

**НАУЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЦЕНТР
МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЙ КООРДИНАЦИОННОЙ
ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОЙ КОМИССИИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ
(НИЦ МКВК)**



СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

выпуск 10

Ташкент – 2006

В настоящем сборнике представлено краткое изложение результатов научно-исследовательских работ, выполненных в 2005 г. сотрудниками НИЦ МКВК по договору с Министерством сельского и водного хозяйства Республики Узбекистан «Разработка концепции интегрированного управления и рационального использования водных ресурсов Республики Узбекистан», которая включает в себя блок научных исследований по шести направлениям, а также отдельных разделов международных проектов.

Научный руководитель работ
д.т.н., профессор *Духовный В.А.*

Сборник подготовили к печати:
Соколов В.И., Беглов Ф.Ф., Пулатов А.Г., Беглов И.Ф.

СОДЕРЖАНИЕ

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ ИНТЕГРИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ И РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН В.А. Духовный, В.И. Соколов	4
РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ И ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО ОРГАНИЗАЦИИ КОНСУЛЬТАТИВНЫХ СЛУЖБ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ВОДЫ И ЗЕМЛИ Ш.Ш.Мухамеджанов	21
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ НА ОСНОВЕ НОВЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ А.Г. Сорокин, Л.А. Аверина	27
РЕКОМЕНДАЦИИ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РАЗВИТИЮ НАЦИОНАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ Д.А. Сорокин	43
СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ НОРМАТИВОВ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН Э.Д. Чолпанкулов, О.П. Инченкова	49
РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ И ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО ПЕРЕВОДУ ИРРИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ С МАШИННОГО ОРОШЕНИЯ НА САМОТЕЧНОЕ Ф.Я. Эйнгорн	65
ВЫРАБОТКА СЦЕНАРИЕВ БУДУЩЕГО ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ ЧИРЧИК-АХАНГАРАН-КЕЛЕССКОГО МАССИВА В.А. Духовный	77
РЕГУЛИРОВАНИЕ ВОДОХРАНИЛИЩАМИ В ИНТЕГРИРОВАННОМ УПРАВЛЕНИИ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ НА ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕКАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ В.А. Духовный, А.Г.Сорокин, Д.Р. Зиганшина	103
К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ СЦЕНАРИЕВ ВОДНОГО РАЗВИТИЯ ЧИРЧИК- АХАНГАРАНСКОГО БАССЕЙНА Ю.Х. Рысбеков	117
ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЕМ В ПРОЕКТЕ «ИУВР-ФЕРГАНА» А.И.Тучин, А.В. Кац	132

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ ИНТЕГРИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ И РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

В.А. Духовный, В.И. Соколов

Что такое вообще управление? Это достижение намеченных целей и задач в наиболее экономичной и эффективной форме с использованием определенных обычно ограниченных ресурсов через набор регламентированных или рутинных процедур, включающий планирование, организацию работ, их регламентацию, вовлечение, и обучение определенного персонала, контроль их деятельности и ресурсов. В отличие от управления проектами, ориентированными на какой-то конечный продукт или объект, создаваемый за ограниченный промежуток времени, управление природной и эксплуатационной деятельностью предусматривает *четкий порядок повторяющихся процессов, правил, регулирований и взаимодействий элементов*, обеспечивающих достижение стабильного и безопасного состояния управляемых объектов даже в условиях возникновения экстремальной ситуации в интересах получения необходимой продукции или удовлетворения определенных требований.

Переходя к управлению водой как основе этого определения можно представить, что оно направлено на обеспечение водных субъектов, заинтересованных в этом.

Простейшим образом **цель управления водными ресурсами может быть сформулирована как достижение постоянного баланса между наличием возможных к использованию водных ресурсов и удовлетворением потребности в них общества и природы по объему, качеству и по времени.**

ИУВР – это система управления, основанная на учете всех видов вод (поверхностных, подземных, возвратных) в пределах гидрографических границ, увязывает интересы различных отраслей и уровни иерархии водопользования, вовлекает все заинтересованные стороны в принятие решений, способствует эффективному использованию воды, земли и соответствующих природных ресурсов в интересах устойчивого развития общества и экологической безопасности

ИУВР включает в себя ряд ключевых принципов, которые и определяют его практическую сущность. В обобщенном виде эти принципы заключаются в следующем:

- управление водой осуществляется в пределах гидрографических границ в соответствии с морфологией конкретного бассейна;
- управление предусматривает учет и вовлечение в использование всех видов вод (поверхностных, подземных, возвратных) с учетом климатических особенностей;
- тесная увязка водопользования и всех участвующих в нем органов по горизонтали между отраслями и по вертикали между уровнями водной иерархии (бассейн, суббассейн, система, АВП, хозяйство);
- общественное участие не только в управлении, но и в финансировании, в поддержании, планировании и развитии;

- приоритет природных требований в деятельности водохозяйственных органов;
- нацеленность на водосбережение и борьбу с непродуктивными потерями воды у водохозяйственных органов и водопользователей; управление требованиями на воду наряду с управлением ресурсами;
- информационное обеспечение, открытость и прозрачность системы управления водой;
- экономическая и финансовая стабильность управления;

В ИУВР нужно различать:

- *объекты управления*: все виды водных ресурсов; водные сооружения для управления и измерения воды; земли, в т.ч. орошаемые; природные комплексы; ирригационные системы;
- *участники управления*: водохозяйственные организации и их штат; водопользователи; правительственные и неправительственные организации; все социальные группы; получатели и конечные пользователи проектов; частный сектор и муниципальные органы;
- *механизм управления*: проекты разного масштаба; юридические и организационные инструменты; регулирование; экономические инструменты; моделирование; «подходы сверху – вниз и снизу – вверх»; методы оплаты, штрафов, лицензий, стимулирование; нормативы; инструменты управленческие; автоматизация и т.д.;
- *природные условия управления*: климатические, геоморфологические, геологические, гидрогеологические, почвенные, биологические, физические;
- *политическая среда (руководство)*: законы, международные соглашения, политический климат, социальные условия и приоритеты, отношение к общественному участию, экономическое состояние и внимание система финансового участия государства, государственные приоритеты и т.д.

Основа этого рационального и бережного отношения к воде должна быть надежной в определенном сочетании совершенствования «управления и руководство» или скорее наоборот «руководства и управление», которые постоянно должны дополнять друг друга.

И здесь нужно соответствующее распределение ролей между управляющей средой (политической системой, законодательством, регулированием) тем, что сейчас определено словом «governance» – руководство и системой управления, делящейся на управление водораспределением, водопользованием, средой и экстремальными ситуациями. Из этих двух составляющих «руководство» определяет правила и побуждающий (регулирующий) механизм, управленцы отвечают за его воплощение, детализацию и применение системы распределения, регулирования и охраны, а водопользователи – за рациональное использование самой воды уже в сфере их границ. Взаимоотношения управления водой и её использованием, водохозяйственных органов и водопользователей включается в систему ИУВР, а создание руководящего механизма принадлежит к политической среде.

Каждый управляющий водой, будь то это водоснабжение города, поселка, района или ирригационный канал, система орошения должен удовлетворять требования своих потребителей стабильно, равноправно и качественно. С этих позиций, казалось бы, успешное управление предполагает, что снабжающая организация всегда должна иметь больше воды, чем это требуется потребителем и за счет резервов иметь возможность их удовлетворять при любых колебаниях спроса.

Однако такое управление предполагает излишество в ресурсах или в заборе воды или в затратах на подачу воды, а отсюда и соответственно возможность последствий, далеко выходящих за рамки просто баланса «спроса – подачи» и связанных со всеми вышеуказанными средами и сферами. И здесь государство должно определить те рамки, в пределах которых должны работать и действовать водохозяйственные организации всех отраслей и водопользователи.

Это требует очень четкой увязки всех технологических процессов водопользования с процессами распределения и водоподачи, так же как и соблюдения других (неводных) технологических требований.

В орошаемом земледелии, например, это означает необходимость четкого следования правилам мелиорации, агротехники, земледелия, возделывания и поддержания плодородия почв, выбору сортов и т.д.; в водоснабжении – системы очистки, использования стоков, технологии процессов и т.д.; в промышленности – применение передовых технологий изготовления, возвратного водопользования, утилизация отходов и т.д. Таким образом, рамки ИУВР зачастую перерастают чисто границы водопользования и охраны вод и включают все сферы деятельности вокруг заглавной роли воды как основного лимитирующего фактора. Именно этот опыт должен быть почерпнут из Интегрированного (комплексного) развития и управления территориального комплекса пустынных земель, которые были развиты в свое время в Голодной, Каршинской степях и которые именно тогда дали возможность получить самую высокую эффективность и воды и земли, по производству продукции на единицу воды.

Еще одно положение: нельзя искать для ИУВР единых шаблонных правил управления, которые могут быть выработаны для всех – и это совершенно четко и правильно подчеркнуто в «Инструментарии» – могут быть найдены более не менее общие правила организационные, в меньшей степени законодательные, еще в меньшей финансово-экономические – ибо все они зависят от специфики политического и экономического состояния и возможностей государства и водопользователей, роли природных факторов и необходимости их усиления и поддержки, культур и образования общества, его традиций и правил, социальной структуры землепользования и т.д.

Именно поэтому, механизм управления и распределения воды представляет собой не только профессиональные правила, но и определенное искусство подбора и спецификации этих правил в различных условиях. Выработка их требует активного взаимодействия специалистов – ученых и практиков высокого класса с местными профессионалами и водопользователями, работающими непосредственно в сфере, внедряющей ИУВР.

Но исключительно важно, что цели, рамки и принципы, определенные для системы управления, остаются стабильными, а механизм приспособления и самосовершенствования будет адаптироваться к изменениям внешней и внутренней среды.

Таким образом, ясно, что данное искусство и методы многокомпетентного балансирования в современной практике (и литературе) должно служить основой интегрированного управления водными ресурсами.

Выше был рассмотрен ряд ключевых принципов, которые определяют практическую сущность ИУВР. Для понимания того, какие необходимы меры для их практического использования, постараемся раскрыть суть каждого из них.

1.1. Что такое управление в пределах гидрографических границ или по гидрографическому признаку?

Общеизвестно, что вода не признает границ. Она, согласно законам физики, проходит сложный цикл гидрологического круговорота – выпадает в виде осадков на земную поверхность, формируя водотоки (реки), откуда может быть изъята для ис-

пользования, испаряется в атмосферу – снова превращаясь в осадки. Часть воды, выпавшей на поверхность земли в виде осадков пополняет свободную емкость зоны аэрации и фильтруется в грунты – превращаясь в подземные воды, которые, в свою очередь, тесно связаны с поверхностными водотоками. Территория земной суши, где формируется поверхностный водоток, называется гидрографическим водосбором (бассейном). Вода находится внутри гидрографического бассейна в постоянном движении и естественным путем пересекает различные административные границы, которые установлены человеком, исходя из геополитических соображений. Таким образом, ясно, что для управления всеми возможными факторами, влияющими на гидрологический цикл, необходимо, чтобы весь речной бассейн находился в поле зрения и управленческих воздействий единой организации или сочетания тесно взаимодействующих организаций.

Организационное построение в административных границах, не совпадающих с гидрографическими, влечет за собой потерю управляемости отдельными элементами гидрологического цикла, что влияет на стабильность водоподдачи и равномерность водораспределения – т.е. на выполнение главной цели управления водой.

Следует иметь в виду, что, хотя большинство исследователей сходятся на необходимости принимать за границу речного бассейна контуры водосборной территории в рамках определения Хельсинских 1966 г. Правил, статья 2, тем не менее, сфера влияния бассейна зачастую выходит за рамки водосборной территории и распространяется, особенно при орошении на площади земель, подкомандных источникам орошения в так называемой зоне рассеивания стока. Например, Амударьинский канал охватывает на базе стока Амударьи практически совершенно другой бассейн – Зеравшана, который получает основное питание из другой реки. Такое же положение с Каршинским и Каракумским каналами, которые вообще охватывают бассейны нескольких рек и многими другими объектами.

Естественные условия формирования, трансформации и оборота вод в настоящее время остались незыблемыми на очень небольшой части планеты – кое-где в тропиках или в нетронутых лесных массивах Канады или в абсолютно недосыгаемых человеком пустынях. Сооружения по распределению воды – особо в гидроэнергетике грандиозные, разветвленные и сложные при орошении, но по своему непростые и при водоснабжении всех видов, при обводнении, так же как и при сборе и отводе дренажных, сбросных и возвратных вод, с их деревом водной иерархии и соподчиненных водоводов, каналов (магистральных, межхозяйственных, различного порядка хозяйственных и т.д.) формируют достаточно непростую антропогенную морфологию водохозяйственных систем, соподчиненных бассейну или его части.

Именно эти системы создают в своей взаимосвязи сложный комплекс – именно комплекс объектов совместного управления, использования, охраны и развития водных ресурсов, который должен охватывать ИУВР. В него кроме самих вод и водных объектов включаются связанные с ними земельные и другие природные ресурсы на площади не только водосборной территории, но и зоны, так называемого, интенсивного водного влияния. Совершенно не обязательно, да и совершенно невозможно, чтобы территории всего гидрографического комплекса управлялась единой водохозяйственной организацией. Это может быть определенная общественная гидроэкологическая Ассоциация или Совет, охватывающие целый бассейн или его части. Хороший пример дают в этом отношении французские коллеги, организующие управление бассейном на общественных началах в рамках «Агентства бассейна» и соответствующим образом взаимодействующих с такими же общественными управлениями - суббассейнами. Гидрографическое

управление, таким образом, может иметь единую организационную структуру в рамках одной страны, но чаще всего она должна увязывать иерархию оргструктур по вертикали, что будет описано ниже. Главные инструменты управления вдоль гидрографических границ: построение организационных структур соответственно иерархии водотоков, как естественных, в первую очередь, так и искусственных; выработка соответствующих природных ограничений и требований в соответствии с морфологией бассейна; организация мониторинга и баланса вод в целом по бассейну, по отдельным его суббассейнам и тесная их увязка институциональными, экономическими, технологическими и управленческими инструментами, включая взаимодействие «заинтересованных участников» (stakeholders). Именно такую систему мы предлагаем и внедряем на примере бассейна Аральского моря:

- бассейн управляется БВО, создаваемый на равных соседними странами при трансграничных водах или Министерствами и водными ведомствами при межпровинциальном характере;
- системы каналов, руководимой соответствующим Управлением системой, как межобластной или межрайонной организацией;
- общностью каналов внутри АВП (см. раздел 3.4) или систему водораспределения внутри ОВП при водоснабжении.

В своем организационном построении очень важно рассматривать именно все уровни иерархии или те, которые являются взаимоопределяющими.

Еще одна особенность гидрографического управления – оно уникально для каждого бассейна, системы, АВП, ибо морфология дерева системы, мелиоративные и гидрологические условия, не говоря уже об организационно-хозяйственных отношениях водопользователей и водопотребителей уникальны, и нам не следует искать общих шаблонов или решений – только общие принципы!

1.2. Учет и вовлечение всех видов вод в координируемое управление

Располагаемые для использования водные ресурсы гидрографического бассейна формируются в поверхностных и подземных источниках. Существующая проблема заключается в том, что учетом формирования этих составляющих занимаются разные ведомства, но самое главное – их использование управляется также разными ведомствами без единой координации. Это приводит к информационному хаосу о состоянии водных ресурсов и определенной анархии в водопользовании. Как следствие – возрастают непродуктивные потери воды, наблюдается неравномерность в водообеспеченности, в отдельных зонах искусственно появляется дефицит воды. Особенно эта проблема проявляется в маловодные годы.

Основная часть естественно возобновляемых ресурсов формируется на поверхности водосборного бассейна и стекает в речную сеть. Учет формирования и трансформации стока по длине рек осуществляется службами Гидрометеорологии. Распределение воды из рек и доведение ее до водопользователей осуществляют органы водного хозяйства. Мелкие источники находятся в ведении местных органов власти.

Другая составляющая возобновляемых ресурсов - подземные воды, которые по своему происхождению могут быть подразделены на две части: формирующиеся естественным путем в горах и на водосборной территории и формирующиеся под влиянием фильтрации на орошаемых территориях. Ресурсы подземных вод на территории бассейна обычно устанавливаются на основе гидрогеологической разведки, в результате которой утверждаются запасы месторождений подземных вод, возможные для использования.

Оценка запасов подземных вод и их использование осуществляется геологическими ведомствами, что происходит без четкой координации с водохозяйственными органами.

Частью располагаемых для использования вод в гидрографическом бассейне являются возвратные воды, то есть вторично формируемые в результате использования естественного стока. Они формируются как поверхностным, так и подземным путем. В виду их повышенной минерализации, эти воды являются главным источником загрязнения водных объектов и окружающей среды в целом. В современных условиях в бассейнах с аридным климатом обычно около 90% общего объема возвратных вод составляют коллекторно-дренажные воды от орошения, оставшаяся доля приходится на сточные воды от промышленных и коммунальных предприятий. Учет возвратных вод осуществляют, главным образом, водохозяйственные органы и службы Гидрометслужбы. Повторное использование этих вод практически никто не контролирует. Хотя по оценке возможности применения этих вод проведено большое количество научных и внедренческих работ, однако четких нормативных документов и правил по их использованию не имеется. В результате бессистемного применения этих вод на орошение имеет место вторичное засоление земель, в результате чего резко снижается продуктивность земель.

1.3. Увязка интересов водопользователей по горизонтали между отраслями

С точки зрения горизонтальной (отраслевой) координации органы управления водного хозяйства должны равнозначно представить интересы всех секторов водопользования, соблюдать приоритеты водосбережения и окружающей среды в рамках одной гидрографической единицы. Проблема заключается в том, что различные виды вод управляются различными ведомствами. Так, например, поверхностные воды в интересах сельского хозяйства управляются Минводхозом или Департаментом водного хозяйства, а в интересах гидроэнергетики – энергетическими ведомствами. Использование подземных вод координируется геологическими ведомствами. Питьевое водоснабжение находится в ведении коммунальных служб или местных органов власти. Промышленное водопользование осуществляется соответствующими индустриальными ведомствами. При этом, все вышеуказанные государственные ведомства, как правило, свои действия не координируют между собой. Если во времена Советского Союза существовала единая статистическая отчетность всех ведомств об использовании воды (2-тп-водхоз), то сегодня практически никто не владеет даже такой общей информацией, а форма отчетности сохранилась лишь кое-где.

Совершенно не обязательно собирать все сектора под одну организационную крышу. Более того, как правильно отмечает Роберт Лентон (2004, GWP), это может быть вредным, ибо профессиональная отраслевая специализация имеет огромное значение для эффективности производства. Однако, главное условие межотраслевой интеграции согласования интересов отраслей в поиске общих возможностей совместного использования по графику и ресурсам, возможностей использования сбросных вод одних отраслей у других и главное – увязка противоречивых интересов, если они возникают по графикам пользования и ресурсам в том случае, если они конфликтны. Этого можно добиться включением представителей различных отраслей водопользователей в общественное управление тем или иным уровнем водной иерархии и на паритетных началах в этом общественном органе пытаться находить консенсус управления на основе выработки взаимоприемлемых правил регулирования и взаимодействия.

Инструменты увязки:

- общее планирование и согласование использования;
- координация развития;
- информационный обмен;
- участие во взаимозаинтересованных затратах.

Соответственные согласительные общественные органы играют положительную роль в такой координации: участие энергетиков, природопользователей, сельскохозяйственных органов и водоснабженцев в Советах бассейнов, соответственно представителей различных районов и крупных водопользователей в Советах систем. Во многих странах созданы национальные водные Советы под руководством премьер-министра в составе руководителей всех отраслей, заинтересованных в водном секторе, а также крупных специалистов: ученых и профессионалов.

1.4. Увязка системы управления водой по вертикали между уровнями водной иерархии.

Современная водохозяйственная система, особо в условиях орошения, представляет собой многоуровневое древо подачи и распределения воды, начиная с бассейна, магистрального питания, каналов II и III очереди, сети Ассоциаций водопользователей (АВП) или Организаций водопользователей (ОВП) и, наконец, фермерских участков. Главные потери воды, равно как и срывы в водообеспеченности, складываются на стыках этих уровней иерархии, и они определяют общую неэффективность, которая характеризует наши системы управления. Мы страдаем не от дефицита воды, а от дефицита управления.

Поэтому одна из главных задач ИУВР увязать именно уровни иерархии. Нужно избавиться от такой ситуации, когда каждая водохозяйственная организация на своем уровне вырабатывает свои задачи, критерии, которые не соответствуют общей цели ИУВР – обеспечение максимальной продуктивности воды. Областные и Бассейновые управления заинтересованы, чтобы продать как можно больше воды потребителям, потребители заинтересованы взять ее как можно меньше (если они платят деньги).

Каждый уровень водной государственной иерархии заинтересован в том, чтобы взять как можно больше воды, иметь ее в своем распоряжении, получив возможность дать больше тому «кто ближе к сердцу» или «кому укажет начальство», мало заботясь и о КПД систем и об организационных потерях и вообще об излишнем водозаборе и последующем сбросе неиспользованной воды, которая стоит деньги, особо при машинном орошении.

Принципиальными инструментами увязки уровней иерархии по вертикали, так же как и по горизонтали являются организационная структура в комплексе с общественным участием.

Управленческие инструменты:

- это, в первую очередь, четкий учет воды на всех уровнях систем от бассейна до фермерского хозяйства, это жесткое нормирование потребления в воде;
- это составление взаимоувязанных планов водораспределения и водопользования для всех уровней иерархии, предусматривающих отсутствие в планах организационных потерь;
- система учета, отчетности – не только срочной, но и оперативной, нацеленной на определенные показатели и критерии, и их соблюдение в процессе организации управления путем корректировки распределения воды и водоподачи;
- это совершенствование четкого диспетчерского управления, нацеленного на критерии управления – равную водообеспеченность водопользователей и стабильность водоподачи при соблюдении приоритета экологических и коммунально-промышленных требований и соблюдении ограничений экологических и по безопасности гидросооружений;

– корректировка планов водораспределения и водопользования по специально подготовленным компьютерным моделям в случае изменения гидрологических, погодных, хозяйственных или других условий.

Все эти элементы как части информационно-управленческой системы (ИУС), которая является очень важным фактором поддержки принципов ИУВР, описывается более детально в следующих разделах.

Юридические и экономические и рычаги тесно взаимосвязаны между собой и дополняют один другого. Не останавливаясь подробно (см. ниже), перечислим основные из них:

- права на воду у водопользователей и их защита государством;
- договорные отношения между водопользователями и водохозяйственными организациями, а также между водохозяйственными органами по ступеням иерархии;
- законодательство об ответственности за нарушение прав на воду и договорных отношений на воду;
- плата за услуги по подаче воды и другие услуги по обеспечению водопользователей;
- плата за загрязнение;
- плата за воду как за ресурс;
- государственное регулирование обязанностей ВХО и водопользователей, так же как и государства по поддержке и тех и других;
- поощрительные и льготные меры по рационализации водопользования;
- штрафные меры за переборы воды.

1.5. Общественное участие в управлении водными ресурсами

Чрезвычайно важным элементом ИУВР, является широкое вовлечение общественных организаций в это управление. Проблемы управления водой необходимо рассматривать в контексте взаимоотношения гражданского общества и государства.

Участие общественности призвано создать атмосферу *прозрачности* и *открытости*, при которой вероятность принятия решений, не отвечающих общественным интересам, снижается. Чем больше общественного участия, тем менее благоприятны условия для коррупции и игнорирования общественных интересов. Это средство недопущения местнического или ведомственного эгоизма при водопользовании. Это платформа справедливых, ответственных решений по водораспределению в условиях нарастающего дефицита воды, по отношению к природе и к другим членам общества.

Исходя из того, что вода является не только частным, но и общественным благом, совершенно очевидно, что общественное участие является важнейшим компонентом управления водой.

Общественное участие – это важнейший фактор борьбы с любыми видами «гидроэгоизма». Если ранее бытовавший административный метод управления водой грозил водопользователям административным гидроэгоизмом, при котором решающие лица административных территориальных органов получали доступ к диктату в своих интересах с широкой возможностью коррупции, произвола и ущемления прав других единиц, то сам по себе переход на гидрографическое управление еще не означает переход к ИУВР – этот подход открывает путь к *профессиональному гидроэгоизму*, ибо без общественного участия водохозяйственные организации сами планируют, сами устанавливают лимиты, сами их корректируют и сами себя проверяют. Поэтому участие общественности является га-

рантом справедливости, равенства и учета всех интересов при управлении. Их роль повышается путем *создания параллельно с водохозяйственными организациями общественных структур в виде «Союза водопользователей канала (системы)», Советов или Комитетов.*

Они являются представительным органом, осуществляющим руководство управлением соответствующей системы. Представительство подразумевает участие в процессе руководства всех заинтересованных сторон, а именно: представителей водохозяйственных органов, представителей секторов водопользования (ком-быт, промышленности, рыбхозов и пр.), непосредственно водопользователей, органов местной власти, природоохранных организаций, общественных и неправительственных организаций. Союз, Комитет или Совет координирует деятельность юридических и физических лиц по вопросам водных отношений, по управлению и использованию водных ресурсов в пределах территории, обслуживаемой системой или отдельным каналом.

Основной целью деятельности совместно со своим Исполнительным органом при широком участии представителей всех заинтересованных сторон является проведение в жизнь принципов интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР).

Как бы четко не работали работники ВХО, общественное участие необходимо как залог справедливости и одновременно объединенный ум, и объединенное участие, а в будущем и настоящий руководящий орган со всей полнотой ответственности. Опыт показывает, что Правление АВП, так и Комитеты каналов включаются, может быть еще недостаточно в процессы планирования, управления, распределения, ремонтов, модернизации и даже поисков источников финансирования. Но то, что достигнуто на пилотных системах, уверенно завоевывает будущее. Нужно лишь ни в коем случае не сводить роль этих органов к консультативным, советующим функциям или как к приложению ВХО.

Создание общественного участия в водном управлении должно строиться таким образом, чтобы представители водопользователей и других заинтересованных субъектов активно участвовали не только в контроле, но в планировании и осуществлении водохозяйственных работ, водопользования и вододеления путем привлечения собственных средств и других источников финансирования; это общественное участие должно превратить водохозяйственную систему в открытую и предотвратить трансформацию бывшей административной бюрократической системы в новую профессионально-отраслевую бюрократию с ее «гидроэгоизмом». Водные Советы бассейнов и суббассейнов, скомплектованные из представителей заинтересованных областей, (или районов), крупных водопользователей и органов охраны водных ресурсов; Водные Комитеты систем и каналов, составленные из представителей водохозяйственных органов и заинтересованных АВП и других объединений водопользователей; наконец, сами АВП создадут ту систему государственно-частного партнерства, которое может послужить механизмом превращения водного хозяйства по настоящему в общенародное дело.

Особа важна их роль в выработке методов и способов распределения воды на бывшей внутриводной сети. Оказалось, что инженерных приемов здесь явно недостаточно, особенно ныне, когда количество водопользователей резко увеличилось. Если в одном АВП имеется до тысячи водопользователей или даже 100 водопользователей - это тоже очень много и никакое АВП не сможет эффективно управлять водой, если не будет идти группировка водопользователей или кооперация фермеров, наличие на каждом из его каналов их более десятков участков, тогда можно понять сложность организации равноправного и стабильного распределения воды, близкого к требованиям сроков полива на этом уровне.

Но не меньшую сложность представляет собой и распределение воды на магистральных каналах, ибо в период административного подчинения их местным органам бесконечно увеличилось число непроектных отводов из каналов - и машинных и самотечных. Характерный пример - канал ЮФК, ранее по проекту имевший всего 112 водовыпусков, ныне имеет их 260 штук, в том числе более 100 с расходами менее 100 л/сек.

В этих условиях наряду с организацией планирования водопользования снизу вверх с учетом требования поля и режимов каналов II и III ступени с использованием компьютерной техники и оптимизационных моделей необходимо провести целый ряд мероприятий по вовлечению самих водопользователей в процесс планирования и перспективного управления, включая водораспределение на основе хорошо продуманного порядка и правил работы каналов внутри АВП, сообразуясь с размером землепользования, возможными расходами в сети и порядком водоподачи на старых каналах. При этом, учитывая декадное планирование расходов сверху, целесообразно придерживаться определенного водооборота по каналам более низкого порядка, организуемого между группами водопользователей, расположенными на одном канале. В связи с этим специально подготовленные инструкторы по водопользованию совместно с социальными мобилизаторами должны продумать для каждого АВП и каждого канала внутри ее порядок водораспределения, его такты, группировку водопользователей, пользующихся одним тактом, организацию внутригруппового контроля между ними, порядка и очередности водоподачи и распределения воды между группами и внутри групп. Вся эта инженерно-управленческая работа должна сопровождаться большой социальной мобилизацией водопользователей в эти группы и в соответствующие межгрупповые ячейки на одном канале, чтобы четко организовать систему водоподачи и возможность ее корректировки. Так называемая «альтернативная система водораспределения», предложенная нашими специалистами, показывает такую гибкость, но при условии большого внимания не только специалистов водохозяйственных организаций, но и самоопределения водопользователей и их внутренних организаций.

Статус и роль Союза водохозяйственной системы (или канала) – СВС или СВК и его Совета будут постепенно трансформироваться:

- безусловно, в идеале государственное (в лице УК) управление поверхностной водой должно в перспективе смениться общественным управлением водными ресурсами в зоне канала (системы) (в лице «Союза водопользователей канала (системы)» (СВК), при этом УК должно «влииться» в состав СВК. Совет СВК будет руководящим органом, а УК - исполнительным органом СВК.
- нельзя навязывать и формировать переход от государственного метода управления к общественному. В наших условиях нужен переходный этап, этап совместного управления водой двумя *юридическими лицами*: СВК и УК, чтобы избежать «революционного подхода», который может скомпрометировать идею общественного участия.
- В реальной жизни продолжительность переходного этапа будет зависеть от темпов демократизации стран региона. В рамках III Фазы проекта «ИУВР-Фергана» нужно попытаться процесс перехода от государственного к общественному методу управления водой ускорить. Для этого в течение 1-1,5 года после начала III фазы проекта надо будет провести большую организационную, мобилизационную и тренинговую работу с тем, чтобы, с одной стороны, получить *действительно добровольное* согласие водопользователей взять на себя управление пилотными каналами и, с другой стороны, полу-

читать согласие Министерств и Правительств на передачу водопользователям полномочий на управление каналами. Эта передача полномочий по управления пилотными каналами должна быть оформлена в форме юридического «Договора (соглашения) о передаче полномочий» между Министерствами и СВК.

- СВК объединяет все заинтересованные субъекты и всех водопользователей, расположенных в зоне командования пилотного канала и в перспективе в его юрисдикции будут как вопросы водораспределения, так и водопользования, а также мелиорации. Роль СВК, должна будет заключаться не в дублировании, а в координации деятельности АВП, ширкатов и других заинтересованных субъектов для достижения максимальной экономической продуктивности земледопользования с учетом социальных и экологических факторов.
- СВК и УК сейчас являются и будут еще некоторое время являться *«различными организациями»*, осуществляющими *совместное управление* каналами. Сейчас *руководящую роль* продолжают играть МСВХ, БУВХ и т.д. Лишь после того, как водопользователи согласятся взять на себя эксплуатацию канала, а государство согласится передать СВК полномочия по эксплуатации, Совет СВК станет осуществлять руководящую роль, а УК, перестав быть государственной структурой, станет исполнительным органом СВК как органа партнерской организации, в которой государственные органы остаются активными и в достаточной степени решающими участниками. До того момента, как это произойдет, СВК должен функционировать и наращивать потенциал как независимое *юридическое лицо*.
- Как известно, организационные аспекты ИУВР включают: 1) переход от административного метода управления водой к гидрографическому; 2) общественное участие. С переходом к гидрографическому принципу у нас в рамках проекта не было проблем даже в Узбекистане, так как это выгодно было водникам. Что касается общественного участия, то ситуация другая. Рядовым водникам общественное участие, как правило, выгодно, а некоторым водным чиновникам – нет. Признавая на словах руководящую роль водопользователей в лице СВК, сторонники такой позиции будут стараться превратить Совет СВК в «карманный» - послушный. Поэтому отказ от юридической регистрации СВК как самостоятельного, неправительственного некоммерческого органа водопользователей лицевого счета в банке, как раз способствует тому, чтобы СВК был зависим от УК и в этом смысле отказ от юридической регистрации СВК на руку водникам, а не водопользователям.

1.6. Природа – равноправный партнер в развитии и использовании водных ресурсов.

Человечество долгое время было заражено своей мощью и способностью подчинить природу своим желаниям. На смену лозунгу «Мы не можем ждать милостей от природы ...». Пришло понимание, что «человек получил природу не в дар от своих предков, а забирает её в долг у своих потомков». Отсюда рост экологического движения во всем мире и постепенная выработка экологических требований и природного регулирования, направленного на поддержание стабильности взаимоотношений человека и природных комплексов. С позиции воды это, в первую очередь, означает признание рек, озер, других водных объектов потребителями воды, которые без определенных режимов попусков, теряют свою сущность и назначение. Отсюда первоочередное соблюдение таких требований и условий как экологические расходы или попуски как минимальные параметры потоков,

обеспечивающих благополучную жизнеспособность водотоков или их самоочищающую способность, санитарные попуски для разбавления вредных ингредиентов, наконец, требования дельт, астуариев и сброса в открытые водоемы. При этом указанные требования касаются не только крупных рек и водоемов, но и мелких водотоков и источников.

Главное условие перехода к устойчивости природных и природно-антропогенных циклов – это минимизация негативных факторов взаимодействия источников воды и используемых территорий, а также взаимодействия поверхностных и подземных вод.

С точки зрения устойчивости экологического состояния гидрографической территории может быть предложен подход, когда за критерий устойчивости принято рассмотрение двух принципиальных природоохранных аспектов, связанных между собой: качество воды в источнике воды и накопление загрязнителей на экономически используемых территориях. Иначе говоря, критерии благополучия по этим показателям представляется следующим образом:

- уровень загрязнения экономически используемой территории и находящихся под их влиянием экосистем не должен превышать допустимых пределов, а интенсивность накопления токсичных загрязнителей должна быть отрицательная, т. е. происходит постепенное уменьшение загрязнений на указанной территории;
- содержание загрязнителей в источнике воды во всех зонах гидрографического бассейна от истоков до устья не превышает предельно допустимого содержания для всех водопользователей, использующих воду этого источника;
- на экосистемы водосбора оказывается такая антропогенная нагрузка, которая позволяет поддерживать оптимальный уровень биоразнообразия и биопродуктивности.

На основе этих критериев можно сформулировать ряд положений, которые необходимо учитывать в практике управления водными ресурсами.

1. Вода и связанные с ней земельные и другие природные ресурсы в пределах географического водосбора должны рассматриваться как *объект совместного использования, управления, охраны и развития водных ресурсов* по принципам ИУВР. Ответственность и обязательства должны быть распределены между водопользователями таким образом, чтобы водопотребление обеспечивало устойчивую защиту или развитие природного потенциала, а также предотвращало его сокращение. С этой позиции все водные ресурсы бассейна должны рассматриваться в их взаимодействии с человеческой деятельностью, с соответствующим учетом воды, земли и других элементов окружающей среды, чтобы ввести некоторые ограничения и принять оздоровительные меры в целях дальнейшего длительного функционирования.
2. Государство через свои природоохранные органы, законодательство, нормы и международные соглашения принимает на себя ответственность и контроль за соблюдением тех самых экологических и санитарных попусков, а также норм охраны водотоков, о которых говорилось выше.
3. Государство способствует постепенному включению в состав ИУВР экологической составляющей не только в виде участия природоохранных органов во всех уровнях водной иерархии в качестве равноправного решающего представителя, но и превращения «Советов бассейнов» в «Советы природных комплексов бассейна», которые на первое место своей деятельности выставляют поддержание устойчивости природных комплексов.

4. Необходимость управления использованием водными ресурсами должна основываться на определении жесткой установке *экологически допустимого водозабора (ЭДВ)* в пользу экономики и общества, чтобы снизить возможности необратимого потребления. В случае если этот объем превышен (особенно в прошлом), страны – потребители должны сделать вклад в международный фонд бассейна в качестве платы за избыточное использование природных ресурсов, осуществить компенсирующие мероприятия. Например, для бассейна Аральского моря этот уровень составляет 78 км³ при существующем уровне 106 км³ и бывшем уровне 126 км³ на душу населения! Превышение уровня экологически допустимого водозабора каждым водопотребителем может формировать определенный фонд экологической защиты гидрографического бассейна, который будет использоваться для осуществления обще-бассейновых работ по улучшению экологических условий в бассейне.
5. В целях сохранения рек и водных тел в качестве природных объектов сбросы из водохранилищ и рек *не должны быть меньше летом и больше зимой, чем наблюдаемый уровень* в подобное время года во всех записях долгосрочных наблюдений. Соблюдение этих правил предотвратит возможность превращения реки в сточную канаву. Потребность в воде природных объектов как в дельте, так и в эстуариях, в открытых и замкнутых водных телах должна основываться на объеме и времени с учетом режимов биопродуктивности и экологической поддержки, а также на базе мониторинга наряду с требованиями стран, экологической поддержки, а также на базе мониторинга наряду с требованиями стран, использующих воду.
6. Особое место в природоохранном комплексе занимает дренаж земель и управление дренажом и сбросными коллекторно-дренажными водами. Взаимоотношения поверхностных, грунтовых вод и дренажа – это очень тонкая часть водно-мелиоративного управления, где излишняя подача оросительных или промывных вод не только приводит к потере воды как ресурса, ухудшению качества их, но и деградации земли и почвенного плодородия. Неправильно выбранная конструкция и параметры дренажа будут способствовать излишнему вовлечению в оборот огромных объемов солей из глубоких горизонтов, более того неравномерное воздействие орошения и дренажа приводит к излишним потерям воды и к неравномерности урожая по площади. Необходимо усилить вполне обоснованную работу мелиоративных экспедиций, оснастить их соответствующим оборудованием и средствами наблюдения, широко внедрить ГИС и ДМ в их оценке и мониторинге. В то же время с позиции продуктивности земель нужно учитывать, что засоление и заболачивание являются одним из основных факторов потери урожайности и особо продуктивности воды в орошаемом земледелии, ибо кроме снижения урожая оно грозит излишними затратами воды.

