (октябрь - март)), для среднесезонных климатических условий;

При планировании водопользования и водораспределения учитываются все виды вод (поверхностные, подземные, грунтовые, ...) и все виды водопользователей.

План водораспределения составляют на основе планов водопользования. Он увязывается с режимом источника орошения, пропускной способностью каналов и мелиоративными условиями системы.

В плане водораспределения учитывается спрос на воду как основных (сельскохозяйственных), так и прочих водопользователей, получающих воду как от объединений водопользователей, так и непосредственно из магистральной системы (не через ирригационную службу объединений водопользователей).

Планы водопользования и водораспределения должны составляться, как правило, ежегодно. Однако, по решению вышестоящих водохозяйственных организаций, если исходная информация по годам меняется слабо, они могут составляться 1 раз на несколько лет.

Планы водопользования и водораспределения должны составляться, как правило, отдельно для каждого сезона (на вегетационный и невегетационный периоды) Однако, по решению вышестоящих водохозяйственных организаций, могут составляться и годовые планы, включающие период с февраля (марта) по октябрь (ноябрь) месяцы.

К прочим водопользователям относятся приусадебные участки, заповедники, рыбное хозяйство, гидроэнергетика, коммунально-бытовые и промышленные предприятия и т.д.

План водопользования учитывает состав орошаемых сельхозкультур, почвенно-мелиоративные условия орошаемых земель, технические параметры оросительной системы (КПД, пропускная способность) и т.д.

План водопользования — часть производственного плана водопользователя. Его составляют для организации водообеспечения орошаемых земель в соответствии с утвержденными режимами орошения сельскохозяйственных культур и с учетом организации территории и труда.

В плане водопользования также учитывается спрос на воду прочих водопользователей, получающих воду непосредственно через ирригационную службу АВП.

В зависимости от фактической сложившейся водности источника орошения, а также

погодных и хозяйственных условий в расчетном году планы водопользования и водораспределения корректируются.

Если источник орошения полностью обеспечивает спрос на воду, то все каналы работают постоянно в соответствии с планом водопользования.

При недостатке воды в источнике орошения планы водопользования и водораспределения корректируются: на основе принципов приоритетности и пропорциональности. При этом лимиты - квоты приоритетных водопользователей урезке не подвергаются или урезаются частично.

Корректировка плана водопользования в зависимости от погодных и хозяйственных условий происходит с учетом заявок водопользователей.

В принципе, при существующей практике планирования, значение плановой водоподачи на сезон для ФХ (соответственно для АВП и УК), вытекающий из ПВ, – есть лимит-квота ФХ. Таким образом, лимит-квота ФХ зависит от структуры посевных площадей, технического состояния фермерской сети и применяемой техники орошения, то есть может из года в год меняться.

В этих условиях ФХ не выгодно переходить на выращивание невлаголюбивых культур, повышать КПД оросительной сети, использовать новую технику орошения, так как соответственно снизится его лимит-квота.

Для того, чтобы стимулировать водосбережение, надо зафиксировать лимит-квоту для ФХ. Тогда, наоборот, структура посевных площадей станет зависеть от планового лимита-квоты. То есть, ФХ вынуждено будет «по одежке протягивать ножки», а не наоборот.

2.1. ИСХОДНАЯ И РАСЧЕТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Исходная и расчетная информация для составления плана водопользования:

- Режим орошения сельхозкультур (прил. 4.4) устанавливается с учетом вида культуры, гидромодульного района и климатической зоны.
- Карта (схема) орошаемых земель водопользователя с нанесением оросительной и коллекторно-дренажной сети, точек выдела воды из межхозяйственной сети, гидротехнических сооружений, гидромелиоративных постов.
- Линейная схема и техническая характеристика оросительной сети водопользователя (КПД, пропускная способность).
- Почвенная карта орошаемых земель АВП с нанесением границ хозяйств, поливных контуров и ГМР.
- Структура орошаемых площадей на планируемый год в разрезе гидромодульных районов (ГМР), сельхозкультур и каналов.
- Данные об источниках орошения АВП, включая внутренние источники (родники, скважины, КДС).

- Данные о нормах водоподачи для прочих (несельскохозяйственных) водопользователей («промтехнужды» и др.).
- Расчетной информацией для составления плана водопользования являются поливные и декадные гидромодули сельхозкультур. Они рассчитываются на основе режимов орошения сельхозкультур (прил. 4.5).
- Другая.

Исходная и расчетная информация для составления плана водораспределения:

- Планы водопользования АВП, расположенных в зоне магистральной системы.
- Карта (схема) орошаемых земель оросительной системы с нанесением оросительной и коллекторно-дренажной сети, точек выдела воды из магистральной оросительной системы, гидротехнических сооружений, гидромелиоративных постов (рис. 1).
- Линейная схема и техническая характеристика магистральной оросительной системы (КПД, пропускная способность).
- Данные о нормах водоподачи для прочих водопользователей (приусадебные участки, экология, питьевое водоснабжение, коммунальные службы и т.д.). Нормы водоподачи для прочих водопользователей устанавливаются соответствующими нормативными документами.
- Другая.

**2.2. АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ПЛАНОВ
ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ**

Расчет декадной водоподачи в фермерское хозяйство

1. Расчет декадной водоподачи из фермерского отвода на поливной контур

$$ДВ_{п} = (ДГ_{п} * ОП_{п}) / КПД_{п}, \quad (1)$$

где

$ДВ_{п}$ - декадная водоподача из фермерского канала на поливной контур.

$ДГ_{п}$ - декадный гидромодуль поливного контура.

$ОП_{п}$ – орошаемая площадь поливного контура.

$КПД_{п}$ – коэффициент полезного действия поливного контура

$$КПД_{п} = КПД_{тп} * КПД_{во}, \quad (2)$$

где

$КПД_{тп}$ - КПД техники полива поливного контура.

$КПД_{во}$ - КПД временного оросителя поливного контура.

2. Расчет декадной водоподачи в фермерский канал самого младшего (низшего) порядка

$$ДВ_{ФКН} = \Sigma ДВ_{П} / КПД_{ФКН}, \quad (3)$$

где

$ДВ_{ФКН}$ - декадная водоподача в фермерский канал низшего порядка, подающего воду непосредственно во временный ороситель поливного контура.

$\Sigma ДВ_{П}$ – сумма декадных водоподач на поливные контуры, орошаемые из фермерского канала низшего порядка.

$КПД_{ФКН}$ – коэффициент полезного действия фермерского канала низшего порядка.

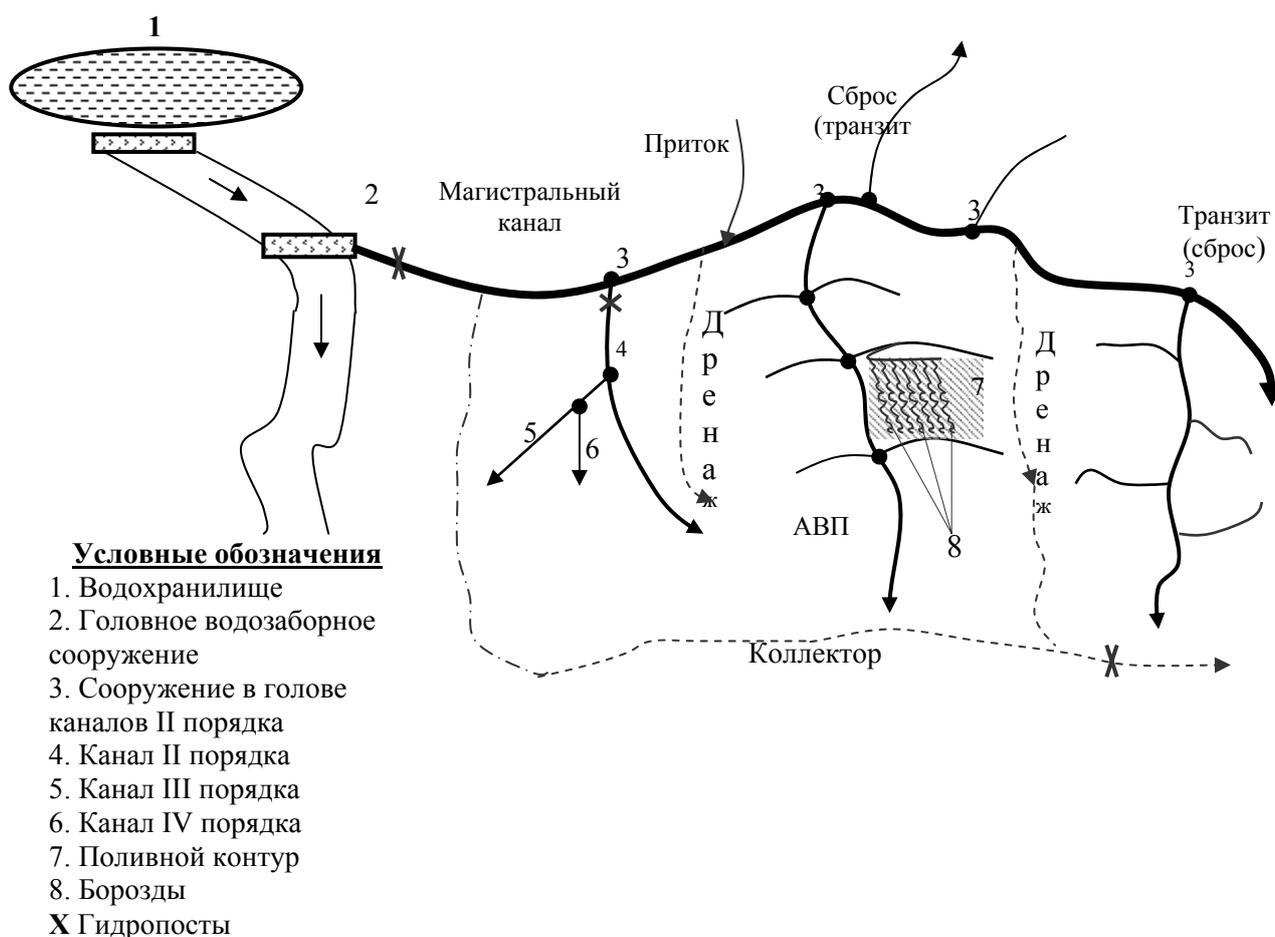


Рис. 1. Схема гидромелиоративной сети

3. Расчет декадной водоподачи в фермерский канал старшего порядка

$$ДВ_{ФКС} = \Sigma ДВ_{ФКН} / КПД_{ФКС}, \quad (4)$$

где

$ДВ_{ФКС}$ - декадная водоподача в фермерский канал старшего порядка, подающего воду фермерским каналам низшего порядка.

$\Sigma ДВ_{ФКН}$ – сумма декадных водоподач в фермерские каналы низшего порядка.

$КПД_{ФКС}$ – коэффициент полезного действия фермерского канала старшего порядка.

При наличии каналов еще более высокого порядка, расчеты продолжаются вплоть до канала высшего порядка, берущего воду непосредственно из источника орошения фермерского хозяйства.

4. Расчет декадной водоподачи в фермерское хозяйство (на границе фермерского хозяйства).

$$ДВ_{ФКС} = \Sigma ДВ_{ФКН} / КПД_{ФКС}, \quad (5)$$

$$ДВ_{Ф} = ДВ_{ФВШ} + ДВ_{ФВТ}. \quad (6)$$

$$ДВ_{ФВШ} = \Sigma ДВ_{ФОВ}, \quad (7)$$

где:

$ДВ_{Ф}$ - декадная водоподача в фермерское хозяйство.

$ДВ_{ФВШ}$ - декадная водоподача в фермерское хозяйство из внешнего источника орошения;

$ДВ_{ФВТ}$ - декадная водоподача в фермерское хозяйство из внутреннего источника орошения;

$\Sigma ДВ_{ФКВ}$ - сумма декадных водоподач в фермерские каналы высших порядков, берущих воду непосредственно из внешних источников орошения данного фермерского хозяйства.

Расчет декадной водоподачи в АВП

5. Расчет декадной водоподачи в канал АВП низшего порядка⁴

$$ДВ_{АКН} = (\Sigma ДВ_{ФКВ} + \Sigma ДВ_{ПКВ}) / КПД_{АКН}, \quad (8)$$

где

$ДВ_{АКН}$ - декадная водоподача в канал АВП низшего порядка, подающего воду непосредственно в каналы фермерского хозяйства и прочих водопользователей.

$\Sigma ДВ_{ФКВ}$ – сумма декадных водоподач в каналы фермерских хозяйств высшего порядка, получающих воду из канала АВП низшего порядка.

$\Sigma ДВ_{ПКВ}$ - сумма декадных водоподач в каналы высшего порядка прочих водопользователей, получающих воду из канала АВП низшего порядка.

$КПД_{АКН}$ – коэффициент полезного действия канала АВП низшего порядка.

6. Расчет декадной водоподачи в канал АВП старшего порядка

$$ДВ_{АКС} = \Sigma ДВ_{АКН} / КПД_{АКС}, \quad (9)$$

где

$ДВ_{АКС}$ - декадная водопода в канал АВП старшего порядка, подающего воду в каналы

⁴ Каналы АВП – это, как правило, бывшие «внутрихозяйственные» каналы.

АВП нижнего порядка.