Ясно одно – сегодня требования на воду со стороны экосистем не могут более удовлетворяться по остаточному принципу (столько воды, сколько осталось после удовлетворения экономических нужд). Это должно быть одной из приоритетных сфер деятельности водохозяйственных органов в рамках ИУВР.

1.7. Водосбережение и рациональное водопользование

Несмотря на снижение в последние годы общих водозаборов во всех странах ЦАР (главным образом, в виду экономического кризиса), уровень эффективности использования водных ресурсов следует признать недостаточным.

Главным направлением ИУВР должна быть ориентация и достижение по-

тенциальной продуктивности воды, ориентированные на «нормы передового минимального водопользования» или «на перспективный технологический уровень водопотребляющих отраслей». Такая возможность, как показывают практические результаты ряда проектов (WUFMAS, Best Practice, ИУВР-Фергана и др.) в 1997-2004 гг., вполне реальна. Для их воплощения могут быть рекомендованы следующие основные направления водосбережения в регионе:

- совершенствование системы учета воды;
- введение прогрессивной системы платы за воду через установление поощрительных ступенчатых тарифов, а также штрафных санкций за объемы воды, использованной сверх нормативов и т.д.;
- пересмотр всех нормативов водопользования на основе научно-обоснованных программ “ISAREQ” и “CROPWAT”, позволяющих успешно компьютеризировать процесс планирования водопользования, но одновременно учесть особенности различных местностей и различных лет и создать основу для корректировки норм в различные годы;
- на основе этих норм пересмотреть лимиты водопользования, которые в настоящее время в большинстве своем завышены, вызывая большие организационные потери, излишние затраты средств и нагрузку на дренаж;
- выработать зональные показатели потенциальной продуктивности воды и по ним ввести льготы для водопользователей их достигающих, в виде снижения налогов или уменьшения платы за водные услуги;
- создание системы пионерных проектов водосбережения, как первоочередных объектов показательного водопользования;
- введение водооборотов и других организационных мер, направленных на борьбу с потерями воды в поле и ее непроизводительными затратами (короткие борозды, полив сосредоточенной струей через борозду, тщательное поддержание планировки полей и т.д.);
- внедрение совершенной техники и технологии поливов;
- земли.

Создание этой службы наиболее важный элемент особенно с учетом того, что после распада колхозов и совхозов агрономическая служба хозяйств ликвидирована, квалифицированные специалисты или сами стали фермерами или ушли из аграрного сектора, а на смену им пришли не те, кто знает землю, а те, кто имеют деньги. Их нужно не только учить технологии возделывания культур, отношению к земле, нужно помочь им стать хозяевами этой земли, но одновременно и приспособиться ко всем тем колебаниям природных, рыночных условий, которые имеют место. За рубежом эта служба в виде «Экстеншн сервис» или «магазинов обслуживания» широко развита за счет Минсельхозов, у нас эта служба появилась в Киргизии, Таджикистане, мы пытаемся организовать ее на базе опыта наших демонстрационных полей в ИУВР «Фергана». Фермеры очень благосклонно откликаются на эти инициативы, они даже согласны платить за такое обслуживание. Вопрос стоит, где их организовать там, чтобы они стали настоящим инструментом ИУВР. Мы предлагаем их создать или в составе АВП или при БВУ в зависимости от специфики обстановки при поддержке на первых порах государства.

Организация консультативной службы по повышению продуктивности земель предусматривает в качестве своей основы паспортизацию всех полей и фермерских хозяйств по определенной методике с использованием компьютерных моделей. Паспорт поля содержит базисную агрономическую и мелиоративную документацию, соответствующие данные и рекомендации, которые необходимы для использования научно-обоснованного комплекса мероприятий по сни-

жению удельных расходов воды и по достижению потенциальной продуктивности. Она включает в себя базовые агрохимические, агрономические свойства почв, ежегодные климатические данные, содержание гумуса, питательных веществ и потребность в них, засоление земель, почвенные характеристики, степень выравненности рельефа и рекомендуемые сроки посевов, густоты, вегетационных фаз, а также экономические показатели эффективности выращиваемых сельхозкультур. Паспортизация полей включает оценку максимально возможного урожая культур, потенциального урожая культур в данной местности, основанного на бонитете почв без учета колебаний в климате, технологии, засолении, увлажнении; действительно возможный урожай, характеризующий реальные условия почв, ограниченный контролируемыми факторами, и действительный урожай, который определяется уровнем соответствующих организационных потерь. Оценка этих уровней продуктивности и разности между ними позволяет выявить краткосрочные, среднесрочные и долгосрочные меры по приближению действительной продуктивности к потенциальной.

Наряду с организационными и техническими мерами по организации водосбережения, большое значение имеет управление требованиями на воду путем государственной политики, направленной на рациональное использование водных ресурсов:

- создание правовой базы водопользования и её поддержки;
- внедрение на государственном уровне экономических стимулов к водосбережению как на уровне водопользователей, так и на уровне ВХО;
- образовательная программа водосбережения, начиная со школы;
- поощрение энтузиастов водосбережения путем распространения их имиджа и опыта;
- тренинг водопользователей;
- производство техники, инструментов и приборов, нацеленных на экономное расходование воды;
- поддержка государством оснащения приборами учета водопользования.

1.8. Правовые и экономические аспекты ИУВР

Роль «руководства» – политической сферы – во внедрении ИУВР состоит в создании юридической и экономической основы внедрения ИУВР и одновременно в формировании климата поддержки принципов ИУВР в обществе.

14 лет независимости дифференцировали отношение правительственных органов к воде и отсюда выработали различные правовые документы, которые в той или иной степени отражают основу юридических отношений в среде государств и между ними.

ИУВР признан как основополагающий принцип в законодательствах Казахстана, Киргизстана, Таджикистана. Отдельные элементы ИУВР (гидрографический метод, создание АВП) мы находим в законодательстве Узбекистана. Поразному отражено в них общественное участие.

Закрепление «права на воду» является основой для экономного расходования воды и ответственности как водопользователей, так и водохозяйственных органов за стабильность водоподачи. К сожалению, это право имеется лишь частично и не для всех водопользователей. Подмена этого права, так называемого «лимитированное водопользование» практически создает условия для произвола. Между тем роль закрепления права на воду для всех водопользователей в виде лицензий или регистрации права на воду, закрепленного к земле, создают базу для заключения договоров с водохозяйственными организациями для осознания ответственности за её использование, а также возможности внедрения рынка воды.

Водопользователи, имеющие лицензии на определенный гарантированный лимит воды, могут передавать (продавать) часть сэкономленного лимита другим водопользователям на взаимовыгодных условиях. Основным резервом должно быть использование техники водосбережения, создание внутрисистемных водоемов суточного регулирования и т. д. Эти методы могут быть особенно эффективны на уровне АВП.

В частности, в Киргизской Республике правительственным декретом было предусмотрено, что при водосбережении в орошении с применением новейших технологий АВП имеют право продавать сэкономленную воду по рыночным ценам.

Правом на торговлю водой должны быть наделены водохозяйственные организации, вкладывающие средства в водосбережение и развитие дополнительных водных ресурсов.

С другой стороны, за экономию воды назначаются премии персоналу организации в размере части затрат на доставку 1 м³ воды.

Первоочередными мерами для внедрения экономических рычагов являются:

- узаконить юридически права водопользователей и особо фермеров на воду, привязанные к площади орошаемых земель, и установить ответственность водохозяйственных организаций за несоблюдение этих прав (в действующем законе о фермерах в Узбекистане, например, указано, что лимиты воды устанавливаются уполномоченными органами, т.е. теми, кто должен осуществлять водоподачу); создание рынка прав на воду в последующем в интересах справедливости и *экономической оптимальности* водораспределения;
- ввести усовершенствованную систему платы за водные услуги, так же как и дифференцированную плату за воду как ресурс для водопользователей - минимальную в пределах нормативов и прогрессивную в многократном размере за переборы воды сверх них (в Индии за перебор в пределах 10 % взыскивают плату в 5 кратном размере; за более - в 10 кратном!!!);
- в целях создания заинтересованности водохозяйственных органов в экономии воды и ввести ряд мер, например, оплата ВХО из бюджета доли объема постоянных затрат, приходящихся на объем сэкономленной воды, а также установить, как это сделано в Туркменистане, отчисления 5 % прибыли от сельхозпроизводства водопользователя тем ВХО, которые обеспечили устойчивую подачу воды фермерам и ее экономию;
- определить ответственность ВХО за оказание помощи АВП в организации водоучета, оснащении каналов средствами учета и организации обучения представителей АВП водоучету; предусмотреть специальные ассигнования на эти цели в бюджете.
- В целом юридическая основа ИУВР на государственном уровне должна включать:
- признание ИУВР в целом основным направлением совершенствования водного хозяйства и водопользования, включая гидрографический метод, общественное участие, приоритет природных требований и т.д., бассейновое управление;
- закрепление прав и обязанностей водопользователей, равно как прав и обязанностей водохозяйственных органов;
- порядок лицензирования или закрепления права на воду;
- закрепление экономической ценности воды и экологических попусков, равно как и право природы на воду;
- платность водопользования и принцип «загрязнитель платит»;

- участие государства в развитии и содержании водного хозяйства, задачи и обязанности муниципальных органов.
- К юридическим аспектам на местном общественном уровне необходимо отнести:
- регистрацию АВП, Управления каналов (систем) и их Советов (Комитетов) в качестве юридических лиц, при этом АВП и Советы каналов должны быть зарегистрированы как неправительственные и некоммерческие организации, которые не должны облагаться налогами, пошлинами и прибылью;
- механизм разрешения споров по водораспределению, водоподаче, оплате услуг, участию в общественных работах и т.д. При этом необходимо максимально использовать старые традиции общественных судов, арбитражей, существование в мусульманском и даже домусульманском водном праве с незапамятных времен – так называние «водопользование по обычаю».
- отсутствие механизма разрешения противоречий в вопросах использования водных ресурсов, методики возмещения вреда, причиненного нарушением условий достигнутых в Соглашении о водораспределении;
- слабая организация обменом информацией между странами региона, прежде всего, гидрометеорологической, для обеспечения достоверного прогноза водности источников и повышения управляемости трансграничных водных ресурсов;
- отсутствие общих подходов, направлений и программ региональной экономической интеграции, слабая региональная кооперация в повышении эффективности орошаемого земледелия на основе модели оптимального разделения труда между странами ЦАР;
- неопределенности трансрегионального порядка – Афганистан и др.
- В то же время, межгосударственные консультации, обмен мнениями и опытом крайне желательны по ряду проблем внутреннего (национального) порядка. Такие факторы, как:
- дефицит и загрязнение водных ресурсов внутри страны;
- проблемы обеспечения населения безопасной питьевой водой;
- низкая продуктивность воды и земли или низкая отдача поливного гектара;
- несовершенство национальной нормативно-правовой базы;
- сверхнормативный износ основных фондов водохозяйственных предприятий;
- слабая материально-техническая база водохозяйственных организаций;
- неспособность водопользователей оплачивать услуги по подаче воды;
- проблемы институционального порядка (организационно-управленческие);
- слабая координация между секторами экономики – основными водопользователями;
- проблемы кадровой политики в водохозяйственной сфере и многие др.;
- проблема управления возвратным стоком;
- использование трансграничных подземных вод.

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ И ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО ОРГАНИЗАЦИИ КОНСУЛЬТАТИВНЫХ СЛУЖБ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ВОДЫ И ЗЕМЛИ

Ш.Ш.Мухамеджанов

Большое значение в продуктивном использовании оросительной воды имеет согласованное взаимодействие всех уровней водопользования от магистрального канала до орошаемого поля. Реформы, проводимые в водном секторе сельского хозяйства, однозначно должны быть нацелены на обеспечение потребностей в оросительной воде непосредственного потребителя, в данном случае фермера, и обеспечения потребности культуры на поле. Совершенствование оросительных систем, организационных структур по управлению и эксплуатации этих структур, как на уровне речных бассейнов, крупных каналов так и на уровне межхозяйственной сети должны производиться с учетом реальных условий и потребностей водопотребителя. Эти системы и структуры не должны быть оторваны от реальных потребностей и должны работать в режиме обеспечения этих потребностей естественно с учетом своих возможностей и должны быть нацелены на получение максимальной продуктивности подаваемой ими воды и прибыли фермера.

В настоящее время на орошение сельскохозяйственных культур используется чрезмерно большое количество воды. Фактический объем использования оросительной воды по отдельным областям порой превышает потребный в 2 раза. Основные потери при этом приходятся не только на ирригационную систему, которая на сегодняшний день находится в неудовлетворительном состоянии, но и на орошаемое поле, связанное с низким уровнем организации полива. Непродуктивные потери прослеживаются на всем протяжении от головного водозабора до орошаемого поля. Неравномерность водораспределения между потребителями от головы оросительного канала до его хвостовой части достигает до 30-40%.

НИЦ МКВК рассматривает вопросы с целью улучшения управления водными ресурсами и повышения продуктивности оросительной воды и земли. Проведенные исследования показывают, что практически во всех охваченных исследованием хозяйствах Ферганской долины отмечена низкая эффективность использования оросительной воды и земли.

Основными факторами низкой эффективности использования оросительной воды являются:

- нестабильная обеспеченность оросительной воды в каналах;
- отсутствие плана-графика водопользования, привязанного к конкретным почвенно-климатическим и морфологическим условиям местности;
- неверно выбранные схемы и параметры технологии полива;
- низкое качество планировки полей и подготовительных агротехнических мероприятий.

Основными показателями низкой эффективности использования воды и земли являются:

- большие потери на инфильтрацию;
- большие потери на сброс с полей орошения;
- нарушение сроков проведения отдельных технологических операций и качество их выполнения;
- низкие дозы внесения удобрений или их полное отсутствие;

- недостаточно эффективные меры борьбы с сорняками, болезнями и вредителями;

Суммарные потери (фильтрация + поверхностный сброс) оросительной воды на поле достигают 55% от поданной в поле оросительной воды, и превышают нормативные в 1,5 – 2,0 раза.

Отмечено различие в использовании оросительной воды по расположению хозяйств относительно магистрального канала. Хозяйства, расположенные в головной части канала и, соответственно, более обеспеченные оросительной водой используют ее больше, чем хозяйства, расположенные в средней и концевой части канала.

Отдельные хозяйства, так же как и другие находящиеся в сложных почвенно-мелиоративных и водохозяйственных условиях, проводят поливы с наименьшими затратами оросительной воды и небольшими потерями на фильтрацию ее в почву и сброса с поля. Высокая эффективность ими достигнута благодаря разумному подходу при проведении полива с учетом рельефа местности, почвенных и гидрогеологических условий.

Оценка и анализ фактического использования оросительной воды указывает на то, что в большинстве хозяйств есть резервы и реальная возможность для повышения эффективности использования оросительной воды. Повышение эффективности можно достигнуть при уменьшении потерь на фильтрацию и сброса с поля. Потери могут быть уменьшены через регулирование поливных и оросительных норм, выбором наиболее оптимальной технологической схемы полива.

При соблюдении оптимальных режимов орошения с соответствующими им поливными нормами, оптимальной технологической схемы возможно повышение эффективности использования оросительной воды в среднем до 20%.

По сравнительной оценке использования оросительной воды установлено, что в хозяйствах фактически поданный объем оросительной воды на поле превышает потребные объемы и вполне очевидно повышение продуктивности только по сокращению объема и числа поливов.

Помимо непродуктивных потерь оросительной воды на фильтрацию и сброса с орошаемого поля, снижение значений продуктивности воды происходит в результате потерь урожая от различных агротехнических и организационных факторов. Наибольшие потери урожая по всем хозяйствам, наблюдаются за счет недостатка гумуса в почве.

Уровень продуктивности на орошаемых полях региона, при условии устранения понижающих факторов, можно повысить в среднем по Узбекистану на 52%.

Результаты мониторинга и распространение опыта проекта в фермерских хозяйствах, расположенных в округе демонстрационных участков проекта

В 2005 году важное значение имела задача распространения полученного опыта по повышению продуктивности воды и земли на фермерские хозяйства, расположенные вблизи исследуемых демонстрационных участков. В связи с чем областными исполнителями и региональной группой проекта собрана информация по 33 фермерским хозяйствам по вопросам, касающимся ведения сельхозпроизводства.

Следует отметить, что во всех областях фермеры нуждаются в консультациях практически по всем вопросам сельхозпроизводства и орошения. Фермеров волнуют проблемы связанные с получением всех видов ресурсов и кредита. На сегодняшний день ни в одном государстве рассматриваемого нами региона не решены вопросы доступности получения кредита. Хотя каждое государство имеет структуры для выдачи кредита они малодоступны для простого фермера. Пробле-

ма заключается в первую очередь в том, что фермер не имеет знаний по правильному оформлению документов, затрудняют получение кредита и административная волокита. Очень много времени фермер теряет на хождение по инстанциям – хакимият, банк, налоговая служба. Не каждый фермер может представить залог, превышающий сумму получаемого кредита минимум на 15%, и скорее это условие отпугивает фермера от получения кредита. Большая часть работ в фермерском хозяйстве производится наличными деньгами – аренда техники, приобретение препаратов для борьбы с вредителями, оплата ручного труда и другие. В Узбекистане фермеры отмечают, что нет возможности получить кредит наличными на руки, что также усложняет и отбивает желание фермеров оформлять кредит. Работать по перечислению не выгодно, так как существующие МТП (машинно-технический парк) не имеет всей необходимой техники и имеющей техники недостаточно для удовлетворения потребности всех фермеров. В результате большая часть фермеров обращаются к владельцам личной техники или к другим структурам за наличный расчет.

Большинство фермеров отмечают отсутствие знаний в сроках и нормах полива. Как показало изучение проводимых мероприятий, большая часть фермеров допускают значительные ошибки в поливе сельскохозяйственных культур. Практически у всех фермеров отмечен переполив с завышенными нормами, неверно назначенные сроки полива привели к потере урожая, неверно выбранная технологическая схема полива затрудняет управление процессом полива, что привела к переувлажнению одних участков поля и недополиву других. Большинство фермеров не имеют понятия о природных факторах и мелиоративных условиях своего хозяйства, с учетом которых необходимо проводить и планировать поливы.

Помимо поливных мероприятий большие проблемы у фермеров и отсутствие, каких либо знаний по нормам и срокам внесения минеральных удобрений и по борьбе с вредителями и болезнями. При бедности почв фосфатами практически не вносятся фосфорные удобрения. Азотные и калийные удобрения вносятся несвоевременно и нормами не соответствующими потребным нормам для почв региона.

В процессе изучения фермерских хозяйств, расположенных в округе демонстрационных участков, исполнителями проекта, техниками и региональной группой проводилась работа по консультации ведения сельхозработ, касающихся вопросов орошения и агротехнических мероприятий.

Для более эффективной работы с фермерами и осведомленности других фермеров были разработаны и распространены брошюры с информацией основных мероприятий ведения сельхозработ.

Наиболее эффективными в распространении опыта среди фермеров являются семинары и тренинги. Для фермеров АВП состоялись семинары на тему «Адаптация результатов демонстрационных участков по эффективному использованию оросительной воды и развитие устойчивости сельскохозяйственной деятельности фермерских хозяйств», на которых в общей сложности присутствовало более 250 человек-фермеров.

Результаты работ по изучению существующих проблем в ведении сельхозпроизводства у фермеров и распространению опыта проекта по повышению эффективности использования воды и доходности фермерских хозяйств показала:

- желание более 30% фермеров по каждому пилотному АВП и в не его использовать опыт проекта;
- готовность участвовавших в проекте 10 фермеров и 16 местных специалистов к распространению подходов разработанных в рамках проекта;
- наличие затрат для распространения и применения рекомендаций разработанных в проекте по:

- организации водоучета;
- составлению паспорта поля;
- консультациям специалистов;

Проведенная работа на демонстрационных участках и полученные на их основе материалы подтвердили справедливость сделанных в 2002 году выводов и правильность предложенных рекомендаций.

По оценке продуктивности использования оросительной воды установлено, что в 2004 году ее величина по хозяйствам составила в пределах от 0,3 до 1,4 кг/м³. Общая картина продуктивности по всем хозяйствам отображается ее ростом относительно 2002 и 2003 годов.

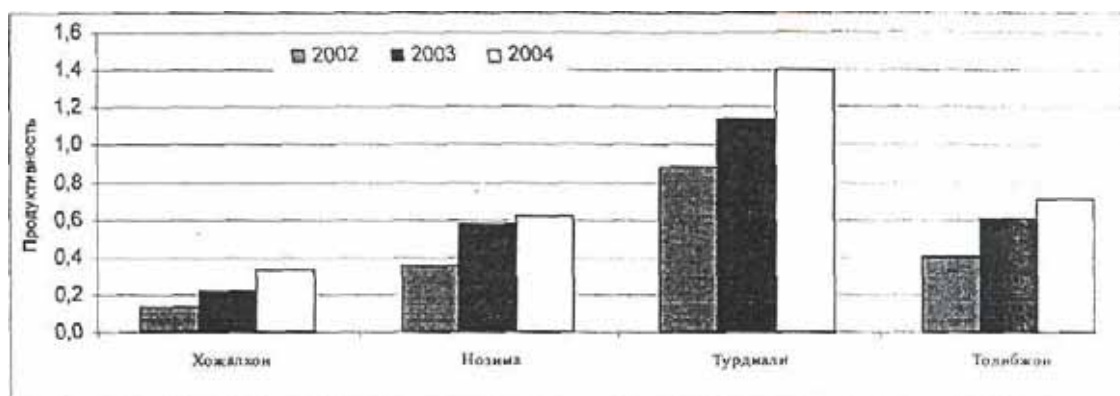
По сравнительной оценке использования оросительной воды и урожайности сельскохозяйственных культур установлено, что большая часть хозяйств повысила продуктивность, как по использованию оросительной воды, так и по урожайности выращиваемых культур. В результате управления сельхозпроизводством на основе разработанных рекомендаций достигнут значительный рост урожайности по всем демонстрационным участкам - до 31%.

Проведенные мероприятия позволили улучшить управление поливом и агротехническими мероприятиями по фермерским хозяйствам проекта. В результате стало возможным сократить объем водоподдачи в поле, повысить урожайность хлопчатника, повысить продуктивность воды и земли.

Результаты мониторинга и распространение опыта в фермерских хозяйствах, расположенных в округе демонстрационных участков

В 2005 году большое значение имела задача распространения полученного опыта по повышению продуктивности воды и земли на фермерские хозяйства, расположенные вблизи исследуемых демонстрационных участков. В связи, с чем собрана информация по 33 фермерским хозяйствам по вопросам, касающимся ведения сельхозпроизводства.

Продуктивность использования оросительной воды



Показатели улучшения управления сельхозпроизводством

Показатели улучшения	Узбекистан
	Хлопчатник
Сокращение водоподдачи	34%

Повышение урожайности	21%
Повышение продуктивности	69%

Следует отметить, что во всех областях фермеры нуждаются в консультациях практически по всем вопросам сельхозпроизводства и орошения. Фермеров волнуют проблемы связанные с получением всех видов ресурсов и кредита. Большинство фермеров отмечают отсутствие знаний в сроках и нормах полива, большинство фермеров допускают ошибки в агротехнике.

Как показало изучение проводимых мероприятий, большая часть фермеров допускают значительные ошибки в поливе сельскохозяйственных культур. Практически у всех фермеров отмечен переполив с завышенными нормами, неверно назначенные сроки полива привели к потере урожая, неверно выбранная технологическая схема полива затрудняет управление процессом полива, что привела к переувлажнению одних участков поля и не-дополиву других. Большинство фермеров не имеют понятия о природных факторах и мелиоративных условиях своего хозяйства, с учетом которых необходимо проводить и планировать поливы.

Помимо поливных мероприятий большие проблемы у фермеров и отсутствие, каких либо знаний по нормам и срокам внесения минеральных удобрений и по борьбе с вредителями и болезнями. Азотные и калийные удобрения вносятся несвоевременно и нормами не соответствующими потребным нормам для почв региона.

В процессе изучения фермерских хозяйств, расположенных в округе демонстрационных участков, проводилась работа по консультации ведения сельхозработ, касающихся вопросов орошения и агротехнических мероприятий.

Для более эффективной работы с фермерами и осведомленности других фермеров были разработаны и распространены брошюры с информацией основных мероприятий ведения сельхозработ.

Основные принципы структуры и направления деятельности по развитию консультативных услуг на селе.

Опыт демонстрационных участков показал большие возможности, как рационального использования оросительной воды так и повышение ее продуктивности. Также на основе проведенного мониторинга ведения сельхозпроизводства установлено отсутствие у фермеров знаний и информации о возможности повышения урожайности культур, производительности земли и эффективном использовании воды. Можно однозначно говорить, что фермер нуждается в квалифицированной консультации и единственный путь помочь ему в этом это организация в каждом регионе консультативных служб с набором квалифицированных специалистов.

Каким должна быть консультативная служба, где она должна располагаться, какая должна быть ее структура и направление деятельности. Решение всех этих вопросов и распространение опыта возможно организацией советующих структур на основе уже существующих и создании новых демонстрационных участков.

Целесообразно, организация структуры консультативных услуг для фермеров в АВП, или на основе Бассейновых управлений ирригационных систем.

Деятельность консультативных служб связанные с улучшением продуктивности воды и земли, могут руководствоваться следующими принципиальными направлениями *с учетом интересов землепользователей всех уровней, в том числе и фермеров:*

- Информационная и юридическая поддержка фермеров и повышение их знаний.

- Планирование сельскохозяйственной деятельности для получения максимальной прибыли с единицы площади;
- Подбор культур наиболее прибыльных для данной зоны и для определенного периода времени;
- Возможность снижения затрат при производстве сельскохозяйственных культур;
- Возможность достижения потенциальной продуктивности (на основе паспорта поля);
- Маркетинг сбыта, снабжения и обслуживания.

Консультативная работа ориентирована на фермера и направлена на удовлетворение его текущих и будущих потребностей. Служба всесторонне изучает условия фермера и дает соответствующие рекомендации, ведет поиск новых технологий, отбирает из них лучшие и демонстрирует их пригодность в конкретных условиях фермера. Служба устанавливает связь с учеными и подает заявки на исследования, интересующие фермера.

Основные принципы, которым должна следовать консультативная служба

В своей работе по представлению профессиональных консультаций фермеру служба руководствуется следующими принципами:

- Консультативная работа ориентирована на фермера-водопользователя и направлена на удовлетворение его текущих и будущих потребностей;
- Служба сама проявляет инициативу в установлении контакта с каждым фермером, прямым или косвенным путем;
- Служба всесторонне изучает условия фермера и дает соответствующие рекомендации;
- Служба не удовлетворяется передачей рекомендации и результатов исследований по мере необходимости. Она ведет поиск новых технологий, отбирает из них лучшие и демонстрирует их пригодность в конкретных условиях фермера;
- Служба устанавливает связь с учеными и подает заявки на исследования интересующие фермера.
- Фермеры привлекаются (как в индивидуальном порядке, так и через локальные, региональные и государственные организации) к исполнению активной роли в качестве советников службы;
- Задача службы обеспечить фермера руководством, советом и необходимым знанием. Служба не должна навязывать решение фермерам.
- Служба должна сосредотачивать свои усилия на тщательно отобранных приоритетных направлениях с целью экономии своих ограниченных ресурсов.
- Поиску альтернативного распределения сельскохозяйственных культур в системе канала не превышающие его пропускную способность;
- Планирование водопользования исходя из принципа равноправного вододелиения между потребителями;
- Руководствоваться принципами водосбережения на различных уровнях организаций сельского хозяйства.

Отраслевая принадлежность консультативной службы

Консультативная служба является неотъемлемой частью Министерства сельского и водного хозяйства. Консультативная служба функционирует как отдельная структура со своим юридическим адресом. Консультативная служба связана:

- С отраслевыми службами Минсельводхоза на Республиканском, областном и районном уровне с правом получения необходимой информации и содействия в решении соответствующих проблем;
- С научными центрами в получении от них новых технологий и разработок, в представлении им заявок на исследования и научные разработки;
- Маркетинговой службой;
- Службой реализации товаров сельскохозяйственного производства за пределы государства и внутри страны;
- Законодательными структурами.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ НА ОСНОВЕ НОВЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ

А.Г. Сорокин, Л.А. Аверина

Цель работы - на основе вариантных расчетов и всестороннего анализа существующей ситуации и возможных изменений в будущем разработать рекомендации по совершенствованию управления водными ресурсами в бассейне р. Сырдарья.

Введение

Как показывает опыт последних лет, существующие в настоящее время механизмы управления водно-энергетическими ресурсами бассейна Сырдарья, не могут обеспечить надежное бесперебойное энерго- и водоснабжение всех потребителей бассейна. Все страны бассейна пришли к пониманию того, что сотрудничество и поиск компромиссов в равной степени необходим и выгоден всем странам, но одновременно с этим возникает ряд вопросов. Можно ли решать проблему управления водными ресурсами в бассейне Сырдарья жесткими мерами, фиксирующими обязательные объемы попуска из Токтогула в вегетационный и межвегетационный периоды (с соответствующими платами и компенсациями)? Не приведет ли такая политика в будущем к росту рисков по вынужденному опорожнению водохранилища в маловодный период (и соответствующей потере в выработке электроэнергии) и к катастрофическим паводкам в осеннее-зимний период в многоводный период? Как в будущем изменится характер регулирования стока крупными водохранилищными гидроузлами, если мы будем придерживаться существующих “правил” управления (выработанных для средних по водности условий), но окажемся в периоде маловодья или многоводья? И, наконец, насколько востребованы ирригационные попуски из Токтогула в вегетацию в многоводные годы, когда боковая приточность и водность всего бассейна Сырдарья значительны?

Для того, чтобы ответить на эти и подобные вопросы обосновано, необходимо всесторонний системный анализ существующей ситуации и возможных изменений в будущем. Данный тип анализа основывается (как показывает мировой

опыт) на проведении вариантных модельных расчетов и сопоставлении результатов по ряду показателей и оценок.

Данная работа является исследовательским шагом в данном направлении, показывающая на основе выполненного анализа, выгоды и ущерба стран от различных вариантов управления водными ресурсами бассейна. Разработаны предварительные рекомендации по вариантам стратегического управления водохранилищами и ГЭС бассейна, предложения по вводу механизма учета цены за регулирование стока.

1. Оценка создавшейся ситуации в регионе за многолетний период

Режим стока р. Нарын в естественном протекании имеет благоприятный для удовлетворения требований орошаемого земледелия гидрограф, поскольку половодье проходит в период вегетации, а межень соответствует невегетационному периоду. Поэтому изначально Токтогульское водохранилище многолетнего регулирования, построенное р.Нарын в середине 70-х годов в Киргизской части бассейна реки Сырдарья, было нацелено на поддержку стабильного орошения в Узбекистане и Южном Казахстане. По протоколу № 413 от 1984 г. в год 75 % обеспеченности основные попуски из водохранилища должны осуществляться в летнее время (апрель-сентябрь), а зимние (октябрь-март) должны не превышать 25 % от них и при этом осуществлять многолетнее регулирование. Избыточное электричество, производимое в летнее время, направлялось в Центрально-Азиатскую Энергетическую Систему для Узбекистана и Южного Казахстана. Поскольку Киргизия не располагает значительными топливными ресурсами, они передавались из Узбекистана и Казахстана для обеспечения работы ТЭС Киргизии в зимнее время.

После приобретения независимости государствами ЦА установленный порядок подвергся искажению. Киргизия, не имея возможности импортировать топливо, начала увеличивать зимние попуски для производства дополнительной электроэнергии и уменьшать летние попуски, накапливая воду для следующего зимнего сезона. Этот, ориентированный на энергетический сценарий, режим водных выпусков из Токтогульского водохранилища, создал серьезные проблемы для прибрежных государств нижнего течения. В результате узбекские и казахские фермеры столкнулись с проблемой дефицита поливной воды и невозможностью пропустить увеличенные зимние попуски через замерзшие реки и каналы, вследствие чего вода непродуктивно расходовалась на сброс в естественные понижения типа Айдаркуля, создавая экологические проблемы. Начиная с 1990 г. и по настоящее время, летние попуски уменьшились на 45 %, а зимние увеличились на 55 % от общего объема попусков. С начала 90-х годов изменение Кыргызстаном гидрографа попусков в сторону энергетических требований достигали 67,3 %, т.е. практически соотношение величин попусков в вегетационный и межвегетационный периоды стали противоположными. (Изменение гидрографов стока за многолетний ряд иллюстрируется данными таблицы 1.)

Значительно смягчило катастрофичность такого изменения проектного режима тот факт, что последние десятилетия характеризовались высокой водностью р.Нарын, которая оценивалась по периоду в целом 5 % обеспеченностью.

Для решения проблемы конкурирующих потребностей (энергетических и ирригационных), которые приобрели международный характер, еще в феврале 1992 г. страны региона пришли к соглашению о сохранении схемы распределения воды, установленной еще в Советское время. Это соглашение, как и ежегодные соглашения об обмене водными и топливно-энергетическими ресурсами, оказались неэффективными и не изменили энергетического сценария работы Токто-

гульского водохранилища. При этом в 1998 г. был достигнут минимальный объем водохранилища в 7.2 млрд.м³, близкий к мертвому объему (5.5 млрд.м³).

При поддержке ЮСАИД страны региона заключили новое долгосрочное рамочное соглашение в марте 1998 г., которое признает, что годовой и многолетний объем воды имеет стоимость и должен быть компенсирован посредством бартера по обмену электроэнергией и топливными ресурсами или оплатой наличными. Соглашение выполнялось в новом формате, но его результаты снова оказались неудовлетворительными, поскольку объем водохранилища снова достиг 7.5 млрд.м³ в апреле 2002 г., снизив возможности водохранилища в области многолетнего регулирования. Далее, в нарушение соглашения, годовые соглашения не предусматривали компенсации за накопление водных ресурсов и касались лишь импорта электроэнергии из Киргизстана в обмен на топливные ресурсы из Узбекистана и Казахстана в зимнее время. Однако даже если летние попуски соответствовали согласованным, поставки топлива были меньше договоренных соглашением, вынуждая Киргизию увеличить зимние попуски.

В многоводные же годы страны нижнего течения, не нуждаясь в согласованных летних попусках, которые в свою очередь влияют на экспорт электроэнергии и компенсирующие объемы топлива, создали серьезные риски для Киргизии в отношении обеспечения энергией в зимнее время. Как показал 2002 год, даже при вегетационных попусках равных 3,65 км³, что фактически является требованием на попуски энергетиков самого Кыргызстана, орошаемое земледелие было обеспечено водой за счет высокой боковой приточности р.Чирчик и р.Карадарья. Поскольку Узбекистан и Казахстан не были заинтересованы в дополнительных попусках из Токтогула сверх энергетических до 6,5 км³, то и не было необходимости в покупке избытка летней электроэнергии в размере 2,2 млрд.кВт.ч, как зафиксировано Соглашением 1998 г.

Таблица 1

**Фактический сток р.Нарын в створе Токтогульской ГЭС
и попуски из водохранилища в годы различной водности**

Периоды	за год		вегетация		межвегетация	
	млн.м ³	%	млн.м ³	%	млн.м ³	%
ср.мн.приток за 1948-2004 гг	12377,97	100	9467	76,5	2911	23,5
за 1948-1989 гг	11713	100	9009	76,9	2704	23,1
за 1948-1974 гг	12528	100	9761	77,9	2767	22,1
за 1974-1989 гг	10389	100	7787	75	2602	25
попуск 1990	11370	100	6769	59,5	4601	40,5
1991	13235	100	8611	65,1	4624	34,9
1992	12179	100	6553	53,8	5626	46,2
1993	10869	100	4532	41,7	6337	58,3
1994	14521	100	6721	46,3	7800	53,7
1995	14591	100	6291	43,1	8300	56,9
1996	14702	100	6217	42,3	8484	57,7
1997	13654	100	6027	44,1	7627	55,9
1998	11281	100	3689	32,7	7592	67,3
1999	13470	100	5070	37,6	8400	62,4
2000	15180	100	6482	42,7	8697	57,3
ср.мн.сток за 1990-2000 гг	12751	100	6206	49,2	6544,8182	50,8

Периоды	за год		вегетация		межвегетация	
	млн.м ³	%	млн.м ³	%	млн.м ³	%
приток 2001	12716,944	100	9359	73,594725	3357,944	24,769079
попуск 2001	14435	100	5923	41,032213	8512	58,967787
приток 2002	17012	100	13557	69,740909	3455	30,259091
попуск 2002	11369	100	3651	36,797363	7718	67,886358
приток 2003	15704,43	100	12045,43	76,700842	3659	23,299158
попуск 2003	14003,18	100	4899,12	34,985768	9104,06	65,014232
приток 2004	14335,48	100	10691,48	74,580551	3644	25,419449
попуск 2004	14948,78	100	6193,85	41,433816	8754,93	58,566184

Данное обстоятельство подстегивает, прежде всего, Кыргызстан искать рынки сбыта не востребовавшей летней энергии вне региона. Свидетельством тому служат обсуждение данного вопроса с Россией, Афганистаном, Пакистаном, Ираном, Китаем. Примером такого развития служит недавняя продажа энергии Киргизией России через сеть электропередач Казахстана. Однако есть определенные препятствия, которые нужно преодолеть, чтобы получить доступ к любому из этих рынков.