$\Sigma ДВ_{АКН}$ – сумма декадных водоподач в каналы АВП нижнего порядка;

$КПД_{АКС}$ – коэффициент полезного действия канала АВП старшего порядка.

При наличии отвода АВП еще более высокого порядка, расчеты продолжают вплоть до канала АВП высшего порядка, берущего воду непосредственно из источника орошения АВП.

7. Расчет декадной водоподачи в АВП (на границе АВП).

У АВП, в принципе, могут быть как внешние, так и внутренние источники орошения. Таким образом,

$$ДВ_A = ДВ_{АВШ} + ДВ_{АВТ}; \quad (10)$$

$$ДВ_{АВШ} = \Sigma ДВ_{АКВ} + \Sigma ДВ_{ФКВ}, \quad (11)$$

где

$ДВ_A$ - декадная водоподача в АВП.

$ДВ_{АВШ}$ - декадная водоподача в АВП из внешнего источника орошения;

$ДВ_{АВТ}$ - декадная водоподача в АВП из внутренне источника орошения;

$\Sigma ДВ_{АКВ}$ - сумма декадных водоподач в каналы высшего порядка АВП, берущих воду непосредственно из внешних источников орошения данного АВП.

$ДВ_{ФКВ}$ - сумма декадных водоподач в каналы фермерских хозяйств высшего порядка, получающих воду из внешних источников орошения данного АВП.

Расчет декадного водозабора в магистральный канал

8. Расчет декадной водоподачи в межассоциационный канал⁵ низшего порядка (декадная водоподача из магистрального канала)

$$ДВ_{М^{\wedge}АКН} = \Sigma ДВ_{АКВ} / КПД_{М^{\wedge}АКН}, \quad (12)$$

где

$ДВ_{М^{\wedge}АКН}$ - декадная водоподача в межассоциационный канал низшего порядка, подающего воду непосредственно в каналы высшего порядка АВП и прочим водопользователям.

$\Sigma ДВ_{АКВ}$ – сумма декадных водоподач в каналы высшего порядка АВП, получающих воду из межассоциационного канала низшего порядка

$КПД_{М^{\wedge}АКН}$ – коэффициент полезного действия межассоциационного канала низшего порядка.

⁵ Межассоциационный канал – это, как правило, бывший «межхозяйственный» канал.

9. Расчет декадной водоподачи в межассоциационный канал старшего порядка

$$ДВ_{М^{\wedge}акс} = \Sigma ДВ_{М^{\wedge}акн} / КПД_{М^{\wedge}акс}, \quad (13)$$

где

$ДВ_{М^{\wedge}акс}$ - декадная водопода в межассоциационный канал старшего порядка, подающего воду в межассоциационный каналы нижнего порядка.

$\Sigma ДВ_{М^{\wedge}акн}$ - сумма декадных водоподач в межассоциационный канал нижнего порядка.

$КПД_{М^{\wedge}акс}$ - коэффициент полезного действия межассоциационного канала старшего порядка. При наличии межассоциационного канала еще более высокого порядка, расчеты продолжают вплоть до межассоциационного канала высшего порядка, берущего воду непосредственно из магистрального канала.

10. Расчет декадной водоподачи из магистрального канала.

Водоподача в магистральный канал осуществляется во вторичные каналы, которые могут быть межассоциационными, ассоциационными и фермерскими каналами, а также каналами, подающими воду прочим водопользователям.

$$ДВ_{Мк} = \Sigma ДВ_{М^{\wedge}акв} + \Sigma ДВ_{Акв} + \Sigma ДВ_{Фкв} + \Sigma ДВ_{Пкв}, \quad (14)$$

где

$ДВ_{Мк}$ - декадная водопода из магистрального канала;

$ДВ_{М^{\wedge}акв}$ - декадная водопода из магистрального канала в межассоциационные каналы высшего порядка;

$\Sigma ДВ_{Акв}$ - сумма декадных водоподач в ассоциационные каналы высшего порядка, получающих воду непосредственно из магистрального канала.

$\Sigma ДВ_{Фкв}$ - сумма декадных водоподач в фермерские каналы высшего порядка, получающих воду непосредственно из магистрального канала;

$\Sigma ДВ_{Пкв}$ - сумма декадных водоподач для прочих водопользователей непосредственно из магистрального канала.

11. Расчет декадной водоподачи в магистральный канал.

$$ДВЗ_{Мк} = \Sigma ДВ_{Мк} / КПД_{Мк}, \quad (15)$$

где

$ДВЗ_{Мк}$ - декадная водоподача (головного водозабора) в магистральный канал;

$ДВ_{Мк}$ - декадная водопода из магистрального канала;

$\Sigma ДВ_{Акв}$ - сумма декадных водоподач в ассоциационные каналы высшего порядка, получающих воду непосредственно из магистрального канала.

$КПД_{Мк}$ - коэффициент полезного действия магистрального канала.

12. Расчет декадного стока воды

$$ДС = ДВ * T_{сек} = 0,0864 * ДВ * T_{сут}, \quad (16)$$

где

ДС - декадный сток воды, млн. м³;

ДВ – декадная водоподача (среднедекадный расход воды), м³/с.

T_{сек} – продолжительность расчетной декады в секундах.

0,0864 – переводной коэффициент.

T_{сут} – продолжительность расчетной декады в сутках.

13. Расчет стока воды нарастающим итогом

$$НС = \Sigma ДС, \quad (17)$$

где

НС - сток воды нарастающим итогом за расчетный период (в вегетационный период - с первой декады апреля по расчетную декаду).

ΣДС – сумма декадных стоков воды за расчетный период.

2.3. ПРИМЕР РАСЧЕТА ПЛАНОВ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Расчет декадной водоподачи в фермерское хозяйство

Ниже приведены примеры расчета планов водопользования и водораспределения для условной магистральной системы (рис.2)

Фермерское хозяйство 1 (Ф1)

1. Источники орошения Ф1: канал третьего порядка 111⁶.
2. Каналы, обслуживающие Ф1: каналы четвертого порядка 1111 и 1112.

$$ДВ_{1111} = \Sigma ДВ_{п} / КПД_{1111}$$

3. Аналогично определяется ДВ₁₁₁₂.

$$ДВ_{Ф1} = ДВ_{111} = (ДВ_{1111} + ДВ_{11112}) / КПД_{111},$$

где

ΣДВ_п - сумма декадных водоподач на поливные контуры, орошаемые из фермерского канала 1111;

ДВ_{Ф1} - декадная водоподача в Ф1.

ДВ₁₁₁ - декадная водоподача в канал 111.

ДВ₁₁₁₁ – декадная водоподача в канал 1111.

КПД₁₁₁₁ – коэффициент полезного действия канала 1111.

КПД₁₁₁ – коэффициент полезного действия канала 111.

⁶ Здесь первая единица означает номер магистрального канала, вторая единица – номер канала второго порядка (относительно магистрального канала), третья единица - номер третичного канала и т.д.

Фермерское хозяйство 2 (Ф2)

1. Источники орошения Ф2: канал третьего порядка 112 и второго порядка 11, а также внутрихозяйственный источник – скважина на орошение 2. Особенность Ф2 заключается в том, что он имеет и внутрихозяйственный источник орошения.
2. Каналы, обслуживающие Ф2: каналы четвертого порядка - 1121, 1123 , канал третьего порядка – 115, а также канал 21.
3. Расчет декадных водоподач в каналы Ф2 проводится аналогично тому, как это сделано для Ф1.

$$ДВ_{Ф2} = ДВ_{1121} + ДВ_{1123} + ДВ_{115} + ДВ_{21},$$

где

ДВ_{Ф2} - декадная водоподача в Ф2.

ДВ₁₁₂₁, ДВ₁₁₂₃, ДВ₁₁₅ , – декадная водоподача в хозканалы Ф2 из внешних источников орошения (из системы магистрального канала).

ДВ₂₁ - декадная водоподача в канал 21 из внутрихозяйственного источника орошения Ф2 (из скважины на орошение).

Фермерское хозяйство 3 (Ф3)

1. Источник орошения Ф3: канал третьего порядка 112 (это межфермерский канал, принадлежащий Ассоциации водопользователей номер 1 (А1).
2. Каналы, обслуживающие Ф3: каналы четвертого порядка 1122 и 1124.
3. Расчет декадных водоподач в каналы Ф3 (аналогично тому, как это сделано для Ф1 и Ф2).

$$ДВ_{Ф3} = ДВ_{1122} + ДВ_{1124},$$

где

ДВ_{Ф3} - декадная водоподача в Ф3;

ДВ₁₁₂₂, ДВ₁₁₂₄ – декадные водоподачи в каналы 1122 и 1124.

Фермерское хозяйство 4 (Ф4)

1. Источник орошения Ф4: канал третьего порядка 112.
2. Каналы, обслуживающие Ф4: канал четвертого порядка 1126 и каналы 5 порядка 11251 и 11252, берущие воду из канала 1125.
3. Расчет декадной водоподачи в Ф4.

$$ДВ_{Ф4} = ДВ_{1125} + ДВ_{1126},$$

где

ДВ_{Ф4} - декадная водоподача в Ф4.

ДВ₁₁₂₅, ДВ₁₁₂₆ – соответственно декадные водоподачи в каналы 1125 и 1126.

$$ДВ_{1125} = (ДВ_{11251} + ДВ_{11252}) / КПД_{1125}$$

Расчет декадной водоподачи в АВП (на примере А1)

1. Источник орошения А1: канал второго порядка 11. Внутреннего источника орошения у А1 нет.
2. Каналы, обслуживающие А1: каналы третьего порядка 111, 112, 115.
3. Расчет декадных водоподач в каналы 111 и 115 уже сделан в ходе расчетов спросов на воду для Ф1 и Ф2.
4. Расчет декадной водоподачи в канал 112. Водоподача из канала 112 осуществляется в фермерские хозяйства Ф2 и Ф3, а также прочим водопользователям: на приусадебные участки (канал 1127) и протехнужды (канал 1128).

$$ДВ_{112} = (ДВ_{1121} + ДВ_{1122} + ДВ_{1123} + ДВ_{1124} + ДВ_{1125} + ДВ_{1126} + ДВ_{1127} + ДВ_{1128}) / КПД_{112}$$

5. Расчет декадной водоподачи в АВП1.

$$ДВ_{A1} = ДВ_{111} + ДВ_{112} + ДВ_{115}$$

Расчет декадной водоподачи (головного водозабора) в магистральный канал

$$ДВ_1 = (ДВ_{11} + ДВ_{12} + ДВ_{13} + \dots + ДВ_{1N}) / КПД_1,$$

где

- ДВ₁ - декадная водоподача в магистральный канал;
- ДВ_{1N} – декадная водоподача из последнего (концевого) вторичного канала;
- КПД₁ – КПД магистрального канала;
- ДВ₁₁ - декадная водоподача в межассоциационный канал 11;

$$ДВ_{11} = (ДВ_{111} + ДВ_{112} + ДВ_{113} + ДВ_{114} + ДВ_{115} + ДВ_{116}) / КПД_{11};$$

КПД₁₁ – КПД межассоциационного канала 11.

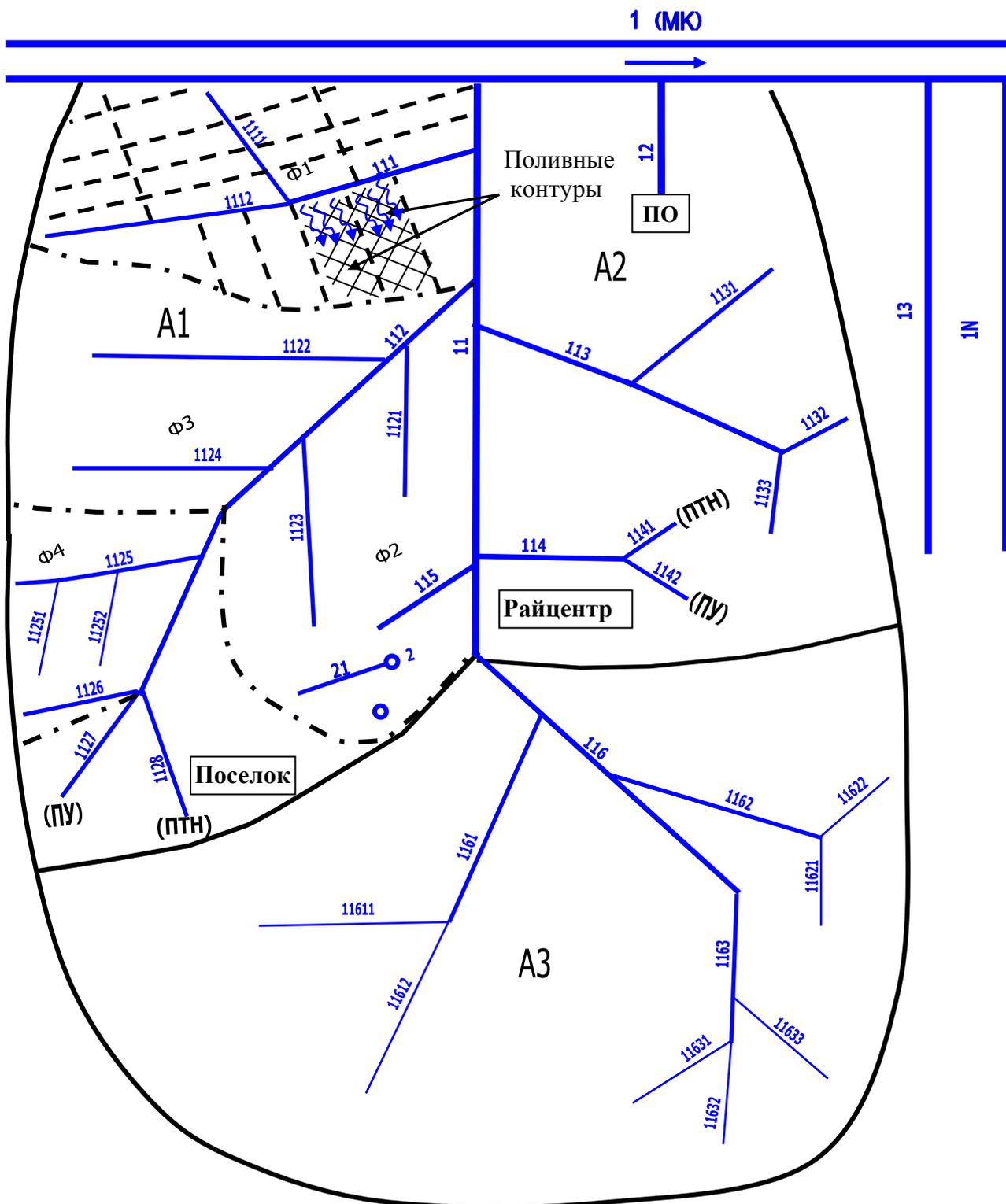


Рис.2. Фрагмент схемы системы магистрального канала

Условные обозначения:

- - внутренний источник орошения
- A1, A2, A3 – ассоциации водопользователей
- Ф1, Ф2, Ф3, Ф4 – фермерские хозяйства
- ПО - промышленный объект
- ПТН - промтехнужды

- ПУ - приусадебные участки
- 1 - магистральный канал (МК)
- 11, 12, 13, 1N - каналы второго порядка
- 111, 112, ... 116 - каналы третьего порядка

3. ПРОВЕДЕНИЕ ПЛАНОВ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ

После составления планов водопользования и водораспределения начинается этап проведения планов, который включает следующие виды деятельности:

- Подготовка оросительной системы.
- Сезонная и оперативная корректировка планов.
- Поставка воды пользователям.
- Мониторинг и оценка водопользования и водораспределения.

Подготовка оросительной системы

В вопросах рационального использования оросительной воды и своевременного проведения поливов на высоком техническом уровне большое значение имеет тщательная подготовка оросительной сети, мелиоративной техники и орошаемых площадей к пуску воды и проведению поливов.

Основные виды работ по подготовке оросительной системы:

- Эксплуатационная планировка полей.
- Ремонт каналов и сооружений.
- Очистка сети от наносов.
- Ремонт водомерных устройств.
- Инструктаж (тренинг) эксплуатационного персонала.

Сезонная и оперативная корректировка планов

Необходимость отступления от намеченных планов водопользования и водораспределения может возникнуть при:

- Изменении площадей сева и состава культур.
- Несовпадении предусмотренных планом метеорологических условий (выпадение осадков, резкое похолодание, появление суховея и гармселей, усиление ветровой деятельности и др.).
- Резких повышении или понижениях уровня грунтовых вод.
- Изменениях водоносности источника орошения, а также при авариях на оросительных системах.

Задача сезонной и оперативной корректировки планов водопользования и водораспределения заключается в том, чтобы справедливо установить лимиты-квоты и лимиты-уставки водопользователям с учетом имеющихся водных ресурсов и заявок водопользователей.

Поставка воды пользователям

Анализ водопользования показывает, что, как правило, на всех пилотных каналах имеет место в большей или меньшей степени отклонение фактических водоподач от установленных лимитов.

При поставке воды пользователям главная задача службы эксплуатации заключается в том, чтобы минимизировать отклонения фактических декадных водоподач от лимитов-уставок с тем, чтобы обеспечить высокий уровень показателей

- Стабильности,
- Равномерности и
- Эффективности водопдачи.

При изменениях водоносности источника орошения или в случае аварий на системе водоподачу регулируют по специальным указаниям, установленным для системы органами,

утверждающими планы водораспределения.

Водопользователи должны быть предупреждены об изменениях водоподдачи; они соответственно изменяют свои планы поливов. Если резко уменьшается водоподдача, следует разработать специальные мероприятия мобилизационного порядка, дающие возможность наиболее экономно использовать воду в хозяйстве.

В случаях вынужденного временного увеличения водоподдачи пользователь должен принять воду и провести дополнительные поливы таких полей и культур, для которых форсировка не опасна.

Если необходимо временно сократить подачу воды по внутренним причинам, АВП обязан заблаговременно (за 2 - 3 дня) заявить об этом руководству гидроучастка.

Мониторинг и оценка водопользования и водораспределения

Мониторинг и оценка водопользования и водораспределения нужны для того, чтобы принимать эффективные и справедливые решения при оперативной корректировке планов водопользования и водораспределения на предстоящую декаду, сезон, год.

Основными показателями водораспределения являются

- Водообеспеченность.
- Стабильность.
- Равномерность.
- КПД.
- Удельная водоподдача.
- Продуктивность воды и др.

Этапу проведения планов водораспределения присуща слабая прозрачность: корректировка "сверху-вниз" осуществляется, как правило, без участия или при слабом участии нижерасположенных структур, т.е. на республиканском уровне определяется лимит для областей, на областном уровне – для районов и т.д. Анализ показывает, что при этом лимиты-квоты и лимиты-уставки устанавливаются не всегда строго в соответствии с принципом пропорциональности.

Поэтому на этом этапе особенно важна роль общественности (водопользователей и других заинтересованных сторон), которая должна всемерно способствовать соблюдению принципов стабильности, равномерности и эффективности водораспределения. Для этого в рамках проекта созданы такие институциональные структуры как СВК и ВКК.

Образование в рамках проекта «ИУВР-Фергана» Управлений каналов (УК), СВК и ВКК на ЮФМК, ААК и ХБК создало предпосылки для решения организационных проблем водораспределения. Создание этих структур – не самоцель. Они нужны для того, чтобы создать условия (прозрачность, открытость) для решения основной цели - обеспечения справедливого (равномерного), стабильного и эффективного водораспределения.

3.1. ПОДГОТОВКА ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Ремонт и очистка гидросооружений и устройств

Подготовительные работы начинают с приведения в нормальное техническое состояние всей оросительной, коллекторно-дренажной и сбросной сети с сооружениями на них.

Кроме ремонта каналов и сооружений в осенне-зимний период, их очищают от наносов и растительности; весной оснащают водораспределительными и водорегулирующими приспособлениями и устройствами, а также оборудуют водоизмерительными приборами.

Особое внимание уделяют оснащению водомерными устройствами точек водовыдела. На все сооружения, предназначенные для учета воды, составляют или уточняют тарифовочные таблицы или графики.

Эксплуатационная планировка полей

Орошаемую площадь к началу поливов выравнивают. Для этого ежегодно необходимо проводить эксплуатационную планировку поливных, площадей, которая позволяет уничтожить на полях свальные гребни, разъемные борозды, остатки временной оросительной сети.

Эксплуатационную планировку полей проводят после уборки сельскохозяйственных культур во второй половине лета или осенью; проводить планировочные работы весной не рекомендуется. Повышенная влажность почвы в это время затрудняет работу планировщиков, увеличивает степень уплотнения почвы и снижает качество планировки. Кроме того, в весенний период из-за планировочных работ отодвигаются сроки посева сельскохозяйственных культур, иссушается поверхностный слой почвы.

Инструктаж

Очень большое значение в подготовительный период имеет инструктаж эксплуатационного персонала. Инструктаж проводят старшие инженеры системы. На совещания приглашаются, кроме участковых работников системы, местные агрономы. На таких совещаниях должен быть подробно рассмотрен план и установлен конкретный порядок проведения плана в жизнь. Особенное внимание при этом должно быть уделено напряженным (критическим) периодам работы системы. Для них следует заранее указать, как, в какое время проводить операции по водопользованию на узлах и в хозяйствах.

Открытие канала

Перед началом поливного сезона специальные комиссии проверяют готовность оросительных систем к пуску воды. Обнаруженные при проверке недостатки устраняют в сроки, установленные комиссией.

Первая операция по водораспределению в порядке последовательности — проверка готовности системы к приему воды и возможностей маневрирования ее расходами. Такую проверку возможностей и состояния основных узлов и ответственных участков, опробование сооружений, механизмов и сигнализационной аппаратуры осуществляют главный инженер и штатные диспетчеры системы путем объезда участков и осмотра сооружений. В случаях обнаружения недостатков в отдельных частях системы определяют необходимые объемы и сроки ремонтных работ.

Установленные планом сроки открытия системы следует считать только ориентировочным расписанием работы каналов. Непосредственно перед открытием каналов эти сроки необходимо уточнить. Поправки вносит начальник системы на основе ознакомления с общим ходом весенних сельскохозяйственных работ в районах орошения и определения ожидаемой потребности в воде на предпосевной период.

Фактический срок пуска воды в систему объявляется специальным приказом по системе. При этом назначают два срока — срок открытия каналов и срок первой подачи воды в хозяйства.

По первому сроку воду пускают только в магистральную сеть. Пуск осуществляют постепенно, медленно повышая горизонты; весь расход воды подводят к узлам командования и направляют в сбросы. Накопляющийся при первом пуске воды мусор и посторонние плавающие предметы удаляют; на узлах осматривают сооружения и каналы при заполнении их водой.

После того как первый пуск воды осуществлен, каналы системы наполнились водой, а узлы опробованы и исправно работают, приступают к подаче воды в хозяйства. Водопользователи должны быть заранее предупреждены о времени первого пуска воды в хозяйственные отводы.

Наполнение каналов при пуске воды проводят постепенно: на малых каналах расходы воды увеличивают не более, чем на 20%, а на больших — не более чем на 10% от нормального уровня. 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 и узлам 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 пользователям по их заявкам.

Диспетчерский график

Распределение воды на системе осуществляют на основе диспетчерского графика по прямым указаниям диспетчера. Диспетчерские графики составляют на каждую декаду в соответствии с утвержденным 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 пользователю. 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 возлагается на дежурного диспетчера. Ежедневно по данным измерения расходов и уровней воды в источнике орошения он определяет размер возможного водозабора.

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

В соответствии с установленным балансом водораспределения дежурный диспетчер дает распоряжение на эксплуатационные участки по вододелению между узлами 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.

Все дальнейшие операции по водозабору и водораспределению выполняют в соответствии с планом по прямым распоряжениям дежурного диспетчера системы.

3.2. КОРРЕКТИРОВКА ПЛАНОВ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Необходимость отступления от намеченных планов водопользования и водораспределения может возникнуть в следующих случаях:

- При выпадении осадков значительной интенсивности и продолжительности может выявиться возможность или отодвинуть срок полива, или снять полив. Этот вопрос разрешает Совет АВП. Об изменениях, внесенных АВП в план полива, ставят в известность УК через заявки.
- В таком же порядке корректируют план водопользования, если резко снизилась температура воздуха. При похолодании может быть или отодвинут срок полива, или уменьшены нормы полива.
- При продолжительных засухах требуются дополнительные поливы и повышенные поливные нормы. В этом случае устанавливают сроки дополнительной подачи. Разрешение на это дает УК.
- При резком повышении уровня грунтовых вод, вследствие чего можно ожидать увеличения размеров подпитывания, следует пересмотреть поливной режим того поля, где поднялись грунтовые воды, в сторону сокращения водоподдачи (снять последние поливы, уменьшить поливные нормы и т. д.).

Возможность компенсации воды, не взятой в предыдущий период, путем дополнительной подачи в последующие периоды, устанавливается при оперативной корректировке планов водораспределения с учетом предложения и спроса.

Уточнение посевных площадей по оросительной системе для летнего периода должно быть закончено до 1 июня, а для зимнего периода—до 1 декабря.

При изменении природно-хозяйственных условий планы водопользования и водораспределения подвергаются корректировке. При этом не ирригационные водопользователи (культурно-технические и экологические нужды) имеют приоритет и «урезке», как правило, не подлежат.

Виды корректировок

В зависимости от времени различают следующие виды корректировок:

- Сезонную
- Декадную и
- Внутридекадную.

В зависимости от целей различают корректировку:

- Права на воду (лимита-квоты)⁷ и
- Спроса на воду.

Корректировка планов водопользования и водораспределения проводится при:

⁷ «Лимиты», устанавливаемые министерством для ЮФМК и «проценты вододеления», используемые на ХБК, по существу являются лимитам-квотами на воду.

- Устойчивом отклонении показателей водоносности источника орошения от плановых размеров, на основании уточненных месячных прогнозов водности источников орошения (при этом проводится корректировка права на воду и определяются лимиты-квоты на воду)
- Изменении
 - o Размеров площади орошения или ее состава на основании данных фактического сева сельхозкультур.
 - o Условий агротехники и мелиоративного состояния орошаемой территории, что может вызвать необходимость изменения водопотребления в ту или иную сторону.
 - o Метеорологических показателей расчетного года от среднесезонных (значительном выпадении осадков, высоких температурах воздуха и т.д.), В этих случаях происходит корректировка спроса на воду на основе заявок водопользователей).