Проведенный анализ существующих договоренностей в области регионального сотрудничества в водном и энергетическом секторах показал, что в соглашении 1998 года нет четкого определения условий, при которых возможны выгоды от регулирования стока Токтогульским гидроузлом, как для энергетики, так и орошаемого земледелия. Отсутствует положение о многолетнем регулировании. Наполнение водохранилища в многолетнем разрезе происходит сегодня, прежде всего, в интересах гидроэнергетики, и только для особо маловодных лет возможна прибавка для орошения из многолетней составляющей объема водохранилища.

Для стабилизации совместной деятельности водохозяйственных и энергетических ведомств в регионе необходимо разработать единые для бассейна рекомендации по управлению водными ресурсами на основе сценарного подхода с учетом водности рек и потенциальных возможностей рынка сбыта энергии, как внутри ЦА региона, так и за его пределами и внедрить новые экономические механизмы взаимоотношений между государствами в существующую систему бартерного обмена в водно-энергетическом комплексе бассейна р.Сырдарья.

Для того, чтобы определить возможные сценарии развития взаимоотношений между государствами ЦАР учитывая водность рек в бассейне р.Сырдарья, а также возможное перспективное сотрудничество с государствами вне региона, необходимо оценить существующую систему работы Нарын-Сырдарьинского каскада водохранилищ и ГЭС и дать анализ возможных экспортных рынков энергии внутри и за пределами региона.

2. Краткий анализ существующей схемы внутрибассейнового распределения воды и энергии при работе Нарын-Сырдарьинского каскада водохранилищ и ГЭС между государствами ЦАР

Токтогульское водохранилище является компенсирующей емкостью для Сырдарьинского бассейна в целом. Потребители воды для орошаемого земледелия обеспечиваются в первую очередь стоком малых рек и боковой приточностью к стволу, возникающие же дефициты покрываются попусками из водохранилища. Величины этих попусков в многолетнем ряду меняются в широких пределах от 0,7 до 16 км³.

Таджикистан получает зарегулированный сток рек Нарын, Карадарья от Кыргызстана и Узбекистана. Кайраккумское водохранилище работает в режиме сезонного регулирования. По проекту, при ирригационном режиме на Кайраккумской ГЭС, наибольший объем электроэнергии вырабатывается летом, а с минимальной мощностью ГЭС работает зимой. Такая схема, выгодная Узбекистану и Казахстану, не соответствует современным энергетическим требованиям Таджикистана и вызывает некоторый зимний дефицит энергии, требующий компенсации. По соглашению с Узбекистаном в период наполнения Кайраккумского водохранилища Таджикистан импортирует электроэнергию, а в период сброса – экспортирует. Кайраккумское водохранилище перехватывает зимние попуски из Токтогула и является в настоящее время ирригационным компенсатором. Однако, регулирующей емкости Кайраккумского водохранилища (полезный проектный объем водохранилища оценивается в 2.5 км^3), недостаточно для перехвата и эффективного перерегулирования стока при попусках из Токтогула в межвегетацию свыше 7 км^3 .

Зависимость от Токтогула можно уменьшить, если скоординировать режимы управления Кайраккумского, Чарвакского и Чардаринского водохранилищ. Совместная работа этих водохранилищ ориентирована на обеспечение максимально допустимых расходов по руслу Сырдарьи в зимний период (с минимальными сбросами в Арнасай) и равномерное наполнение этих емкостей к концу межвегетации. В вегетацию в интересах ирригации Кайраккумским водохранилищем перераспределяет около $1,7 \text{ км}^3$ воды (дополнительный попуск в вегетацию), сбрасывая в целом за год около $0,9 \text{ км}^3$ стока, который ниже накапливается в Чардаринском водохранилище. Выработка электроэнергии на Кайраккумской ГЭС оценивается около $0,5$ млрд. кВт ч, из которых $0,1$ млрд. кВт ч теряется Таджикистаном при холостых сбросах в вегетацию. Потери на ГЭС в многоводные годы при попусках $9 \dots 10 \text{ км}^3$ в вегетацию (например, в 1998 году, когда приток к Кайраккумскому водохранилищу за вегетацию составил $8,6 \text{ км}^3$, а попуски из него $10,1 \text{ км}^3$) могут быть увеличены вдвое. В тоже время, в маловодные годы нерациональная работа Кайраккумского водохранилища может привести к дефицитам воды и соответствующим убыткам в орошаемом земледелии на расположенных ниже землях и возможным потерям при работе Фархадской ГЭС.

Узбекистан и Казахстан получают, во-первых, зарегулированный сток реки Нарын от Кыргызстана, учитывая, что в первую очередь пропускаются нерегулируемые расходы реки Карадарья и рек Ферганской долины с добавлением к ним необходимых попусков из Токтогульского водохранилища; во-вторых, зарегулированный Кайраккумским водохранилищем сток от Таджикистана. От попусков из этого водохранилища зависит водообеспеченность орошаемого земледелия среднего течения Сырдарьи (Узбекистан, Казахстан), работа Фархадской ГЭС (Узбекистан) и гарантированный приток к Чардаринскому водохранилищу (Казахстан). Казахстан получает зарегулированный сток реки Чирчик от Узбекистана.

Итак, анализ показывает, что фактические попуски из Токтогула за последние 12 лет не соответствуют проектному режиму и находятся ближе к энергетическому. Режим работы Токтогульского водохранилища трансформировался в интересах производства гидроэлектроэнергии Кыргызстаном (таблица 2), то есть, в направлении усиления накопления воды летом и попусков в зимний период. Гидроузел, как многолетний регулятор (по проекту), должен предупреждать в маловодные годы возможные перебои в водообеспечении расположенных ниже орошаемых земель. Этого как раз и не происходит. Налицо снижение гарантированности водообеспеченности Узбекистана и Казахстана в отдельные периоды вегетации (по отдельным каналам до 40-60 %).

Таблица 2

Динамика притоков и пусков воды из Токтогульском гидроузла, км³

Показатели	Еже- годно в среднем	1985...1991		1992...1999		2001...2004	
		зима	лето	зима	лето	зима	лето
Приток в водохранилище	12,06	2,77	9,29	2,98	10,18	3,53	11,41
Попуски из водохранилища	11,46	3,53	7,93	7,59	5,73	8,52	5,16
Водный баланс	+0,6	-0,76	+1,36	-4,61	+4,45	-4,99	+6,25

Как показывают гидрологические наблюдения и предварительные расчеты 80 % лет приходится средние по водности года, а остальные 20 % лет – на многоводные или маловодные годы; среднемноголетний бытовой сток (приток к водохранилищу) в створе Токтогульского гидроузла за вегетационный период составляет 9,5 км³ (табл. 1), а современные попуски из водохранилища (для ирригационных целей) – 6 км³. В маловодные годы требуется уже не менее 7 км³, то есть, на 16 % выше, чем в средний по водности год, а в многоводные годы достаточно 4 км³. Сопутствующая при этом выработка электроэнергии в маловодные годы составляет 3,0 ГВт.ч (на 36 % выше, чем в год нормальной водности), а в многоводные годы 1,0 ГВт.ч, что на 55 % ниже чем в год средней водности (таблица 3).

Таблица 3

Объемы вегетационных пусков из Токтогульского водохранилища и сопутствующая им выработка энергии для характерных лет

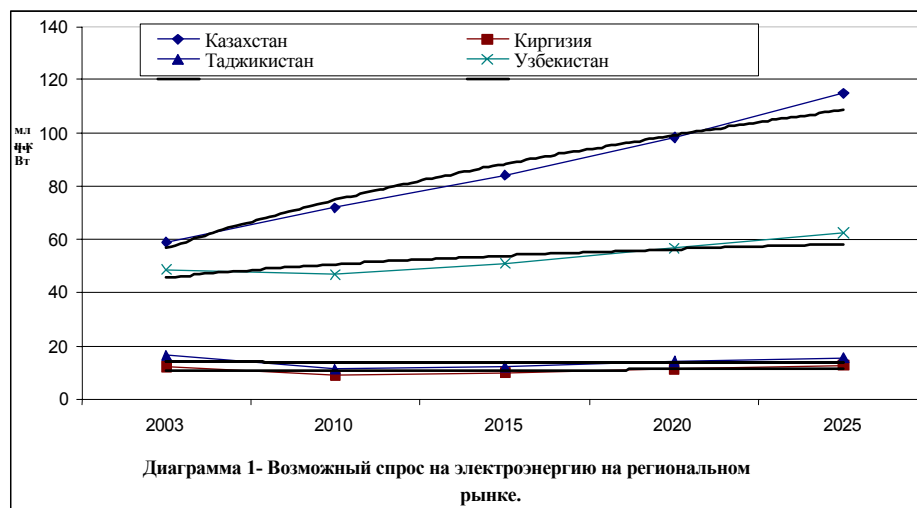
Наименование	Ед. изм.	маловодный	средний	многоводный
Повторяемость водности	%	10	80	10
Попуск воды	км ³	7	6	4
Выработка электроэнергии	ГВтч	3,0	2,2	1,0

Анализ внутрибассейнового перераспределения стока обнаруживает, что в маловодные и средние по водности годы при пусках в вегетацию из Токтогула ниже 6,0 км³ наблюдаются дефициты воды в орошаемом земледелии от 1,5...3,86 км³ в год. Для покрытия возможного дефицита воды в вегетацию необходимо в многоводные годы накапливать воду в водохранилище и не допускать попуски в межвегетацию в объемах свыше 5,0...6,0 км³. Потребность в дополнительных объемах ирригационных ресурсов составила всего 0,7...3,0 км³, в то время как требования гидроэнергетики республики Кыргызстан достигали 13,4 км³, что на 1 млрд. м³ выше объема среднемноголетнего притока к Токтогульскому водохранилищу (12,4 км³).

Анализ спроса на электроэнергию на региональном рынке и за пределами региона показывает, что современные внутренние энергетические потребности стран региона полностью обеспечиваются существующими мощностями ТЭС и ГЭС (при соблюдении расчетных режимов работы). Уровень потребления электроэнергии в странах ЦА на уровне 2003-2004 гг. составляет:

- **Узбекистан** - 48,691 млн.кВт.ч
- **Казахстан** - 58,944 млн.кВт.ч
- **Киргизия** - 12,145 млн.кВт.ч
- **Таджикистан** - 16,348 млн.кВт.ч
-

По предварительной оценке (диаграмма 1) за период 2003-2015 г.г. спрос на электроэнергию, используемую для внутренних потребностей стран, вырастет только в Казахстане (более чем в 2 раза), где экономический рост будет высоким, а необходимые изменения цен на электричество минимальными. В Узбекистане потребности увеличатся на 25...30 %.



Анализ возможного экспорта энергии за пределами региона выявил, что Россия, Афганистан, Пакистан, Иран и Китай все они являются потенциальными рынками для электричества, производимого в Центральной Азии. Пакистан и Иран обладают дополнительной привлекательностью, испытывая пиковый спрос летом, когда в Центральной Азии возможны самые большие излишки производства энергии.

Доступ к этим рынкам принесет особую выгоду Киргизии и Таджикистану, так как они являются странами, которые обладают потенциалом экспорта значительных объемов электричества. Узбекистан (и в некоторой степени, Казахстан) играют роль перспективных транзитных стран.

Но на пути доступа к этим рынкам возникает ряд препятствий:

- Доступ к российскому рынку потребует доступа к линии электропередачи Север-Юг через Казахстан, которая находится в фазе строительства, и будет зависеть от интересов и желания РАО ЕЭС покупать ресурсы.
- Афганистан имеет потенциальный спрос, но его способность заплатить за импорт ограничена.
- Доступ к рынку Пакистана вовлечет транзит и связанное с этим строительство линий электропередачи через Афганистан.
- Рост спроса в Китае сконцентрирован в населенных центрах Восточного Побережья, а это значительное расстояние от Центральной Азии.
- Поставки в Иран из Киргизии и/или Таджикистана вероятно вынуждены будут конкурировать с поставками из Туркменистана и должны будут пройти транзитом через Афганистан или Туркменистан, а также, возможно, Узбекистан. Кроме того, доступ к рынкам экспорта во многих случаях потребует соглашения о транзите энергии среди самих стран ЦАР.

3. Проведение численного эксперимента

Целью эксперимента было выяснение: может ли работа водохранилищ бассейна Сырдарьи стать более эффективной, чем сейчас, в настоящее время и в перспективе, в стратегических интересах Узбекистана и других стран региона.

Работа водохранилищ рассматривалась в условиях появления в будущем не только отдельных лет различной водности, но и серий маловодных (многоводных) лет, при существующем и перспективном составе сооружений (новые водохранилища).

В качестве ключевых вариантов управления исследованы следующие режимы работы Токтогульского гидроузла: **(i) энергетический, (ii) ирригационный, (iii) ирригационно-энергетический.**

Вариантная оценка режимов работы водохранилищных гидроузлов и ГЭС и их последствий в секторах экономики и для экологии выполнялась на моделях комплекса **ASB-ММ**, разработанного в НИЦ МКВК.

При различной гидрологической обстановке в бассейне и при различном управлении вводно-энергетическими ресурсами исследованы следующие сценарии взаимоотношений между государствами региона (с учетом или без учета внешнего рынка энергии):

- Энергетический сценарий - максимальное выполнение энергетических требований зимой и летом для покрытия внутренних требований на энергию Кыргызии; ирригационные требования на воду покрываются за счет стока Чирчика и Карадарьи и сопутствующих энергетических попусков из Токтогула.
- Ирригационный сценарий – максимальное выполнение ирригационных требований в вегетацию, пропуск бытовых расходов в межвегетацию, плюс накопление или сработка многолетних запасов в вегетацию (в зависимости от водности). В увязке с зарегулированным стоком Чирчика и Карадарьи.
- Ирригационно-энергетический сценарий - соблюдение ирригационных попусков в вегетацию (жестко установленных Соглашением или в пределах рамок, рекомендованных оптимизационными расчетами), пропуск энергетических расходов в межвегетацию (не выше установленного энергетического максимума), накопление или сработка многолетних запасов в вегетацию (в зависимости от водности). Предусматривается компенсация энергетического дефицита топливно-энергетическими поставками (или жестко по Соглашению или в зависимости от водности). В увязке с зарегулированным стоком Чирчика и Карадарьи.

В перспективе количество возможных вариантов управления водохранилищами и ГЭС резко возрастает. Согласно проектным проработкам добиться рационального ирригационно-энергетического использования в бассейне Сырдарьи можно будет путём ввода новых ГЭС выше Токтогульского гидроузла (первоочередным является каскад Камбаратинских ГЭС), свободных от ирригационных ограничений и работающих в режиме сезонных энергетических компенсаторов. Так это или нет, было проверено на расчетах.

В тоже время, в регионе ведутся проектные исследования и начато строительство дополнительных регулирующих емкостей ирригационного назначения. В Узбекистане – Резаксайского, Кенкульсайское и Арнасайского водохранилищ, в Казахстане – Коксарайского. Данные водохранилища согласно прогнозам развития должны перерегулировать часть зимних попусков из Токтогульского водохранилища с последующим использованием для нужд орошения в областях Фер-

ганской долины, среднего и нижнего течений Сырдарьи. Расчетами показано, при каких условиях эффективность данных компенсаторов наибольшая.

Эксперимент предполагает оценку последствий водно-энергетического регулирования, осуществляемого, всеми водохранилищами и ГЭС бассейна, а не только Токтогульским гидроузлом и каскадом Нарынских ГЭС. Данная задача решается с помощью ASB-MM, где рассчитываются эффекты (чистые доходы) и ущербы (рассчитываемые по потере продукции) в орошаемом земледелии и гидроэнергетике, а также компенсационные выплаты, осуществляемые при возникновении энергетического дефицита. При расчете компенсаций гидроэнергетике Кыргызстана со стороны ирригационных потребителей Узбекистана и Казахстана, введен ряд ограничений. Например, компенсация (в виде поставок электроэнергии и топлива), рассчитанная на основе вегетационных дополнительных ирригационных попусков из Токтогульской ГЭС (сверх энергетических требований) не должна превышать гидроэнергетического ущерба, получаемого в зимний период. ASB-MM позволяет рассчитывать топливно-энергетический баланс по перетокам между странами как в стоимостном эквиваленте (млн.\$ США), так и физических величинах (млн.кВт.ч электроэнергии, тыс. тонн угля и топливного мазута, млн.м³ газа).

Эксперимент заключался в проведении двух серий расчетов:

- **Первая серия** - исследования режима Токтогульского гидроузла в условиях возможного появления в будущем маловодной серии лет (вероятностная оценка).
- **Вторая серия** - исследования различных режимов работы водохранилищ и ГЭС, возможных в настоящее время и в перспективе, на выбранном (из наблюдаемых лет) 20-летнем гидрологическом ряде (имитационные и оптимизационные расчеты).

Первая серия расчетов основывалась на предположении, что в будущем возможно появление ранее наблюдаемых рядов лет, в том числе экстремальных по водности. Выборка таких рядов по притокам к верховым водохранилищам бассейна (Токтогул, Андижан, Чарвак) показана в таблице 4.

Таблица 4

**Водности 10-ти и 20-ти леток из наблюдаемого ряда (1911...2004 гг)
стока рек – выборка по 5 и 95 % обеспеченности по бассейну Сырдарья**

Река	Годы	Возможные сценарии	Обеспеченность %	Средний сток за период, км ³ /год
Сырдарья	1974-1983	Маловодная 10-тилетка	95	20.8
	1925-1944	Маловодная 20-тилетка	95	22.1
	1951-1960	Многоводная 10-тилетка	5	27.6
	1952-1971	Многоводная 20-тилетка	5	26.8

В естественных режимах стока реки Сырдарья (рис.1) можно выделить несколько фаз водности (маловодных и многоводных периодов) продолжительностью в несколько лет. На фоне отдельных крупных фаз имеют место более корот-

кие периоды водности. Исходя из случайного характера стока, можно предположить (с какой-то долей вероятности) появление в будущем того или иного сочетания маловодных, средних и многоводных лет. Можно составить экстремальные по водности сценарии: “маловодная N-летка”, “многоводная N-летка” и др. и оценить их обеспеченность (вероятность превышения) за наблюдаемый период. Такой анализ, выполненный для бассейна Сырдарьи, показывают значительную изменчивость водности данных периодов как в целом по бассейну, так и по отдельным рекам.



Вторая серия расчетов - проигрывание 20-летнего ряда и оценка режимов управления водохранилищами и ГЭС бассейна р. Сырдарьи осуществлялась по 8 выбранным вариантам (таблица 5). Из них первые пять вариантов характеризуют возможные альтернативы работы водохранилищ при существующем составе сооружений, а три последних – в перспективе, при вводе новых водохранилищ и ГЭС.

Таблица 5

Варианты регулирования стока рек бассейна Сырдарьи

№	Название Варианта	Краткая характеристика
1	Энергетический (оптимизация)	Оптимизация по критерию: максимум чистого дохода от выработки Нарынских ГЭС (Кыргызстан).
2	Ирригационный (оптимизация)	Оптимизация по критерию: максимум чистого дохода в орошаемом земледелии (Узбекистан, Таджикистан, Казахстан)
3	Ирригационно-энергетический (имитация)	Фиксированный режим работы Токтогульского водохранилища в пределах попусков, установленных соглашениями между Кыргызстаном, Узбекистаном и Казахстаном. Оптимизируются режимы других водохранилищ в ирригационных целях (Андижанское, Кайракумское, Чарвакское, Чардаринское)
4	Ирригационно-энергетический (оптимизация)	Оптимизация по критерию: максимум суммы чистых доходов в орошаемом земледелии и гидроэнергетике минус ущербы от недодачи воды в Приаралье.

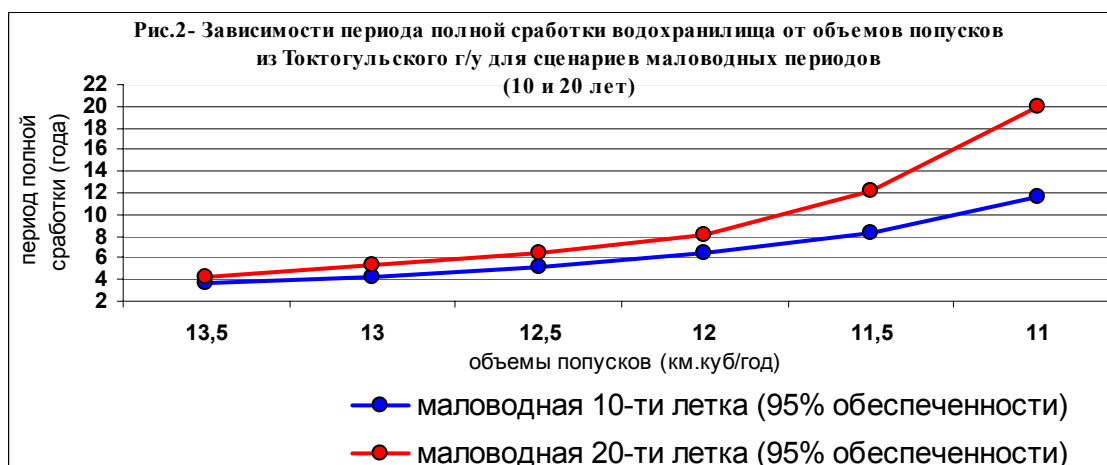
5	Ирригационно-энергетический (компенсация)	Тоже что и 4-й вариант плюс ввод процедуры компенсационных выплат Кыргызстану при возникновении дефицита выработки на Нарынском каскаде ГЭС в межвегетационные периоды
6	Энергетический + ирригационные компенсаторы	Тоже что и 1-й вариант, но при вводе в эксплуатацию ирригационных компенсаторов (Резаксай, Кенкульсай, Коксарай), которые изменяют энергетический режим реки в интересах ирригации.
7	Энергетический + Камбарата	Тоже что и 1-й вариант, но при вводе в эксплуатацию Камбаратинских ГЭС
8	Ирригационно-энергетический + Камбарата	Тоже что и 4-й вариант, но при вводе в эксплуатацию Камбаратинских ГЭС.

Гидрологическая основа расчетных рядов – фактические гидрографы рек (в створах их формирования – притоки к Токтогульскому, Андижанскому, Чарвакскому водохранилищам, боковые притоки по рекам Нарын, Карадарья, Чирчик, Сырдарья и др.) с шагом сезон (вегетация, межвегетация) за последние 20 лет. Мы выбрали данный период поскольку он наиболее полно описывает последние тенденции и особенности антропогенного и климатического воздействия на формирование стока рек бассейна.

3.2. Оценка результатов расчета

Результаты первой серии расчетов показывают:

- В случае развития гидрологической ситуации по сценариям “маловодная 10-ти или 20-ти летка” и ежегодных попусков из водохранилища в объеме 12 км^3 , произойдет вынужденная сработка Токтогульского водохранилища в течении 6...8 лет, при увеличении попусков до 13.5 км^3 , период сработки полезного объема водохранилища сократится до 3...4 лет (рисунок 2).
- В случае развития гидрологической ситуации по сценариям “многоводная 10-ти или 20-ти летка” и ежегодных попусков из водохранилища в объеме 12 км^3 , ежегодные излишки воды в среднем за период составят $1.2...1.4 \text{ км}^3$, которые будет необходимо или наполнять в водохранилище (что не всегда возможно) или дополнительно сбрасывать, доводя попуски из водохранилища до 13.5 км^3 воды в год.



Результаты второй серии расчетов приведены в таблицах 6 и 7. В таблице 6 даны дефициты воды в орошаемом земледелии и гидроэнергетике, средние за период расчета и максимальные их значения для всех восьми вариантов. В таблице 7 показаны результаты регулирования стока по первым четырем вариантам, как возможным режимам настоящего времени, с расшифровкой расчетных попусков из Токтогульского водохранилища, данным по числу перебойных лет и др.

Ирригационный режим характеризуется попусками в вегетацию из Токтогульского гидроузла в пределах 3...8.5 км³, а в межвегетацию – 3...5 км³; энергетический вариант соответственно 7...9 км³ и 3.5...4.5 км³; ирригационно-энергетический (имитация) имеет попуски в вегетацию 6...7.5 км³, в межвегетацию – 4.5...5.0 км³; и наконец, ирригационно-энергетический (оптимизация) характеризуется более широким диапазоном попусков, в вегетацию - 4...8 км³, в межвегетацию - 4.5...6.5 км³ и рассматривается как улучшенный предыдущий вариант (требуется меньшая компенсация для покрытия энергетического дефицита, характеризуется меньшими потерями и др.).

Таблица 6

Оценка последствий регулирования стока рек бассейна Сырдарьи

Варианты	Дефицит в орошении (км ³ /год)				Дефицит электроэнергии (млрд.кВт.ч)	
	Узбекистан		Казахстан		Киргизстан	
	сред	max	сред	max	сред	max
Энергетический (оптимизация)	1.17	2.12	0.53	1.29	0.05	0.85
Ирригационный (оптимизация)	0.07	0.51	0.05	0.46	2.41	4.40
Ирриг-энергетический.(имитация)	0.19	0.77	0.12	0.62	1.94	2.50
Ирриг-энергетический (оптимизация)	0.17	0.70	0.11	0.53	1.29	2.10
Ирриг-энергетический (компенсация)	0.17	0.70	0.11	0.53	0.05	0.85
Энергетический + ирригац. компенс.	0.67	1.40	0.10	0.60	0.05	0.85
Энергетический + Камбарата	0.80	1.82	0.40	0.96	0.00	0.00
Ирриг-энергетический + Камбарата	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Таблица 7

Вариантная оценка режимов работы Токтогульского гидроузла

Показатель	Энергет. (оптимизация)	Ирригац. (оптимизация)	Ир-энерг (имитация)	Ир-энерг (оптимизация)
Попуски из Токтогула, км ³				
Вегетация				
Максимальный	4.5	8.5	7.5	8.5
Минимальный	3.5	3.0	6.0	4.0
Межвегетация				
Максимальный	9.0	5.0	5.0	6.5
Минимальный	7.0	2.0	4.5	4.5

Дефицит в орошении				
Средний, км ³	1.7	0.12	0.31	0.28
% от лимита	6.0	0.4	1.1	0.9
Число перебойных лет, %	80	15	35	30
Дефицит электроэнергии				
Средний, млрд.кВт.ч	0.05	2.41	1.94	1.29
% от требований	0.5	25.6	20.6	13.7

Расчетами определены теоретические рамки поиска рациональных режимов, ограниченные чисто энергетическим и ирригационным вариантами (первый и второй варианты расчетов). В эти рамки вписываются ирригационно-энергетические режимы, рассчитанные при фиксированных попусках (третий вариант, его можно назвать “жестким”) и определяемых с помощью оптимизации (четвертый вариант – более “свободный”). Наилучшим вариантом оказался четвертый, имеющий средний энергетический дефицит для Киргизстана около 1.3 млрд.кВт.ч, что на 0.9 млрд.кВт.ч меньше, установленных соглашением для компенсации (2.2 млрд.кВт.ч). Пятый вариант повторяет четвертый, но предусматривает компенсационные поставки по покрытию энергетического дефицита.

Расчеты показали, что наилучшим вариантом для перспективных объектов является последний (восьмой) вариант, предусматривающий ввод Камбаратинских ГЭС, но при условии работы Токтогульского гидроузла в ирригационно-энергетическом режиме. В случае работы Токтогула по энергетическому режиму (седьмой вариант) дефициты в орошении остаются.

Его ликвидировать полностью не удастся и в случае работы ирригационных компенсаторов (шестой вариант).

За наблюдаемый многолетний ряд естественного (бытового, не зарегулированного) стока реки Нарын в створе Токтогульского гидроузла фактические перебои установленных за вегетацию попусков в 6 км³ наблюдались всего в четырех случаях, со средней глубиной 0.5 км³, то есть бытовой сток реки обеспечивает ирригационные требования в 95 случаях из 100. В тоже время, в межвегетацию бытовой сток реки Нарын за наблюдаемый ряд ни разу не превышал современный ирригационный (5.5 км³) и энергетический (8 км³) режимы. Из сказанного следует: Токтогульский гидроузел в средние и выше по водности годы регулирует сток исключительно в энергетических интересах Киргизстана.

Согласно расчетам, перевод Токтогула на энергетический режим наносит ущербы Узбекистану и Казахстану в маловодные годы (при дефиците в 3 млрд.м³): при оценке по потере чистого дохода приблизительно в 45 млн.\$, при оценке по потере продукции в орошаемом земледелии 210 млн.\$, а с учетом потерь в сопредельных отраслях 315 млн.\$.

В тоже время, выгода Кыргызстана от использования зарегулированного стока реки Нарын в энергетических целях составляет около 110 млн.\$, при пропуске бытового (не зарегулированного) стока 60 млн.\$, и соответственно, от регулирования стока Токтогульским водохранилищем 110 – 60 = 50 млн. \$.

При этом, Кыргызстан продает электроэнергию Узбекистану и Казахстану по ценам, превышающим себестоимость в 100 раз, вызывая ответные меры по ценам компенсационных поставок топлива.

В данных расчетах (и в дальнейших) использовались следующие осредненные исходные данные: (1) себестоимость выработки электроэнергии на ГЭС 0.0003 \$/кВт.ч, (2) тариф на электроэнергию 0.012 \$/кВт.ч, (3) цена продажи электроэнергии между государствами 0.027 \$/кВт.ч, (4) цена за газ 0.065 \$/м³, (5) цена за уголь 30 \$/т, (6) про-

дуктивность оросительной воды – $0.07 \text{ \$/м}^3$, (7) чистый доход (прибыль) от использования оросительной воды $0.015 \text{ \$/м}^3$.

Выработка на Кайраккумской ГЭС оценивается « 0.5 млрд.кВт.ч, из которых « 0.1 млрд.кВт.ч теряется Таджикистаном при холостых сбросах в вегетацию. Максимальная величина компенсации Кыргызстану составляет около 0.25 млрд.кВт.ч.

Объем операций на водно-энергетическом рынке Таджикистана не значителен. Выгода Таджикистана от использования электроэнергии (при поставках из Узбекистана) оценивается приблизительно в 6 млн.\$, а возможный ущерб (при прекращении поставок) 3 млн.\$. Чистый доход в орошаемом земледелии (водозабор по насосным станциям) может достигать около 8 млн.\$. Таким образом, всего выгода Таджикистана от использования Кайраккумского водохранилища оценивается в 14 млн.\$. В тоже время, в маловодные годы не рациональная работа Кайраккумского водохранилища может привести к большим убыткам для стран, расположенным ниже.

В таблице 8 приводятся данные о совместной работе Кайраккумского и Чардаринского водохранилищ за водохозяйственный 2000...2001 год. Кайраккумское водохранилище в интересах ирригации перераспределяет около 1.7 км^3 воды (дополнительный попуск в вегетацию), сработывая в целом за год около 0.9 км^3 стока, который ниже накапливается в Чардаринском водохранилище.

Таблица 8

**Работа водохранилищ среднего течения
2000 – 2001 года км^3**

	Вегетация	Межвегетация	Год
Каираккумское водохранилище			
• Приток к водохранилищу	5.1	12.4	17.5
• Попуск из водохранилища	6.8	11.6	18.4
• Регулирование	- 1.7	+ 0.8	- 0.9
Чардаринское водохранилище			
• Приток к водохранилищу	3.2	10.7	13.9
• Попуск из водохранилища	7.0	6.0	13.0
• Регулирование	- 3.8	+ 4.7	+ 0.9

3.3. Выводы

- Токтогульское водохранилище перестало работать в интересах орошаемого земледелия с того момента, когда попуски в вегетацию оказались меньше бытового стока. Поэтому речь о компенсации Кыргызстану может идти только в том случае, когда дополнительные ирригационные попуски (сверх бытового) действительно нужны Узбекистану и Казахстану. В маловодные годы для покрытия возможного дефицита в вегетацию необходима сработка водохранилища сверх бытового « $1.0...2.0 \text{ км}^3$. Для этого в многоводные годы необходимо накапливать воду в водохранилище и не допускать попуски в межвегетацию в объемах свыше 7.0 км^3 .
- Регулирование стока в Токтогульском водохранилище по чисто энергетическому сценарию, ориентированному на полное покрытие текущих потребления электроэнергии Кыргызстана, без учета особенностей многолетнего ре-

гулирования, нельзя считать выгодным для самого Кыргызстана, не говоря уже о неприемлемости такого сценария для Узбекистана и Казахстана

- Что может предостеречь Кыргызстан от действий, разрушающих водно-энергетическое сотрудничество стран региона? Во-первых, напоминание того факта, что наибольшую выгоду от регулирования стока Токтогульским гидроузлом сегодня получает именно Кыргызстан. Это возможные ущербы Кыргызстана от потери энергетических рынков Узбекистана и Казахстана (напомним, что потребности этих стран в будущем увеличатся, особенно Казахстана). Ущерб от отказа за услуги по регулированию стока Токтогульским гидроузлом (при средней выработке в вегетацию 2.2 млрд.кВт.ч) могут составить: при оценке поставляемой электроэнергии по средней цене продажи, установленной между государствами Центральной Азии, около 55 млн.\$, при оценке ирригационных попусков по цене регулирования (расчеты НИЦ МКВК), около 35 млн.\$. В тоже время, Камбаратинская ГЭС 2 (наиболее реальный объект) сможет вырабатывать около 1.1 млрд.кВт.ч. в год, что в два раза ниже продаваемой сегодня электроэнергии Узбекистану и Казахстану и, соответственно, не сможет покрыть потери от прекращения существующих поставок. Необходимо также учитывать, что для ввода на проектную мощность Камбаратинских ГЭС потребуется около 8 км³ воды (на заполнение водохранилищ), что несомненно скажется на водообеспеченности соседних государств.
- Отказ от кооперации и стремление к водно-энергетической независимости может приводит к ситуации, когда предпочтение, в ущерб собственных экономик стран, отдается менее эффективным решениям. В тоже время водно-энергетическая кооперация стран Центральной Азии позволила бы не только удовлетворить свои потребности (в рамках региона), но и обеспечивать совместный экспорт энергетических ресурсов в государства дальнего зарубежья.
- Перспективный комплекс Узбекистана и Казахстана (Резаксайское, Кенкульсайское, Арнасайское, Коксарайское водохранилища), предназначенный для сезонного перерегулирования стока, может выполнять роль ирригационного регулятора, несколько снижая дефициты в орошаемом земледелии. Однако, эффективность работы этого комплекса во многом будет зависит от того, на сколько согласованно будут распределены регулирующие функции между этими емкостями и существующими водохранилищами бассейна и, главное, как изменится в будущем режим Токтогульского водохранилища.
- Ввод в эксплуатацию новых ГЭС Кыргызстана (Камбарата 1, 2) не может сам по себе гарантировать работу Токтогульского гидроузла в интересах ирригации и не может, поэтому гарантированно ликвидировать существующие межотраслевые и межгосударственные разногласия в требованиях к режиму этого водохранилища.

3.4 Рекомендации

- Рекомендации по режиму работы Токтогульского гидроузла заключаются в следующем. Известно, что Кыргызстан регулирует сток реки Нарын Токтогульским водохранилищем и вырабатывает электроэнергию на каскаде Нарынских ГЭС. При энергетическом режиме работы гидроузла попуски из водохранилища распределяются следующим образом (для среднего по водности года): в вегетацию – 3.5 км³, межвегетацию – 8 км³, что полностью соответствует энергетическим требованиям, предъявляемым к ГЭС. При пере-

ходе на ирригационно-энергетический режим вегетационные попуски увеличиваются до 5.5..6.0 км³, межвегетационные уменьшаются до 6.0...5.5 км³, что приводит к зимнему дефициту (и соответственно к летним избыткам) « 2.2 млрд.кВт.ч. Однако, данный режим, рассчитанный для средних условий, нельзя признать рациональным для маловодных и многоводных лет. Для сравнения, бытовой сток реки в створе гидроузла распределяется следующим образом: в вегетацию 9 км³, межвегетацию 2.5 км³. Проигрывая работу Токтогула в многолетнем разрезе, в увязке с другими водохранилищами бассейна, можно рекомендовать диапазон попусков, в пределах которого и должен работать гидроузел, приближаясь к огибающим в особо маловодные и многоводные годы. Величина попусков из Токтогула в вегетацию должна быть около 6... 6,5 км³ в год нормальной водности, не менее 7,0 км³ в маловодные годы и 3...4 км³ в годы многоводные. Не вегетационные попуски должны находиться, главным образом, в пределах 4...6 и не превышать никогда 7 км³

- Наша позиция по покупке попусков из Токтогульского водохранилища заключается в следующем. Можно покупать только зарегулированный сток, сверх бытового, причем, как для орошаемого земледелия, так и для нужд энергетики; в случае одновременного использования стока для энергетики и орошения, затраты должны быть распределены между ними по согласованной методике, учитывающей цену за регулирование (при ее определении может учитываться гидрометеорологическое обслуживание). Попуски из Токтогульского водохранилища должны обеспечивать экологические требования к стоку, выделяя минимальную подачу в засушливые годы. В противном случае, при определении цены регулирования из нее должны быть вычтены возможные ущербы, наносимые Токтогулом экологии. Одновременно, сбросы в осенне-зимний период не должны превышать расчетных значений, установленных исходя из недопущения чрезмерных сбросов в Арнасай и подтопления земель ниже Чардаринского водохранилища.
- Основное условие минимизации сбросов в Арнасайское заключается в недопущении притока в невегетационный период к Чардаринскому водохранилищу больше 11 км³. Необходимо также обеспечить попуски из Чардаринского водохранилища в тот же период 7...8 км³. Сохранение рекомендованных попусков из Чардаринского водохранилища позволит довести подачу воды в Приаралье до 5...6 км³.
- Предлагаемые сегодня экономические механизмы управления водными ресурсами в бассейне, определяющие режимы комплексных водохранилищных гидроузлов и ГЭС, должны рассматриваться как возможные альтернативы будущего. К ним можно отнести плату за регулирование стока и механизмы возмещение эксплуатационных затрат на гидроузлах при совместной их эксплуатации.
- При введении платы за регулирование возникает, как минимум, два вопроса, требующих согласования: как определить цену регулирования, и за какой объем ресурса должны платить соседние государства, расположенные ниже по течению реки. Обязательная составляющая, входящая в цену регулирования, и не вызывающая споров - величина удельных эксплуатационных затрат на гидроузле, приходящихся на единицу объема зарегулированного стока, с накоплением этой стоимости в многолетних запасах водохранилища. Другие возможные составляющие цены регулирования требуют дополнительного обоснования и согласования между государствами (учет затрат на гидрометрическое обслуживание и мониторинг системы прогнозирования

стока; учет “упущенной энергетической выгодой” (понятие введено НИЦ МКВК), когда Киргизстан сбрасывает часть стока сверх своих энергетических требований и “упускает” возможность выработки на этом объеме гидроэнергии в необходимое ему время и др.). По оценке НИЦ МКВК средняя цена регулирования стока Токтогульским гидроузлом может изменяться от 0.003 \$/м³ (расчет без учета “упущенной выгоды”) до 0.0134 \$/м³ (расчет с учетом “упущенной выгоды”), а возможная плата за регулирование дополнительных 1...2 в км³ ирригационных попусков, подаваемых из Токтогула по просьбе нижерасположенных стран достигать 14...28 млн.\$.

- Для координации совместных действий и организации эффективного водотопливо-энергетического обмена рекомендуется создать в регионе Водно-энергетический Консорциум, выступающий как финансово-страховая организация, имеющая службу по маркетингу и полномочия в назначении монопольных цен, оценке ущербов и взимания штрафов, а также в проведении банковских операций (покупка-продажа и др.) и организации поставок. Одна из целей Консорциума – устранение внешних конкурентов и обеспечение условий для получения монопольной прибыли в регионе.

РЕКОМЕНДАЦИИ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РАЗВИТИЮ НАЦИОНАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Д.А. Сорокин

Цель работы - создание пользовательского интерфейса и базы данных по водохранилищам Республики Узбекистан.

Были определены требования Минсельводхоза РУз к создаваемой базе данных по водохранилищам РУз и пользовательскому интерфейсу.

Существующая за ряд лет БД Минсельводхоза РУз была создана в СУБД - Fox под DOS и на сегодняшний день уже не отвечает современным стандартам и нуждается в обновлении. По результатам встречи в диспетчерском пункте Минсельводхоза РУз исполнителем, и непосредственными пользователями, были согласованы ряд приоритетных задач по обновлению и усилению, как БД, так и интерфейса:

- Перевод БД из устаревшего формата в современный, например в ACCESS 2000, XP;
- Создание нового интерфейса в среде программирования Basic Pro 6, построение алгоритма которого будет базироваться на существующем “интерфейсе”;
- Добавление в новую систему элементов сервиса эл. почта, вывод отчетов на печать и т.п.

Была разработана структура БД и создан интерфейс (формат Минсельводхоза, а также структура БД по водохранилищам приводится в Приложении). Созданы модули расчетов согласно требованиям Минсельводхоза РУз.

- Определены основные требования к базе данных, определены основные требования к обеспечению достоверности и непротиворечивости информации, определены основные принципы и способы кодировки объектов, определены основные требования к пользовательскому интерфейсу;

- Проведен экспресс анализ современных технологий, используемых при проектировании и разработке прикладных информационных баз данных основанных на системах управления базами данных реляционного типа, обследование предметной области и определение основных объектов интерфейсу;
- Для преобразования таблиц существующей БД в формат таблиц БД ACCESS, была создана специальная программа транслятор;
- Разработаны главная форма, форма запросов и набивки интерфейса БД в среде программирования Basic Pro 6;
- Созданы программы-модули расчетов водных баланс водохранилищ.

Была произведена транспортировка имеющейся информации из базы данных Минсельводхоза РУз в созданную БД, а также из других источников. Сбор недостающей информации.

Возвращаясь к выполненным работам, за первое полугодие хочу отметить, что существующая БД Минсельводхоза РУз была создана в СУБД-Fox под DOS и на сегодняшний день уже не отвечает современным стандартам и нуждается в обновлении. По результатам встречи в диспетчерском пункте Минсельводхоза РУз был согласован ряд приоритетных задач по обновлению и усилению, как БД, так и интерфейса, а именно:

- Перевод БД из устаревшего формата (Рис.1.) в современный, например в ACCESS 2000, XP;
- Создание нового интерфейса в среде программирования Basic Pro 6, построение алгоритма которого будет базироваться на существующем “интерфейсе”;
- Добавление в новую систему элементов сервиса эл. почта, вывод отчетов на печать и т.п.,

Также созданы модули расчетов для БД согласно требованиям Минсельводхоза РУз:

- Определены основные требования к базе данных, определены основные требования к обеспечению достоверности и непротиворечивости информации, определены основные принципы и способы кодировки объектов, определены основные требования к пользовательскому интерфейсу;
- Проведен экспресс анализ современных технологий, используемых при проектировании и разработке прикладных информационных баз данных основанных на системах управления базами данных реляционного типа, обследование предметной области и определение основных объектов интерфейсу;
- Для преобразования таблиц существующей БД в формат таблиц БД ACCESS, была создана специальная программа транслятор;
- Разработаны главная форма, форма запросов и набивки интерфейса БД в среде программирования Basic Pro 6;
- Созданы программы-модули расчетов водных баланс водохранилищ.

Интерфейс БД пользователя представляет собой комплекс прикладных программ предназначенных для обслуживания пользователя при его работе с базой данных. С его помощью пользователь может вводить, корректировать, обновлять и анализировать информацию, содержащуюся в базе данных.

Взаимодействие пользователя с системой осуществляется на основе диалоговых форм с использованием клавиатуры и мыши. При помощи клавиатуры, как правило, осуществляется ввод и корректировка данных. С помощью мыши осуществляется выбор и активизация различных элементов диалоговых форм (функциональные кнопки, выбор элементов меню и т.п.).

Интерфейс БД в достаточной мере учитывает основные требования, предъявляемые к интерфейсу современных программных продуктов, а именно:

1. **Унифицированность основных форм диалога и форм обработки данных** – внешний вид, последовательность размещения и отображения данных на экране.

2. **Естественность диалога** – ведение диалога на родном языке (в нашем случае русский). Порядок ввода информации должен быть максимально приближен к тому порядку, в котором пользователь обычно обрабатывает информацию.

3. **Неизбыточность (краткость)** – ввод только минимума информации, необходимой для выполнения какой-либо функции. Не следует вводить информацию, которую можно сформировать автоматически или которая была уже введена раньше. Это позволяет сделать диалог быстрым, простым и уменьшить число возможных ошибок. Широкое использование пиктограмм, вместо текста, для обозначения часто используемых функций.

4. **Дружественная поддержка пользователя** – предоставляет возможность получения общей или контекстно-зависимой информации (помощи), выдачи сообщений пользователю на те или иные события (действия), например, отсутствие в таблице информации об объекте для заданных ключевых параметров.

Имеющиеся данные по всем водохранилищам Узбекистана – притоки и попуски (расход и объем). Ежесуточные, за период с 1990 года по 2004 год.

Список водохранилищ по которым ведется набивка данных и выдается отчет (среднесуточная сводка, среднемесячная, среднегодовая).

Ақдарьинское	Мелкие водохранилища	Камашинское	Тюямуюнское
Актепинское	Нурекское	Капарас	Учкизил
Андижанское	Пачкамарское	Каркидонское	Хисорак
Арнасай	Султансанжар	Кассансайское	Чардаринское
Ахангаранское	Талимарджанское	Каттакурганское	Чартакское
Джизакское	Ташкентское	Коровултепа	Чимкурганское
Жанубийсурхон	Токтогульское	Кошбулак	Чорбог
Зааминское	Тудакуль	Куюмазарское	Шуркульское
Кайракумское	Туполангское		

Тело БД состоит из:

2 таблиц, где хранятся и обновляются как оперативные данные, так и справочная информация по всем водохранилищам.

21 запроса;

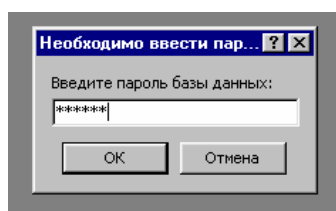
1 главной формы и 9 вспомогательных;

3 отчетов по 3 видам сводок;

1 макроса, который является запускающим макросом БД;

1 модуля написанного на языке VisualBasic, в котором прописываются все глобальные переменные расчетов и т.п.

При входе в БД необходимо ввести пароль.



Главная форма интерфейса БД состоит из трех основных блоков:

1. Блок выбора объекта и справочная информация о нем;
2. Блок ввода данных и корректировки уже введенных;
3. Блок сводок: среднегодовая, среднемесячная, среднесуточная.

Подключены модули (расчет среднемесячных, среднегодовых значений, сумма и т.п.) Разработка выходных форм.

Согласно проведенной встречи между исполнителем работ и Диспетчерской службой МСиВХ, была получена договоренность о том, что ежесуточные данные по водохранилищам РУз исполнителю не передаются и исполнитель для проверки работы программы (расчетные модули среднесуточные расчеты, среднемесячные расчеты, среднегодовые расчеты) должен сам забить в БД информацию по одному выбранному водохранилищу (Андижанское).

Исполнителем были введены суточные значения по притоку, попуску и объему по Андижанскому водохранилищу (см. рис):

- 2003 год, январь, 3 число, 07:00; 2003 год, январь, 3 число, 17:00; 2003 год, январь, 10 число, 07:00; 2003 год, январь, 10 число, 17:00; 2003 год, февраль, 3 число, 07:00; 2003 год, февраль, 3 число, 17:00; 2003 год, февраль, 11 число, 07:00; 2003 год, февраль, 11 число, 17:00.

База данных оперативной информации по водохранилищам республики Узбекистан

Выберите водохранилище: **Андижанское**

наименование водотока	река Карадарья
управление	многолетнее
тип водохранилища	руслевое
назначение водохранилища	орошение
год ввода в эксплуатацию	1983
длина водохранилища, км	14
ширина, км	8
глубина, м	96
площадь, кв.км	56

Ввод данных | **Корректировка данных**

выберите год: **2003**

выберите месяц: **Январь**

дата	время	приток	попуск	объем
3	07:00	58.00	4.00	883.00
3	17:00	57.00	5.00	870.00
10	07:00	54.00	5.00	874.00
10	17:00	61.00	4.00	869.00

База данных оперативной информации по водохранилищам республики Узбекистан

Выберите водохранилище: **Андижанское**

наименование водотока	река Карадарья
управление	многолетнее
тип водохранилища	руслевое
назначение водохранилища	орошение
год ввода в эксплуатацию	1983
длина водохранилища, км	14
ширина, км	8
глубина, м	96
площадь, кв.км	56
полный объем, млн.м.куб	1900

Ввод данных | **Корректировка данных**

выберите год: **2003**

выберите месяц: **Февраль**

дата	время	приток	попуск	объем
3	07:00	59.00	5.00	890.00
3	17:00	60.00	6.00	890.00
11	07:00	54.00	3.00	880.00
11	17:00	52.00	5.00	882.00

В окне “Сводка” интерфейса выводится рассчитанная модулем программы информация:

- Среднесуточная сводка; Среднемесячная сводка; Среднегодовая сводка.

полный объем, млн.м.куб	1900
полезный объем, млн.м.куб	1750
мертвый объем, млн.м.куб	150
протяженность береговой линии, км	65
макс. расчетная высота волны, м	2.3
продолжительность заиления, лет	50
площадь орошаемых земель, тыс.га	458.03
тип плотины	бетонная, массив
максимальная высота дамбы, м	121
длина дамбы по гребню, м	875
ширина дамбы по гребню, м	12
наличие и тип гидростанции	приплотинная
мощность ГЭС, тыс.кВт	140

выберите: год 2003 месяц Январь день 3

Среднемесячная сводка Среднесуточная сводка

по выбранному водохранилищу		по всем водохранилищам	
приток, м.куб/сек	57.50	приток, м.куб/сек	57.50
приток, млн.м.куб	4.97	приток, млн.м.куб	4.97
попуск, м.куб/сек	4.50	попуск, м.куб/сек	4.50
попуск, млн.м.куб	0.39	попуск, млн.м.куб	0.39
объем, млн.м.куб	876.50	объем, млн.м.куб	876.50

полный объем, млн.м.куб	1900
полезный объем, млн.м.куб	1750
мертвый объем, млн.м.куб	150
протяженность береговой линии, км	65
макс. расчетная высота волны, м	2.3
продолжительность заиления, лет	50
площадь орошаемых земель, тыс.га	458.03
тип плотины	бетонная, массив
максимальная высота дамбы, м	121
длина дамбы по гребню, м	875
ширина дамбы по гребню, м	12
наличие и тип гидростанции	приплотинная
мощность ГЭС, тыс.кВт	140

выберите: год 2003 месяц Январь день 3

Среднемесячная сводка Среднесуточная сводка

по выбранному водохранилищу		по всем водохранилищам	
приток, м.куб/сек	57.50	приток, м.куб/сек	57.50
приток, млн.м.куб	4.97	приток, млн.м.куб	4.97
попуск, м.куб/сек	4.50	попуск, м.куб/сек	4.50
попуск, млн.м.куб	0.39	попуск, млн.м.куб	0.39
объем, млн.м.куб	874.00	объем, млн.м.куб	874.00

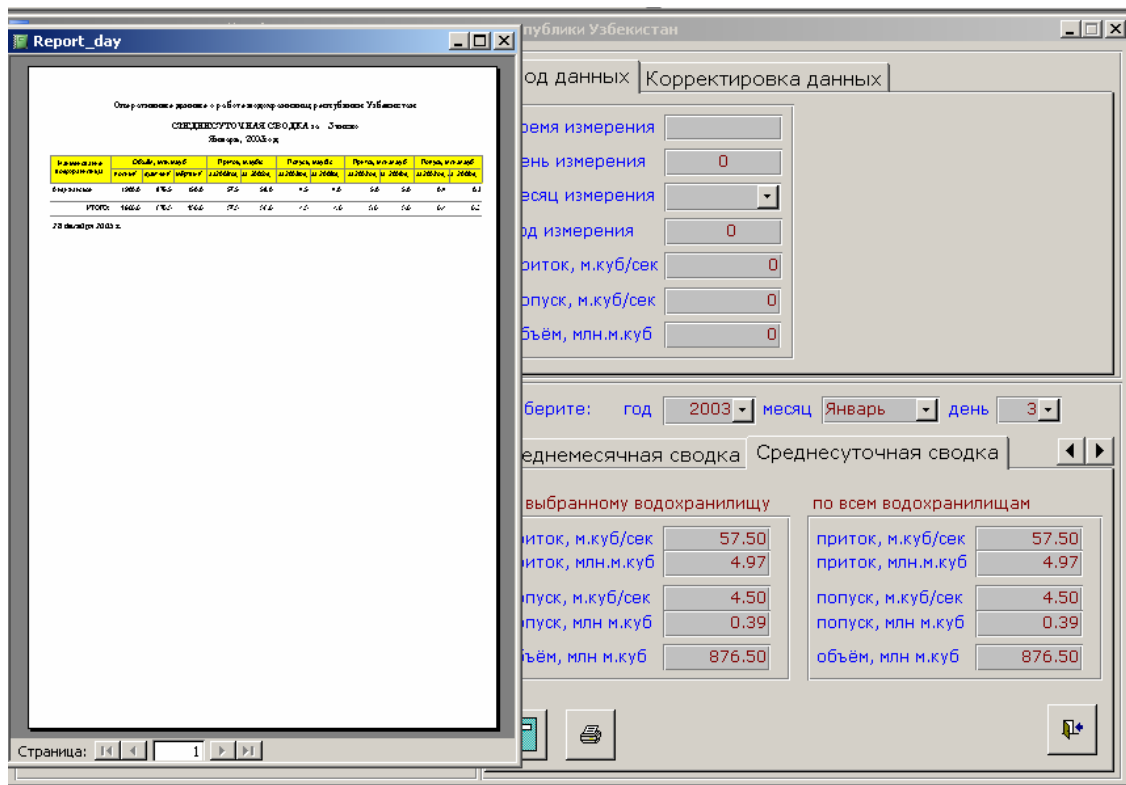
полный объем, млн.м.куб	1900
полезный объем, млн.м.куб	1750
мертвый объем, млн.м.куб	150
протяженность береговой линии, км	65
макс. расчетная высота волны, м	2.3
продолжительность заиления, лет	50
площадь орошаемых земель, тыс.га	458.03
тип плотины	бетонная, массив
максимальная высота дамбы, м	121
длина дамбы по гребню, м	875
ширина дамбы по гребню, м	12
наличие и тип гидростанции	приплотинная
мощность ГЭС, тыс.кВт	140

выберите: год 2003 месяц Январь день 3

Среднегодовая сводка Среднемесячная сводка Среднесуточная сводка

по выбранному водохранилищу		по всем водохранилищам	
приток, м.куб/сек	56.88	приток, м.куб/сек	56.88
приток, млн.м.куб	4.91	приток, млн.м.куб	4.91
попуск, м.куб/сек	4.63	попуск, м.куб/сек	4.63
попуск, млн.м.куб	0.40	попуск, млн.м.куб	0.40
объем, млн.м.куб	879.75	объем, млн.м.куб	879.75

После просмотра полученных результатов пользователь может проверить полученные отчеты и распечатать их.



Пример полученных отчетов по среднесуточной, среднемесячной и среднегодовой сводке готовых к печати

Оперативные данные о работе водохранилищ республики Узбекистан

СРЕДНЕСУТОЧНАЯ СВОДКА за 3 число Январь, 2003 год

Наименование водохранилища	Объём, млн.куб			Приток, мкуб/с		Попуск, мкуб/с		Приток, млн.куб		Попуск, млн.куб	
	полный	факт-ний	мёртвый	за2003год	за 2003д	за2003год	за 2003д	за2003год	за 2003д	за2003год	за 2003д
Андижанское	1900.0	876.5	150.0	57.5	58.0	4.5	4.0	5.0	5.0	0.4	0.3
ИТОГО:	1900.0	876.5	150.0	57.5	58.0	4.5	4.0	5.0	5.0	0.4	0.3

28 декабря 2005 г.

Оперативные данные о работе водохранилищ республики Узбекистан

СРЕДНЕМЕСЯЧНАЯ СВОДКА за Январь 2003 год

Наименование водохранилища	Объём, млн.куб			Приток, мкуб/с		Попуск, мкуб/с		Приток, млн.куб		Попуск, млн.куб	
	полный	факт-ний	мёртвый	за2003год	за 2003д	за2003год	за 2003д	за2003год	за 2003д	за2003год	за 2003д
Андижанское	1900.0	874.0	150.0	57.5	58.0	4.5	4.0	5.0	5.0	0.4	0.3
ИТОГО:	1900.0	874.0	150.0	57.5	58.0	4.5	4.0	5.0	5.0	0.4	0.3

28 декабря 2005 г.

Оперативные данные о работе водохранилищ республики Узбекистан

СРЕДНЕГОДОВАЯ СВОДКА за 2003 год

Наименование водохранилища	Объём, млн.м.куб			Приток, мкуб/с		Попуск, мкуб/с		Приток, млн.м.куб		Попуск, млн.м.куб	
	полный	факт-ий	мёртвый	за2003год	за 2003гд	за2003год	за 2003гд	за2003год	за 2003гд	за2003год	за 2003гд
Андижанское	1900.0	879.8	150.0	56.9	38.7	4.6	2.7	4.9	3.3	0.4	0.2
ИТОГО:	1900.0	879.8	150.0	56.9	38.7	4.6	2.7	4.9	3.3	0.4	0.2

28 декабря 2005 г.

Все расчетные модули программы были проверены специалистами НИЦ МКВК (Сорокин А.Г., Кац А.С.)

СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ НОРМАТИВОВ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН

Э.Д. Чолпанкулов, О.П. Инченкова

Для создания базы данных согласно календарному плану НИР был решен вопрос о выборе репрезентативных метеостанций для пилотных полигонов РУз Ферганской долины Республики Узбекистан. В результате тщательного анализа были выбраны следующие метеостанции:

- Андижан;
- Наманган;
- Федченко;
- Фергана.

Для выбранных метеостанций была собрана и пранализирована информация по климату, которая была использована в дальнейшей работе при расчетах с целью решения поставленных перед нами задач. Были созданы файлы данных по климату, почве и сельхозкультурам, необходимые для базы данных по определению нормативов водопользования в Республике Узбекистан.

Климатические данные представляют из себя среднемесячные или среднедекадные данные за календарный год репрезентативной метеостанции (с известными ее координатами и высотой над уровнем моря):

- максимальная и минимальная температуры воздуха ($^{\circ}$ С),
- относительная влажность воздуха (%),
- скорость ветра на высоте 2м (м/с или км/час),
- продолжительность солнечного сияния (час/сут),
- осадки (мм).

По этим данным программа CROPWAT вычисляет эталонную эвапотранспирацию

ET_0 по формуле Пенмана-Монтейфа.

Одна из главных характеристик сельхозкультуры, определяющая ее потребность в воде, в программе CROPWAT – коэффициент культуры, использующийся при расчете эвапотранспирации ET_{crop} в стандартных условиях. Эти условия относятся к культурам, растущим на больших площадях при хороших агрономических и почвенных условиях.

Влияние характеристик, отличающих сельхозкультуру от травы в стандартных условиях, объединяются в коэффициенте культуры – K_c . Факторы, влияющие на величину K_c – это, главным образом, характеристики культуры, дата сева или посадки, скорость развития, продолжительность вегетационного периода и климатические условия, при которых важна частота дождей или поливов, дающие увеличение эвапотранспирации, особенно на ранней стадии развития растений. Для выбора подходящей величины K_c для каждого периода в течение вегетации для данной культуры учитывается характеристика развития культуры (глубина развития корневой системы, степень истощения корнями почвенной влаги, влияние недоподачи воды на развитие культуры), общие климатические условия, а также влажность почвы.

Для создания базы данных далее должны быть заданы параметры сельхозкультуры по фазам ее развития: продолжительность фаз развития культуры (дни), коэффициент культуры, глубина корневой зоны (м), степень истощения почвенной влаги корнями растений, коэффициент снижения урожая от недопустимо низкой влажности почвы в корнеобитаемом слое. Коэффициент культуры K_c представляет из себя отношение эвапотранспирации культуры K_{crop} к эталонной эвапотранспирации ET_0 . K_{crop} постоянно изменяется в течение периода вегетации, достигая максимума в середине вегетации; в начале ее K_{crop} принимает значения 0.2-0.5 (в зависимости от культуры, количества осадков и частоты их выпадения), в конце вегетации K_{crop} снова уменьшается до 0.3 – 0.7 в зависимости культуры (зерно, овощи, люцерна и т.п.) и от количества осадков. Затем по дате сева культуры программа определяет дату сбора урожая по уже заданной продолжительности фаз развития растений и вычисляет подекадно величину эвапотранспирации культуры за весь период вегетации и потребность культуры в орошении за тот же период.

В базе данных для определения нормативов водопользования имеются файлы почвенных характеристик, содержащие следующие параметры, зависящие от типа почвы:

- полная доступная почвенная влага (мм/м),
- максимальная скорости инфильтрации осадков (мм/сут),
- максимальная глубина проникновения корней (м),
- начальное истощение почвенной влаги (%), зависящее от осадков или поливов в начальный период вегетации.

Программа CROPWAT после задания перечисленных параметров почвы определяет начальную почвенную влагу (мм/м).

Затем по созданным файлам (климатическим, сельхозкультур, почвы), составляющим базу данных, необходимую для расчета по программе CROPWAT, были проведены расчеты поливных и оросительных норм для основных сельскохозяйственных культур по метеостанциям Андижан, Фергана, Федченко, Наманган. Основными сельскохозяйственными культурами являются: хлопчатник, озимая пшеница, люцерна, овощи, сады, а также приусадебные участки, занимающие значительную долю посевных площадей.

Величина оросительных и поливных норм зависит от типа почвы на вы-

числяемом объекте, заданном в базе данных для программы CROPWAT. Поэтому в процессе исследований по данной НИР нами были рассмотрены разные типы почв: легкие, средние и тяжелые, для которых затем вычислялись оросительные нормы при одинаковых климатических условиях и сроках сева сельхозкультур.

В качестве примера ниже приводится содержимое файлов, входящих в базу данных по культуре (хлопчатник, озимая пшеница, овощи, сады, приусадебные), по почве, а также вычисленные по программе CROPWAT графики вегетационных поливов для метеостанции Фергана.

Таблица 1

Файл данных по климату (м/ст. Фергана)

ДЕКАДНАЯ ЭТАЛОННАЯ ЭВАПОТРАНСПИРАЦИЯ - ПЕНМАН МОНТИС								
Метеостанция: Фергана среднемн(32)				Страна: Узбекистан				
Высота: 582 м.				Координаты: 40.30 С.ш.		71.75 В.д.		
Месяц	Дек	МинТемп	МаксТемп	Влаж.	Ветер	СолнСиян	Радиация	
ЕТо-ПенМон		°С	°С	%	м/с	Часы	МД/м²/сут	
мм/сутки								
0.5	Янв	1	-3.0	4.9	81	0.8	3.7	6.2
0.5		2	-4.0	3.5	80	0.8	3.3	6.3
0.6		3	-4.3	3.3	80	0.9	3.7	7.1
0.5	Месяц		-3.8	3.9	80	0.8	3.6	6.5
0.7	Фев	1	-3.2	5.1	79	1.0	3.9	7.9
0.9		2	-1.5	6.8	78	1.0	4.0	8.7
1.2		3	-0.6	8.2	74	1.1	4.4	10.0
0.9	Месяц		-1.8	6.7	77	1.0	4.1	8.9
1.5	Мар	1	1.7	10.7	72	1.3	4.2	10.7
1.9		2	3.6	13.4	68	1.2	4.9	12.6
2.4		3	6.6	17.1	66	1.2	5.5	14.2
1.9	Месяц		4.0	13.7	69	1.2	4.9	12.5
3.0	Апр	1	8.6	19.7	61	1.5	5.8	15.5
3.5		2	11.1	23.2	59	1.4	6.6	17.4
4.0		3	12.4	24.5	58	1.4	8.1	20.1

	Месяц	10.7	22.5	59	1.4	6.8	17.7
3.5							
	Май	1	13.4	25.7	56	1.6	8.1
4.5							
		2	14.7	28.0	53	1.7	9.2
5.1							
		3	15.6	29.6	52	1.6	9.7
5.4							
	Месяц	14.6	27.8	54	1.6	9.0	22.4
5.0							
	Июн	1	17.3	31.7	47	1.7	10.6
6.1							
		2	18.0	32.9	46	1.6	11.4
6.3							
		3	19.6	34.6	45	1.6	11.7
6.6							
	Месяц	18.3	33.1	46	1.6	11.2	26.2
6.4							
	Июл	1	20.0	34.4	45	1.3	11.7
6.3							
		2	20.4	34.7	46	1.3	11.7
6.2							
		3	20.0	34.4	49	1.4	11.3
6.1							
	Месяц	20.1	34.5	47	1.3	11.6	26.3
6.2							
	Авг	1	19.3	34.0	51	1.2	11.4
5.7							
		2	18.5	33.4	50	1.1	11.4
5.3							
		3	16.9	31.9	52	1.1	10.8
4.8							
	Месяц	18.2	33.1	51	1.1	11.2	24.2
5.3							
	Сен	1	14.6	30.1	52	1.0	10.6
4.2							
		2	13.4	28.9	54	0.9	9.9
3.7							
		3	11.9	26.5	58	0.9	9.0
3.1							
	Месяц	13.3	28.5	55	0.9	9.8	19.5
3.6							
	Окт	1	9.9	23.7	63	1.0	7.9
2.5							
		2	7.7	20.8	65	0.9	7.2
2.0							
		3	6.1	18.8	67	0.9	6.8
1.6							
	Месяц	7.9	21.1	65	0.9	7.3	13.1
2.0							
	Ноя	1	4.6	15.9	71	0.9	5.5
1.2							
		2	3.0	13.1	74	0.8	4.6
0.9							
		3	0.7	10.5	76	0.8	4.7
0.7							
	Месяц	2.8	13.2	74	0.8	4.9	8.2
0.9							
	Дек	1	-0.4	7.6	80	0.9	3.3
0.6							
		2	-1.3	6.4	81	0.8	3.2
0.5							

0.5	3	-2.7	4.7	81	0.8	2.8	5.4
0.5	Месяц	-1.5	6.2	81	0.8	3.1	5.7
3.1	Год	8.6	20.4	63	1.2	7.3	15.9

Таблица 2

Файл данных по осадкам (м/ст. Фергана)

ДЕКАДНЫЕ ДАННЫЕ ПО ОСАДКАМ							
Климат. станция: Фергана среднмн33г Метод эфф. осад.: Метод USDA S.C.							
Месяц	декада 1		декада 2		декада 3		Месяц
	Осад	Эфф.Осад	Осад	Эфф.Осад	Осад	Эфф.Осад	
Эфф.Осад	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм
Январь	6.2	6.0	7.0	6.8	6.8	6.6	20.0
19.4							
Февраль	6.6	6.4	10.1	9.6	6.5	6.3	23.2
22.3							
Март	9.5	9.1	6.8	6.6	9.1	8.7	25.4
24.3							
Апрель	6.4	6.2	7.7	7.4	7.0	6.8	21.1
20.4							
Май	6.6	6.4	6.5	6.3	7.3	7.0	20.4
19.7							
Июнь	3.6	3.5	3.3	3.2	2.8	2.8	9.7
9.5							
Июль	1.5	1.5	1.2	1.2	2.3	2.3	5.0
5.0							
Август	1.8	1.8	1.1	1.1	0.6	0.6	3.5
3.5							
Сентябрь	1.9	1.9	4.9	4.8	3.0	3.0	9.8
9.6							
Октябрь	7.1	6.9	5.4	5.3	9.6	9.2	22.1
21.3							
Ноябрь	7.7	7.4	6.9	6.7	6.5	6.3	21.1
20.4							
Декабрь	8.1	7.8	6.6	6.4	6.5	6.3	21.2
20.5							
Всего							202.5
195.9							

$$\text{Форм эфф осад: } O_{\text{эфф}} = (\text{Одек} * (125 - 0.6 * \text{Одек})) / 125 \text{ для } O_{\text{мес}} \leq 250 \text{ мм}$$

$$O_{\text{эфф}} = 125/3 + 0.1 * \text{Одек} \text{ для } O_{\text{мес}} > 250 \text{ мм}$$

Таблица 3

Файл данных по культуре (хлопчатник, м/ст. Фергана)

```

????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????
?                                     ДАННЫЕ ПО КУЛЬТУРЕ                                     ?
????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????
?                                     Название культуры: хлопок                             ?
????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????
? Стадия развития                      Начал  Развит  Сред  Позд  Всего  ?
????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????
? Продолжительность [дней]             30      30      55      60      175    ?
? Коэф. культуры [коэф.]               0.35   ->      0.95   0.75    ?
?
? Глуб. корн. зоны [метры]            0.20   ->      1.80   1.80    ?
? Степень истощения [доля]             0.60   ->      0.60   0.90    ?
? К отклика урожая [коэф.]            0.40   0.40   0.50   0.40    0.85   ?
?
????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????
CROPWAT 7.0
    
```

Таблица 4

Файл данных по тяжелой почве (хлопчатник, м/ст. Фергана)

ДАННЫЕ ПО ПОЧВЕ	
Тип почвы: тяжелая	
Полная доступная почвенная влага (ТАМ) :	180.0 мм/метр
Макс. скорость инфильтрации осадков :	40 мм/сутки
Макс. глубина корневой зоны :	150 сантиметры
Начальное истощение влаги почвы (% ТАМ) :	20 %
(-> Начальная доступная почв. влага :	144.0 мм/метр)

Таблица 5

**График орошения хлопчатника
(м/ст. Фергана, среднеголетниеданные по климату, тяжелые почвы)**

ГРАФИК ОРОШЕНИЯ

Станция осад: Фергана среднмн33г Культура: ХЛОПОК
 Станция ЕТо: Фергана среднмн(32) Почва: тяжелая

(-> Начальная доступная почв. влага : 105.0 мм/метр)

Таблица 7

**График орошения хлопчатника
(м/ст. Фергана, среднемноголетние данные по климату, средние почвы)**

ГРАФИК ОРОШЕНИЯ											
Станция осад: Фергана среднмн33г				Культура: ХЛОПОК							
Станция ЕТо: Фергана среднмн(32)				Почва: средняя							
Дата посадки: 12 Апреля				Полн. запас влаги:							
140 мм/м											
				Начал. влага почвы:							
105 мм/м											
Время орош.: При критическом истощении (100% ЛДВ)										Полевой	
Норма : Пополнение до ППВ											
КПД: 70 %											
№	Интен	Дата	Стадия	Источ	ТХ	Ета	НормНет	Дефицит	Потери	НормБ-	
Пол. дни			-	%	%	%	мм	мм	мм	мм	
л/с/га											
1	51	2 Июн	В	60	100	100	124.1	0.0	0.0	177.2	0.40
2	25	27 Июн	С	60	100	100	143.4	0.0	0.0	204.9	0.95
3	25	22 Июл	С	62	100	100	147.2	0.0	0.0	210.3	0.97
4	33	24 Авг	Д	70	100	100	167.0	0.0	0.0	238.6	0.84
КОН	42	4 Окт	Д	48	100	100					
Суммарное орошение брутто						831.0 мм	Сумма осадков			66.7	
Суммарное орошение нетто						581.7 мм	Эффектные осадки			65.3	
Суммарные потери орошения						0.0 мм	Сум. потери осад.			1.4	
Дефицит влаги при уборке						114.8 мм					
Факт. водопотреб. культуры						702.3 мм	Факт. потр. орош.			637.0	
Потенц. влагоемк. культуры						702.3 мм					
Эффект-ть графика орошения						100.0 %	Эффект-ть осадков			97.9	
Дефиц-ть графика орошения						0.0 %					

Нет снижения урожая

Таблица 8

Файл данных по легкой почве (хлопчатник, м/ст. Фергана)

ДААННЫЕ ПО ПОЧВЕ	
Тип почвы: легкая	
Полная доступная почвенная влага (ТАМ) :	70.0 мм/метр
Макс. скорость инфильтрации осадков :	50 мм/сутки
Макс. глубина корневой зоны :	180 сантиметры
Начальное истощение влаги почвы (% ТАМ) :	30 %
(-> Начальная доступная почв. влага : 49.0 мм/метр)	

Таблица 9

График орошения хлопчатника (м/ст. Фергана, среднеголетниеданные по климату, легкие почвы)

ГРАФИК ОРОШЕНИЯ											
Станция осад: Фергана среднмн33г						Культура: ХЛОПОК					
Станция ЕТо: Фергана среднемн(32)						Почва: легкая					
Дата посадки: 12 Апреля						Полн. запас влаги:					
70 мм/м											
49 мм/м						Начал. влага почвы:					
Время орош.: При критическом истощении (100% ЛДВ)						Полевой					
Норма : Пополнение до ППВ											
КПД: 70 %											
№	Инт-л	Дата	Стадия	Истоц	ТХ	ЕТа	НормНет	Дефицит	Потери	НормБ-	рут
Пол.	дни		-	%	%	%	мм	мм	мм	мм	мм
л/с/га											
1	30	12 Мая	А	61	100	100	43.0	0.0	0.0	61.4	0.24
2	22	3 Июн	В	61	100	100	67.8	0.0	0.0	96.8	0.51
3	14	17 Июн	С	60	100	100	76.2	0.0	0.0	108.8	0.90

Таблица 11

**Файл данных по почве
(озимая пшеница, м/ст. Фергана)**

ДАнные по почве	
Тип почвы: тяжелая	
Полная доступная почвенная влага (ТАМ) :	180.0 мм/метр
Макс. скорость инфильтрации осадков :	40 мм/сутки
Макс. глубина корневой зоны :	200 сантиметры
Начальное истощение влаги почвы (% ТАМ) :	45 %
(-> Начальная доступная почв. влага : 99.0 мм/метр)	

Таблица 12

**График орошения озимой пшеницы
(м/ст. Фергана,среднеголетние данные по климату, тяжелые почвы)**

ГРАФИК ОРОШЕНИЯ											
Станция осад: Фергана среднмн33г						Культура: Winter Wheat					
Станция ЕТо: Фергана среднмн(32)						Почва: тяжелая					
Дата посадки: 1 Октября						Полн. запас влаги:					
180 мм/м						Начал. влага почвы:					
99 мм/м											
Время орош.: При критическом истощении (100% ЛДВ)						Полевой					
Норма : Пополнение до ППВ											
КПД: 70 %											
№	Инт-л	Дата	Стадия	Истощ	ТХ	Ета	НормНет	Дефицит	Потери	НормБ-	рут
Пол.	дни		-	%	%	%	мм	мм	мм	мм	л/с/га
1	228	17 Мая	C	80	100	100	173.4	0.0	0.0	247.7	0.13
2	34	20 Июн	D	63	100	100	135.0	0.0	0.0	192.9	0.66
КОН	3	22 Июн	D	2	100	100					
Суммарное орошение брутто						440.6 мм	Сумма осадков			181.4 мм	
Суммарное орошение нетто						308.4 мм	Эффект-ные осадки			178.2 мм	
Суммарные потери орошения						0.0 мм	Сум. потери осад.			3.3 мм	

Дефицит влаги при уборке	4.2 мм		
Факт. водопотреб. культуры	393.6 мм	Факт. потр. орош.	215.5
Потенц. влагоемк. культуры	393.6 мм		
Эффект-ть графика орошения	100.0 %	Эффект-ть осадков	98.2
Дефиц-ть графика орошения	0.0 %		
Нет снижения урожая			