Принципы водораспределения

Если суммарные заявки водопользователей на воду превышают прогнозные запасы водных ресурсов (установленные лимиты водозабора) источников орошения, то оперативное водораспределение осуществляется на основе принципа

- Приоритетности определенной группы водопользователей и
- Пропорционального сокращения водоподачи неприоритетным водопользователям.

К приоритетным водопользователям относятся:

- Промышленные предприятия.
- Гидроэлектростанции.
- Коммунально-бытовые службы городов и поселков.
- Рыбные хозяйства.
- Санитарные попуски.
- Отдельные представители сельскохозяйственных водопользователей, занимающиеся семеноводством, выращиванием лекарственных трав и других особо ценных культур.

По решению органов, утверждающих планы водопользования оросительных систем, в эту группу могут быть включены и другие водопользователи или исключены отдельные из вышеперечисленных водопользователей.

Имеющийся общий дефицит водных ресурсов должен быть распределен между остальными категориями водопользователей, водоподача которым должна осуществляться на основе следующих критериев:

- Пропорционально водообеспеченности источника орошения относительно суммарной заявки потребителей на водоподачу;
- В соответствии с коэффициентами приоритетности.

Коэффициенты приоритетности могут приниматься на основе

- Экспертных оценок водохозяйственных или сельскохозяйственных органов;
- Оценки ожидаемого экономического ущерба от дефицита водных ресурсов и принципов его распределения между водопользователями.

Критерии водораспределения и коэффициенты приоритетности устанавливаются в каждом конкретном случае органами, утверждающими планы водопользования и водораспределения оросительных систем.

3.2.1. Сезонная корректировка

Корректировка права на воду (лимита-квоты)

Сезонная корректировка лимита-квоты на воду проводится по результатам уточненного прогноза о водоносности источника орошения на планируемый период (вегетацию).

Сезонная корректировка лимита-квоты на воду по системе и водопользователям происходит на основе принципов приоритетности и пропорциональности с учетом, установленных межгосударственными соглашениями, лимита-квоты на водозабор (коэффициента пропорциональности на сезон) и планов водопользования и водораспределения, определивших потребности водопользователей в оросительной воде.

$$\text{ДЛКс} = \text{Ксм} * \text{ДВп}, \quad (18)$$

где

ДЛКс – декадная лимит-квота (результат сезонной корректировки плана водопользования (водораспределения));

Ксм – коэффициент пропорциональности на сезон по магистральному каналу (сезонный лимит-квота магистрального канала в относительных величинах);

ДВп – декадная водоподача из сезонного плана водопользования (водораспределения).

Бассейновые управления ирригационных систем устанавливают лимиты-квоты по районам Управлений ирригационных систем, а последние устанавливают лимиты-квоты для АВП. АВП, в свою очередь, устанавливают лимиты-квоты для каналов АВП, фермерских (крестьянских, дехканских) хозяйств, находящихся на их территории.

Лимит-квота для ФХ может рассчитываться на основании двух принципов (если эти правила одобрены общим собранием водопользователей АВП):

- Принцип равной водообеспеченности – традиционный принцип пропорциональности, при котором лимит-квота для ФХ определяются умножением единого для всего АВП коэффициента пропорциональности на плановые декадные водоподачи.*
- Принцип равной суммарной водообеспеченности (или равного относительного ущерба) – альтернативный принцип, при котором расчет лимита-квоты происходит с учетом доли водоподачи из внутренних (местных) источников орошения и доли подпитки сельхозкультур за счет грунтовых вод (учет гидромодульного района), то есть лимиты-квоты для фермерских хозяйств может дифференцироваться, так как больше отвечает принципу справедливости.*

Что касается выбора принципа расчета лимита-квоты для АВП, то он в перспективе может стать компетенцией ВКК.

Корректировка спроса на воду

Сезонная корректировка спроса на воду проводится после того, как окончательно установлена структура фактически орошаемых площадей сельхозкультур водопользователей (с учетом повторных посевов) (начало лета – июнь).

Изменения плановых площадей сева следует вносить в план только после утверждения их правлением АВП. Они должны рассматриваться как новые задания на орошение.

Если в результате пересчетов новые требования на воду не превышают 5% первоначального плана, то никаких пересчетов водоподачи не делают.

При больших отклонениях от плана, величины новых расходов воды согласовывают с управлением оросительной системы и вносят на утверждение.

3.2.2. Декадная корректировка

Расчет декадного лимита-квоты

Оперативная корректировка декадного лимита-квоты для магистрального канала (коэффициента пропорциональности на декаду) проводится вышестоящей организацией в зависимости от изменения водоносности источника орошения. При этом учитывается и сосредоточенный (измеряемый сток) боковой приток в магистральный канал. Боковой приток в виде возвратной воды (неизмеряемый сток) учитывается через КПД участков магистрального канала.

Оперативная корректировка декадного лимита-квоты по районам и далее по АВП и другим водопользователям проводится с учетом декадного лимита-квоты для магистрального канала на основе принципа пропорциональности.

$$ДЛКд = Кдм * ДВп, \quad (19)$$

где

ДЛКд – декадный лимит-квота (результат оперативной корректировки плана водопользования (водораспределения));

Кдм – коэффициент пропорциональности на сезон по магистральному каналу (декадный лимит-квота магистрального канала в относительных величинах);

ДВп – декадная водоподача из сезонного плана водопользования (водораспределения).

Далее, декадный лимит-квота АВП уточняется с учетом фактической водоподачи за период, предшествующий расчетной декаде (может быть так, что водопользователь в предшествующих декадах фактически недобрал (или перебрал) воду относительно своего лимита-квоты).

Декадная заявка

Корректировка декадного спроса на воду (рис. 3) по АВП проводится на основе заявок от АВП на расчетную декаду. Заявка на воду от АВП формируется на основе декадных заявок фермерских хозяйств и прочих водопользователей.

$$ДЗ_А = \Sigma ДЗ_Ф + \Sigma ДЗ_П, \quad (20)$$

где

ДЗ_А – декадная заявка на воду от АВП;

ΣДЗ_А, ΣДЗ_П – сумма декадных заявок на воду соответственно фермерских хозяйств и прочих водопользователей.

Декадная заявка на воду отражает декадный спрос на воду у водопользователя в зависимости от сложившихся природно-хозяйственных условий.

Декадные заявки от АВП должны поступить в УК не позднее, чем за 3 суток до начала расчетной декады. Отсутствие декадной заявки, в зависимости от сложившихся на практике правил, может расцениваться двояко:

- Спроса на воду нет (идут дожди, прохладная погода);
- Декадный лимит-квота соответствует декадной заявке.

В первом случае подача декадной заявки является правилом, а отсутствие заявки – исключением из правила⁸.

Во втором случае подача декадной заявки является исключением из правила, а отсутствие заявки – правилом⁹.

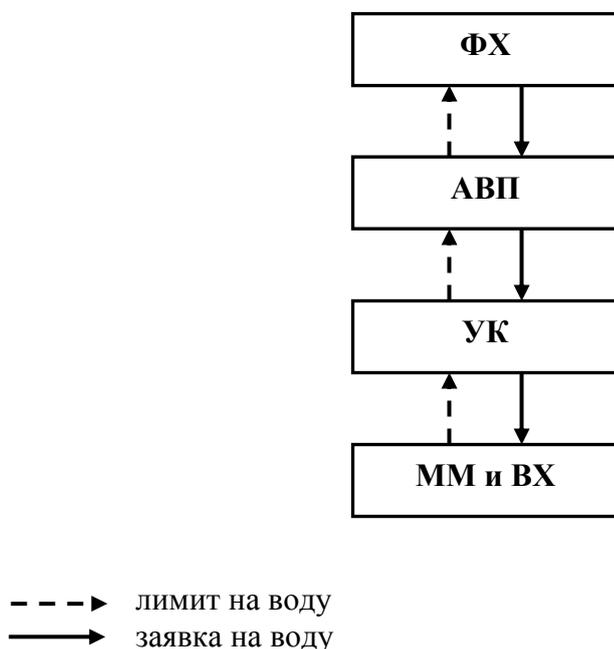


Рис. 3. Схема формирования спроса на воду (заявки) и лимита на воду (лимиты-квоты, лимиты-уставки)

При отсутствии оперативной заявки от водопользователя за нее принимается плановая водоподача.

Расчет декадного лимита-уставки

Расчет декадного лимита-уставки проводится путем увязки квоты на воду с заявками на воду от АВП:

- Если сумма декадных заявок по АВП больше, чем лимит-квота МК, то декадные лимиты-уставки АВП равны пропорционально урезанным заявкам АВП (с учетом фактических водоподач в предыдущие декады и других факторов).

⁸ Этот подход приемлем для ЮФМК и ААБК. В практике ЮФМК заявка от АВП в БУИС подается два раза. Первая заявка – без привязки спроса на воду к каналам. Вторая заявка подается после того, как суммарные лимиты-уставки уже «спущены» АВП. Вторая заявка – эта информация о том, как лимиты-уставки распределены между каналами АВП.

⁹ Этот подход приемлем для ХБК.

- Если сумма декадных заявок по АВП меньше (или равно), чем лимит-квота МК, то декадные лимиты-уставки АВП равны декадным заявкам АВП.

После расчета декадных лимитов-уставок АВП проводится расчет декадных лимитов-уставок по каналам АВП и водопользователям АВП.

3.2.3. Внутридекадная корректировка

В течение декады допускается перераспределение воды между каналами АВП в пределах лимитов-уставок, установленных для АВП.

Перераспределение воды между каналами АВП осуществляется с согласия подразделений УК (гидроучастков) на основе вторичных (внутридекадных) заявок.

Внутридекадные заявки на воду от АВП, сформированные на основе заявок на воду от ФХ, подаются на гидроучастки за сутки до изменения режима водоподачи в канал.

Возможность перераспределения воды между каналами АВП осложняет процесс водораспределения, но повышает гибкость управления водой и ее продуктивность.

Необходимость во внутридекадной корректировке вызывается как природными (дожди, возвратный сток), так и хозяйственными факторами (поля не готовы к поливу, потому что не успели нарезать борозды или были перебои с поставкой удобрений и т.д.).

3.3. РАСЧЕТ И ОРГАНИЗАЦИЯ ВОДООБОРОТА

Основным видом подачи воды водопользователю считается плановая подача непрерывным током. В АВП вода непрерывным током доводится до точек выдела воды в фермерские хозяйства (или в группу водопользователей – ГВП). Внутри фермерских хозяйств (или ГВП) вода поочередно подается на участки единовременного полива и обработки в соответствии с ходом полевых работ (по планам полива — обработки).

Очередное водораспределение (водооборот между АВП) следует проводить только в случаях резко выраженного недостатка воды, когда потери в сети вследствие недостаточного наполнения каналов заметно возрастают.

Существует много теоретических схем очередного водораспределения — водооборота. Наиболее простой и практической схемой очередного водораспределения следует считать водооборот двух- или трехтактный, основанный на очередной подаче воды на распределительные узлы. При этой схеме магистральные каналы работают непрерывно, воду же на распределительные узлы подают по очереди.

Для установления очередности подачи воды распределительные узлы системы объединяют в две или три группы (очереди) и продолжительность подачи воды каждой очереди назначают пропорционально плановой подаче воды в АВП. В это время на все выключенные узлы воду не подают совсем, на узлах усиливают охрану и контроль за их работой. Водопользователей, включенных в очередь, своевременно предупреждают о сроке закрытия и открытия каналов.

При больших недостатках воды (при остро выраженном маловодье) на узлах командования устанавливают специальную охрану.

Водооборот широко используется в практике вододеления как за рубежом, так и в ЦАР. В Кыргызстане (Ошская, Джалалабадская области) водооборот называют «авроном», в Узбекистане (Кашкадарьинская область) – «авандозом», в Таджикистане (Согдийская область) - «об гардоном».

При нормальной водообеспеченности (нет дефицита воды) водооборот используется лишь на самых низких уровнях вододеления: между поливными контурами, временными оросителями и участковыми распределителями¹⁰.

При углублении дефицита воды, целесообразно водооборот использовать и на каналах более высокого порядка¹¹, включая водооборот между гидроучастками магистрального канала.¹²

Виды водооборота (см. рис.2)

Водооборот вводится между

- Поливными контурами (например между поливными контурами Ф1);
- Фермерскими каналами (например между каналами 1111 и 1112);
- ФХ (например, между Ф2, Ф3 и Ф4. В этом случае водоподача в каналы 1127 (водоподача на приусадебные участки) и 1128 (водоподача на промтехнужды) осуществляется постоянным током, а в каналы Ф2 (1121, 1123), Ф3 (1122, 1124) и Ф4 (1125, 1126) подается поочередно);
- АВП (например, между А1, А2 и А3. В этом случае водоподача в каналы 114 (водоподача на приусадебные участки и промтехнужды) осуществляется постоянным током, а в каналы 111, 112, 113, 114, 115, 115 подается поочередно, причем при этом эти каналы могут группироваться);
- Районами (предположим, что каналы 11, 12, и 13 и 1N находятся в разных районах. Тогда водоподача в канал 12 (водоподача на промышленный объект) осуществляется постоянным током, а в каналы 11, 13 и 1N – поочередно). Если из магистрального канала вода транзитом подается в другую систему, то она (транзитная водоподача) также, как водоподача на промышленный объект, в водообороте не участвует.
- Магистральными каналами.