CROPWAT 7.0

Таблица 13

Файл данных по культуре (сады, Фергана)

```

????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????
?                                     ДАННЫЕ ПО КУЛЬТУРЕ                                     ?
????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????
?                                     Название культуры: сады (Фергана)                               ?
????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????
? Стадия развития                      Начал  Развиг  Сред  Позд  Всего  ?
????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????
? Продолжительность [дней]              30      40      74      50      194   ?
? Коэф. культуры [коэф.]                0.40    ->    0.80    0.75    ?
?
? Глуб. корн. зоны [метры]             2.00    ->    2.00    2.00    ?
? Степень истощения [доля]              0.35    ->    0.35    0.35    ?
? К отклика урожая [коэф.]             0.80    0.80    1.10    1.10    1.00  ?
?
????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????
CROPWAT 7.0

```

Таблица 14

Файл данных по тяжелой почве (сады, м/ст. Фергана)

ДАННЫЕ ПО ПОЧВЕ	
Тип почвы: тяжелая	
Полная доступная почвенная влага (ТАМ) :	180.0 мм/метр
Макс. скорость инфильтрации осадков :	40 мм/сутки
Макс. глубина корневой зоны :	200 сантиметры
Начальное истощение влаги почвы (% ТАМ) :	15 %
(-> Начальная доступная почв. влага : 153.0 мм/метр)	

Таблица 15

График поливов
(сады, м/ст. Фергана, среднеголетние данные, тяжелые почвы)

ГРАФИК ОРОШЕНИЯ											
Станция осад: Фергана среднмн33г						Культура: сады (Фергана)					
Станция ЕТо: Фергана среднемн(32)						Почва: тяжелая					
Дата посадки: 10 Марта						Полн. запас влаги:					
180 мм/м						Начал. влага почвы:					
153 мм/м											
Время орош.: При критическом истощении (100% ЛДВ)											
Норма : Пополнение до ППВ										Полевой	
КПД: 70 %											
№	Интен	Инт-л	Дата	Стади	Истоц	ТХ	ЕТа	НормНет	Дефицит	Потери	НормБрут
л/с/га	дни	-	%	%	%	мм	мм	мм	мм	мм	мм
1	0.31	67	16 Мая	B	35	100	100	126.5	0.0	0.0	180.8
2	0.68	32	17 Июн	C	36	100	100	130.7	0.0	0.0	186.7
3	0.82	26	13 Июл	C	36	100	100	129.3	0.0	0.0	184.6
4	0.76	28	10 Авг	D	36	100	100	129.5	0.0	0.0	185.0
5	0.57	37	16 Сен	D	35	100	100	127.3	0.0	0.0	181.8
КОН		5	20 Сен	D	2	100	100				
Суммарное орошение брутто							918.9 мм	Сумма осадков			82.4 мм
Суммарное орошение нетто							643.2 мм	Эффект-ные осадки			80.2 мм
Суммарные потери орошения							0.0 мм	Сум. потери осад.			2.3 мм
Дефицит влаги при уборке							8.6 мм				
Факт. водопотреб. культуры							677.9 мм	Факт. потр. орош.			597.8 мм
Потенц. влагоемк. культуры							677.9 мм				
Эффект-ть графика орошения							100.0 %	Эффект-ть осадков			97.3 %
Дефиц-ть графика орошения							0.0 %				
Нет снижения урожая											

Таблица 16

**Файл данных по культуре
(овощи, Фергана)**

ДАнные по культуре					
Название культуры: Овощи (Фергана)					
Стадия развития	Начал	Развит	Сред	Позд	Всего
Продолжительность [дней]	20	30	40	67	157
Коеф. культуры [коеф.]	0.75	->	1.05	0.95	
Глуб. корн. зоны [метры]	0.25	->	0.60	0.60	
Степень истощения [доля]	0.30	->	0.45	0.50	
К отклика урожая [коеф.]	0.80	0.40	1.20	1.00	1.00

Таблица 17

**График поливов
(овощи, м/ст. Фергана, среднемноголетние данные, тяжелые почвы)**

ГРАФИК ОРОШЕНИЯ											
Станция осад: Фергана среднмн33г						Культура: Овощи (Фергана)					
Станция ЕТо: Фергана среднмн(32)						Почва: Medium					
Дата посадки: 5 Апреля						Полн. запас влаги:					
180 мм/м						Начал. влага почвы:					
153 мм/м											
Время орош.: При критическом истощении (100% ЛДВ)											
Норма : Пополнение до ППВ						Полевой					
КПД: 70 %											
№	Инт-л	Дата	Стадия	Истош	ТХ	ЕТа	НормНет	Дефицит	Потери	НормБ-	рут
Пол.	дни		-	%	%	%	мм	мм	мм	мм	
л/с/га											
1	5	10 Апр	A	30	100	100	15.6	0.0	0.0	22.3	0.52
2	10	20 Апр	A	32	100	100	20.2	0.0	0.0	28.9	0.33
3	10	30 Апр	B	34	100	100	25.9	0.0	0.0	36.9	0.43
4	11	11 Мая	B	41	100	100	36.9	0.0	0.0	52.8	0.56
5	10	21 Мая	B	43	100	100	44.6	0.0	0.0	63.7	0.74
6	10	31 Мая	C	46	100	100	49.3	0.0	0.0	70.4	0.82

7	9	9	Июн	C	49	100	100	53.2	0.0	0.0	75.9
0.98											
8	8	17	Июн	C	47	100	100	51.1	0.0	0.0	73.0
1.06											
9	8	25	Июн	C	49	100	100	53.1	0.0	0.0	75.8
1.10											
10	8	3	Июл	C	50	100	100	53.5	0.0	0.0	76.4
1.11											
11	8	11	Июл	D	48	100	100	51.7	0.0	0.0	73.9
1.07											
12	8	19	Июл	D	47	100	100	50.3	0.0	0.0	71.9
1.04											
13	9	28	Июл	D	50	100	100	53.9	0.0	0.0	77.0
0.99											
14	9	6	Авг	D	48	100	100	52.3	0.0	0.0	74.7
0.96											
15	10	16	Авг	D	49	100	100	53.2	0.0	0.0	76.0
0.88											
16	11	27	Авг	D	49	100	100	53.4	0.0	0.0	76.2
0.80											
	КОН	14	9	Сен	D	50	100	100			
<hr/>											
	Суммарное орошение брутто					1025.9	мм	Сумма осадков			58.4
мм											
	Суммарное орошение нетто					718.1	мм	Эффект-ные осадки			55.7
мм											
	Суммарные потери орошения					0.0	мм	Сум. потери осад.			2.7
мм											
	Дефицит влаги при уборке					53.7	мм				
	Факт. водопотреб. культуры					811.4	мм	Факт. потр. орош.			755.7
мм											
	Потенц. влагоемк. культуры					811.4	мм				
	Эффект-ть графика орошения					100.0	%	Эффект-ть осадков			95.4
%											
	Дефиц-ть графика орошения					0.0	%				
<hr/>											
	Нет снижения урожая										
<hr/>											

CROPWAT 7.0

Таблица 18

Файл данных по культуре (приусадебные, Фергана)

ДАнные по культуре						
Название культуры: Приусадебн						
Стадия развития	Начал	Развит	Сред	Позд	Всего	
Продолжительность [дней]	25	35	30	100	190	
Коеф. культуры [коеф.]	0.65	->	1.05	0.75		
Глуб. корн. зоны [метры]	0.25	->	0.60	0.60		
Степень истощения [доля]	0.30	->	0.45	0.50		
К отклика урожая [коеф.]	0.80	0.40	1.20	1.00	1.00	

График поливов (приусадебные, Фергана)

ГРАФИК ОРОШЕНИЯ												
Станция осад: Фергана среднмн33г						Культура: Приусадебн						
Станция ЕТо: Фергана среднемн(32)						Почва: Medium						
Дата посадки: 25 Марта						Полн. запас влаги:						
180 мм/м												
153 мм/м						Начал. влага почвы:						
Время орош.: При критическом истощении (100% ЛДВ)						Полевой						
Норма : Пополнение до ППВ												
КПД: 70 %												
№	Инт-л	Дата	Стадия	Истош	ТХ	Ета	НормНет	Дефицит	Потери	НормБ-	рут	
Пол.	дни		-	%	%	%	мм	мм	мм	мм	мм	
л/с/га												
0.33	1	8	2	Апр	А	30	100	100	16.1	0.0	0.0	23.1
0.26	2	14	16	Апр	А	32	100	100	21.8	0.0	0.0	31.1
0.36	3	14	30	Апр	В	36	100	100	30.1	0.0	0.0	43.0
0.55	4	12	12	Мая	В	42	100	100	40.0	0.0	0.0	57.2
0.75	5	11	23	Мая	В	47	100	100	50.0	0.0	0.0	71.4
0.88	6	10	2	Июн	С	49	100	100	53.3	0.0	0.0	76.2
0.99	7	9	11	Июн	С	50	100	100	54.0	0.0	0.0	77.1
1.03	8	8	19	Июн	С	46	100	100	50.0	0.0	0.0	71.4
1.10	9	8	27	Июн	Д	49	100	100	53.2	0.0	0.0	76.0
1.08	10	8	5	Июл	Д	48	100	100	52.2	0.0	0.0	74.5
1.01	11	9	14	Июл	Д	51	100	100	55.1	0.0	0.0	78.7
0.99	12	9	23	Июл	Д	50	100	100	53.8	0.0	0.0	76.9
0.93	13	9	1	Авг	Д	47	100	100	50.9	0.0	0.0	72.7
0.83	14	11	12	Авг	Д	51	100	100	55.1	0.0	0.0	78.7
0.74	15	12	24	Авг	Д	50	100	100	53.5	0.0	0.0	76.4
0.61	16	15	8	Сен	Д	51	100	100	55.2	0.0	0.0	78.8
0.40	17	23	1	Окт	Д	51	100	100	55.0	0.0	0.0	78.6

КОН	1	1 Окт	D	0	100	0	
<hr/>							
	Суммарное орошение брутто	1141.7 мм	Сумма осадков	74.0			
мм		Суммарное орошение нетто	799.2 мм	Эффект-ные осадки	67.9		
мм		Суммарные потери орошения	0.0 мм	Сум. потери осад.	6.2		
мм		Дефицит влаги при уборке	0.0 мм				
мм		Факт. водопотреб. культуры	850.8 мм	Факт. потр. орош.	783.0		
мм		Потенц. влагоемк. культуры	850.8 мм				
%		Эффект-ть графика орошения	100.0 %	Эффект-ть осадков	91.6		
%		Дефиц-ть графика орошения	0.0 %				
<hr/>							
	Нет снижения урожая						

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ И ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО ПЕРЕВОДУ ИРРИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ С МАШИННОГО ОРОШЕНИЯ НА САМОТЕЧНОЕ

Ф.Я. Эйнгорн

Машинным способом в Республике Узбекистан орошается 3776,7 тыс. га земель (без Республики Каракалпакстан), из них 1529,6 тыс. га (40,5 % от общей площади) орошается с помощью машинного водоподъема

На балансе Минсельводхоза РУз имеется более 1130 межхозяйственных насосных станций с суммарной водоподачей около 50 км³ в год и общей установленной мощностью 3253 тыс. кВт.

Из общего количества насосных станций: уникальных и крупных с водоподачей более 100 м³/с — 76 шт.; средних с водоподачей от 1 до 10 м³/с — 496 шт. и мелких (менее 1 м³/с) 561 шт.

Значительная часть насосных станций (около 40 %) введена в эксплуатацию в 60-70-е годы, оборудование их практически исчерпало свой ресурс. Срок службы насосно-силового оборудования (поставки до 1986 года) по техническим условиям не превышал 20-25 лет, для поддержания насосных станций в рабочем состоянии многие насосы по 5-6 и более раз подвергались капитальным ремонтам, в то время как после 3-4 капитальных ремонтов требуется замена оборудования новым.

Общее изменение состояния экономики после 1991 года привело к сокращению инвестиций в отрасль „сельское хозяйство“, значительно сокращены затраты на эксплуатацию объектов водного хозяйства, основные затраты на текущий и капитальный ремонт объектов водного хозяйства и очистку ирригационных сетей сокращены с 58,3 до 27,2 %, при этом затраты на электроэнергию возросли с 13,6 до 56,9 %.

Резкое увеличение цен на энергоносители, повышение стоимости насосного и энергетического оборудования изменили приоритеты в пользу самотечной водоподачи.

В соответствии с планом научно-исследовательских работ Минсельводхоза РУз выполнена работа по установлению технической возможности и экономической целесообразности перевода пойменных земель Сайхунабадского и Сырдарьинского районов Сырдарьинской области на площади около 16 тыс. га, орошаемых 3 насосными станциями с водозабором из р. Сырдарьи, на самотечное орошение с подключением к каналу Дустлик.

В представляемой работе обоснована техническая возможность орошения части пойменных земель самотеком из канала Дустлик, при этом:

- Подача дополнительного расхода по каналу Дустлик не требует его реконструкции и ограничивается проведением только очистных работ и opravкой откосов;
- Водовыпускное сооружение из канала Дустлик в Правую ветку и участок Правой ветки на 9 км до водовыпуска в Правый отвод реконструируются с увеличением расхода на величину, потребную для орошения пойменных земель;
- Далее трасса самотечной подачи воды проведена по трассам отводов П-2, П-2-1 и П2-2, для этого предусматривается их расширение без дополнительного отчуждения орошаемых земель. Реконструкция отводов предусматривается с максимальным сохранением существующих водовыпусков;
- Концевые участки реконструируемых отводов соединяются с машинными каналами Р-1 и МК участками новых каналов.

На основании определения объемов работ и стоимостных показателей выполнен расчет окупаемости и сделан вывод об экономической целесообразности работ по переводу пойменных земель, орошаемых насосными станциями НС-1 и НС-3, на самотечное орошение.

Вопрос о возможности переключения земель, орошаемых НС-6, из-за сложности перехода трассы возможной самотечной подачи через автостраду первого класса и железнодорожной ветки в условиях обводненных грунтов и близости к железнодорожному мосту, а также их отдаленности от возможной точки подключения предложено отложить на более поздний срок.

На основании обобщения выполненной работы предложен методический подход к решению вопроса о возможности перевода других систем машинного орошения на самотечное.

Характеристика пойменных земель машинного орошения

Пойменные земли машинного орошения общей площадью 16,6 тыс. га расположены в северной части Сырдарьинской области на территории Сейхунабадского и Сырдарьинского районов между р. Сырдарьей и Главным пойменным коллектором и р. Сырдарьей и коллектором Шурузяк. Орошение осуществляется непосредственно из р. Сырдарьи. Водозабор осуществляется насосными станциями:

- В Сейхунабадском районе площадь машинного орошения пойменных земель составляет 3986 га, водоподача осуществляется насосной станцией НС-1, подающей воду в машинный канал Р-1, производительность – 15 м³/с;
- В Сырдарьинском районе площадь машинного орошения пойменных земель составляет 12614 га, в том числе:
 - 6795 га земель питается водой от насосной станции НС-3 производительностью - 20 м³/с, подающей воду в машинный канал МК;
 - 5819 га земель подвешены к насосной станции НС-6 производительностью – 20 м³/с, подающей воду в машинный канал Р-2.

В геоморфологическом отношении земли расположены на I и II надпойменных террасах реки Сырдарьи:

- Первая надпойменная терраса прослеживается вдоль реки в направлении с юга на север вдоль реки . Поверхность террасы ровная, уклоны 0,0003-0,0004, слабо расчленена коллекторно-дренажной и оросительной сетью.

Сложена терраса аллювиальными отложениями четвертичного возраста, которые представлены песчано-гравийной толщей мощностью более 100 метров с кровлей из мелкоземов толщиной 0,5 – 2 м.

- Вторая надпойменная терраса вытянута полосой вдоль первой, поверхность ее расчленена многочисленными старицами, понижениями озерного типа, коллекторно-дренажной и оросительной сетью, Общий уклон на северо-запад в сторону реки, величина 0,0003-0,0004.

Сложена терраса с поверхности мелкоземами слоем от 2,5-5 до 10-15м, которые подстилаются песчано-галечниковыми отложениями с редкими прослойками суглинка мощностью до 70 м.

Почвы на I и II террасах характеризуются луговым процессом почвообразования, обусловленным близким уровнем грунтовых вод.

Почвы засолены, что связано со слабым оттоком грунтовых вод в условиях малых уклонов и большим испарением.

Луговые почвы относятся к высокоплодородным землям, потенциальный балл плодородия пойменных земель колеблется от 60 до 100 баллов, учитывая все влияющие факторы, после проведения комплекса агроуправляющих мероприятий можно ожидать в целом по рассматриваемой площади осредненный балл плодородия на уровне 76 %.

Мелиоративная характеристика, качественная оценка пойменных земель, подвешенных к НС-1 и НС-3 и использованию орошаемых земель, приводится в таблицах 1-5.

Таблица 1

По уровню залегания грунтовых вод

Наблюдаемая площадь	Глубина грунтовых вод, м		
	1 - 2	2 - 3	> 3
10718	3385	6252	1143
%	31	58	11

га

Таблица 2

По минерализации грунтовых вод

Наблюдаемая площадь	Степень минерализации грунтовых вод, г/л		
	< 1	1 - 3	> 3
10718	647	5283	4851
%	6	49	45

га

Таблица 3

По степени засоления почв

Наблюдаемая площадь	Глубина грунтовых вод, м		
	незасоленные	слабозасоленные	среднезасоленные
10718	701	8118	1562
	7	75	18

га

Таблица 4

Бонитет плодородия

Наблюдаемая площадь	Бонитет плодородия				
	лучшие 100-80	хорошие 80-60	средние 60-40	ниже средне 40-20	худ- шие < 20
10718	—	3447	3881	3390	—
%	—	36	13	14	—
Потенциальная урожайность	32 – 25,6	25,6 – 19,2	19,2 – 12,8	12,8 – 6,4	—

га

Таблица 5

Использованию орошаемых земель

Оросительные системы	Общая площадь га	Орошаемая площадь га	Пашня га	Многолетние насаждения га	Лесопосы га	Приусадебные участки га
Сейхунабадский район						
Насосная	5538	3986	3784	91	7	104

станция						
НС-1						
Сырдарьинский район						
Насос- ная станция НС-3	9418	6795	5772	658	14	351
Насос- ная станция НС-6	10648	5819	4943	563	12	301

Существующая схема водоподачи

Насосная станция НС-1 оснащена 4-мя агрегатами ОП5-110 (3+1), производительностью 5 м³/с каждый, высота подъема 11,7 м, установленная мощность 3,2 МВт. Машинный канал Р-1 имеет протяженность 18,6 км, расход в голове 12,1 м³/с, глубину 2,1-2,2. Русло канала частично облицовано бетоном. По левой дамбе проходит инспекторская дорога с гравийным покрытием.

Насосная станция НС-3 оснащена 5 агрегатами ОП5-110 (4+1), производительностью 5 м³/с каждый, высота подъема 11,5 м, установленная мощность 4,0 МВт. Машинный канал МК имеет протяженность 20,6 км, расход в голове 14,2 м³/с, глубину 2,1-2,2. Русло канала частично облицовано бетоном. По левой дамбе проходит инспекторская дорога с гравийным покрытием.

Насосная станция НС-6 оснащена 5-ью агрегатами ОП5-110 (4+1), производительностью 4,6 м³/с каждый, высота подъема 12,1 м расход 16,4 м³/с, установленная мощность 4,0 МВт. Насосная станция берет воду из р. Сырдарья ниже мостов на магистральной автодороге Ташкент- Термез и железной дороге южного направления. Подключение магистрального канала НС-6 к системе самотечного питания с НС-1 и НС-3 весьма проблематично.

Бесплотинный водозабор из реки всегда вызывал определенные трудности из-за меандрирования русла и понижения уровней воды в зависимости от расходов в р. Сырдарье. Особенно вопросы водозабора обострились в связи с изменением режима работы Токтогульского водохранилища. В отдельные годы в напряженный период вегетации удавалось обеспечить подвод воды к аванкамерам насосных станций только в объеме 1/3 требуемого расхода.

Для того, чтобы подвести воду к аванкамерам ежегодно выполнялся большой объем по выполнению руслорегулировочных работ в виде длинных шпор, иногда до полного перекрытия русла глухой дамбой за водозабором НС-3.

Большими зимними попусками эти шпоры и дамбы смывались, заваливая наносами аванкамер, в 1998 год на эти мероприятия были израсходовано около 1 млн. руб. (цены 1991 года).

Предлагаемые технические решения

В целях сокращения значительных эксплуатационных затрат по орошению земель насосными станциями НС-1 и НС-3 нами предлагается переключить их на самотечное питание из канала Дуслик по его Правой ветке и отводам П-2, П-2-1 и П-2-2 с выполнением работ по их реконструкции.

Более глубокое рассмотрение возможности подключения к самотечному питанию пойменных земель, орошаемых насосной станцией НС-6 подтвердило предварительное мнение о том, что требующееся при этом пересечение канала со стратегической автомагистралью и железной дорогой южного направления методом прокола в условиях высокого стояния грунтовых вод и геотехнических показателей грунтов основания практически не осуществимо, а открытым способом со строительством временного объездного пути вблизи ж.д. моста через р. Сырдарья — по техническим и организационным условиям. Исходя из этих соображений, подключение пойменных земель, орошаемых НС-6, в настоящей работе не рассматривается и отнесено на дальнюю перспективу.

Схема самотечной водоподачи на орошение пойменных земель

В работе произведено камеральное проложение трассы самотечной подачи воды с максимальным использованием существующей оросительной сети и построены продольные профили. Выбор трасс самотечной водоподачи выполнен вариантно.

По принятой схеме самотечная подача воды осуществляется по Кировскому магистральному каналу (новое название – Дуслик), затем по Правой ветке, отводу П-2, по трассе канала 4-го порядка П-2-1 и по новой вставке (продолжение канала П-2-1) в машинный канал Р-1 на его ПК 54.

Машинный канал Р-1 реконструируется с увеличением пропускной способности с учетом потребного расхода воды для машинного канала насосной станции НС-3 и удлиняется до аванкамеры НС-3.

Другим отводом П-2-2 и путем его удлинения на самотечное питание переключается отвод от НС-1 – канал Р-1-1.

Кировский магистральный канал (Дуслик). Трасса канала в основном проходит по II-ой Голодностепской террасе вдоль уступа третьей, местами по косогору с высотой правой дамбы до 5-7 м, прорезая уступ выемкой 11-15 м, за 22 км выходит на III террасу.

Русло канала имеет распластанную полигональную форму поперечного сечения, уклоны в начальной части до 5-го км 0,00011-0,00014, далее до 21 км – 0,00006-0,00008, ниже 21 км – 0,00005.

Канал берет начало от гидроузла на отводящем канале Фархадской ГЭС. Выполненными институтом „Узгипроводхоз“ изысканиями и произведенными расчетами, установлено, что дополнительный расход, потребный для пойменных земель КМК пропустит без реконструкции за счет только эксплуатационных мероприятий (очистка русла, укрепление и уширение дамб на отдельных участках). Зафиксированный расход составил 236 м³/с.

Канал Правая ветка берет начало от гидроузла на 26 км КМК, канал проходит в земляном русле с уклоном 0,00007, на участке до отвода в ПР-2 (ПК 96) преимущественно в выемке и в полувыемке-полунасыпе, поперечное сечение близко к трапецеидальному, ширина по дну 8-11 м, заложение откосов 1,5, по правой дамбе проходит инспекторская дорога с гравийным покрытием. Зафиксированная пропускная способность 43,9 м³/с.

Для пропуска дополнительного расхода необходимо выполнить реконструкцию головного регулятора и увеличение пропускной способности канала до $74 \text{ м}^3/\text{с}$ (форсированный расход $77,7 \text{ м}^3/\text{с}$), в т.ч. для подключения пойменных земель – $22,4 \text{ м}^3/\text{с}$, орошение резервов освоения – $2,2 \text{ м}^3/\text{с}$ и повышение водообеспеченности существующих орошаемых земель – $5,4 \text{ м}^3/\text{с}$. Увеличение пропускной способности будет выполнено за счет расширения канала в левую сторону, гидросооружений на участке реконструкции нет.

Канал П-2 имеет протяженность $3,5 \text{ км}$, проходит преимущественно в насыпи с уклоном $0,00021$, ширина по дну $4,0 \text{ м}$, по левой дамбе проходит инспекторская дорога с гравийным покрытием, зафиксированная пропускная способность $9,2 \text{ м}^3/\text{с}$.

Для пропуска дополнительного расхода необходимо выполнить реконструкцию головного регулятора и увеличение пропускной способности канала до $27,5 \text{ м}^3/\text{с}$ (форсированный расход $30,2 \text{ м}^3/\text{с}$). Увеличение пропускной способности будет выполнено за счет углубления и расширения канала в левую сторону, для большей части гидросооружений реконструкция не потребуется. По правой дамбе предусматривается инспекторская дорога.

Канал П-2-1 имеет протяженность $7,8 \text{ км}$, пропускная способность $3,48 \text{ м}^3/\text{с}$, проходит в основном в насыпи. Увеличение пропускной способности до $19,7 \text{ м}^3/\text{с}$ будет достигнуто за счет углубления и расширения канала, проектная ширина канала будет равна $3,5 \text{ м}$, откосы $1,5$, строительная высота на начальном участке $3,49$, уклон $0,00021$. От ПК 78 предусмотрен участок подключения к ПК 54 машинного канала Р-1.

Канал П-2-2 имеет протяженность $8,1 \text{ км}$, пропускную способность $2,93 \text{ м}^3/\text{с}$, строительную высоту $1,7 \text{ м}$, ширину по дну $0,8 \text{ м}$, уклон $0,00021$, проходит в основном в насыпи.

Трассу канала предполагается использовать для подачи воды в распределитель Р-1-1. Пропускная способность будет увеличена до $7,66 \text{ м}^3/\text{с}$, ширина по дну $3,0 \text{ м}$, откосы $1,5$, уклон $0,00021-0,00024$. Канал будет подключаться к Р-1-1 на ПК 3 участком подключения длиной $1,4 \text{ км}$.

Канал Р-1 – машинный канал насосной станции НС-1 имеет протяженность $13,2 \text{ км}$, расход $12,1 \text{ м}^3/\text{с}$, на длине $9,6 \text{ км}$ русло облицовано бетоном, ширина по дну 5 м .

Для подключения машинного канала МК НС-3 необходимо выполнить реконструкцию канала с увеличением пропускной способности до $17,6 \text{ м}^3/\text{с}$ и удлинение на $4,3 \text{ км}$.

Уточнение требований на воду земельорошаемых из Правой ветки, системы каналов распределителя П-2 и пойменных земель, орошаемых насосными станциями НС-1 и НС-3

По природно-климатическим условиям зона подкомандная Правой ветке относится к центральной широтной зоне Ц-П-Б, области „в“ – с затрудненным притоком и оттоком и различной глубиной залегания минерализованных грунтовых вод.

Водохозяйственные расчеты выполнены в соответствии с „Расчетными значениями оросительных норм сельскохозяйственных культур в бассейнах рек Сырдарья и Амударья“.

В рассматриваемой зоне выделены IV, V, VI и VII гидромодульные районы, с преобладанием IV и V. Расчеты выполнены по зоне подкомандной каналу Правая ветка с учетом зоны машинного орошения по фактическому использова-

нию орошаемого земельного фонда, возможных резервов орошения и земель машинного орошения, представленного в нижеследующей таблице:

Таблица 6

Земельный фонд и его использование

№ пп	Зоны орошения	Орошае- мая площадь	в том числе по угодьям, га			
			многолетние насаждения	лесополосы	приусадебные	пашня
1	Самотечное	45711	1729	256	3734	39992
	в т.ч. резервы	1914				1914
2	Машинное	11661	749	21	880	10011
	Всего	59286	2478	277	4614	51917

Таблица 7

Использование пахотных земель в зоне машинного орошения приведено в таблице 8, а полученные в результате расчетов водопотребления требуемые расчетные значения расходов по каналам трассы самотечной подачи воды на пойменные земли представлены в таблице 9.

Таблица 9

Наименование канала	Расход в существующих условиях орошения	Требования подключае- мых земель, перспектив. освоения и повышения водобеспеченности	м ³ /с
			Суммарные требования в головах каналов
Канал Р-1	12,1	17,62	17,62
Канал Р-1-1	4,76	4,76	4,76
Канал П-2-1	2,2	17,62	19,82
Канал п-2-2	2,9	4,76	7,66
Канал П-2	5,1	22,38	27,48
Канал Правая	44,0	30	74,0

ветка			
-------	--	--	--

По всем каналам самотечной трассы переброски построены продольные профили, расчетные сечения и определены объемы работ (приводятся продольные профили только по каналам Правая ветка и Р-1).

Соображения по организации производства работ, сроки строительства

Строительство предполагается осуществить за пять лет, исходя из нормативных сроков и реальных возможностей финансирования.

В первый год строительства должно быть выполнены подготовительные работы, эксплуатационные мероприятия по головному участку канала Дуслик, начаты работы по строительству дополнительных сооружений в головах каналов Правой ветке и ее отводу П-2.

За второй и третий годы строительства необходимо выполнить реконструкцию канала П-2, отводу П-2-2 и осуществить подключение к самотечному питанию машинный канал НС-1 – Р-1.

За четвертый год выполняется реконструкция машинных каналов Р-1 и МК. В пятый год завершаются работы по всему комплексу, выполняется рекультивация и ликвидация строительных участков.

Стоимость мероприятий по переводу пойменных земель на самотечное орошение и оценка экономической целесообразности

На основании проработок института „Узгипроводхоз и наших экспертных оценок определена стоимость работ по реализации мероприятий по переводу пойменных земель машинного орошения на самотечное (стоимость в тыс.рублей в ценах 1991 года):

1.Строительство дополнительного головного регулятора Правой ветки	320
2.Реконструкция Правой ветки	510
3.Реконструкция Отвода П-2 и сооружений	1240
4.Реконструкция Отвода П-21 с сооружениями	3430
5.Реконструкция Отвода П-2-2 с сооружениями	5760
6.Реконструкция машинных каналов Р-1, МК и его подключение	5030
ИТОГО	16290 тыс. руб.
Единовременные затраты	16290 тыс. руб.
Дополнительные эксплуатационные затраты	20 тыс. руб.

Приведенный в таблице расчет показывает высокую экономическую эффективность капитальных вложений.

Методические рекомендации при рассмотрении возможностей перевода оросительных систем с машинного орошения на самотечное

В результате обобщения выполненной работы на примере рекомендуемого перевода пойменных земель машинного орошения в Сейхунабадском и Сырдарьинском районах Сырдарьинской области предлагается следовать определенным

шагам при рассмотрении перевода земель машинного орошения на самотек на других оросительных системах.

1. Рассмотреть вопрос наличия источников водных ресурсов, потенциально пригодных для самотечной подачи воды на рассматриваемые земли, насколько полно используются водные ресурсы этих источников и возможность отбора из них потребного объема воды, исходя из народно-хозяйственных, экологических и санитарных соображений..

2. Рассмотреть гипсометрическое положение земель машинного орошения и предполагаемого источника орошения в аспекте обеспечения командования для самотечной водоподачи.

3. Предварительно вариантно рассмотреть трассы каналов транзитной передачи воды от источника к рассматриваемым землям:

3.1. Наличие на пути транзитной переброски существующих каналов, которые могут быть использованы целиком или на отдельных участках для подвода воды к зоне машинного орошения;

3.2. Наличие на трассах селитебных зон, инженерных коммуникаций и других препятствий антропогенного характера;

3.3. Проанализировать рельеф местности по трассам, наличие понижений и возвышенностей, пересечений с водотоками, водоразделами и т.п.;

3.4. При наличии на трассах орошаемых земель, рассмотреть возможность минимального воздействия на существующие системы, при возможности максимальное использование существующих каналов, степень потребной реконструкции каналов и гидротехнических сооружений, а также инженерных коммуникаций;

3.5. Предусматривать дренажные мероприятия предотвращающие подъем грунтовых вод от дополнительной подпитки их фильтрационными потерями из транзитных каналов.

3.6. Определить точки подключения существующей оросительной сети к транзитному каналу (одну или несколько в зависимости от конфигурации существующей сети).

4. Выполнить стоимостную оценку мероприятий по самотечной водоподаче.

5. Произвести оценку экономической целесообразности переключения земель машинного орошения на самотек, установить срок окупаемости.

Оценку экономической целесообразности проводимых мероприятий следует проводить путем сопоставления ежегодных затрат на мероприятия по осуществлению водозабора из источника (подвод воды к аванкамере насосных станций, очистка подводящего тракта от наносов и т.п.), затрат на техническое содержание НС и эксплуатационного персонала с капитальными вложениями по строительству объектов по мероприятиям перевода земель на самотечное водообеспечение.

При этом необходимо рассматривать возможности поэтапного отключения насосных станций, если в машинном подъеме воды на орошение задействовано более одной станции.

Приемлемый срок реновации капиталовложений по методике „затраты-выгода“ следует оценивать, исходя из сложившейся экономической ситуации.

При сокращении сельхозпроизводства в связи со строительством каналов самотечной водоподачи (дополнительное временное или постоянное отчуждение орошаемых земель) необходимо в расчете экономической эффективности учитывать соответствующие ущербы.

Таблица 8

**Использование пахотных земель
по системе машинных каналов Р-1 и МК**

га

Хозяйства	Посев- ная пло- щадь	Зерновые ко- лосовые	Кукуруза на зерно	Рис	Хлопок	Овощи	Бахчевые	Пастбища	Многолетние травы	Сенокосы	Кукуруза на силос	Кормовые корнеплоды
				НС-1, система Р-1								
Янгиабд	3784	470	—	25 36	—	12	—	—	114	468	164	20
				НС-3. система МК								
МОБ	505	150	30	—	—	—	5	—	144	116	50	10

Маматова	567	350	13	10 9	—	—	—	—	15	80	—	—
Рахимова	313	100	10	—	—	12	10	105	15	51	—	10
Сырдарьин- ский	4384	127	80	29 3	2852	3	—	23	123	689	174	20
Асальчи	3	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—
Всего	5772	727	133	40 2	2852	15	18	128	297	936	224	40
Итого, по системам НС-1 и НС-3	9556	1197	133	29 38	2852	27	18	128	411	1404	388	60

ВЫРАБОТКА СЦЕНАРИЕВ БУДУЩЕГО ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ ЧИРЧИК-АХАНГАРАН-КЕЛЕССКОГО МАССИВА

В.А. Духовный

I. Общие подходы

Построение сценариев будущего развития бассейна или суббассейна или водного хозяйства страны в целом является частью общего комплекса перспективного прогнозирования, которое во многих странах выражается в виде стратегического планирования или стратегического видения, которое позволяет оценить ожидаемые рамки будущих изменений общей социально-экономической, экологической и хозяйственной ситуации, их движущие силы и тренды, а также их связь с водным сектором и с водным хозяйством.

Связь эта исключительно многогранна и сложна, ибо с одной стороны, объемы водопотребления зависят от параметров этого развития, а ресурсы определяются, в основном, на основе наличия воды в естественных источниках их предполагаемого изменения и прав на трансграничный обмен воды (приобретенных или согласованных с их владельцами, используемые на данной территории). С другой стороны, степень использования, направленность и режим источников воды определяют многие экономические, социальные и экологические параметры и последствия развития. В рамках принятых в мировой практике подходов это видение формируется в виде «стратегического планирования», которое состоит как бы из трех составляющих: анализ (ретроспектива, «status quo» и движущие силы), сценарии развития и план действий.

Подходы СП основываются на понимании и оценке взаимоотношений базовых потенциалов любой природно-антропогенной единицы будь то бассейн, суббассейн или его часть в пределах страны: природного, производственного, человеческого и финансового^{1 2}. Сохранение, использование, нарастание или потеря этих потенциалов определяются «руководством» (governance) и стилем, методами и принципами «управления» (management). Именно эти два определителя развития формируют бережное или хищническое отношение к потенциалам, следованию сиюминутным или долговременным интересам, что отражается на рис. 1.

Европейские экологические и научные организации («Европейские перспективы водопользования» 2003, отчет ЕАА за 2005 г.) выработали определенные подходы, которые достаточно определенно могут прогнозировать составляющие и рамки водного развития.

Если проанализировать движущие силы, принятые в них мы должны понимать, что подходы (политические, культурные, социально-экономические) и соответствующие тенденции здесь стабилизировались настолько это возможно в нынешнем неустойчивом от случайных и непредвиденных воздействий мире. Но, по крайней мере, в пределах ЕС есть и постоянный мониторинг всех этих процессов, есть политическая, социально-экономическая и даже природоохранная культура, чего нет в крайне динамичной среде стран переходной экономики, к которым принадлежит наш Центрально-Азиатский регион.