Эффективность водооборота

Эффективность использования водооборота вызвана тем, что он снижает технические потери воды, которые могли бы иметь место при непрерывной подаче воды меньшими расходами¹³.

Наряду с этим существенно снижаются эксплуатационные (организационные) потери. Происходит это потому, что при водообороте легче мобилизовать водников и водопользователей для осуществления контроля за водораспределением.

Благодаря вышеназванным достоинствам водооборота в известной степени удается решить проблему "голова-конец", которая заключается в том, что водопользователи, находящиеся в

¹⁰ Вызвано это тем, что в противном случае надо было бы существенно увеличить размеры участковых распределителей и временных оросителей, а это экономически не выгодно (прил.б.).

¹¹ Несмотря на то, что при этом неизбежно могут ухудшаться условия водообеспечения орошаемых культур, введение водооборота выгодно с точки зрения снижения технических и организационных потерь воды.

¹² Этот вид водооборота используется на ЮФМК (между концевыми гидроучастками), ХБК (межрайонный водооборот), ААК (водооборот между 1 и 3 участками ААК).

¹³ Известно, что при снижении расхода воды в канале повышаются относительные потери воды и соответственно снижается КПД канала. Для уточнения КПД канала предложены соответствующие формулы, однако на практике в расчетах КПД канала принимается величиной постоянной. Мы также для простоты примем КПД канала величиной постоянной.

концевой части канала, как правило, ущемлены в воде по сравнению с хозяйствами, расположенными в голове канала.

Элементы водооборота

Коэффициент водообеспеченности системы – лимит-квота (при жестком дефиците воды - она же лимит-уставка), равная отношению установленной расчетной декадной водоподачи в систему к плановой декадной водоподаче.

Чередующиеся единицы – участники водооборота, которым поочередно подается вода (поливной контур, канал, совокупность каналов АВП, района и т.д.).

Число тактов водооборота – число, равное количеству чередующихся единиц (наиболее простым и распространенным является двухтактный и трехтактный водообороты).

Период водооборота – продолжительность цикла, в течение которого вода делает полный оборот между чередующимися единицами (как правило, период водооборота принимается не более декады).

Продолжительность такта водооборота для чередующейся единицы – часть цикла (периода) водооборота, в течение которого вода поступает в зону чередующейся единицы.

Расчетный расход водооборота – расход воды (брутто), поочередно поступающий чередующимся единицам (в голову системы (участка системы)), на котором вводится водооборот.

Схема организации водооборота

Независимо от уровня вододеления схема водооборота выглядит следующим образом:

1. Водоподводящий канал старшего порядка работает непрерывно;
2. Вода водоподводящего канала старшего порядка в каналы младшего порядка подаются по очереди.
3. Каналы младшего порядка, для установления очередности подачи воды, объединяют в чередующиеся единицы по следующим признакам:
 - Максимальная пропускная способность одновременно работающих каналов позволяет принять форсированный (при поочередной подаче) расход;
 - Действующая длина каналов в установленной группе должна быть наименьшей;
 - Расходы воды (нетто) отдельных групп распределителей должны быть примерно одинаковыми.
4. Из водооборота исключается транзитный расход воды и водоподача на протехнужды.
5. Расчетный расход водооборота устанавливается с учетом бокового притока в магистральный канал,
6. Расчетные расходы в каналы, работающие в одной очереди, устанавливаются пропорционально декадным лимитам-уставкам, установленным в результате оперативной корректировки.
7. Продолжительность подачи воды каждой очереди назначают пропорционально лимитам-уставкам.

Расчет водооборота

Исходная информация:

1. Схема (или фрагмент схемы) оросительной системы, где вводится водооборот.

2. Данные о декадных лимитах-установках на орошение (далее – лимиты-установки) по каналам младшего порядка, куда вода подается поочередно: $ДЛУ_{к1}, ДЛУ_{к2}, \dots, ДЛУ_{км}$, где $1, 2, \dots, m$ – номера каналов младшего порядка. Декадные лимиты-установки устанавливаются в результате оперативной декадной корректировки плана водораспределения с учетом бокового притока, транзита, санпопусков и т.д.
3. Данные о декадных лимитах-установках на протехнужды по каналам младшего порядка, куда вода подается поочередно: $ПТН_{к1}, ПТН_{к2}, \dots, ПТН_{км}$.
4. Данные о КПД участков канала старшего порядка, куда вода подается на постоянной основе: $КПД_{у1}, КПД_{у2}, \dots, КПД_{ун}$, где $1, 2, \dots, n$ – номера участков водооборота.
5. Пропускная способность каналов младшего порядка (ПСК);

Алгоритм расчета

Каналы младшего порядка, участвующие в водообороте, объединяются в группы каналов, расположенные на участке водооборота и вода в которые будет подаваться одновременно в течение такта водооборота;

1. Определяются декадные лимиты-установки (нетто) по участкам водооборота ($ДЛУ_y$).

$$ДЛУ_y = \sum ДЛУ_{к}, \quad (21)$$

где

$\sum ДЛУ_{к}$ – сумма декадных лимитов-установок в головы каналов 1 участка водооборота.

2. Определяется КПД отрезка магистрального канала, который «работает» в каждом такте водооборота ($КПД_{т}$).

$$\left. \begin{aligned} КПД_{т1} &= КПД_{у1} \\ КПД_{т2} &= КПД_{у1} * ДЛУ_{у2} \\ КПД_{тр} &= КПД_{у1} * ДЛУ_{у2} * КПД_{ун} \end{aligned} \right\} \quad (22)$$

где

P – номер такта водооборота.

3. Определяется расчетный расход водооборота (РРВ) (декадный лимит-установка в голове канала старшего порядка, подаваемый поочередно на участки водооборота):

$$РРВ = ДЛУ_{у1} / КПД_{т1} + ДЛУ_{у2} / КПД_{т2} + \dots + ДЛУ_{ун} / КПД_{тр}$$

где

$ДЛУ_{у1}, ДЛУ_{у2}, \dots, ДЛУ_{ун}$ - декадные лимиты-установки (нетто) по, соответственно, 1, 2, ..., n-ому участкам водооборота.

4. Проводится расчет продолжительности тактов водооборота по участкам ($ПТВ_p$).

$$\left. \begin{aligned} ПТВ_{т1} &= ДЛУ_{у1} * ПВ / РРВ * КПД_{т1}; \\ ПТВ_{т2} &= ДЛУ_{у2} * ПВ / РРВ * КПД_{т2}; \\ ПТВ_{тр} &= ДЛУ_{ун} * * ПВ / РРВ * КПД_{тр}, \end{aligned} \right\} \quad (23)$$

где

$ПТВ_{T_1}, ПТВ_{T_2}, \dots, ПТВ_{T_p}$ – продолжительность, соответственно, 1, 2, ..., p – го такта водооборота;

$ПВ$ – период водооборота. Обычно период водооборота равен расчетной декаде (в сутках) за вычетом времени, необходимого для регулирования расхода и добегания воды.

5. Проводится расчет лимита-уставки при водообороте в каждый канал младшего порядка (ЛУВК).

Лимит-уставка при водообороте в каждый канал младшего порядка, расположенного на 1 участке, определяется по формуле

$$ЛУ_{ВК} = РРВ * ДЛУ_{К} * КПД_{T_1} / ДЛУ_{У_1} \quad (24)$$

Лимит-уставка при водообороте в каждый канал младшего порядка, расположенного на 2 участке, определяется по формуле

$$ЛУ_{ВК} = РРВ * ДЛУ_{К} * КПД_{T_2} / ДЛУ_{У_2} \quad (25)$$

Лимит-уставка при водообороте в каждый канал младшего порядка, расположенного на n -ом участке, определяется по формуле

$$ЛУ_{ВК} = РРВ * ДЛУ_{К} * КПД_{T_p} / ДЛУ_{У_n} \quad (26)$$

6. Проводится расчет суммарного лимита-уставки при водообороте (орошение + протехнужды) в каждый канал младшего порядка.

$$\left. \begin{aligned} \Sigma ЛУ_{ВК_1} &= ЛУ_{ВК_1} + ПТН_{К_1} \\ \Sigma ЛУ_{ВК_2} &= ЛУ_{ВК_2} + ПТН_{К_2} \\ \Sigma ЛУ_{ВК_m} &= ЛУ_{ВК_m} + ПТН_{К_m} \end{aligned} \right\} \quad (27)$$

7. Проводится сопоставление суммарного лимита-уставки при водообороте (орошение + протехнужды) в каждый канал младшего порядка с пропускной способностью канала. Суммарный расход в каждый канал младшего порядка при водообороте должен быть меньше или равен пропускной способности этого канала. То есть

$$\left. \begin{aligned} \Sigma ЛУ_{ВК_1} &\text{ должен быть меньше или равен } ПСК_1 \\ \Sigma ЛУ_{ВК_2} &\text{ должен быть меньше или равен } ПСК_2 \\ \Sigma ЛУ_{ВК_m} &\text{ должен быть меньше или равен } ПСК_m \end{aligned} \right\} \quad (28)$$

В противном случае необходимо пересмотреть схему организации водооборота.

8. Расчет технической эффективности водооборота.

$$\begin{aligned} \Delta C_{Э} &= 0.0864 * РРВ * (КПД_{T_1} * ПТВ_{T_1} + \\ &+ КПД_{T_2} * ПТВ_{T_2} + КПД_{T_p} * ПТВ_{T_p} - КПД_{T_p} * ПВ), \end{aligned} \quad (29)$$

где

$\Delta C_{э}$ – сток воды, сэкономленный в результате введения водооборота в расчетной декаде.

Пример расчета

Исходная информация:

1. Схема оросительной системы¹⁴ и исходная информация для расчета водооборота приведены на рис. 4 и в табл. 2.
2. Водообеспеченность системы магистрального канала равна 60%. В результате оперативной корректировки плана водораспределения установлены лимиты-уставки в разрезе вторичных каналов и водопользователей.
3. Целесообразно ввести двухтактный водооборот.
4. Период водооборота - 10 суток.

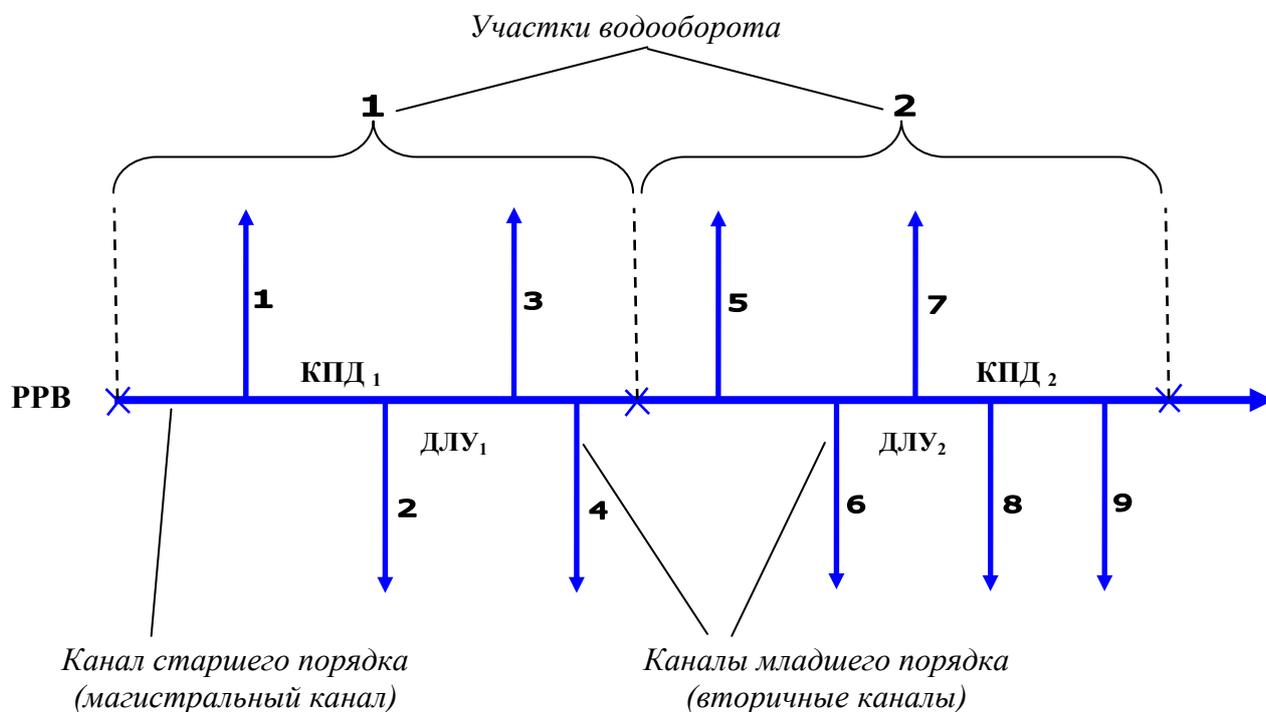


Рис. 4. Схема организации двухтактного водооборота.