Следуя логике и анализу движущих сил в обоих вышеуказанных документах, попробуем сформулировать их отличия и влияние:

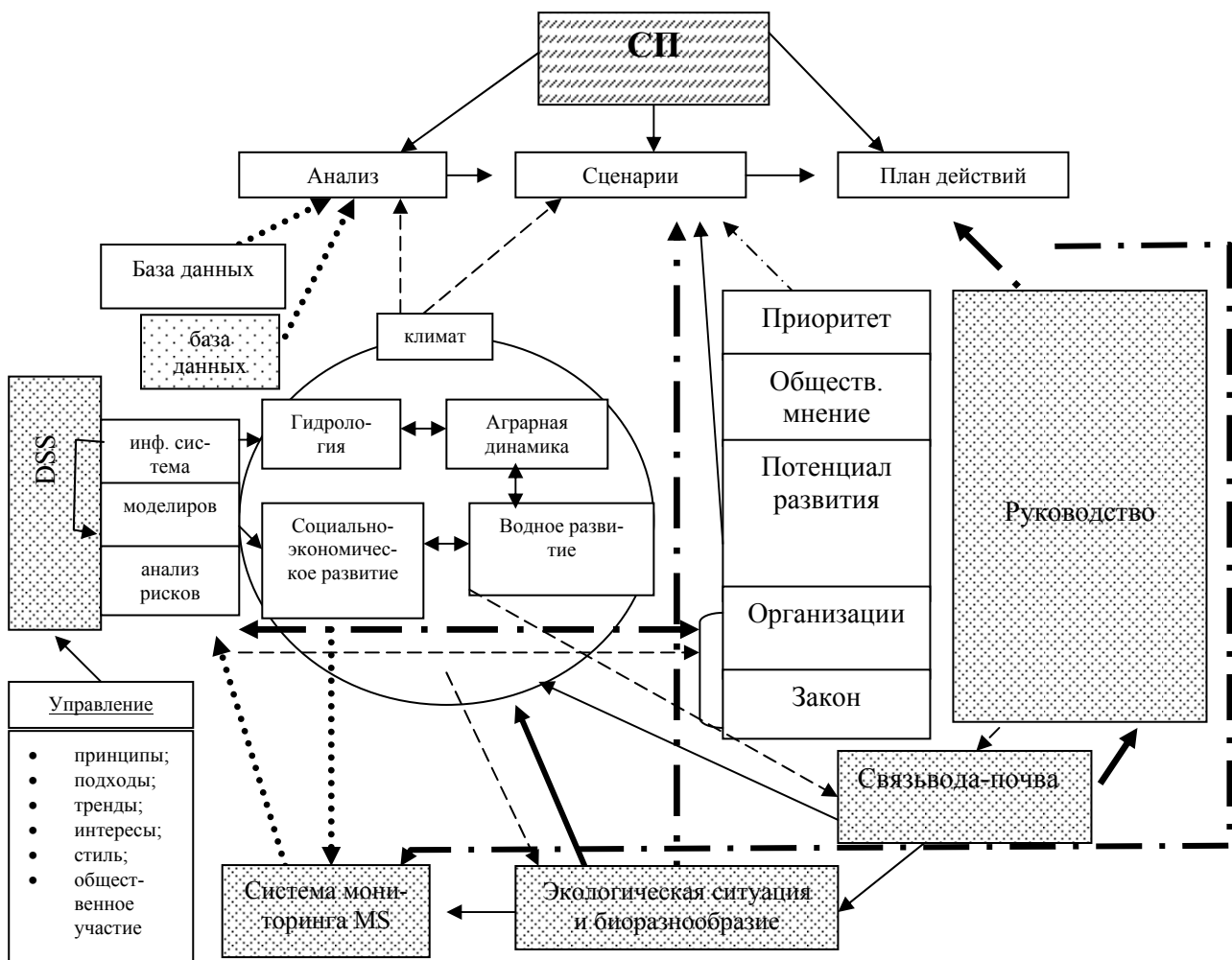
Демографические факторы – наиболее совпадающие, ибо здесь два главных фактора – рост населения и его распределение будут играть принципиальную роль в части увеличения нагрузки на водопотребление, качество воды, потребности в продуктах питания (а отсюда опять в воде и

¹ Dukhovny V.A. "Governance and IWRM", "Proceedings of IWRA Conference", Dundee, 2004, 16 p.

² Духовный В.А., Перейра Л.С. "Будущие аспекты управления водой в Центральной Азии", сборник "Управление орошением для борьбы с процессами опустынивания в бассейне Аральского моря, Ташкент, "Vita Color", 2005

земле). Но появляются несколько специфичные элементы: миграция транснациональная и внутригосударственная в зависимости от политических факторов, социально-экономических (трудоустройство, занятость, уровень жизни), которые могут резко повысить эту динамику в обоих направлениях (+ или -). Более динамично здесь и распределение населения (село и город). В зависимости от «глубинного размещения» в связи с низкой развитостью трансграничных связей и традициями стабильность сельского населения может быть достаточно низкой, создавая нагрузку на более «водоёмкие отрасли занятости». Сохранение высокой доли сельского населения будет создавать большую экологическую нагрузку на состояние и загрязнение грунтовых вод, на обезлесивание, перевыпас скота, усиление процессов опустынивания и природную деградацию.

Рис. 1. Схема взаимосвязей в перспективном планировании



Показатель водообеспеченности

- > ограничения
-> информация
- > инструменты
- .-.-.-> требования

1. Макроэкономическое развитие в виде признанных в ЕС факторов – ВВП, ВВП на душу населения, цены на топливо, энергоресурсы, но особо на сельхозпродукцию и факторы сельхозпроизводства играют первостепенную роль. Но особо важна на-

правленность развития промышленности. Во всем указанном регионе, по сравнению с прошлыми объемами производства, произошел значительный спад в большинстве отраслей (в несколько раз в отдельных зонах). В то же время основные фонды и потенциал в значительной степени сохранился, включая кадровый потенциал и возможность восстановления. Рост или упадок тех или иных направлений будет определяться рыночными факторами, возможностью восстановить эти потенциалы на новом техническом уровне и политическими соотношениями, а также возможностью финансовой конкуренции на мировом рынке. Например, для Украины, имеющей огромные и плохо используемые ныне потенциалы металлопрокатного производства, возможность бурного роста этой отрасли с ее значительным водопотреблением будет зависеть как от вступления Украины в ВТО, так и от инвестиционного климата в стране, политической стабильности, а также стабильности и устойчивости получения топлива (газа, электроэнергии) извне. Ясно, что страны переходных режимов имеют достаточно большой и высококвалифицированный потенциал дешевой рабочей силы, но совершенно трудно предсказать, где эта рабочая сила найдет применение – у себя в странах при развитии и восстановлении промышленного потенциала на новом уровне или вынуждена будет мигрировать (если политика ЕС это позволит) на рынки Центральной Европы. Цена на сельскохозяйственную продукцию – внутренние и мировые, политика государства по поддержке сельхозпроизводителя в передовых странах, таможенная и налоговая политика, цены на удобрение, машины, механизмы, линия стран на самообеспечение продуктами питания или на импорт – все это определяет выгодность и конкурентоспособность производства аграрной продукции на месте или выживание. От этого также зависит и состав сельхозкультур, который имеет первостепенную значимость в определении потребности в воде, в развитии орошения. Имеется и пан-европейский фактор: будет ли ЕС продолжать субсидировать собственное земледелие или уменьшит его размеры, что может повлиять на конъюнктуру местных и экспортных цен.

2. Сельскохозяйственное развитие во всех странах переходной экономики претерпело период спада, стагнации, связанной с распадом крупных хозяйств и переходом на разгосударствление совершенно по разным принципам в разных не только странах, но и регионах. Приватизация земли или долговременная аренда или передача во временное пользование, устойчивое кооперирование, условия формирования новой инфраструктуры для возделывания или переработки, система водопользования и мелиорации – все это исключительно разнообразно и до сих пор не установилось так, что кроме чисто рыночных факторов, политическая направленность в развитии каждой страны и зоны играет первостепенное значение для сельскохозяйственного сценария. Политические приоритеты будут играть решающую роль и в совершенствовании технологии и стремлении к достижению потенциальной продуктивности земли и воды. В отличие от ЕС консультативная служба сельского хозяйства (Extension service) находится на зачаточном уровне и поэтому внедрение НТП идет очень медленно. Если в Китае и Индии рост сельхозпроизводства основывался на внедрении зональных сортов – высокопродуктивных и устойчивых к водному дефициту и засухе, на основе сети государственных семеноводческих хозяйств, то она совершенно не развита в России, Украине и других странах переходной экономики.

Еще один фактор, характерный для данных стран – развитие частного сектора способствует уменьшению пахотных земель, которые всё более отводятся под частную застройку. В некоторых районах это направление приняло огромное развитие. Хотя при этом некоторое производство сельхозпродукции для личного потребления возрастает, но оно обычно не учитывается.

Существенное снижение может получить плодородие земель. Во многих местах вследствие хищнического сиюмоментного использования пашни, уменьшения количества вносимых удобрений и навоза, почти полного отсутствия севооборотов наблюдается потеря как бонитета земель, так и структуры почв, что определяет падение естественного плодородия.

дия. Возможность предотвращения этих явлений требует значительных капиталовложений. Наконец, вопрос дренажа и ирригационной сети, устойчивость работы которых из-за недофинансирования ремонтных работ резко снизилась, вызывая потерю плодородия земли, их засоление и даже опустынивание. Все это может неоднозначно влиять на урожаи и одновременно на валовую продукцию аграрного сектора.

Существенный вопрос возникает под влиянием изменения климата во всех зонах орошаемого земледелия в засушливой зоне и полузасушливой зоне стран с переходной экономикой. Повышение t° увеличивает водопотребление на 5 – 10 %. Кроме того, повышение средней t° воздуха на 2° увеличивает продолжительность вегетационного периода до 20 дней, что приводит к возможности более усиленного применения повторных культур (например, маш, кукуруза, горох, фасоль после озимой пшеницы). Этот фактор в условиях частного и арендного земледелия может привести к увеличению водопотребления.

Рассмотрим основные положения по построению сценариев в рамках подходов СП применительно к проекту «RiverTwin».

1.1 Движущие силы и политические воздействия

Учитывая основные направления и цели MDG (целей тысячелетия) в отношении водного развития (обеспечения устойчивого водоснабжения населения, борьба с голодом и обеспечение продуктами питания, занятость населения и экологическое благополучие) аналитический обзор должен сконцентрировать внимание на:

- оценке состояния социально-экономического развития с позиции роста населения, благосостояния, использования промышленного и общественного потенциала, обеспечения питьевым и хозяйственным водоснабжением, санитарией, условиями проживания и т.д.;
- анализе сельскохозяйственного состояния, включая использование земель, почвенного плодородия, приближения к потенциальной продуктивности, изменения плодородия орошаемых и неорошаемых угодий, развития аграрного сектора, переработку, маркетинг, сбыт и инфраструктуру;
- определении дестабилизирующих факторов водного развития и управления на перспективу (демографические изменения, изменения климата, падение уровня и ресурсов подземных вод, политическая нестабильность, рост или снижение цен, старение сооружений, упадок экономики, ослабление платежной способности водопользователей и т.д.);
- оценке современной водной ситуации (удовлетворения нужд общества и природы, наличия конфликтных требований и противоречий, соответствия использования и управления водой мировым подходам и требованиям рационального использования водных ресурсов; наличия временных или количественных дефицитов; качество воды и экологические условия);
- оценке состояния природной среды, связанной с водными ресурсами и влияющей на людские ресурсы;
- оценке имеющихся и используемых материальных, денежных и других ресурсов и их ожидаемая динамика на перспективу;
- оценке имеющихся вариантов водохозяйственного развития, которые могут существенно повлиять на баланс воды на перспективу (потребность в росте орошаемых земель, перспектива коренного переустройства водохозяйственных систем, возможность привлечения дополнительных водных ресурсов, регулирование стока в верховьях и т.д.);

- оценке организационных и юридических аспектов современного управления с позиции их недостатков и возможности совершенствования, готовность системы управления к переходу на ИУВР;
- выявление коренных задач перспективного развития исходя из удовлетворения целей MDGs.

Все эти стороны рассмотрены в аналогичных отчетах рабочего пакета РП 7, по результатам которого должны строиться сценарии развития.

Особое место в стратегическом планировании занимает оценка уровня руководства (governance), его способности справиться с проблемами. Уровень руководства оценивается по нескольким направлениям:

- выражение понимания и политической воли правительства, парламента к коренным проблемам водного и природного развития;
- отношение к переходу на ИУВР;
- вовлечение «решающих лиц» на межотраслевой основе к решению этих проблем;
- общественная осведомленность и вовлечение общественности в управление;
- готовность к законодательным, организационным и финансовым переменам;
- готовность финансовой поддержки водохозяйственных мероприятий и строгое соответствие экономического климата рациональному использованию воды.

1.2. Сценарии развития

Выработка сценариев будущего развития является одной из важнейшей частей системы СП и оценивается на основе взаимоувязанных основных положений анализа, определяющих его цели и одновременно направленность, возможности и перспективы.

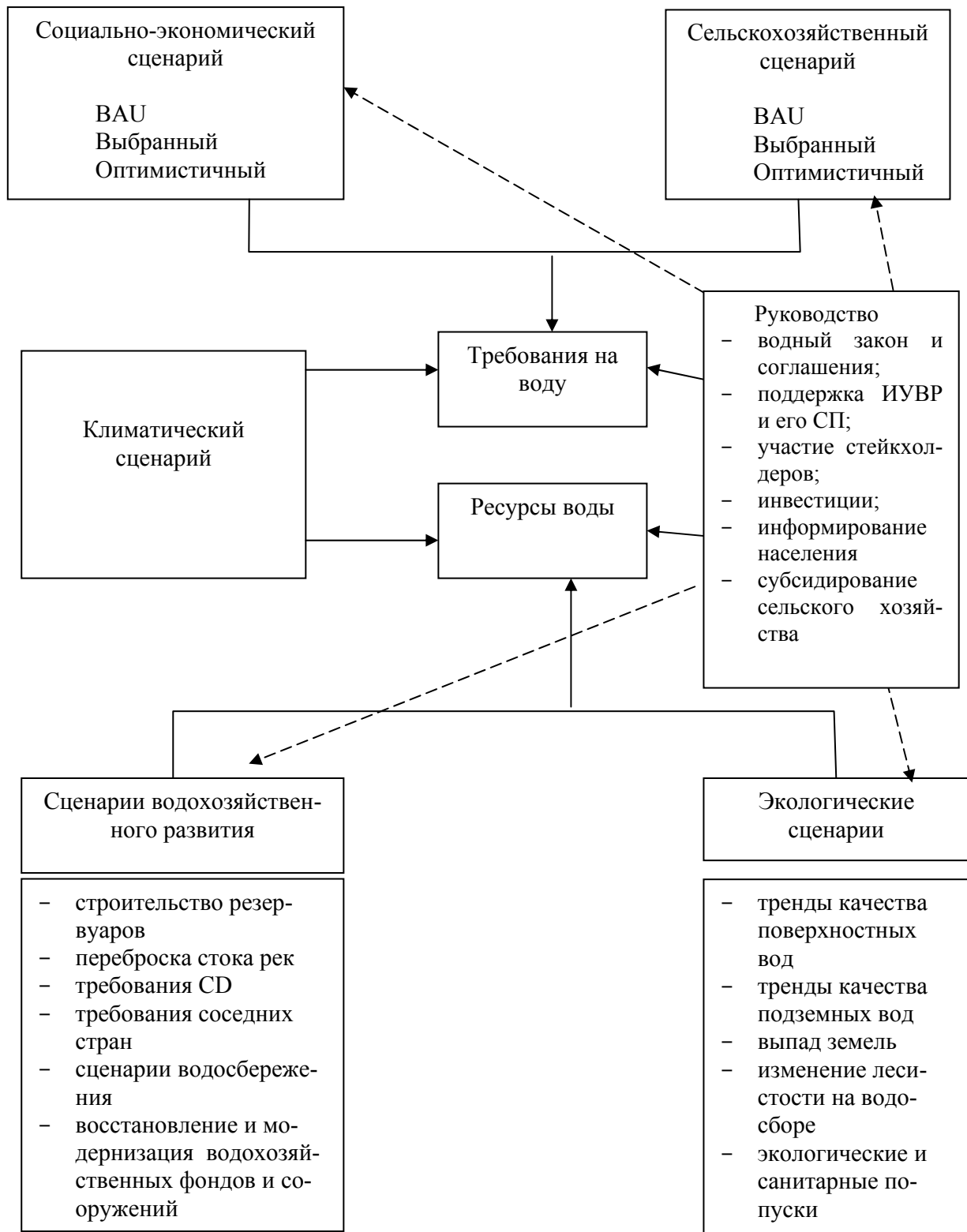
Построение предполагаемого прогноза развития водных ресурсов бассейна или его части складывается из сочетания ряда возможных тематических сценариев, описывающих различную динамику факторов, составляющих водный баланс, на пути удовлетворения потребностей общества и природы в воде:

- вариантов социально-экономических;
- вариантов сельскохозяйственного развития;
- вариантов сценариев климатических;
- вариантов изменения естественных ресурсов;
- вариантов развития водохозяйственных объектов.

На все эти сценарии накладывается направленность политической линии страны или нескольких стран в случае трансграничных бассейнов.

Взаимодействие тематических вариантов динамики на перспективу между собой в построении интегрированного сценария приведено на схеме 2.

Схема увязки специфических сценариев



1. Перспективы социально-экономического развития определяются несколькими принципиальными направлениями, характеризующиеся отдельными показателями:

- демографическими показателями (рост, смертность, миграция, занятость);
- валовым национальным доходом и темпами его роста;
- валовым внутренним продуктом и темпами его роста;
- изменением объема промышленного производства;
- изменением энергетического спроса и требований
- изменением объема сферы обслуживания;
- объемами капиталовложений, в том числе собственными, заемными, иностранными;
- степенью водообеспеченности коммунальных нужд;
- степенью обеспечения канализацией;
- степенью газификации;
- возможностью удовлетворения потребностей стран в продуктах питания.

Приступая к построению специализированных субсценариев необходимо иметь в виду, что они не могут определяться произвольно. Между элементами специализированного сценария, например, социально-экономического развития существуют связи и зависимости, которые должны быть представлены в виде матрицы, которая определяет независимые факторы и вызванные некоторыми свойственным этим субъектам зависимостями между собой, которые должны найти отражение в моделях социально-экономического развития. Некоторые индикаторы этого развития зависят от других сценариев – сельскохозяйственного, водохозяйственного развития, но главное – они зависят от линии «руководства». Поэтому построение матрицы сценариев любого блока должно включить как внутренние элементы связи, так и влияние на них или их зависимости от элементов других сценариев (рис. 3).

Все показатели могут выстраиваться во множестве вариантов, в которых граничными являются:

- «сохранение существующих тенденций» (бизнес как обычно – BAU) – на основе имеющихся трендов;
- «оптимистический вариант» – максимально желательный, хотя в большинстве случаев и сомнительно выполнимый.

Построение варианта «BAU» осуществляется на основе пролонгации всех трендов, даже если они приводят к каким-то резким изменениям и спадам, в их взаимоувязке и взаимодействии. Построение существующих трендов определяет как факторы прогресса, так (что особенно важно!) дестабилизирующие факторы такие, как:

- рост населения и увеличение демографического давления;
- потеря экономического потенциала;
- усиление социальной напряженности;
- старение основных фондов и недостаток средств для их восстановления;
- ухудшение определенных экономических связей;
- снижение человеческого потенциала;
- изменение внешних глобальных факторов (цен на продукцию, цен на сырье и т.д.).

.4	канализа- цией	○																																													
0	степень комфортно- сти жизни																																														
1	потребность в продукции с/х-ва	○						○	○																																						

«Оптимистический вариант» рассматривает возможности полного (или приближенного к нему) использования имеющегося потенциала промышленных предприятий, природных минеральных ресурсов, желаемого уровня демографии. Для него определяются необходимые капитальные вложения и другие необходимые ресурсы (сопряженные материальные, людские и т.д.).

На основе реальных возможных капвложений и других ресурсов, а также экспертных оценок «ожидаемый» вариант выстраивается между двумя этими крайними вариантами.

Задача нахождения «ожидаемого реально» варианта базируется на определении стоимостных и ресурсных показателей факторов, необходимых для достижения «оптимального варианта», сопоставления их с реальными ресурсами – имеющимися или возможными к привлечению; оценкой ограничений или препятствий к воплощению этого варианта, так же, как и мер возможных к преодолению этих ограничений. Первым инструментом этого определения является моделирование макроэкономических показателей, которое должно быть уточнено обсуждением искомого варианта диалогом со стейкхолдерами, а также опросом (или организацией круглого стола) решающих лиц. Рыночные факторы и факторы глобализма имеют принципиальное значение.

2. Сельскохозяйственное развитие является определяющим в развитии водного сектора. Его направленность столь многогранна и разнообразна, она зависит от многих факторов неопределенности и в целом определима лишь в достаточно проблематичных пределах. Тем не менее, необходимо сконцентрироваться на основных факторах:

- рост всех используемых угодий;
- рост орошаемых земель;
- использование всех угодий и возможности их улучшения;
- использование орошаемых земель и возможности их улучшения;
- изменение урожайности;
- изменение экономической продуктивности земель;
- состав культур;
- производство животноводческой продукции;
- изменение доходности сельскохозяйственного производства;
- изменение объема и доходности сопряженных отраслей и перерабатывающих отраслей, возможность их развития;
- изменение объема рыбопроизводства.

Помимо основных показателей (первичных) динамика сельхозпроизводства зависит от естественных природных условий, от текущих условий водообеспеченности, мелиоративного состояния, обеспечения удобрениями, химикатами, механизмами, которые могут определяться моделью ЕРІС, например, но, кроме того, от вторичных таких, как состояние инфраструктуры, переработки, организационной структуры, консультативной службы, баз механизации и т.д.

В качестве дестабилизирующих факторов здесь выступают:

- снижение плодородия земель;
- изменение спроса и цен на продукцию сельского хозяйства;
- ухудшение ирригационной и мелиоративной инфраструктуры и др.

Здесь же опять должны быть оценены аналогично пункту 1 «варианты сохранения тенденций», одновременно крайний вариант «оптимистический» – достижение потенциальной продуктивности, а также реальный.

Необходимо экспертным путем определить:

- изменение цен на сельхозпродукцию;
- возможность наращивания потенциала сельскохозяйственной инфраструктуры;
- перспектива реструктуризации хозяйств и их влияние на продуктивность орошаемого земледелия (по сопоставлению продуктивности различного типа хозяйств);
- возможность глубокой переработки сельскохозяйственной продукции.

Соответственно вышеприведенной матрице сценария составляющих социально-экономического блока может быть построена такая же для сельскохозяйственных сценариев (рис. 4).

Реальный вариант определяется также как и в пункте 1, но роль моделирования здесь более весома и обоснована, так как существует много моделей (EPIC, CROPWAT, ISAREG), которые могут достаточно точно определить возможность и стоимость повышения продуктивности земель при улучшении водопользования, технологии, изменения культур и т.д. Но здесь реакции будут намного более резкими, чем в социально-экономическом блоке – под влиянием политического руководства в зависимости от поддержки, развития и субсидирования сельскохозяйственного сектора.

3. Варианты изменения климата оказывают влияние как на потребность в воде, особо в орошаемом земледелии, так и на водные ресурсы. Предполагаемый рост температуры, изменение осадков и других климатических показателей повлияет на водопотребление сельхозкультур, за счет увеличения эвапотранспирации, но одновременно может изменить в сторону увеличения или уменьшения водные ресурсы. Особенно опасно уменьшение объема ледников, которое в долговременном плане может сократить ледниковую составляющую стока. Тем не менее, имея в виду неопределенность климатических сценариев, необходимо включить в комплексный прогноз набор климатических сценариев от наиболее оптимистичного до наиболее пессимистичного для оценки потребностей в воде и ресурсов. Для пессимистических сценариев – с наибольшим отклонением от «status quo» – целесообразно оценить также и возможности программы «Adapt» – приспособление сельхозпроизводства к изменению климата и даже возможность повышения продуктивности его за счет использования увеличения продолжительности потенциального вегетационного периода на несколько дней путем расширения применения повторных культур, внедрения мульчирования различных типов и т.д. (см. работы Университета МакГил и НИЦ МКВК в программе CIDA «Climate change»).

4. Сценарии экологические, включая изменения природных ресурсов, необходимо проанализировать по трендам:

- тренды качества поверхностных вод и их влияние на ресурс воды, если качественные показатели превысят ПДК;
- то же по подземным водам;
- возможности выпада земель из сельхозпроизводства вследствие засоления, заболачивания, других природных явлений;
- изменение облесения зоны формирования стока и возможное влияние на водность и гидрологический режим стока.

Первые три пункта оцениваются по трендам, а последний пункт экспертно на перспективу. Данные сценарии должны найти отражение и в общей продуктивности земель и в ресурсах вод.

Матрица сценариев сельскохозяйственного развития

1	Используемые угодья			
1.1	Орошаемые земли			
1.2	Пастбища			
1.3	Богара			
1.4	Водные площади			
2	Изменение угодий			
2.1	Прирост земель			
2.2	Выпад земель			
2.3	Отвод под города, население			
3	Состав культур			
3.1	Орошаемых			
3.2	Богарных			
4	Урожайности сельхозкультур			
4.1	Орошаемых			
4.2	Богарных			

5	Цены на сельхозпродукцию			
5.1	Оптово-закупочные			
5.2	Рыночные			
6	Отличие форм сельхозпроизводства			
7	Засоленность			
8	Заболачивание			
9	Водопотребление			
	нетто			
	фактическое			
	расчетное			
10	Обеспеченность удобрениями			
11	ВВП в сельском хозяйстве, в т.ч. <ul style="list-style-type: none"> • растениеводстве • животноводстве • рыбном хозяйстве 			
12	Производство продукции сельского хозяйства			

Особо необходимо оценить экологические требования на воду: экологические попуски для поддержания дельт, реки как объекта природы и санитарные попуски для поддержания попусков воды с учетом требования изменения качества.

5. Сценарии водохозяйственного развития. Основными динамичными элементами водохозяйственного развития являются:

- a) строительство развития гидроузлов, их энергетических и других режимов;
- b) переброска стока из одной системы в другую;
- c) возможные изменения требования трансграничных стран на воду;
- d) динамика состояния оросительных систем и их инфраструктуру, а также регулирование стока;
- e) сценарии водосбережения в зависимости от снижения их работоспособности.

Оценку изменения водных режимов следует готовить вместе с ориентировочной оценкой необходимых капвложений.

Раздельное определение градаций специализированных сценариев и их сочетания следующей процедурой их обобщения, увязки и генерализации помогает построить рамки и несколько ключевых прогнозов комплексных сценариев, которые предположительно могут быть определены как:

- ВАУ (сохранение тенденций);
- максимально возможные реально-осуществимые (отличающийся от генерализованного «оптимистического» ибо a priori он будет нереальным);
- 1 – 2 промежуточных сценариев.

Обобщение сценариев водопользования с учетом межотраслевой увязки производится с помощью межотраслевых балансов, балансов лимитирующих факторов (капвложений, воды и т.д.) методики математического моделирования.

Как же должны увязываться сценарии между собой и как на основе этого вырабатываются ожидаемые обобщенные сценарии?

Для увязки субсценариев между собой целесообразно выделить основные показатели развития и динамики, аналогичные критериям MDGs, и определить их связи с основным показателем разных субсценариев.

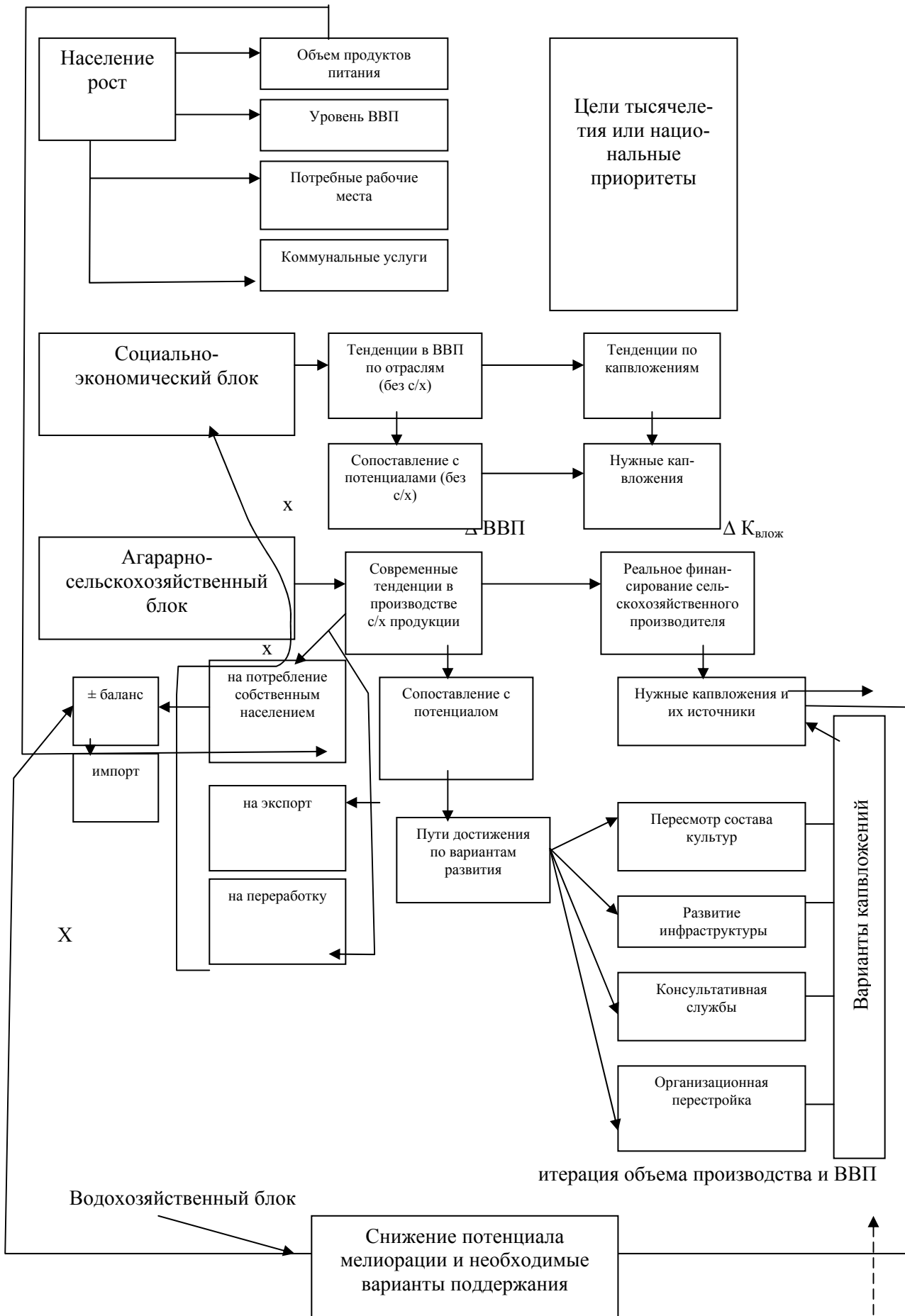
Нами выбраны семь индикаторов социально-экономического сценария, четыре – сельскохозяйственного, пять – водохозяйственного развития, два – климата и три – экологических. В результате построена матрица межхозяйственных связей и оценки необходимого учета их взаимодействия (рис. 5). Здесь важно определиться с основными ограничениями на ресурсы и основными ограничениями по требованиям, которые должны быть удовлетворены при оценке вышеуказанных субсценариев.

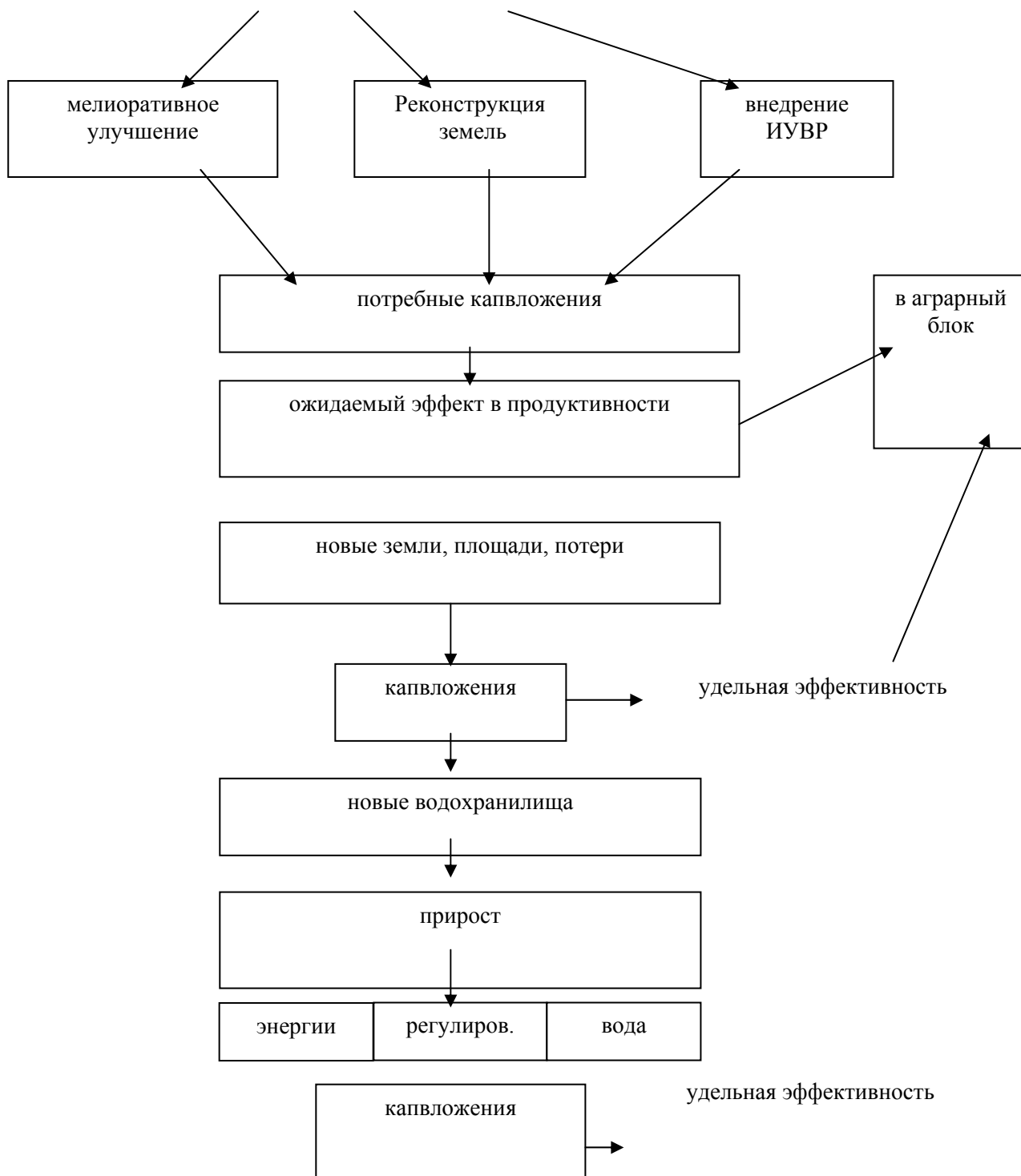
Учитывая исходные параметры населения и его роста, нынешнее состояние экономической, социальной и природной среды, необходимо определиться с двумя видами ограничений:

1. Ресурсными ограничениями –

- a) водные ресурсы;
- b) земельные ресурсы;
- c) энергетические ресурсы;
- d) ресурсы, обеспечивающие производство (удобрения, механизмы, сырье и т.д.);
- e) капвложения;
- f) человеческие ресурсы.

Рис. 5





2. Требования условий благосостояния, жизненного уровня, экологической и продуктовой безопасности, отвечающие намеченным целям тысячелетия или приоритетам страны:

- ликвидация бедности – наличия людей, живущих на 1 \$ США в день;
- обеспечение продуктовой безопасности – 70 % продуктов питания производится на месте;
- обеспечение качества воды, экологических попусков, требования малых водоемов и т.д.

С этих позиций необходимо выработать определенный алгоритм увязки сценариев и проверить их соответствующими ограничениями.

1) Рассчитываются все параметры демографического роста для двух крайних сценариев (BAU и «оптимистического») и на основе их определяются необходимые для достижения целей тысячелетия:

- объем продуктов питания и их сопоставление с современным фактическим производством и соотношениями «экспорт-импорт» продовольственной продукции;
- необходимый объем ВВП для обеспечения намеченного уровня национального дохода на душу населения для преодоления бедности;
- уровень занятости;
- обеспечение водоснабжением и коммунальными услугами.

2) Определяются тенденции в фактическом ВВП, в том числе по направлению отраслей и сопоставлению с потенциалом производства и возможность достижения необходимого уровня АВП; потребные капвложения;

3) Оцениваются источники финансирования операционных затрат и капвложения и их распределение по отраслям;

4) Оцениваются возможные источники привлечения капвложений.

3. Используемые сельскохозяйственные сценарии.

Современное производство сельхозпродукции с их реальным финансированием и производством продуктов сельского хозяйства распределяется на покрытие потребления, экспорт, переработку и сопоставление с необходимым объемом продуктов питания и сырья из социально-экономического прогноза. Одновременно определяется ВВП в сельском хозяйстве и затраты на него.

Сопоставление с потенциалом сельскохозяйственного производства, необходимыми мерами и капвложениями на повышение эффективности существующего производства путем пересмотра состава культур, развития инфраструктуры, консультативных служб, организационной перестройки. Результат – оценка возможных реальных и потребных капвложений.

4. Сценарий водохозяйственного блока должен быть начат с оценки в варианте «Сохранение тенденций» темпов снижения потенциала земель и необходимых мер для его восстановления за счет мелиоративного улучшения земель, реконструкции систем, внедрения ИУВР. По каждому направлению устанавливаются потребные капвложения и ожидаемый эффект в денежном выражении.

Все это вводится в сельскохозяйственный сценарий и проверяется результативность в производстве продукции. Одновременно вводится вариант новых земель в размере существующий тенденций. Для достижения необходимых рубежей производства сельхозпродукции определяется необходимое увеличение объема ввода земель и его эффективность после ввода данных в сценарий аграрного развития.

Особый раздел водного сценария принадлежит к вводу новых водохранилищ, затратам на них и их результативность по воде, производству электроэнергии.

Оценивается также удельная эффективность всех этих водохозяйственных мероприятий по соотношению «эффект-затраты».

5. Климатический сценарий вводится в двух вариантах – близкий к нулевому и максимально расчетный.

Указанная последовательность расчетов в каждом блоке стыкуется в двух крайних сценариях – «оптимистичном» и «BAU» по конечным результатам.