Таблица 2. Исходная информация для расчета водооборота

Показатели	Единица измерения	Каналы 1 участка				Каналы 2 участка			
		1	2	3	4	5	6	7	8
ДЛУк	м ³ /с	3	6	7	5	4	5	7	8
ПСК	м ³ /с	7	15	17	13	8	10	14	15
ПТНк	м ³ /с	0	0.5	0.5	0.5	0	0.5	0.5	0.5
ДЛУу	м ³ /с	21				24			
КПДу		0.97				0.91			

¹⁴ Аналогом для данного примера послужили концевые гидроучастки ЮФМК, на которых при дефиците воды практикуется водооборот.

Расчет водооборота

Проводим группировку каналов. К 1 участку водооборота отнесены каналы 1 – 4, ко второму участку отнесены каналы 5 – 8. Канал 9 в водообороте не участвует, так как из него вода подается на промышленные нужды.

В первом такте водооборота вода подается в каналы 1 участка, во втором такте - в каналы 2 участка (см. рис. 5).

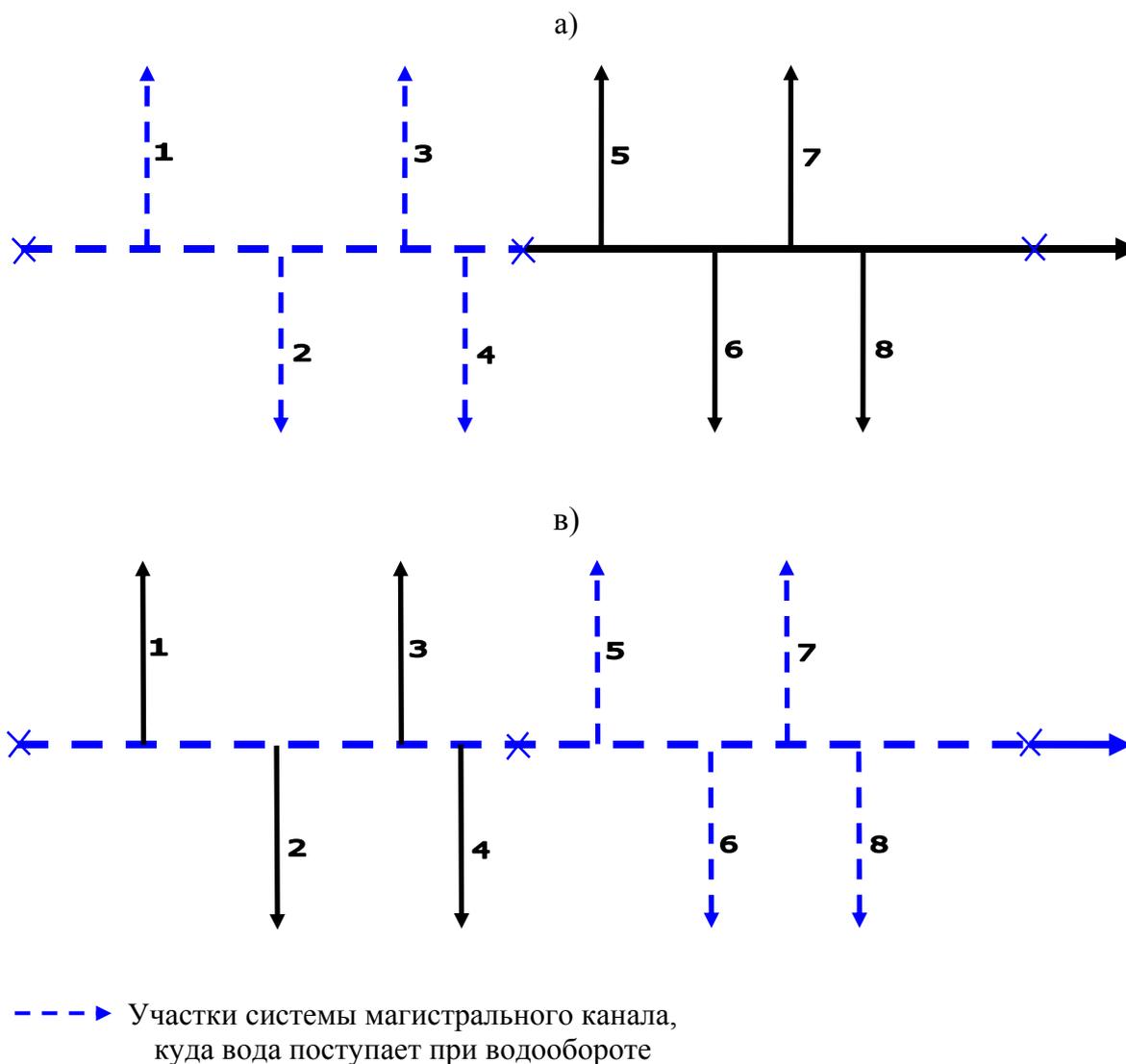


Рис. 5. Схема распределения воды при водообороте:

а) - при 1 такте.

б) - при 2 такте.

1. Расчет декадных лимитов-уставок (нетто) по участкам водооборота

$$\text{ДЛУ}_{y_1} = \text{ДЛУ}_{K_1} + \text{ДЛУ}_{K_2} + \text{ДЛУ}_{K_3} + \text{ДЛУ}_{K_4} = 3 + 6 + 7 + 5 = 21 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$\text{ДЛУ}_{y_2} = \text{ДЛУ}_{K_5} + \text{ДЛУ}_{K_6} + \text{ДЛУ}_{K_7} + \text{ДЛУ}_{K_8} = 4 + 5 + 7 + 8 = 24 \text{ м}^3/\text{с}$$

2. Определяется КПД отрезка магистрального канала, который «работает» в каждом такте водооборота.

$$\text{КПД}_{T1} = \text{КПД}_{y1} = 0.97.$$

$$\text{КПД}_{T2} = 0.97 * 0.91 = 0.88.$$

3. Расчет декадного лимита-уставки в голове канала старшего порядка

$$\begin{aligned} \text{РРВ} &= \text{ДЛУ}_{y1} / \text{КПД}_{T1} + \text{ДЛУ}_{y2} / \text{КПД}_{T2} = \\ &= 21 / 0.97 + 24 / 0.88 = 48.84 \text{ м}^3/\text{с}. \end{aligned}$$

4. Расчет продолжительности тактов водооборота по участкам.

По первому участку

$$\begin{aligned} \text{ПТВ}_{y1} &= \text{ДЛУ}_{y1} * \text{ПВ} / \text{РРВ} * \text{КПД}_{T1} = \\ &= 21 * 10 / 48.84 * 0.97 = 4.43 = 4.5 \text{ сут.} \end{aligned}$$

По второму участку

$$\begin{aligned} \text{ПТВ}_{y2} &= \text{ДЛУ}_{y2} * \text{ПВ} / \text{РРВ} * \text{КПД}_{T2} = \\ &= 24 * 10 / 48.84 * 0.88 = 5.57 = 5.5 \text{ сут.} \end{aligned}$$

5. Расчет лимита-уставки при водообороте в каналы младшего порядка.

По первому участку (на примере канала 1)

$$\begin{aligned} \text{ЛУ}_{\text{вк}1} &= \text{РРВ} * \text{ДЛУ}_{\text{к}1} * \text{КПД}_{T1} / \text{ДЛУ}_{y1} \\ &= 48.84 * 3 * 0.97 / 21 = 6.77 \text{ м}^3/\text{с}. \end{aligned}$$

По второму участку (на примере канала 5)

$$\begin{aligned} \text{ЛУ}_{\text{вк}5} &= \text{РРВ} * \text{ДЛУ}_{\text{к}5} * \text{КПД}_{T2} / \text{ДЛУ}_{y2} = \\ &= 48.84 * 4 * 0.88 / 24 = 7.19 \text{ м}^3/\text{с}. \end{aligned}$$

Расчет для остальных каналов проводится аналогичным образом (см. табл. 3)

6. Расчет суммарного лимита-уставки при водообороте в каналы младшего порядка (на примере канала 1).

$$\Sigma \text{ЛУ}_{\text{вк}1} = \text{ЛУ}_{\text{вк}1} + \text{ПТН}_{\text{к}1} = 6.77 + 0 = 6.77 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Расчет для остальных каналов проводится аналогичным образом (см. табл. 3).

7. Сопоставление суммарного лимита-уставки при водообороте (орошение+промтехнужды) в каждый канал младшего порядка с пропускной способностью канала показывает, что пропускная способность каждого из каналов достаточна для организации водооборота.

8. Расчет технической эффективности водооборота.

$$\begin{aligned} \Delta \text{Сэ} &= 0.0864 * \text{РРВ} * (\text{КПД}_{T1} * \text{ПТВ}_1 + \text{КПД}_{T2} * \text{ПТВ}_2 - \text{КПД}_{T2} * \text{ПВ}) = \\ &= 0.0864 * 48.84 * (0.97 * 4.5 + 0.88 * 5.5 - 0.88 * 10) = 1.64 \text{ млн. м}^3. \end{aligned}$$

Таким образом, за счет введения двухтактного в магистральном канале может быть сэкономлено 1.64 млн. м³ воды. Это произойдет за счет повышения КПД той части магистрального канала, где введен водооборот.

$$\Delta \text{КПД} = \Delta \text{Сэ} / 0.0864 * \text{РРВ} * \text{ПВ} = 1.64 / 0.0864 * 48.84 * 10 = 0.04,$$

где

Δ КПД – величина, на которую повышается КПД той части магистрального канала, где введен водооборот.

Таблица 3. Расчет водооборота

Показатели	Единица измерения	Каналы 1 участка				Каналы 2 участка			
		1	2	3	4	5	6	7	8
ЛУ _{ВК}	м ³ /с	6.77	13.54	15.79	11.28	7.19	8.98	12.57	14.37
КПД _{T1}		0.97							
КПД _{T2}						0.88			
Σ ЛУ _{ВК}	м ³ /с	6,77	14.04	16.29	11.78	7.19	9.48	13.07	14.87
ПТВ	сут	4.5				5.5			

4. ПРИЛОЖЕНИЯ

КЛАССИФИКАЦИЯ

Классификация источников орошения

По происхождению:

- Естественный (река, сай, озеро, родник).
- Искусственный (водохранилище, канал, коллектор).

По принадлежности:

- Региональный.
- Республиканский.
- Областной.
- Районный.
- Хозяйственный.

По степени зарегулированности:

- Зарегулированный.
- Частично зарегулированный.
- Незарегулированный.

По расположению относительно поверхности земли:

- Поверхностный.
- Подземный.

Классификация водных организаций

По типу собственности:

- Межгосударственная (БВО).
- Государственная (УК, облводхоз, райводхоз).
- Общественная (СВК, АВП);

По принципу создания:

- Административная (облводхоз, райводхоз).
- Гидрографическая (БВО, УИС, БУВХ, УК).

Классификация оросительных систем

По типу водозабора

- Самотечная.
- С машинным водоподъемом.

По принадлежности

- Межхозяйственная система (МХС).
- Внутрихозяйственная система (ВХС).

По техническому уровню (в зависимости от оснащенности гидротехнической инфраструктурой):

- Неинженерная (КПДс – 0,3-0,5).
- Полуинженерная (КПДс – 0,4-0,65).
- Инженерная (КПДс – 0,5-0,7).

По техническому состоянию:

- 1 разряд – состояние хорошее (реконструкция и дооборудование не нужно).
- 2 разряд – удовлетворительное (требуется частичная реконструкция).
- 3 разряд – ниже удовлетворительного (требуются большие работы по реконструкции и дооборудованию).
- 4 разряд – плохое (требуется коренная реконструкция).

Элементы ГМС:

- Водозаборное сооружение.
- Магистральный канал.
- Распределительные каналы.
- Гидротехнические сооружения.
- КДС (коллектор, дрена).
- Устройства и средства для мониторинга (гидропосты, наблюдательные скважины, вертушки, нивелир, теодолит и т.д.).
- Коммуникационные средства (связь, транспорт).

- Вспомогательная инфраструктура (ремонтно-эксплуатационная техника, инструменты, здания, склады, запасы строительных материалов).

Параметры ГМС:

- Обслуживаемая площадь, структура орошаемых площадей.
- Количество источников орошения (ИО).
- Количество и тип (категория) обслуживаемых хозяйств-водопользователей (ВП).
- Количество водовыделов.
- Общая и удельная протяженность оросительных систем (ОС) (в земляном русле, в облицовке).
- Оснащенность инфраструктурой (количество и тип гидropостов, ГТС и т.д..)
- Пропускная способность.
- КПД (МК, МХС, ВХС, системы).
- Коммуникации (связь, транспорт, дороги).
- базовыми значениями тех же показателей, достигнутых на стадиях разработки и строительства или после очередного ремонта.
- Утечка через щиты водовыпусков и через дамбы.

Критерии оценки работы ОС

Технические критерии:

- Минимальные технические потери воды.
- Стабильность водоподачи.
- Максимальная физическая продуктивность воды.

Организационный критерий:

- Минимальные организационные потери воды.

Социальный критерий:

- Равномерность.

Экономический критерий:

- Максимальная экономическая продуктивность воды.

Классификация водопользователей (сельскохозяйственных предприятий, организаций)

По типу собственности:

- Государственное;
- Частное.

По степени кооперации:

- Коллективное;
- Индивидуальное.

По специализации:

- Растениеводческое;
- Животноводческое;
- Коммунально-бытовое, культурно-техническое.