Сопоставляются два крайних варианта по ключевым целям:

- ВВП на душу населения;
- обеспеченность продуктами питания;
- уровень занятости;
- степень комфортности жизни (обеспечение водой, газом, электричеством, удовлетворение природным условиям)

Последовательные итерации выбора вариантов сценария представляются следующим образом:

I. Климатический сценарий минимальных изменений:

- определение суммарных потребностей в капвложениях при оптимистическом варианте;
- определение дефицита капвложений;
- назначение промежуточного генерализованного сценария по возможным капвложениям:
- при полном удовлетворении потребностей аграрного блока и при ущемлении промышленного блока
- при различном удовлетворении потребностей социально-экономического блока и меньшем удовлетворении сельскохозяйственного блока;
- по максимуму сравнительной эффективности.
- проверка указанных промежуточных сценариев по ключевым целям и по ограничениям на воду (или другие ресурсы, если они ограничены);
- поиск приближения к ограничениям и критериям:
- по воде – за счет сценариев водохозяйственного развития;
- по социально-экономическим параметрам – за счет пересмотра социально-экономического сценария или перераспределения капвложений или
- по продуктам питания – по пересмотру состава и эффективности аграрного блока либо за счет увеличения переработки или за счет увеличения экспорта.
- возврат итерации по капвложениям.

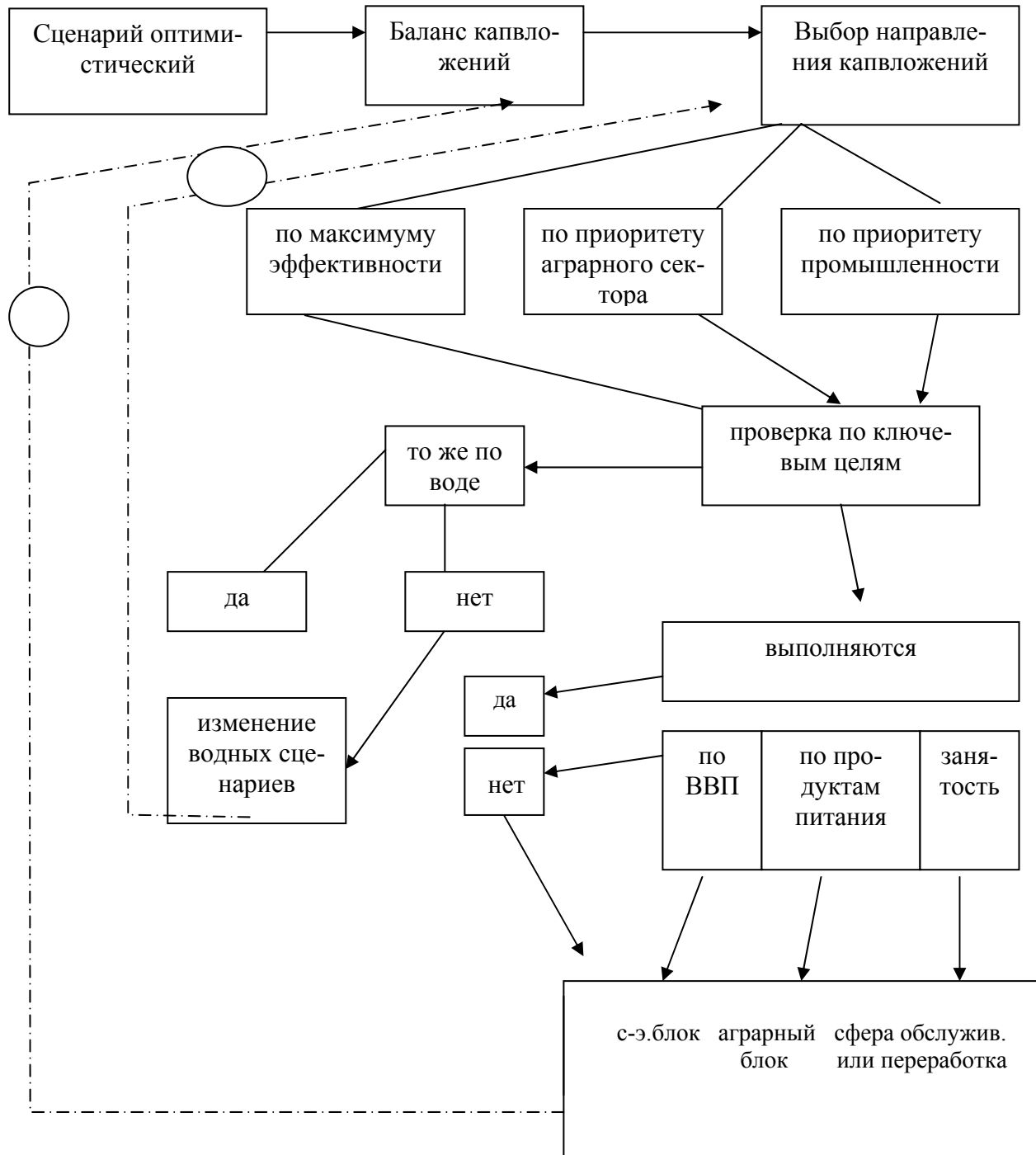
II. Климатический сценарий максимальных изменений

тот же порядок итераций

Итерация продолжается до максимального удовлетворения целей и ограничений. Варианты для обоих климатических сценариев вносятся на обсуждение заинтересованных субъектов с целью последующей выработки плана действий.

Рис. 6.

Схема итерации расчетов генерализованных сценариев развития



1.3. План действий – поддержка политики

На основе сопоставления сформированных сценариев могут быть подготовлены анализ политических, социальных, водохозяйственных и других мер, которые могут повлиять на приведение водохозяйственной обстановки к прогрессивной перспективе.

На этом этапе должны быть определены «целевые группы» стейкхолдеров и решающих лиц, которые будут участвовать в дальнейшей оценке анализа возможного влияния и комплекса действий (actions plan). Выбор «целевых групп» должен быть увязан с выбором «собственника» – решающие лица должны принять «план действий» для дальнейшего развития.

На основе анализа построения сценариев и их моделирования, формируется план действий и набор инструментов для их осуществления.

План действий должен проанализировать более тщательно все мероприятия, работы, инвестиции, которые были определены в ходе поиска ожидаемого сценария, максимального удовлетворения целям и критериям при имеющихся ограничениях.

Особое внимание должно быть уделено:

- роли руководства в осуществлении намеченных сценариев;
- поиску капвложений;
- мониторингу развития в соответствии со сценариями;
- внедрению ИУВР.

РЕГУЛИРОВАНИЕ ВОДОХРАНИЛИЩАМИ В ИНТЕГРИРОВАННОМ УПРАВЛЕНИИ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ НА ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕКАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

В.А. Духовный, А.Г.Сорокин, Д.Р. Зиганшина

Регулирование стока комплексом водохранилищ на реках бассейна Аральского моря, которое осуществлялось в Советское время, претерпело серьезные изменения по режиму и приоритетам водопользования в период независимости и рыночной экономики. Благодаря тесному сотрудничеству в рамках Межгосударственной Координационной Водохозяйственной Комиссии Центральной Азии (НИЦ МКВК), государства бассейна находили решения и подходы, которые позволяли поддерживать устойчивое водоснабжение и регулировать речной сток в интересах всех заинтересованных лиц. Реализация принципов ИУВР на трансграничном уровне в координации с национальной политикой является самым верным путем, гарантирующим устойчивое развитие пяти государств Центральной Азии – Казахстана, Кыргызстана, Таджикистана, Туркменистана и Узбекистана. Успех ИУВР зависит от инструментов и механизмов регулирования и управления водными ресурсами, которые используются в текущей деятельности для планирования и эксплуатации системы водохранилищ, расположенных в различных странах, единообразно.

Плотины и водохранилища в Центральной Азии

Несколько трансграничных рек пересекает бассейн Аральского моря. Амударья и Сырдарья, являясь самыми крупными из них, играют фундаментальную роль в международных отношениях относительно водных ресурсов в Центральной Азии.

Основной сток реки Амударья формируется на территории Таджикистана (около 80.2 %). Затем река течет по границе Афганистана и Узбекистана, пересекает территорию Туркменистана и снова возвращается в Узбекистан, где впадает в Аральское море. Около 7.9 % вод Амударьи формируется на территории Афганистана и около 3.5% в Иране и Туркменистане. Около 6% стока Амударьи формируется в Узбекистане.

Около 73.8% стока реки Сырдарья формируется в Кыргызской Республике. Затем Сырдарья протекает через территорию Узбекистана и Таджикистана и впадает в Аральское море в Казахстане. Около 13% стока Сырдарьи формируется в Узбекистане, около 12 % в Казахстане и около 1.2 % в Таджикистане.

Регулирование стока в регионе выполняется почти 50 водохранилищами (объем от 10 км³ и более), с полной суммарной емкостью около 80 млн.км³ и полезной – 55 млн.км³. Основная часть водохранилищ – это небольшие водохранилища с емкостью максимум 1 млн.км³ для орошения. Крупные водохранилища (Токтогул, Кайраккум, Чарвак, Андижан, Чардара, Нурек и Тюямуюн) являются водохранилищами комплексного назначения и регулируют речной сток для орошения и гидроэнергетики в годовом и многолетнем режиме системой каскадов (Вахш-Амударья и Нарын-Сырдарья).

Самая крупная гидростанция – Нурек (в Таджикистане на реке Вахш), мощностью 2700 мегаватт, и Токтогул (в Кыргызской Республике на реке Нарын), мощностью 1200 мегаватт. Гидроэнергетика обеспечивает 27.3% общего энергопотребления в бассейне Аральского моря.

Существующая в настоящее время объем регулирования в бассейне Сырдарьи характеризуется коэффициентом регуляции 0.92, на реке Амударья – 0.81.

Основная специфика регулирования стока в бассейне Амударьи наличие внутрисистемных водохранилищ сезонного регулирования в режиме контррегуляции для орошения. Подобных контррегуляторов нет в бассейне Сырдарьи. Токтогульский гидроузел (Кыргызстан) играет главную роль и покрывает около половины регулируемой мощности бассейна.

Таблица 1.

Исходный объем водохранилищ и гидропотенциал бассейна Аральского моря

Водохранилище (в), гидроэлектростанция (ГЭС)	Страна	Река (р), канал (к)	Полезный объем, км ³	Мощность млн. квт
Чардаринское в., ГЭС	Казахстан	Р. Сырдарья	4.7	0.1
Бугунское в.	Казахстан	Р. Бугун	0.36	-
Токтогульское в., ГЭС	Кыргызстан	Р. Нарын	14.0	1.2
Курпсайское в., ГЭС	Кыргызстан	Р. Нарын	0.27	0.8

Ташкумирское в., ГЭС	Кыргызстан	Р. Нарын	0.02	0.45
Сохское в.	Кыргызстан	Р. Сох	0.26	-
Нурекское в., ГЭС	Таджикистан	Р. Вахш	4.5	2.7
Байпаза ГЭС	Таджикистан	Р. Вахш	0.09	0.6
Головная ГЭС	Таджикистан	Р. Вахш	0.02	0.21
Кайраккумское ГЭС	Таджикистан	Р. Сырдарья	2.6	0.13
Зеид в.	Туркмени- стан	К. Каракум Дарье	0.08	-
Сариязинское в.	Туркмени- стан	Р. Мургаб	0.13	-
Тедженское в.	Туркмени- стан	Р. Теджен	0.14	-
Чарвакское в., ГЭС	Узбекистан	Р. Чирчик	1.58	0.6
Ходжикент в., ГЭС	Узбекистан	Р. Чирчик	0.01	0.28
Андижанское в., ГЭС	Узбекистан	Р. Карадарья	1.75	0.14
Чимкурганское в.	Узбекистан	Р. Кашкадарья	0.45	-
Ахангаранское в.,	Узбекистан	Р. Ахангаран	0.17	-
Ташкентское в..	Узбекистан	Р. Ахангаран	0.22	-
Фархадское в., ГЭС	Узбекистан	Р. Сырдарья	0.27	0.12
Тюямуюнское в, ГЭС	Узбекистан	Р. Амударья	5.3	0.15
Южносурханское в.	Узбекистан	Р. Сурханда- рья	0.56	-
Туполанг в.	Узбекистан	Р. Туполанг	0.29	-
Талимарджан в.	Узбекистан	К. Карши	1.4	-
Тудакул в.	Узбекистан	К. Амубухара	0.9	-
Куюмазар в.	Узбекистан	К. Амубухара	0.3	-
Пачкамарское в.	Узбекистан	р. Гузардарья	0.25	-
Каркидонское в.	Узбекистан	Р. Карадарья	0.21	-
Учкизил в.	Узбекистан	К. Занг	0.08	-
<i>BASIC POTENTIAL</i>				
Рогун в., ГЭС	Таджикистан	Р. Вахш	8.6	3.6
Камбарата 1,2 в, ГЭС	Кыргызстан	Р. Нарын	3.43	2.32
Пскем в, ГЭС	Узбекистан	Р. Пскем	0.49	0.45

После распада СССР в разных странах были определены свои приоритеты в отношении водных бассейнов.

По природно-климатическим условиям центрально-азиатский регион относится к типично аридной зоне, где земледелие невозможно без орошения. Важным компонентом является гидроэнергетика, потому что водно-экономическая база представляет совокупность отраслей, преимущественно направленных на орошение-энергетику. Использование водных ресурсов в регионе напрямую связано с экономикой пяти независимых государств – Казахстана, Кыргызстана, Таджикистана, Туркменистана и Узбекистана – и определено аккумулярованным объемом и режимом требований на воду. Эти требования имеют противоречия в межсекторальном и межгосударственном аспектах. Особенности ландшафта региона предполагают сосредоточение потенциальных гидроэнергетических ресурсов и гидроэлектростанций в горах (для Нарына в Кыргызстане, для Вахша в Таджикистане). Орошаемые земли сосредоточены в долинах и низовьях рек, в первую очередь, в Узбекистане, Туркменистане и Казахстане. *Таким образом межсекторальные противоречия по требованиям к режиму водохранилищ и трансграничных рек преобразованы в межгосударственные.*

Национальные интересы Кыргызстана и Таджикистана в бассейне Сырдарьи связаны с Токтогулом и Кайракумом, а в бассейне Амударьи с Нурекским водохранилищем. До распада СССР эти водохранилища эксплуатировались единым образом в комплексе с другими водохранилищами региона и играли роль ирригационных регуляторов. Гидроэнергетика была подчинена орошению. Электрическая энергия сверх нужд Кыргызстана и Таджикистана из Токтогульского, Нурекского и Кайракумского ГЭС передавалась в другие республики, а в зимний период их дефицит покрывался.

Такая схема, по мнению энергослужб Кыргызстана и Таджикистана, не отвечает требованиям их государств и в настоящее время является основной причиной зимнего дефицита электроэнергии.

В тоже время национальные интересы Кыргызстан и Таджикистана диктуют необходимость корректировки энергетического режима регулирования Нурекского и Кайракумского водохранилищ и их координации с другими республиками для предотвращения дефицита оросительной воды и потенциальных конфликтов между странами.

Развитие существующего потенциала водно-энергетического проектирования должно осуществляться на базе совместного планирования и взаимных интересов в рамках сотрудничества центрально-азиатских государств.

Согласно проектным исследованиям для достижения оптимального использования водных ресурсов в интересах орошения и гидроэнергетики в бассейне Сырдарьи необходимо внедрение новых гидроэлектростанций в верховьях Токтогульского гидроузла (приоритетным является каскад Камбаратинских ГЭС) свободных от лимитов наорошение и работающих в режиме сезонного энергетического компенсатора. Однако, новые гидроэнергетические сооружения сами по себе не могут гарантировать работу Токтогульского гидроузла в интересах ирригации и поэтому не могут полностью исключить межотраслевые и международные споры относительно требований к режиму водохранилищ.

Увеличение необходимой емкости в бассейне Амударьи может быть выполнен за счет увеличения мощности Тюямуюнского гидроузла и строительства

Рагунского водохранилища, но в ближайшем будущем эти возможности вряд ли можно рассматривать. Кроме этого, строительство Рагунского гидроузла не гарантирует его работу в интересах ирригации относительно существующего дефицита электроэнергии

***Развитие сотрудничества государств Центральной Азии
на трансграничных водах***

Особенности уникального сотрудничества региона состоят в том, что, несмотря на то, что пять стран ЦА вышли из одной утробы с приблизительно одинаковым уровнем экономики, за 15 лет у них наметились значительные различия в политических и экономических подходах, в развитии социальной и природоохранной сфер. Сохранение в этих условиях единства межгосударственного управления, бесспорно, задача не простая, но то, что она прогрессирует, не осталось незамеченным даже в подготовленном ООН докладе «В будущее без барьеров: региональное сотрудничество в области человеческого развития и обеспечения человеческой безопасности» (2005 г).

Позитивные результаты сотрудничества по решению проблем межгосударственных водных отношений в бассейне признаются и самими странами ЦА. В обобщенном виде **пройденный странами путь** по регулированию вопросов управления совместными водными ресурсами выглядит следующим образом:

- 18 февраля 1992 года в Алма-Ате подписано «Соглашение между Республикой Казахстан, Республикой Кыргызстан, Республикой Таджикистан, Туркменистаном и Республикой Узбекистан о сотрудничестве в сфере совместного управления использованием и охраной водных ресурсов межгосударственных источников», одобренное Главами государств 26 марта 1993 года в Кызыл-Орде. Этим соглашением стороны приняли решение создать Межгосударственную координационную водохозяйственную комиссию (МКВК) с исполнительными органами БВО «Амударья» и БВО «Сырдарья».
- Три последовательные встречи Глав государств Центрально-Азиатского региона: в Кызыл-Орде в марте 1993 г., в Нукусе в январе 1994 г. и в Ташаузе в марте 1995 г. – привели к созданию Международного Фонда спасения Аральского моря.
- 11 января 1994 года в Нукусе принято решение Глав государств Центральной Азии об утверждении Программы конкретных действий по улучшению экологической обстановки в бассейне Аральского моря на ближайшие 3-5 лет, а также об одобрении основных положений Концепции по решению проблем Арала, Приаралья и бассейна Аральского моря с учетом социально-экономического развития региона.
- 20 сентября 1995 года в Нукусе Главами государств ЦА подписана «Нукуская декларация государств Центральной Азии и международных организаций по проблеме устойчивого развития бассейна Аральского моря». В ней Главы Центрально-Азиатских государств подтвердили, что признают ранее подписанные и действующие соглашения, договора и другие нормативные акты, регулирующие взаимоотношения между ними по водным ресурсам в бассейне Арала и принимают их к неуклонному исполнению.
- 17 марта 1998 года подписано Соглашение между Правительством Республики Казахстан, Правительством Кыргызской Республики и Правительством

Республики Узбекистан об использовании водно-энергетических ресурсов бассейна реки Сырдарья. Позднее к нему присоединился и Таджикистан.

- 17 марта 1998 года страны ЦАЭС заключили соглашение о сотрудничестве в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов.
- В 1999 г. были заключены соглашение об обмене гидрометеорологической информацией, а также соглашение о параллельной работе энергосистем ЦА.
- 9 апреля 1999 года Главы государств региона подписали в Ашхабаде Соглашение о статусе организаций МФСА, которое еще раз подтвердило значение и права организаций, входящих в его состав (МКВК, КУР, НИЦ, БВО и др.).
- 6 октября 2002 года утверждена Главами государств «Программа конкретных действий по улучшению экологической и социально-экономической обстановки в бассейне Аральского моря на период 2003-2010 гг.» (ПБАМ-2)

Сотрудничество стран ЦА по управлению водными ресурсами в рамках МКВК позволило за истекшие годы сформировать методы, стиль и порядок сотрудничества по управлению и использованию водных ресурсов рек Амударья и Сырдарья. Эти подходы являются в своем роде уникальными в мировой практике, ибо даже в рамках двух стран, как мы знаем из опыта 250 трансграничных бассейнов в мире, не так много примеров осуществления не просто согласования, проектирования действий и определенной регламентации, но и постоянной работы по планированию, корректированию и реальному распределению водных ресурсов:

- Тренинговый центр МКВК, организованный при поддержке Канадского агентства развития (CIDA) и Университетом МакГил, совместно с двумя БВО развил сферу своей деятельности как в новых направлениях (информатика, гидроэкология, вода и образование, гендер), так и в виде сети филиалов: в Оше, в Ургенче, в Алма-Ате, тренинговые пункты в Андижане, Фергане, Ходженте; в результате за 2004 ... 2005 гг. через эту сеть прошло более 1000 специалистов водохозяйственных организаций и водопользователей;
- с помощью Швейцарского управления по развитию и сотрудничеству (SDC) создан информационный портал и информационная система CAREWIB и CAWATER-Info, которые превратились в общий инструмент сотрудничества, доверия и обогащения стран ЦА по обмену информацией по земельным и водным ресурсам;
- успешно завершилась II стадия проекта «Интегрированное управление водными ресурсами в Ферганской долине» (ИУВР-Фергана), являющегося уникальным примером комплексного внедрения метода ИУВР, охватывающего все сферы деятельности и все уровни иерархии, предусматривающего возможности коренного увеличения продуктивности воды, забираемой из источников;
- на качественно новый уровень вышли совместные инициативы МКВК и Глобального водного партнерства ЦА и Кавказа, способствующие широкому вовлечению всех стейкхолдеров в деятельность водохозяйственных организаций всех стран, с их помощью начато внедрение Национального плана ИУВР в Казахстане, проводятся предпроектные проработки таких же планов в Кыргызстане, Таджикистане и Узбекистане;

Уроки, полученные из прошлого опыта

Успешная реализации данных работ во многом стала возможна благодаря ответственности и целеустремленности всех руководителей водохозяйственных организаций стран ЦА.

Каждый из министров водного хозяйства стран ЦА отвечает не только за сложную и многоплановую работу отрасли в своих странах, но и, являясь представителем своей страны в МКВК, ответственен за совместное управление водными ресурсами бассейнов двух рек – Амударьи и Сырдарьи. Поэтому важно их понимание воды как инструмента международных отношений и одной из составляющих экономической безопасности государств.

МКВК в своих решениях внедряют **признание концепции ИУВР** как наиболее правильного пути к выживанию региона в условиях нарастающего водного дефицита и комплекса мер по рациональному использованию водных ресурсов на национальном уровне. Его опытное внедрение на трех оросительных системах в Кыргызской Республике, Таджикистане и Узбекистане (проект ИУВР-Фергана) показало действенность и практическую целесообразность этого подхода, а также его высокую эффективность с точки зрения объединения усилий водопользователей и водохозяйственных организаций. Хотелось бы отметить здесь пионерную деятельность Кыргызской Республики по развитию и поддержке Ассоциаций водопользователей (АВП) именно по гидрографическому признаку, но с большим участием государства, и одновременно организации впервые в истории всей ЦА совместного общественно-государственного управления каналами на примере Араван-Акбуринского канала. Начата подобная деятельность и в других странах региона.

Отмечая позитивные достижения, члены МКВК также высвечивают вопросы, вызывающие их беспокойство, которые сводятся к необходимости:

- **анализа наличия и использования всех видов вод, в первую очередь возвратных и подземных.** В бассейне рек Сырдарьи и Амударьи, где отмечается большая зависимость от объема формирования и графика поступления возвратных вод, особое внимание должно быть уделено управлению трансграничными возвратными водами – их режимом формирования, зависимости от водоподачи и от других факторов, содержание в них солей и загрязнителей и контролю за их попусками и использованием. Более 51% от общего объема возвратных вод отводится по коллекторам в реки; около 33% - в понижения, лишь 16% возвратных вод повторно используется для орошения, что обусловлено их загрязненностью.
- **постоянного снижения удельных затрат воды, исходя из того, что ныне он в два раза превышает уровень передовых стран.** Специфика региона и возрастающий спрос на водные ресурсы выдвигает на первый план необходимость повсеместного перехода на экономное расходование воды и управление требованиями на воду, а также выработки общей линии на водосбережение, что является единственной перспективой будущего развития региона с точки зрения обеспечения продовольственной безопасности и с позиции использования водных ресурсов для будущего развития ЦА.
- **согласования действий всех стран по развитию, строительству новых и реконструкции существующих инфраструктур и совместному снижению общего водозабора.** Прошедшие два резко многоводных года и три резко маловодных года, когда в результате напряженной и взаимослажен-

ной работы по координации действий и взаимной помощи всех стран бассейна, не только были предупреждены конфликты в управлении, распределении и использовании водных ресурсов между странами региона, но и как следствие совместных усилий по рациональному использованию водных ресурсов сокращен с 110 до 103 км³ общий объем воды, забранной в бассейне, являются позитивным примером работы в данном направлении. В целом совершенствование системы управления на бассейновом и межгосударственном уровнях должно включать среди прочего подготовку и обязательное выполнение странами обязательств по совместному финансированию региональных и бассейновых мероприятий, по обеспечению гидрометеорологического обслуживания, поддержанию зоны формирования стока, совместному управлению и охране водных ресурсов, подготовке совместных проектов по компенсации затрат на ремонт, поддержание и модернизацию сооружений регионального значения.

- **необходимость наряду с внедрением ИУВР переходить к гидроэкологическому управлению.** О важности нахождения компромисса между потребностями экономической деятельности и охраны окружающей среды. Отдельные страны региона уже включили в свое национальное законодательство некоторые положения по обеспечению сбалансированного гидроэкологического управления. В Водном кодексе Кыргызской Республике предусмотрено установление «минимальные требования к экологическому стоку воды для определенных рек и водных объектов в целях сохранения рыбных запасов и водных экосистем». В Водном кодексе Казахстана предусмотрен природоохранный попуск, обеспечивающий сохранение естественного состояния водного объекта. Безусловно, это лишь первые шаги, которые требуют дальнейшего развития и вовлечения более широкого круга лиц. В этой связи, в рамках НИЦ МКВК подготовлено проектное предложение «Интегрированное управление дельтой реки Амударья с широким привлечением общественности и сохранение биоразнообразия», которое предполагает более широкое участие общественности в вопросах рационального использования и управления водными ресурсами региона - от вовлечения НПО, движений и партии с различными базовыми платформами в процесс улучшения экологической ситуации в регионе до расширения полномочий АВП, Бассейновых советов и т.д. Общей целью проекта является разработка технико-экономического обоснования создания системы интегрированного гидроэкологического управления дельтой Амударьи.
- **перехода на планирование режимов рек не по среднему году, а с учетом специфики маловодья или паводков.** Практика последних лет по реке Сырдарья показала, что существующее регулирование не удовлетворяет страны низовий в маловодные годы, страны зоны формирования стока – в годы средней водности, и представляет угрозу для всех стран бассейна в многоводные годы. Поэтому требуют совершенствования механизмы управления бассейнами в условиях экстремальных ситуаций: пропуски паводков более и близких к 1% обеспеченности и расходов воды при маловодии с обеспеченностью менее 75% (порядок распределения воды, применение мер, вовлечение других вод в условиях маловодья и т.д.). Это работа должна совмещаться с деятельностью по установлению режимов работы реки и распределения воды на основе сезонного и многолетнего регулирования стока.

Роль плотин и водохранилищ в свете системного анализа

В регионе имеются возможности для решения отмеченных выше проблем. Проведенный в НИЦ МКВК **системный анализ**, основанный на вариантных модельных исследованиях (на комплексе моделей ASB-ММ) существующей ситуации в регионе и возможных изменений в будущем, **доказывает возможность увязки нужд всех водопользователей в различные по водности годы**, и утвердительно отвечает на многие проблемные вопросы.

Можно ли решать проблему управления водными ресурсами в бассейнах Сырдарьи и Амударьи жесткими мерами, фиксирующими обязательные объемы попуска из Токтогула и Нурека (а в будущем и Рогуна) в вегетационный и межвегетационный периоды? Не приведет ли такая политика к росту рисков по вынужденному опорожнению водохранилищ в маловодный период (и соответствующей потере в выработке электроэнергии) и к катастрофическим паводкам в осенне-зимний период в многоводный период? Как в будущем изменится характер регулирования стока крупными водохранилищными гидроузлами, если мы будем придерживаться существующих “правил” управления (выработанных для средних по водности условий), но окажемся в периоде маловодья или многоводья? И, наконец, насколько востребованы ирригационные попуски из Токтогула и Нурека в вегетацию в многоводные годы, когда боковая приточность и водность всего бассейнов значительны?

Расчеты основывались на предположении, что в будущем возможно появление ранее наблюдаемых рядов лет, в том числе экстремальных по водности. Были составлены экстремальные по водности сценарии: MIN - “маловодная N-летка”, MAX - “многоводная N-летка” и оценена их обеспеченность (вероятность превышения) за наблюдаемый период.

Таблица 1.

Объемы естественных водных ресурсов рек бассейна, суммируемых по 20-ти леткам – выборка по 5 и 95 % обеспеченности из наблюдаемого ряда (1911...2005 гг)

Бассейн, река	Годы	Сценарии водности MIN и MAX	Обеспеченность, %	Средний сток за период, км3/год
Сырдарья	1925-1944	Маловодная 20-ти летка	95	22.1
	1952-1971	Многоводная 20-ти летка	5	26.8
Амударья	1970-1989	Маловодная 20-ти летка	95	63.6
	1951-1970	Многоводная 20-ти летка	5	69.5

Для каждого из сценариев по водности были проиграны три сценария возможного развития региона (сохранение существующих тенденций, национальное видение, оптимистичный), характеризующихся соответствующими требованиями на водозабор и объемами возвратных вод. Кроме этого, для бассейна Сырдарьи выполнена оценка режимов управления водохранилищами и ГЭС по 8 вариантам; из них первые пять вариантов характеризуют возможные альтернативы рабо-

ты водохранилищ при существующем составе сооружений, а три последних – в перспективе, при вводе новых водохранилищ и ГЭС (Камбарата, Резаксай, Тенкульсай, Арнасай, Коксарай).

Таблица 2.

Сток рек Сырдарья и Амударья, рассчитанный по сценариям водности (MAX, MIN) и развития, средний за 2006-2025 гг, (км³/год)

Сценарии развития по бассейнам	MAX	MIN	Разница
Амударья (г.п Саманбай)			
1. Национальное видение	7.51	6.04	1.47
2. Сохранение существующих тенден-	8.24	6.96	1.28
3. Оптимистичный	11.47	9.08	2.39
Оптимистичный – Национальное ви-	3.96	3.04	
Сырдарья (г.п Казалинск)			
1. Национальное видение	3.98	2.91	1.07
2. Сохранение существующих тенден-	5.27	4.02	1.25
3. Оптимистичный	7.22	4.96	2.26
Оптимистичный – Национальное виде-	3.24	2.05	

Так, результаты расчетов, отмеченного выше исследования НИЦ МКВК, по Токтогульскому гидроузлу показывают:

- В случае развития гидрологической ситуации по сценариям “маловодная 10-ти или 20-ти летка” и ежегодных пусков из водохранилища в объеме 12 км³, произойдет вынужденная сработка Токтогульского водохранилища в течении 6...8 лет, при увеличении пусков до 13.5 км³, период сработки полезного объема водохранилища сократится до 3...4 лет (см. Рис. 1):.
- В случае развития гидрологической ситуации по сценариям “многоводная 10-ти или 20-ти летка” и ежегодных пусков из водохранилища в объеме 12 км³, ежегодные излишки воды в среднем за период составят 1.2...1.4 км³, которые будет необходимо или наполнять в водохранилище (что не всегда возможно) или дополнительно срабатывать, доводя пуски из водохранилища до 13.5 км³ воды в год.

Рис. 1

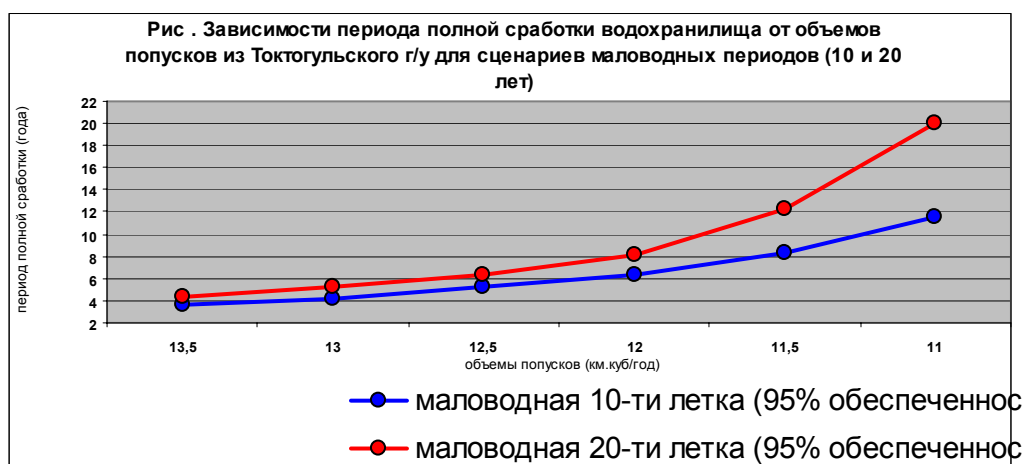


Таблица 3.

Оценка последствий регулирования стока рек бассейна Сырдарьи

Варианты	Дефицит в орошении (км ³ /год)				Дефицит электроэнергии (млрд кВт.ч)	
	Узбекистан		Казахстан		Киргизстан	
	сред	max	сред	max	сред	max
Энергетический (оптимизация)	1.17	2.12	0.53	1.29	0.05	0.85
Ирригационный (оптимизация)	0.07	0.51	0.05	0.46	2.41	4.40
Ирриг-энергетический.(имитация)	0.19	0.77	0.12	0.62	1.94	2.50
Ирриг-энергетический (оптимизация)	0.17	0.70	0.11	0.53	1.29	2.10
Ирриг-энергетический (компенсация)	0.17	0.70	0.11	0.53	0.05	0.85
Энергетический + ирригац. компенс.	0.67	1.40	0.10	.60	0.05	0.85
Энергетический + Камбарата	0.80	1.82	0.40	0.96	0.00	0.00
Ирриг-энергетический + Камбарата	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Таблица 4.

Вариантная оценка режимов работы Токтогульского гидроузла

Показатель	Энергет. (оптимизация)	Ирригац. (оптимизация)	Ир-энерг (имитация)	Ир-энерг (оптимизация)
Попуски из Токтогула, км ³				
• Вегетация				
Максимальный	4.5	8.5	7.5	8.5
Минимальный	3.5	3.0	6.0	4.0
• Межвегетация				

Максимальный	9.0	5.0	5.0	6.5
Минимальный	7.0	2.0	4.5	4.5
Дефицит в орошении				
• Средний, км3	1.7	0.12	0.31	0.28
• В % от лимита	6.0	0.4	1.1	0.9
Число перебойных лет, %	80	15	35	30
Дефицит электроэнергии				
• Средний, млрд.кВт.ч	0.05	2.41	1.94	1.29
• В % от требований	0.5	25.6	20.6	13.7

Расчетами (см. таблицы 3-4) определены рамки поиска рациональных режимов, ограниченные чисто энергетическим и ирригационным вариантами (первый и второй варианты расчетов). В эти рамки вписываются ирригационно-энергетические режимы, рассчитанные при фиксированных попусках (третий вариант, его можно назвать “жестким”) и определяемых с помощью оптимизации (четвертый вариант – более “свободный”). Наилучшим вариантом оказался четвертый, имеющий средний энергетический дефицит для Киргизстана около 1.3 млрд.кВт.ч, что *на 0.9 млрд.кВт.ч меньше, установленных соглашением для компенсации (2.2 млрд.кВт.ч)*. Пятый вариант повторяет четвертый, но предусматривает компенсационные поставки по покрытию энергетического дефицита.

Расчеты показали, что наилучшим вариантом для перспективных объектов является последний (восьмой) вариант, предусматривающий ввод Камбаратинских ГЭС, но *при условии работы Токтогульского гидроузла в ирригационно-энергетическом режиме*. В случае работы Токтогула по энергетическому режиму (седьмой вариант) дефициты в орошении остаются. Его ликвидировать полностью не удастся и в случае работы ирригационных компенсаторов (шестой вариант).

Регулирование стока в Токтогульском водохранилище по чисто энергетическому сценарию, ориентированному на полное покрытие текущих потребления электроэнергии Кыргызстана, без учета особенностей многолетнего регулирования, *нельзя считать выгодным для самого Кыргызстана*, не говоря уже о неприемлемости такого сценария для Узбекистана и Казахстана.

Сказанное иллюстрирует, что в регионе имеются возможности для обеспечения справедливого, разумного, экологически устойчивого режима водопользования и вододеления. При этом, **международный водно-энергетический консорциум** может стать важным элементом укрепления сотрудничества, если его создать как финансовый механизм, а не подменять им функции других региональных структур, в частности МКВК. Предполагается, что консорциум будет являться - финансовым механизмом, (а) решающим проблемы с недостатком средств у покупателей электроэнергии и топливных ресурсов, направленных за компенсацию воды, и (б) гарантирующим своевременное исполнение платежей; - страховой организацией, покрывающей возможный ущерб, возникающий по объективным причинам, не связанным с деятельностью человека.

Пути будущего развития

Многолетняя деятельность МКВК и двух БВО определяет **общую линию поведения** в виде:

- подготовки планов стратегического планирования на национальном уровне с учетом общей региональной политики и региональных ограничений;
- широкого общественного участия заинтересованных субъектов в организационных формах, планировании, финансировании и осуществлении планов рационального использования воды, вовлечение не только усилий, но и их перспективы;
- осуществления программы водосбережения и снижения общего водозабора в бассейне до 90...93 км³ в год против 103 км³ в настоящее время, чтобы за счет этого создать экологическую размерность нашего управления.

Члены МКВК признают необходимость дальнейших работ по совершенствованию управления водными ресурсами как на региональном, так и национальном уровне, и намечают определенные мероприятия в этом направлении. В частности, ими отмечается необходимость проведения **технико-экономических расчетов и социальных исследований** для четкого представления о выгодах и потерях каждого государства, что может служить одним из реальных возможных путей сближения позиций и налаживания сотрудничества между государствами по вопросам совместного управления водными и энергетическими ресурсами бассейна Аральского моря.