По размерам:

- Мелкое
- Среднее
- Крупное

По форме организации:

- Акционерное общество;
- Корпорация;
- Агрофирма;
- Колхоз;
- Кооператив (ширкат);
- Ассоциация (ширкатов, фермерских хозяйств, крестьянских (дехканских) хозяйств);
- Фермерское хозяйство;
- Крестьянское (дехканское) хозяйство;
- Прочие (приусадебные участки, подсобные хозяйства и садово-огороднические товарищества).

**ПРОБЛЕМЫ СОСТАВЛЕНИЯ, КОРРЕКТИРОВКИ И РЕАЛИЗАЦИИ ПЛАНОВ
ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ**

Недостаток методики составления ПВ

- При составлении ПВ учитываются потери воды в оросительной сети (внутрихозяйственной и межхозяйственной), но не учитываются потери на поле (КПД поля). Предполагается, что эти потери учтены в режимах орошения. Это предположение верно для Таджикистана и Кыргызстана / 1, 2/, а по Узбекистану ситуация неопределенная: по мнению ученых / 3, 4 / КПД техники полива в режимах орошения не учтены. Об этом свидетельствует и следующая выдержка из пояснительной записки к утвержденным и действующим до настоящего времени режимам орошения, разработанным НПО «Союзхлопок» / 5 /: «Основным методом...расчета поливных и оросительных норм являются результаты полевых опытов по гидромодульным районам. ...Многочисленные данные полевых опытов по орошению отражают поливные и оросительные нормы – нетто, они должны быть увеличены на величину вынужденных потерь...». Странно, но факт, что ряд опрошенных специалистов-водников придерживаются противоположного мнения – они считают, что в режимах орошения потери на поле учтены.
- Предположим, что КПД поля в режимах орошения учтены. Возникает вопрос – как они могут быть хотя бы приблизительно, но достаточно корректно учтены, если КПД поля в значительной степени зависит от уклона поля, а режим орошения дифференцируется в лучшем случае по административным районам. Если учесть, что рельеф местности сильно может различаться даже в пределах одного хозяйства, то ясно, что средний по району КПД поля – есть величина «среднепотолочная».
- На наш взгляд КПД поля должен учитываться не в режимах орошения, а при составлении ПВ для хозяйства. На основании данных картографических и других материалов для каждого поля должны быть установлены значения уклонов и прочая информация, на основе которых по методике Н.Т Лактаева / 6 / и других ученых можно будет приблизительно рассчитать КПД поля.

Недостатки исходной информации.

- Режимы орошения сельхозкультур (значения оросительных и поливных норм сельхозкультур, а также сроки их поливов¹⁵ установлены в соответствии с климатическим районированием для среднесезонных погодных условий, а не для конкретного года¹⁶.
- При расчете оросительной нормы не учитывается сорт и урожайность сельхозкультуры, хотя существуют формулы А.Н. Костякова и других авторов / 7 /, согласно которым оросительная норма культуры пропорциональна ее урожайности. При таком подходе требование на воду для орошаемых земель (хозяйств-водопользователей), на которых получают высокие урожаи сельхозкультур, занижен относительно прочих хозяйств.
- Наиболее явно этот недостаток отражается на ПВ в Узбекистане из-за неточного учета требования на воду для зерновых. Режим орошения зерновых культур был установлен в Узбекистане для местных сортов. Сейчас, как правило, выращиваются высокоурожайные российские сорта пшеницы, а режимы орошения официально не изменены. Режим орошения местных зерновых предполагает 2 полива. Урожайность их была 18 - 20 ц/га. Сейчас сорта изменились. Пшеницу поливают 4 - 10 раз, а урожайность ее составляет 25 – 60 ц/га).
- В практике водопользования недостаток ПВ стараются учесть при корректировке ПВ, но при этом, как следствие, не выдерживается принцип пропорциональности.
- Плановая структура посевных площадей нередко (как правило, в Узбекистане) может отличаться от реальной структуры, поскольку сознательно или по другой причине не всегда (или не в полной мере) учитываются повторные и промежуточные культуры.
- Из-за отсутствия информации о фактическом КПД внутрихозяйственной сети в расчетах используются нормативные данные, точность которых неизвестна. Кроме того, известно, что КПД – величина, зависящая от расхода, а в расчетах она – величина постоянная.

¹⁵ Причем сроки поливов установлены не для конкретного поливного участка, а для совокупности поливных участков, как правило, для площади бригады.

¹⁶ В Ферганской области используются режимы орошения 1986г.

- Плановые значения КПД каналов (систем) нередко отличаются от фактических значений эксплуатационных КПД.
- При рассмотрении почвенно-мелиоративных карт хозяйств, в большинстве случаев можно выделить несколько гидромодульных районов, но в планах водопользования гидромодульных районов гораздо меньше¹⁷.

Недостатки организации планирования водопользования

- Опыт говорит о том, что в тех хозяйствах и водохозяйственных организациях, где культура водопользования высока, там отношение к планированию водопользования очень серьезное. И, наоборот, там, где происходит развал сельского и водного хозяйства, там не до планирования водопользования.
- В планах водопользования сознательно или бессознательно в недостаточной степени учитываются внутренние источники орошения в виде скважин, родников и, главное, возвратных вод. Если учесть, что, по мнению местных специалистов, в Ферганскую область забирается приблизительно столько же воды, сколько вытекает из нее, то ясно, что резервы ирригации, связанные с повторным использованием возвратных вод, очень велики. В то же время, следует отметить, что опытные водники при дефиците воды эти внутренние источники орошения стараются учесть. Лучше было бы, если бы они учли их при планировании водопользования.
- В абсолютном большинстве хозяйств нет специалистов, способных составить полноценный хозяйственный план водопользования и поэтому эти планы, как правило, составляются (или составлялись) в райводхозе. Но, так как хозяйств много (после реструктуризации их стало еще больше), а возможности у отдела водопользования ограничены, то хозяйственные планы водопользования составляются в упрощенном (более укрупненном) виде.
- Упрощенные хозяйственные планы водопользования дают информацию о том, какой расход должен подаваться из межхозяйственных источников орошения на границе хозяйств. Каким же образом вода должна распределяться между участковыми и бригадными оросителями из плана узнать нельзя.
- Реструктуризация сельскохозяйственных предприятий, образование фермерских хозяйств требует еще большей детализации ПВ, но сделать это теперь еще трудней, так как большинство фермеров понятия не имеют о планировании, а АВП, там, где они есть, в силу нередко собственной неграмотности и многочисленности фермерских хозяйств не способны правильно определить требование на воду.
- Принцип пропорциональности очень часто не выдерживается при корректировке ПВ как на межсистемном, так и на межхозяйственном уровнях, а также в течение вегетации. Происходит это как по объективным причинам (недостаточный уровень зарегулированности источников орошения и закольцованности оросительных систем), так и по субъективным причинам (допущение сознательных или бессознательных ошибок службой эксплуатации ВХС при корректировке ПВ).

В последние годы в ПВ хозяйств и в системных планах водораспределения практически, за редким исключением (крупный завод в г.Чкаловске и т.д.) перестали фигурировать «промтехнужды». Объясняется это тем, что многие предприятия не работают, а те, что работают, стараются использовать коллекторную воду или иметь свою скважину.

В Узбекистане каждый год выделяется лимит на «промтехнужды», но этот лимит, по мнению местных специалистов-водников, практически не используется, так как за эту воду надо платить.

Недостатки методики корректировки ПВ

Сельскохозяйственная культура удовлетворяет свою потребность в воде за счет, в основном, двух вод: поверхностных и грунтовых. ПВ отражает потребность сельскохозяйственной культуры в поверхностной воде. Рассмотрим два варианта формирования режима грунтовых вод / 8 /.

¹⁷ Земли по левому берегу ЮФК в ПВ отнесены к 1 гидромодульному району, хотя они требуют гораздо более высокие нормы полива. По всей вероятности использование и орошение таких земель, принятыми режимами орошения, не было предусмотрено, но они фактически используются и, будучи, отнесенными к 1 ГМР искажают реальный спрос на воду

- Режим грунтовых вод определяется, главным образом, мощным подземным притоком, то есть уровень грунтовых вод слабо зависит от колебаний поверхностного стока. В условиях дефицита воды при этом варианте в процессе корректировке плана водораспределения пропорционально ущемляется только та вода, которая поверхностным путем поступает водопользователям. Если водопользователи располагаются в разных гидромодульных районах, то, ущемляя в равной степени поверхностную составляющую общего водопотребления сельскохозяйственных культур, мы не в равной степени ущемляем общее водопотребление.
- Для иллюстрации этой мысли рассмотрим два хозяйства, получающие воду из одного канала, но расположенные в разных гидромодульных районах, например, в 3 и 7 ГМР. Предположим, что суммарное водопотребление на комплексный гектар за счет поверхностных и грунтовых вод составляет 10 тыс. м³/га, а оросительные нормы соответственно 7 и 4 тыс. м³/га. При коэффициенте пропорциональности, равном 0.7, лимит первого хозяйства составит 4.9, а второго 2.8 тыс. м³/га. Тогда суммарное водопотребление первого хозяйства составит 7.9, а второго 8.8 тыс. м³/га. Таким образом, полная водообеспеченность первого хозяйства составит 79%, а второго – 88%. Водопользователь, расположенный в 7 ГМР оказывается при дефиците воды в более выгодном положении, чем водопользователь, расположенный в 3 ГМР. В практике водопользования этот недостаток метода корректировки опытные водники стараются учесть путем выравнивания полной водообеспеченности хозяйств.
- Режим грунтовых вод формируется за счет потерь из оросительных систем и орошаемых полей, то есть уровень грунтовых вод снижается пропорционально дефициту водных ресурсов. В этом случае пропорциональная урезка водоподачи хозяйствам, расположенным в разных гидромодульных районах, также ведет к неравномерности суммарной водообеспеченности водопользователей, так как та вода, которая, к примеру, теряется на адырах (орошаемые земли на левом и частично на правом берегах ЮФМК) подпитывает грунтовые воды нижерасположенных земель.

Недостатки реализации ПВ

- Качественному оперативному управлению потоком воды для реализации ПВ препятствует то обстоятельство, что техническое состояние каналов и ирригационной инфраструктуры (водозаборные сооружения, регуляторы, щиты, насосные станции, гидросты и т.д.) за последнее десятилетие ухудшилось из-за резкого снижения финансирования на поддержание и эксплуатацию ГМС.
- Представители местной администрации нередко вмешиваются в процесс вододеления¹⁸ (в Киргизии вмешательство местной администрации резко сократилось). При этом «симпатии» местного начальства к тем или иным водопользователям могут быть вызваны из-за родственных, дружеских отношений или меркантильных соображений, а в лучшем случае из соображения эффективности водопользования: лучше помочь тому водопользователю, который с наибольшей выгодой использует воду и даст хороший урожай.
- Очень низкая заработная плата эксплуатационного штата вынуждает их в целях выживания больше уделять внимания побочной работе (огородам и т.д.), чем своим прямым обязанностям.
- В основе действий водников по управлению потоком воды лежат опыт и интуиция, а не расчеты и надежные модели. Наступает время специалистов, способных разрабатывать эффективные методы вододеления. Однако таких опытных гидротехников все меньше и меньше остается в водном и сельском хозяйстве. В перспективе проблема дефицита грамотных кадров-гидротехников в Ферганской долине станет еще острее, в особенности это касается Согдийской области, где нет специальных учебных заведений.
- Многочисленные сели создают большие проблемы водникам.
- Имеют место неоднократные в течение года остановки каналов по объективным (поиск утопленника) и не всегда объективным причинам.
- Низкий уровень дисциплины водопользования на всех уровнях вододеления. Нередким явлением является несанкционированный забор воды (проще говоря, воровство воды). Кражи воды по ЮФК бывают часто. Они обнаруживаются. В первый раз предупреждают, во второй раз на трое

¹⁸ Опросы водников и водопользователей (2003г) показывает, что такое вмешательство характерно для руководителей местных властных структур, расположенных в верхней части канала.

суток закрывают отвод, в третий раз – подают в прокуратуру. Делу, как правило, не дают ход и до суда дело не доходит.

- Отсутствие или недостаточность внутрисистемных водохранилищ (водоемов) для перераспределения воды во времени сильно снижают возможности по рациональному управлению потоком.

Список использованной литературы к приложению 4.2

1. Домуллоджанов Х.Д. Рекомендации по расчету режима орошения при программировании урожая культур хлопкового севооборота в Таджикской ССР. Душанбе, 1983.
2. Рекомендации по совершенствованию технологии орошения сельскохозяйственных культур в Таджикской ССР на основе организации сосредоточенных поливов и программирования урожая. Москва, 1985.
3. Бараев Ф. А. и др. Совершенствование метода расчета внутрхозяйственного плана водопользования. В сб. Совершенствование эксплуатации гидромелиоративных систем районов орошения. Ташкент, 1986.
4. Практические занятия по сельскохозяйственным гидротехническим занятиям. Под ред. проф. Рахимбаева Ф.М., «Мехнат», 1991.
5. Беспалов Н.Ф. и др. Гидромодульное районирование и режимы орошения сельскохозяйственных культур по Сырдарьинской области, Ташкент, 1987.
6. Лактаев Н.Т. Полив хлопчатника. М., «Колос», 1978.
7. Режимы орошения и гидромодульное районирование по Узбекской ССР. Ташкент, «Узбекистан», 1971.
8. Чурляев А.Д. Ферганская область. В сб. Режимы орошения и гидромодульное районирование по Узбекской ССР. Ташкент, «Узбекистан», 1971.

ИУС «ФЕРГАНА»

В рамках проекта «ИУВР-Фергана» разработана информационная система ИУС «Фергана», которая предназначена для оценки и обоснования различных методов распределения водных ресурсов на орошаемое земледелие с целью повышения эффективности использования воды. ИУС «Фергана» обеспечивает решение разных водохозяйственных задач, на различных этапах управления распределением воды.

Основой ИУВР является многоуровневая иерархия в структуре управления и интегрированное взаимодействие всех элементов. Эта структура в ИУС «Фергана» в полной мере поддерживается комплексом математических моделей и информационными потоками базы данных.

При этой концепции обеспечивается оптимальное распределение водных ресурсов между участниками в годовом, месячном и декадном разрезе, где каждый уровень иерархии, имея собственные критерии эффективности, через информационные потоки, (модели и база данных) придерживается общей стратегии управления, установленной для системы в целом.

Информационно-управляющая система ИУС «Фергана» позволяет:

1. Выполнять мониторинг водохозяйственной системы в части:
 - Изменения структуры сельскохозяйственных культур,
 - Изменения гидромодульного районирования,
 - Изменения структуры водохозяйственной сети (источников, каналов),
 - Изменения параметров элементов водохозяйственной сети,
2. Вести учет фактического водозабора по отводам и каналам;
3. Регистрировать поступающие заявки на декадную водоподачу;
4. Выполнять моделирование различных вариантов распределения воды между участниками водохозяйственной системы при различных вариантах заявок и разных объемах подачи воды в систему.
 - При годовом планировании,
 - При оперативном планировании.
5. Находить оптимальные варианты водораспределения:
 - При различных источниках водоподачи (годовое планирование),
 - При дефиците водных ресурсов (годовое и оперативное планирование),
6. Выполнять анализ эффективности распределения воды:
 - Производить расчеты показателей эффективности водораспределения.
 - Готовить отчетные и производственные документы.

Информационная система ИУС «Фергана» создана на базе СУБД ACCESS и GAMS и внедрена на пилотных магистральных каналах проекта «ИУВР-Фергана».

РЕЖИМЫ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬХОЗКУЛЬТУР

Норма водопотребления сельхозкультур зависит от очень большого количества факторов, основные из которых, как это было выше отмечено - почвенные, климатические и биологические.

Так как все факторы оценить и учесть очень сложно, то учеными предложена упрощенная единая схема расчета режимов орошения в зависимости от вида сельхозкультуры, гидромодульного района (ГМР) (табл. 1) и климатической зоны (КЗ) (табл. 2 и рис. 1).

Несмотря на это в каждой республике ЦАР в настоящее время используются свои подходы, имеющие определенные различия.

Для расчета оросительной нормы предложено следующее уравнение

$$M = 10 * K_1 * K_2 * K_3 * (E - O),$$

где

M – оросительная норма;

E – испаряемость;

O – сумма осадков;

K₁ – коэффициент, зависящий от вида возделываемой сельхозкультуры (от 0,55 до 0,88);

K₂ - коэффициент, зависящий от продолжительности оросительного периода (от климатической зоны)(от 0,88 для С-I до 1,08 для Ю-II);

K₃ - коэффициент, зависящий от гидромодульного района (от 0,45 до 1,14).

Таблица 1. Гидромодульные районы

Гидромодульный район	Почвы и подстилающие их грунты	Глубина залегания грунтовых вод, м
<i>Автоморфные, формирующиеся без влияния грунтовых вод</i>		
I	Маломощные суглинистые на песчано-галечниковых отложениях и мощные песчаные	3
II	Среднемощные, суглинистые на песчано-галечниковых отложениях, мощные супесчаные	
III	Мощные суглинистые и глинистые	
<i>Переходного ряда, формирующиеся при слабом влиянии грунтовых вод</i>		
IV	Легкосуглинистые и супесчаные	2-3
V	суглинистые, глинистые	
<i>Гидроморфные, формирующиеся при умеренном влиянии грунтовых вод</i>		
VI	Легкосуглинистые и супесчаные	1-2
VII	суглинистые, глинистые	
<i>Болотно-луговые, формирующиеся при избыточном влиянии грунтовых вод</i>		
VIII	Легкосуглинистые и супесчаные	0,5-1
IX	суглинистые, глинистые	

Источник: Легостаев В.М., Меднис М.П. Режимы орошения и гидромодульное районирование по Узбекской ССР, Ташкент, 1971.

Таблица. 2. Высотно-поясные зоны

Наименование зон	Обозначение зон	Тип почвы
Пустыни	А	Пустынные типы почвообразования
	А1	Переходные к сероземам
Эфемеровые степи	Б	Светлые сероземы
	В	Типичные сероземы
Разнотравные степи	Г	Темные сероземы

РАСЧЕТ ПОЛИВНЫХ И ДЕКАДНЫХ ГИДРОМОДУЛЕЙ

1. Поливной гидромодуль определяются в соответствии с установленным режимом орошения сельхозкультуры как отношение поливной нормы ко времени полива, т.е.

$$q_{jn} = m_{jn} / 86.4 * t_{jn},$$

где

q_{jn} - поливной гидромодуль j -ой сельхозкультуры в n -ый полив, л/с на га

j - индекс сельскохозяйственной культуры.

n - индекс номера полива сельхозкультуры.

m_{jn} - поливная норма j -ой сельхозкультуры в n -ый полив, м³/га.

t_{jn} - продолжительность n -го полива j -ой сельхозкультуры, сут.

86.4 - переводной коэффициент размерности.

Пример расчета поливного гидромодуля

В соответствии с установленным режимом орошения хлопчатника (табл.) первый полив нормой 900м³/га начинается 26.05 и заканчивается 22.06. Число суток полива в мае составляет - 6, в июне - 20, а общая продолжительность полива - 28 суток. Поливной гидромодуль первого полива следующий (округляется до тысячной целой)

$$q_{jn} = 900 / 86.4 * 28 = 0.372 \text{ л/с на га}$$

2. Декадный гидромодуль полива определяется формуле:

$$q_{id} = (q_n * t_{idn} + q_{n+1} * t_{idn+1}) / T_{id},$$

где

q_n - поливной гидромодуль n -го полива сельхозкультуры.

q_{n+1} - поливной гидромодуль последующего полива.

t_{idn} - число суток n -го полива сельхозкультуры в d -ю декаду i -ого месяца.

t_{idn+1} - число суток $n+1$ -го полива в d -ю декаду i -ого месяца.

T_{id} - число суток в d -ой декаде i -ого месяца.

Пример расчета декадного гидромодуля

Таблица 1. Данные по режиму орошения хлопчатника

Сельхоз-культура	Наименование и номер полива	Поливная норма, м ³ /га	Сроки полива		Продолжительность полива, сут	Поливной гидромодуль, л/с на га.
			начало	конец		
1	2	3	4	5	6	7
Хлопчатник	1	950	26.05	22.06	28	0,372
	2	1000	23.06	14.07	22	0,526
	3	1100	15.07	2.08	19	0,670
	4	900	3.08	20.08	18	0,579

Расчет гидромодуля хлопчатника для 3 декады мая.

$$q_{53} = (q_1 * t_{531} + q_2 * t_{532}) / T_{53} = (0.372 * 6 + 0.526 * 0) / 11 = 0.203 \text{ л/с.}$$

Расчет гидромодуля хлопчатника для 1 декады июня.

$$q_{61} = (q_1 * t_{611} + q_2 * t_{612}) / T_{61} = (0.372 * 10 + 0.526 * 0) / 10 = 0.372 \text{ л/с.}$$

Расчет гидромодуля хлопчатника для 2 декады июня.

$$q_{62} = (q_1 * t_{621} + q_2 * t_{622}) / T_{62} = (0.372 * 10 + 0.526 * 0) / 10 = 0.372 \text{ л/с.}$$

Расчет гидромодуля хлопчатника для 3 декады июня.

$$q_{63} = (q_1 * t_{631} + q_2 * t_{632}) / T_{63} = (0.372 * 2 + 0.526 * 8) / 10 = 0.495 \text{ л/с.}$$

Гидромодули для остальных декад вычисляются аналогичным образом.

ИНФОРМАЦИЯ ИЗ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ ВОДООБОРОТА

Выдержки из трудов известных ученых, хорошо знакомых с практикой орошения

Г.К. Ризенкамф:

«Теоретически можно ставить вопрос о поливном режиме, вполне соответствующим водопотребности растений с физиологической точки зрения, не обращая внимания на требования экономического и хозяйственного характера. Но практически невозможно будет сразу обеспечить одновременный и короткий полив всей площади, занятой одной и той же культурой; агрикультурные и организационно-хозяйственные требования не всегда можно согласовать с требованиями оптимального поливного режима. Те или иные ограничения могут быть обусловлены также и режимом реки, пропускной способностью сооружений, бытовыми навыками водопользователей и рядом других условий» [1].

В.М. Легостаев:

«При плановом водопользовании воду нельзя перебрасывать с одного поля на другое, придерживаясь какого-то признака установления оптимального срока полива для той или иной сельскохозяйственной культуры.

В таком случае водопользование станет уподобляться пожарной команде: где «горит», там и поливай. Много воды израсходуется на холостые прогоны ее, мертвый запас в каналах и пр. Так же бессистемно будут производиться и послеполивные обработки с затратой большого количества времени и горючего на поездки с одного поля на другое.

При плановом водопользовании по заранее установленным схемам должны поливаться смежные поля. Некоторые из них, возможно, будут поливаться несколько раньше оптимального срока, другие - позже, а третьи - в оптимальные сроки» [2].

Н.Т. Лактаев:

«Только в очень далекой перспективе возможно ждать решения пропагандируемой сейчас задачи – осуществление водораспределения и полива на основе точного и беспрерывного учета объективных физиологических показателей растений.

Трудности решения этой задачи не только в ее кибернетической сложности, в несовершенстве датчиков или электроники, но и в неприспособленности современных оросительных систем поверхностного орошения. Конечно, на площади 100 га можно построить экспериментальную систему с увеличенными форсированными расходами, с непродолжительным использованием водоводов во времени...

Но на миллионах гектаров пока трудно даже вообразить такую систему, напоминающую городской водопровод. Если такие системы теоретически возможны, то только на базе подпочвенного орошения, закрытых водоводов...» [3].

Выдержки из отчета по проекту «Управление водой и окружающей средой в бассейне Аральского моря». Подкомпонет А2 – «Участие в водосбережении» (2000 г).

Узбекистан

Шахрисябзский район. Здесь водооборот называют «авандозом». В 2000 г. имели место и межрайонный и межхозяйственный водообороты. Когда наступает очередь, хозяйство выделяет свыше полусотни человек, которые днем и ночью дежурят на всем протяжении прогона воды от водозабора до хозяйства.

Таджикистан

Канибадамский район. Межхозяйственный водооборот используется в основном в начале вегетации (март – III декада мая), когда, как правило, воды в БФК мало (30 % водообеспеченности), а в Исфара-сае она отсутствует. Расход в 0,5 м³/с (лимит КБК из БФК) делится поочередно между тремя хозяйствами.

Д.Расуловский район. Для экономии воды в последние два года по саю «Ходжабакирган» введен межрайонный, а по Дигмайскому машинному каналу (ДМК) - межхозяйственный водообороты. Крупные хозяйства района (7) поделены на две группы, к каждой из которых вода подается по трое суток.

- АО «Паррандапарвар» и «Нодирбоева», СК «Дигмай»;
- КХ «Саматов», АО «Б. Турдибоев» и «Ленинград».

АО «Рахимбоев». АО расположено в концевой части межхозяйственных каналов Р-1 и Р-2. Из Р-2 питается три хозяйства. Между АО «Рахимбоев» и КХ «Б. Гафуров» вводится водооборот на протяжении всей вегетации: 3,5 суток вода поступает в первое хозяйство, затем 3,0 суток – во второе. Инициатива введения водооборота исходила от АО «Рахимбоев», расположенного по каналу ниже, чем КХ «Б. Гафуров», и поэтому не была поддержана колхозом. Вмешательство райводхоза было безуспешным и только с помощью руководителя района водооборот был введен. График межхозяйственного водооборота утверждается руководством района и райводхозом. Каменистые почвы АО, дефицит воды и платность водопользования вынуждают АО ввести межбригадный водооборот, при этом, к примеру, одна бригада получает воду в течение 92 час, а соседняя – 86 час.

Кыргызстан

Аксуйский район. В районе функционируют 12 сельских управ. По территории четырех из них проходит межхозяйственная сеть, между этими управами РУВХ ввело водооборот.

Араванский район. Между пятью АВП района РУВХ ввел водооборот: четверо суток воду получают АВП «Сахий Дарье» (67 %) и «Оби Хаёт» (33%), следующие четверо суток - другие три АВП.

Список использованной литературы к приложению 4.6

1. Ризенкамф Г.К. К новому проекту орошения Голодной Степи. 1930. Часть 1., Л.
2. Легостаев В.М. К вопросу изучения и использования оросительной воды в республиках Средней Азии. Труды САНИИРИ, 1974.
3. Лактаев Н.Т. Полив хлопчатника. М., Колос, 1978.