В целом большее внимание планируется уделять **проблемам бассейна реки Амударья**, с учетом: (а) меньшей зарегулированности и наличия больших потерь стока по стволу реки, (б) относительно сложных социально-экономических условий в низовьях (Дашогузская область Туркменистана, Хорезмская область, Каракалпакстан в Узбекистане), (в) наличия крупных водных и водохозяйственных объектов, имеющих трансграничный характер (Каршинский магистральный и Аму-Бухарский машинный каналы, Тюямуонский гидроузел, межгосударственные коллектора, собственно Арал и др.), (г) вредного воздействия и ухудшения состояния экосистем в зоне формирования стока; (д) интересов Афганистана как одного из стран бассейна. Неопределенность русловых потерь в бассейне реки Амударья становится причиной недоверия сторон друг к другу и что самое худшее – вызывает сомнения в состоятельности региональных организаций.

Для повышения качества принимаемых решений членами МКВК намечаются мероприятия по **развитию системы SCADA и автоматизации** регулирования водозаборов на основе согласованных лимитов без участия человеческого фактора, что особенно актуально для бассейна реки Амударья.

С этой точки зрения важной задачей, требующей решения, является **усиление информационного обеспечения управления водными ресурсами региона**, в том числе с целью надлежащей увязки данных национальных гидрометеорологических служб (НГМС) между собой, с данными национальных водохозяйственных органов и с БВО и повышению точности прогнозов стока.

В целом для эффективного функционирования необходимо **укрепление базы и потенциала региональных организаций**. К сожалению, у некоторых внешних организаций создалось предвзятое мнение о неспособности совместного решения вопросов управления водными ресурсами региона силами МФСА,

МКВК. Наглядным примером этому может служить отношение Всемирного банка к региональным проектам, исключение вопросов регионального водного сотрудничества из программы CIDA и других доноров.

Между тем, при многочисленных положительных результатах деятельности доноров, нельзя не отметить о плохой координации деятельности самих доноров в регионе. Попытки SDC организовать должную координацию доноров, пока не увенчались успехом. Резкая смена приоритетов оказания содействия оборачивается непоследовательностью и дублированием выполняемых проектов. Поэтому требуется **долговременная стратегия** как для внешних организаций, оказывающих содействие региону, так и национальных и региональных водохозяйственных организаций.

Базирование на долговременную стратегию позволит сглаживать имеющиеся дестабилизирующие факторы, такие как рост населения и потребности в воде, экологические проблемы, изменение климата и его последствия, активизация позиции Афганистана, и усиливать противодействия в виде моделей развития, формирования общественного сознания, планов стратегического развития, общих проектов регионального значения, снижения водопотребления, тренинговой деятельности, усилению вовлечения заинтересованных субъектов и т.д.

На современном этапе необходима разработка новой правовой базы и экономического механизма в сфере водохозяйственных отношений. Эффективные правовые механизмы и правила управления водными ресурсами региона среди прочего должны включать внедрение принципов ИУВР как основы управления. Принципиальным является внедрение в законодательство принципа «загрязнитель платит», экосистемного подхода к управлению водами бассейна (минимальные попуски, санитарные, экологические попуски и т.д.), создание единых систем мониторинга состояния вод, совместной работы в чрезвычайных ситуациях, привлечение общественности, процедуры уведомления и консультации, доступ и обмен информацией между прибрежными странами и т.д.

Заключение

Любые мероприятия по управлению водными ресурсами в регионе должны базироваться на принципах ИУВР, что позволит достичь практических результатов, главные из которых следующие:

- Подготовка и реализация интегрированного подхода к управлению водохранилищами в интересах всех заинтересованных сторон (энергетика, орошение, окружающая среда) на основе созданных модельных инструментов;
- Достижение стабильной водообеспеченности; равномерное и справедливое распределение водных ресурсов при значительном сокращении производственных потерь воды;
- Внедрение принципов демократического управления водными ресурсами путем привлечения к управлению представителей всех сторон и секторов, заинтересованных в использовании водных ресурсов, постепенной передачи им руководства на нижних эшелонах водной иерархии и активном участии их и государства на партнерских началах в поддержании и развитии систем;

- Решение части социальных проблем, связанных со справедливым, равномерным и устойчивым обеспечением водой населения и в первую очередь питьевой водой;
- Решение экологических проблем, связанных с водохозяйственной деятельностью, включая мелиоративное состояние земель;
- Как конечная цель, повышение продуктивности использования водных и земельных ресурсов.

К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ СЦЕНАРИЕВ ВОДНОГО РАЗВИТИЯ ЧИРЧИК-АХАНГАРАНСКОГО БАССЕЙНА

Ю.Х. Рысбеков

Введение

НИЦ МКВК Центральной Азии, совместно с партнерами из Германии и ряда других стран Европы и Африки (Бенин) реализует проект «Rivertwin». Основными целями проекта «Rivertwin» является разработка, адаптация и использование интегрированной региональной модели для стратегического планирования (СП) управления водными ресурсами (УВР) в сдвоенных речных бассейнах с различными климатом, экологическими, социальными и экономическими условиями. На основе моделирования предполагается разработка для каждого речного бассейна интегрального сценария водного развития.

Сценарии развития речных бассейнов должны дать ответы на вопросы:

- о социальных, экологических и экономических целях развития речного бассейна;
- об ожиданиях антропогенных воздействий на качество воды при современном и перспективном уровнях водопотребления и землепользования с учетом изменения климата;
- об антропогенных факторах воздействия на повторяемость наводнений и паводков;
- о рекомендуемых мерах содействия устойчивому водопользованию без ущерба для качества воды и окружающей среды и об экономически оптимальном сочетании этих мер;
- об экологических ресурсах и водных услугах, с учетом прогнозных запасов и спроса;
- о путях обеспечения равенства интересов верхнего и нижнего течения бассейна;
- об уровне общественного участия в управлении водными ресурсами.

НИЦ МКВК координирует работы по проекту «Rivertwin» в Центральной Азии, проводит исследования по определению приоритетов и ключевых вопросов управления водными ресурсами в Чирчик-Ахангаранском бассейне (ЧАБ). ЧАБ расположен на территории Узбекистана (Ташкентская область), Казахстана (Келесский массив Шымкентской области), Кыргызстана (часть Джалалабадской области).

При разработке сценариев водного развития ЧАБ верховья Чаткала не рассматриваются; ожидаемое увеличение водопотребления в Чаткальской зоне не

может существенно повлиять на перераспределение стока в ЧАБ.

Примечание: ниже основные предпосылки, как основы разработки сценариев, даны применительно к оптимистическому (наиболее приемлемому) сценарию развития, на основе существующих проблем и тенденций развития. Основные допущения, базовые показатели, ограничения даны в целом без объяснений обоснования. Обоснования будут представлены отдельно в отчете по соответствующей позиции ТЗ РП-7 проекта “Rivertwin”.

1. Водные ресурсы.

1.1. Ирригационная инфраструктура: останется наиболее развитой и сложной в Узбекистане (Ташкентский оазис), менее сложной – Казахстане (Келесский массив), относительно слабо развитой – Кыргызстане (верховья Чаткала).

1.2. До 2030г. завершается строительство Пскемского водохранилища (см. далее).

1.3. Среднегодовое водные ресурсы ЧАБ (или ЧАКИР) остаются в пределах в 9.32 куб.км, из них 8.67 куб.км поверхностный сток (93%) . Незначительные изменения объема стока будут учтены в зависимости от изменения климата в ЧАБ (см. далее).

1.4. Распределение водных ресурсов ЧАБ между странами проекта остается прежним: Узбекистан – около 88%, Казахстан – около 12%, Кыргызстан – менее 1%.

1.5. Казахстан (Келесский массив) и Узбекистан (Ташкентская область) развивают экономику в пределах тех установленных лимитов водных ресурсов.

1.1. Качество поверхностных вод.

Качество водных ресурсов ЧАБ значительно улучшится вследствие реализации соответствующими ведомствами ряда мероприятий, направленных, в частности:

- на достижение более высокой степени очистки промышленных и иных стоков,
- на снижение объема возвратных вод (водоотведения) с полей орошения,
- на уменьшение ирригационного водопотребления.

1.2. Проблема очистки сточных вод

Качество очистки сточных вод очистными сооружениями (в среднем по всем загрязнителям и отдельным из них) повысится вследствие:

- повышения эффективности очистки действующими очистными сооружениями,
- замены морально устаревшего оборудования на действующих очистных сооружениях.
- строительства очистных сооружений на объектах, где они отсутствуют,
- решения проблемы крупных свалок мусора (утилизации твердых отходов).

2. Ресурсы подземных вод в ЧАБ

2.1. Подземный сток ЧАКИРа останется на прежнем уровне - около 350млн.куб.м.

2.2. Сток родников Ташкентской области останется на прежнем уровне- 33млн.куб.м.

2.3. В Чирчикской долине из утвержденных запасов в 1800тыс.куб.м/сут на современный период используется около 864тыс.куб.м/сут (48%).

В перспективе доля использования подземных вод предположительно повысится пропорционально росту населения и развитию промышленности.

2.4. В Ахангаранской долине для хозяйственно-питьевого и производственно-технического водоснабжения на современный период утверждены динамические запасы подземных вод в объеме 1172тыс.куб.м/сут.

2.5. Дополнительными ресурсами подземных вод Ахангаранское месторождение подземных вод не располагает, восполнение его запасов в перспективе воз-

можно за счет межбассейновой переброски поверхностного стока из долины реки Чирчик.

2.1. Качество подземных вод

Качество подземных вод повысится:

- в целом за счет соответствующих мероприятий, которые планируется проводить в отношении поверхностных вод, динамически связанных с подземными водами.

- за счет мероприятий по защите питьевых водозаборов, планируемых Государственным комитетом по охране природы Узбекистана (установление зон санитарной охраны и др.).

2.2. Проблемы управления подземными водами

Для решения проблем представляется необходимым, в частности:

- создание общественного органа, отвечающего за межведомственную координацию при управлении поверхностными и подземными водами в силу их взаимозависимости; на этот же орган должен отвечать за управление качеством подземных вод,

- восстановление режимной наблюдательной сети до уровня 1990гг.

3. Интегрированное управление водными ресурсами (бассейновый принцип, организационная структура, водохозяйственные организации зоны проекта и др.)

3.1. Не только бассейновый, но и другие основные принципы ИУВР будут основой национальной водохозяйственной политики в странах проекта.

3.2. В части подготовки и принятия соответствующих нормативно-правовых актов:

- в Узбекистане будут приняты Водный кодекс и Закон об АВП.

3.3. Организационная структура УВР не претерпит значительных изменений.

В то же время, не исключается повышение статуса Главных водных Агентств в Казахстане и Кыргызстане, но оно существенно не повлияет на водохозяйственную обстановку в проектной зоне.

3.4. Основные функции водохозяйственных организаций в зоне проекта:

- Джалабадского БУВХ МСВХиПП (Кыргызстан),

- РГП «Югводхоз» и ГКП «Онтустык су шаруашылыгы» КВР МСХ (Казахстан),

- ЧАБУИС ГУВХ МСВХ (Узбекистан)

не претерпят существенных изменений.

3.5. БВО «Сырдарья» будет наделена более широкими полномочиями в управлении водными объектами трансграничного влияния.

4. Система управления водными ресурсами: основные проблемы

4.1. Предполагается, что в ближайшей перспективе (5-10 лет) будут, в частности:

4.1.1. На межгосударственном уровне:

- установлены объемы попусков воды для нужд экосистем,

- установлены согласованный режим работы Чарвакского гидроузла (в более отдаленной перспективе – режим работы Пскемского гидроузла),

- согласовано с казахской стороной строительство Пскемской ГЭС,

- уточнены неопределенности, связанные с потеплением климата в ЧАБ.

- организована эффективная система обмена информацией между Сторонами,

- разработаны механизмы разрешения противоречий в вопросах использования водных ресурсов, возмещения вреда, причиненного нарушением договоренно-

стей,

- разработаны общие подходы, направления и программы водного развития ЧАБ;

- решены вопросы оценки последствий от трансформации естественного режима рек ЧАБ при возможной межбассейновой переброске речного стока;

- повышены информированность общества и степень участия общественности на всех уровнях иерархии УВР, включая процесс принятия решений;

4.1.2. На национальном уровне:

- возведен в ранг государственной политики приоритет природоохранных мероприятий при управлении водохозяйственным комплексом,

- повышена взаимная заинтересованность водопользователей и органов управления водным хозяйством по вопросам водосбережения,

- разработана эффективная экономическая основа регулирования отношений между водоснабжающими организациями и водопотребителями,

- разработана прочная законодательная база УВР на низовом уровне,

- разработаны и реализованы соответствующие мероприятия на государственном уровне для повышения конкурентоспособности аграрного сектора,

- обеспечены межведомственный обмен информацией и сильная координация между секторами национальной экономики – основными водопользователями,

- разработана правовая база участия общественности в УВР и др.

5. Сценарии изменения климата

5.1. Согласно климатическим сценариям, ожидается (с учетом прогнозных осадков):

- **река Ахангаран:** увеличение годового стока в пределах 2-9%, вегетационного –2-6%,

- **река Чаткал:** увеличение годового стока в пределах 3-6%, вегетационного –2-5%,

- **река Пскем:** уменьшение годового стока в пределах 1- 2%, вегетационного –2-5%,

- приток в Чарвакское водохранилище: годовой приток в пределах нормы или уменьшение до 3%, вегетационного – снижение притока на 2-7% (IS92ef).

5.2. Согласно климатическим сценариям, ожидается (без учета осадков):

- **река Ахангаран:** уменьшение годового стока на 1-2%, вегетационного – на 3-6%,

- **река Пскем:** уменьшение годового стока на 1-2%, вегетационного – на 2-5%,

- **река Чаткал:** уменьшение годового стока на 1-3%, вегетационного – на 2-8%.

5.3. При разработке предварительных сценариев изменение стока рек во внимание не принимается вследствие их незначительности (3-5%).

При разработке финальных вариантов сценариев за основу расчетов предполагается принять максимальные величины уменьшения вегетационного стока с 2020г.:

- **по бассейну реки Чирчик:** уменьшение на 6-8% (среднее – 7%).

- **по бассейну реки Ахангаран:** уменьшение на 6%.

5.4. Убыль ледникового стока (как следствие сокращения ледниковых запасов к 2020г. на 1/3 их объема в 1960гг.) и увеличение его дождевой составляющей (на 7-10%) учитывается как пропорциональное повышение паводковых явлений в ЧАБ.

5.5. Последствия изменения климата для аграрного сектора учитываются че-

рез начало и продолжительность вегетации возделываемых культур.

6. Почвы

Очевидно, что значительных изменений почвенных разностей в ЧАБ в период до 2030г. не произойдет.

7. Экологическая ситуация: возможная перспектива

7.1. В первой зоне (выше 900м н.у.м.) экологическая ситуация останется благоприятной.

- Осуществляются меры по сохранению экологической стабильности зоны:
- обеспечение местного населения привозным газом или углем для сокращения вырубки древесно-кустарниковой растительности,
- доведение количества голов скота до нормативных показателей в целях снижения чрезмерных нагрузок на пастбища.
- Полностью используется рекреационный потенциал зоны на отметках от Чарвакского водохранилища и выше посредством поэтапного освоения.
- Строительство Пскемского гидроузла параллельно используется в целях освоения рекреационного потенциала первой экологической зоны.
- Разрабатываются и внедряются меры, направленные на нейтрализацию негаивных последствий строительства Пскемского гидроузла на окружающую среду.

7.2. Во второй зоне (600-900м) будут предприняты меры по сохранению удовлетворительной экологической ситуации, в частности, снижены нагрузки на окружающую среду от сбросов ряда промышленных предприятий, агропромышленного комплекса, коммунально-бытового хозяйства.

В целом мероприятия будут сведены к увеличению мощности очистных сооружений и эффективности очистки, исключению сброса сточных вод в надземные и подземные водные бассейны, проведение ряда других мероприятий по улучшению экологии зоны.

7.3. В третьей зоне (высоты 280-600м) должны быть осуществлены кардинальные меры по улучшению экологической ситуации.

Для зоны будет разработана комплексная программа действий для существенного улучшения экологической ситуации. Программа разрабатывается водниками совместно с представителями основных секторов экономики и другими заинтересованными сторонами

8. Подходы на основе сценариев развития

8.1. За основу при разработке сценариев развития ЧАБ следует принять соответствующие наработки планирующих органов, теоретические исследования научно-исследовательских и проектных учреждений, а также - мнения заинтересованных сторон. При таком подходе имеется возможность критического осмысления имеющегося материала и дать предложения по корректировке отдельных позиций планируемого развития.

8.2. НИЦ МКВК разработаны различные сценарии:

- «оптимистический» (СО);

По СО ожидается значительное снижение темпов роста населения к 2020г. - до 1.0%/год. В результате внедрения водосберегающих технологий удельное водопотребление на орошение должно снизиться до 9.4тыс.куб.м/га.

- «средний» (СС);

По СС ожидается незначительное снижение темпов роста населения - к 2020г. до 1.23%/год. Удельное водопотребление на орошение составит 11.0тыс.куб.м/га.

- «сохранение существующих тенденций» СССТ;

По СССТ темпы роста населения составят в среднем 1.9% в год, удельное водопотребление на орошение - 12тыс. куб.м/га.

Очевидно, что реализация «оптимистического сценария» развития стран

ЧАБ потребует пересмотра существующих подходов к использованию водных ресурсов, так как развитие орошаемого земледелия возможно лишь в пределах существующих лимитов на воду.

8.3. Согласно «Генеральной Схеме развития орошаемого земледелия и водного хозяйства орошаемого земледелия Республики Узбекистан на период до 2015г.», приняты следующие Концепции развития:

8.3.1. Концепция по сложившимся темпам (КСТ).

Согласно КСТ сельхозпроизводство имеет устойчивую тенденцию снижения. К 2015г. уровень обеспеченности населения Узбекистана продуктами питания снизится на 25%, сократится площадь земель с благополучной мелиоративной обстановкой, еще более снизится технический уровень мелиоративных систем и водохозяйственных объектов.

Согласно экспертным оценкам, КСТ неприемлема.

8.3.2. Концепция «стоп-развитие» (КСР).

По КСР Орошаемые площади остаются на современном уровне, прекращается освоение новых земель. К 2015г. все оросительные системы и водохозяйственные объекты должны быть доведены до высокого уровня в техническом отношении. Уровень обеспеченности возросшего населения основными продуктами питания вырастет лишь на 3% (с 61 до 64%).

Согласно экспертным оценкам, КСР также не может быть принята.

8.3.3. Концепция «максимальное развитие» (КМР).

По КМР предполагается дополнительный ввод орошаемых земель по уровню, обеспечивающему полное покрытие потребности населения в продуктах питания.

Только при реализации КМР достигаются полное обеспечение населения продуктами питания, благоприятное состояние орошаемых земель, совершенство уровня мелиоративных систем, эффективное использование земельных и водных ресурсов.

КМР осуществляется по сценариям:

- I сценарий. Производство сельскохозяйственной продукции, обеспечивающее население продуктами питания на уровне 70% от средневзвешенного объема, необходимой для полной обеспеченности по оптимальному рациону питания;

- II сценарий. Обеспечение растущего населения продуктами питания на уровне 65% против 61% на современном этапе, т.е. фактически удержание положительного тренда роста обеспеченности продуктами питания над ростом численности населения.

Уровни развития по этим сценариям являются этапами осуществления КМР.

В настоящее время стало очевидным, что цели, поставленные в «Генеральной схеме...» заведомо невыполнимы к установленному сроку (2015г.), поэтому временные рамки их достижения представляется целесообразным передвинуть на 10-15 лет вперед - на уровень 2025-2030гг., что соответствует прогнозному периоду проекта «Rivertwin».

9. Основные допущения и ограничения

9.1. При разработке предварительных сценариев развития ЧАБ, кроме перечисленных выше, за основу приняты также ряд положений и допущений по проектам справочных сценариев будущего развития бассейна реки Некар, Германия (сценарий А – глобализация, ориентированная на рынок и технологии; сценарий Б - регионализация, с упором на экологические и социальные проблемы), разработанным Координатором проекта (Университет Хохенхайма). При этом из каждого проекта справочных сценариев приняты положения, приемлемые для ЧАБ:

- Быстрый экономический рост (сценарий А - глобализация),

- Относительно низкие и стабильные темпы роста населения (глобализация),
- Прибыль инвестируется в новые экономические возможности (глобализация) и в решение экологических и социальных проблем (сценарий Б – регионализация),
- Низкое политическое напряжение (глобализация),
- Люди, капитал и технологии имеют региональные корни (регионализация),
- Внедрение экологически безопасных технологий (регионализация),
- Постоянное улучшение качества экосистем (регионализация),
- Сильный региональный (местный) профиль (регионализация),
- Сильные общественные ценности и решения (регионализация),
- Приоритет благополучию человека и образованию (регионализация).

10. Другие базовые данные, допущения и ограничения

10.1. Временной отрезок сценариев – 2005-2030гг.

10.2. Базовый год - 2003г., при осреднении, как правило - за последние 5 лет.

10.3. Население (2003г., на 01.04.2004г., база):

- Ташкентская область – 4.930 тыс. чел., в том числе:.
- сельское население – 1.470тыс.
- городское население, в целом – 2500тыс. + 960тыс. = 3460тыс.
- г.Ташкент - население 2.500тыс. чел.,
- остальные города Ташкентской области – 960тыс. чел.

10.3.1. Среднегодовой прирост (1999-2003гг.):

- городского населения: 0,8-0,9% (1999-2003гг.): 0.9% (база)
- сельского населения: 1980-2003гг. – 1.6%, 2001-2003гг. – 1,5% (база).

10.4. Внутренний валовый продукт (ВВП):

- 1 вариант – за 2003г. (0.9млрд. \$ - база),
- 2 вариант – осреднение за 1999-2003гг. (6.6млрд. \$: 5 = 1.32млрд.\$ - база)

10.4.1. Темпы роста ВВП:

- до 2010гг. – 6-8% (база – 7%),
- 2011 -2020гг. – 8-12% (база – 10%),
- 2021- 2030гг. – 5-7% (база – 6%)

10.5. Освоение новых земель:

- тенденции: 1995-2003гг. – прирост 05.43тыс.га; 2000-2003гг. – снижение площади орошаемых земель на 03.01тыс.га.

- в период 2006-2020гг. – внутриконтурное освоение (в целом),
- прироста орошаемых земель за счет освоения целины до 2020г. не ожидается,

- освоение резервов (около 40тыс. га целины) – в период 2021-2030гг.

10.6. Водопотребление и водоотведение

- Согласно «Генеральной схеме...», с соответствующими сдвигками во времени.

10.7. Распределение сельскохозяйственных земель в зависимости от формы хозяйствования на селе (предварительно):

- 2003г. (база):
- сельхозпредприятия - 62% орошаемых земель,
- фермерские хозяйства - 28 %,
- личные подсобные и дехканские хозяйства – 10%.
- 2006-2010гг. (процесс передачи земель фермерам и дехканам):
- сельхозпредприятия – 15-20% орошаемых земель,
- фермерские хозяйства – 60-70%,
- личные подсобные и дехканские хозяйства – 15-20%.

- 2010-2020гг. (завершение процесса перераспределения земель между различными субъектами хозяйствования на селе - слияние и разделение, укрупнение):

- сельхозпредприятия – 5-10% орошаемых земель,
- фермерские хозяйства – 70-75%,
- личные подсобные хозяйства – 15-25%.

- 2020-2030гг. (стадия полной отдачи внедрения рыночных механизмов на селе)

- сельхозпредприятия – 5% орошаемых земель (оборотный фонд),
- фермерские хозяйства – 70%,
- личные подсобные хозяйства – 25%.

Основные результаты по предварительным сценариям развития ЧАБ, согласно перечисленным выше допущениям и ограничениям, приведены ниже (таблица).

Таблица

Основные результаты по предварительным сценариям развития ЧАБ
(Временной период для сценариев – 2005-2030гг.)

№№	Показатель	База	2020г.	2030г.
1	2	3	4	5
1	Водные ресурсы ЧАБ, куб.км			
1.1	Среднегодовое	9.3	9.3	9.3
1.2	- в том числе поверхностный сток	8.7	8.7	8.7
2	Распределение водных ресурсов ЧАБ, %			
	Узбекистан – около 88%,	~88	~88	~88
	Казахстан – около 12%,	~12	~12	~12
	Кыргызстан – менее 1%	<1	<1	<1
3	Водные ресурсы Ташкентской области (проектная зона в Узбекистане)			
3.1	Подземный сток, млн.куб.м	350	350	350
	Утвержденные запасы подземных вод, тыс.куб.м/сут			
	Долина реки Чирчик	1800	1800	1800
	Долина реки Ахангаран	1172	1172	1172
	Резервы подземных вод, тыс.куб.м/сут			
	Долина реки Чирчик	936		
	Долина реки Ахангаран	000	000	000

3.2	Среднегодовое поверхностное стока основных рек ЧАБ, куб.км./год:			
	Чирчик (с притоками, в т.ч. Чаткал, Пскем, Коксу, Угам)	7.20	7.00	7.00
	Ахангаран	0.72	0.70	0.70
	Келес	0.07	0.07	0.07
4	Изменение климата и уменьшение стока (с 2020г.), %			
	Река Ахангаран:			
	- годовой	0	1-2	2
	- вегетационный	0	3-6	6
	Река Чаткал:			
	- годовой	0	1-3	3
	- вегетационный	0	2-8	8
	Река Пскем:			
	- годовой	0	1-2	2
	- вегетационный	0	2-5	5
	Приток в Чарвакское водохранилище:			
	- годовой	0	до 3	3
	- вегетационный	0	2-7	7
	Бассейн Чирчика (вегетационный сток)	0	7	7
	Бассейн Ахангарана (вегетационный сток)	0	6	6
4.1	Бассейн реки Чирчик			
	- Ледниковые запасы (база 1960гг.), уменьшение, %	20	34	40
	- увеличение дождевой составляющей стока, %	00	7-10	10-12
	- увеличение повторяемости паводковых явлений, %	00	7-10	10-12

5	Население (база – 2003г.), тыс. чел:			
	- Ташкентская область, в том числе:	4930	5917	6597
	- Сельское население	1470	1887	2190
	- Городское население в целом, в том числе:	3460	4030	4407
	- Ташкент	2500	2900	3175
	- Остальные города Ташкентской области	960	(1130)	(1232)
	- Население области без г.Ташкента	2430	3017	3422
5.1	Увеличение населения к 2030г. (по отношению к базе - 2003г.), раз			
	Всего населения	1.0	1.20	1.34
	Городского	1.0	1.16	1.27
	Сельского	1.0	1.28	1.49
5.2	Соотношение городского и сельского населения, %			
	Городское	70.2	68.1	66.8
	Сельское	29.8	31.9	33.2
5.2.1	Соотношение городского и сельского населения (без г.Ташкента), %			
	Городское	39.5	37.5	36.0
	Сельское	60.5	62.5	64.0
5.2.2	Среднегодовой прирост населения, %			
	- Городского: 0,8-0,9% (1999-2003гг.) (база 0.9%)	0.9	0.9	0.9
	- Сельского 1980-2003гг. 1.6%, 2001-2003гг. – 1,5% (база)	1.5	1.5	1.5
6	Внутренний валовый продукт (ВВП), без г.Ташкента, млрд. \$			
	- 1 вариант – за 2003г. (0.90 млрд. \$ - база)	0.90	4.14	7.2310.5

	- 2 вариант – среднее за 1999-2003гг. (1.32 млрд.\$ - база)	1.32	5.89	9
6.1	ВВП г.Ташкента, (база – 2003г.: 1.41) млрд. \$:	1.41	6.29	11.30
6.2	ВВП Ташкентской области, включая г.Ташкент, млрд. \$:			
	- 1 вариант	2.31	10.43	18.53
	- 2 вариант	2.73	12.18	21.89
6.3	ВВП на душу населения, \$/год			
	- В целом по Ташкентской области (вариант 1)	469	1762	2809
	- В целом по Ташкентской области (вариант 2)	(554)	2058	3318
	- г.Ташкент	564	2168	3559
	- Ташкентская область, без г.Ташкента (вариант 1)	370	1372	2113
	- Ташкентская область, без г.Ташкента (вариант 2)	(543)	1952	3095
6.4	Темпы роста ВВП			
17	- до 2010гг. – 6-8% (база- 7%)	7		
	- 2011 -2020гг. – 8-12% (база – 10%)	10		
	- 2021- 2030гг. – 5-7% (база – 6%)	6		
7	Орошаемые земли (база – 2000г.: 385.22тыс.га), тыс.га	385	385	425
7.1	Освоение новых земель (ОНЗ), тыс.га			
7.1.1	ОНЗ, тенденции: - 1995-2003гг. – прирост на 05.43тыс.га;			

	- 2000-2003гг. – уменьшение на 03.01тыс.га. - в последние годы ОНЗ нет			
7.1.2	ОНЗ, прогноз: - 2006-2020гг. – внутриконтурное освоение (в целом), - прироста за счет ОНЗ до 2020г. не ожидается, - ОНЗ (резервы - около 40тыс. га) – в период 2021-2030гг.			
8	Распределение земель в зависимости от форм хозяйствования (база – 2003г.), %			
	Сельхозпредприятия (фирмы)	62	5-10	5
	Фермерские хозяйства	28	70-75	70
	Личные подсобные и дехканские хозяйства	10	15-25	25
8.1	Реорганизация форм собственности (тенденции, прогноз)			
	- 2006-2010гг.: процесс перераспределения земель между различными субъектами хозяйствования на селе - 2010-2020гг.: завершение процесса перераспределения (слияние и разделение, укрупнение) земель - 2020-2030гг.: рыночные механизмы на селе рабо-			

	тают полностью (полная отдача от реформирования сектора)			
9	Урожайность основных культур (база – осреднение за 1999-2003гг.), ц/га			
	Хлопчатник (2003г. 19.8)	23.2	33	35
	Пшеница (2003г. – 41.0)	36.8	39	41
	Картофель (2003г. - 212)	177	127	197
	Овощи (2003г. - 225)	214	220	246
	Бахчевые (2003г. - 170)	16.1	154	154
	Фрукты (2003г. - 59)		54	54
	Виноград		100	100
	Рис	38.4		60
9.1	Примечание: на уровень 2020г. принята урожайность по «Генеральной схеме ...», на уровень 2030г. - средняя по области за три года максимальная урожайность за период 1980-2003гг.			
10	КПД оросительных систем	0.5-0.6	0.7	0.8
10.1	База – «Генеральная схема...»: Сценарий I: 0.78 Сценарий 2: 0.80 “Полное развитие”: 0.82 (нами отодвинуто к 2030г.)			
11	Водопотребление (база – «Генсхема...», полное развитие к 2030г.), млн.куб.м			
	Общее, в том числе:		(6.757)	6.232

	- ирригационное		(4.354)	3.829
	- не ирригационное (про- мышленность и другие от- расли)		2.403	2.403
11.1	Водопотребление (база данных НИЦ МКВК, современный уровень), млн.куб.м			
	Водозабор на орошение (2000г.)	2.944		
	Водозабор на орошение (2004г.)	4.049		
	Водозабор, всего, включая водозаборы из подземных вод (ПВ) и повторное ис- пользование (ПИ), (2000г.)	6.464		
	Водозабор, всего, включая ПВ и ПИ (2004г.)	5.567		
	Энергопромышленное во- допотребление (2000)	2.141		
	Энергопромышленное во- допотребление (2004)	0.771		
12	Водоотведение (база – «Генсхема...», полное развитие к 2030г.), млн.куб.м, в т.ч.			
25	Общее, в том числе:		3.022	3.083
	- ирригационное		1.613	1.674
	- не ирригационное (про- мышленность и другие от- расли)		1.409	1.409
12.1	Водоотведение (база данных НИЦ МКВК, современный уровень), млн.куб.м			
	Сброс в реки и водохрани- лища (2000г.)	1.741		
	Сброс в реки и водохрани-	1.814		

	лица (2004г.)			
13*	Келесский массив (проектная зона в Казахстане)*			
13.1	Площадь орошаемых земель, тыс.га, - в том числе орошаемая из реки Чирчик	67.0 61.2	82.0 76.0	98.0 92.0
13.2	Предельный лимит водозабора Казахстана, млн.куб.м - в том числе из реки Чирчик			1250 1.140
13.3	Водопотребление всего, млн.куб.м - том числе из р.Чирчик (база – за 1998-2004гг.) В том числе: - ирригационное, от общего водопотребления, % - не ирригационное, от общего водопотребления, %	578 540 94-96 4-6	783 726 95 5	1.250 1.140 94 6
13.4	КПД: - ирригационных систем - магистральных каналов	0.5-0.6 0.8-0.9	06-0.7 0.8-0.9	0.7 0.8-0.9

Примечание: 13* - По согласованию с заинтересованными сторонами, в частности, с РГП «Югводхоз» КВР Республики Казахстан выбран «оптимистиче-ский» сценарий развития выбран как наиболее приемлемый для казахской части проекта «Rivertwin»).

ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЕМ В ПРОЕКТЕ «ИУВР-ФЕРГАНА»

А.И.Тучин, А.В. Кац

1. Введение

По результатам анализа, выполненного во вступительной фазе проекта, для системы ИУВР – Фергана, рекомендована иерархическая структура управления водными и земельными ресурсами, отражающая, как существующие водохозяйственные связи, так и информационные потоки, формируемые в рамках выполняемого проекта. Верхним иерархическим уровнем управления принят уровень управления бассейном Ферганской долины, с включением информационных связей **БВО**. На втором уровне иерархии находятся крупные оросительные системы и отдельные каналы (**КСК**), соподчиненные уровню управления (**БВО**) и обеспечивающие магистральную переброску и распределение водных ресурсов между различными **АВП** и **Фермерскими хозяйствами**. Следующим иерархическим уровнем является Ассоциация водопользователей (**АВП**) и коллективных хозяйств, определенная как самостоятельный водохозяйственный объект, формирующий лимиты водных ресурсов к водозаборам и контролирующей их подачу в разрезе каналов и административных единиц. В качестве нижнего иерархического уровня управления, принят уровень отдельного **Фермерского хозяйства**, где определены, структура посевных площадей и условия засоленности почв, техника орошения и техническое состояние внутриводхозяйственной оросительной и коллекторно-дренажной сети.

Концепция многоуровневой структуры управления водораспределением обеспечивает последовательную реализацию стратегических и тактических целей, распределения водных ресурсов между участниками в годовом, месячном, декадном и суточном разрезе, где каждый нижестоящий уровень преследует, кроме собственных критериев эффективности, стратегию управления, установленную на вышестоящем уровне иерархии.

2. Характеристики ирригационных систем

Цель любой ирригационной системы заключается в транспортировке требуемых объемов воды в заданные точки пространства и времени. Поэтому технология распределения водных ресурсов, на каждом иерархическом уровне, опирается на собственный набор гидротехнических сооружений, объемы водных ресурсов, подаваемые с вышестоящего уровня и требований от нижестоящих объектов. Основными эксплуатационными характеристиками функционирования ирригационной системы, являются:

- обеспеченность водой орошаемых площадей и водопотребителей,
- равномерность распределения воды между всеми участниками,
- равномерность во времени подачи воды участникам,
- объемы потерь водных ресурсов в системе,
- управляемость системой.

Рассматривая ирригационную систему, как объект управления, каждую, из выше перечисленных характеристик, можно трансформировать в собственный (частный) критерий, отражающий качество функционирования системы, в смыс-

ле, выбранного критерия. Использование различных критериев будет приводить к разным вариантам распределения водных ресурсов. Следовательно, задача управления ирригационной системой, относится к многокритериальным задачам, где неопределенность цели требует введения дополнительных гипотез о значимости той или иной характеристики и допускающих линейную (или нелинейную) свертку частных критериев. Неопределенность цели не единственный вид неопределенности в управлении ирригационной системой. Следующий вид неопределенности обусловлен стохастической природой гидрологического стока, из которого формируются доступные объемы водных ресурсов, и погодными условиями, из которых складываются конкретные требования водопользователей. Этот вид неопределенности, обычно называемый «природной неопределенностью», не позволяет получить единственное решение, а требует поиска некоторой стратегии управления распределением водных ресурсов, как функции от поступающего объема стока и текущих погодных условий.

Для комплексной оценки функционирования ирригационной системы, по каждому частному критерию, требуется сформулировать набор показателей, адекватно отражающих динамику этого критерия, как в системе в целом, так и в ее отдельных элементах. Таким образом, любой показатель не является самостоятельным элементом, который можно использовать без относительно выбранного критерия. Безусловно, что в сложных технических системах, где происходит пересечение пространств целей, возникают ситуации, когда один показатель может отражать динамику сразу нескольких критериев, но это лишь косвенное отражение, которое ни в коем случае нельзя использовать в прямых расчетах, поскольку различия в условиях нормировки у разных критериев может привести к непредсказуемым результатам. В инженерной практике часто используется, так называемый, набор «контрольных показателей»[1], как способ преодоления неопределенности целей. Этот способ (простейший, но не лучший) возникает, когда на часть показателей накладываются числовые ограничения. Ограничения могут быть двух или односторонними это не так важно, основное упрощение состоит в том, что теперь остается только один критерий, по которому осуществляется оценка функционирования системы, т.е. решение становится однозначным. Основной недостаток этого способа заключается в том, что для подавляющего большинства реальных объектов, он приводит к математически неразрешимым задачам. Физически это будет лишь означать, что часть параметров системы выйдет за допустимые пределы, а математическое состояние системы окажется неопределенным.

Используемые наборы показателей, на каждом иерархическом уровне, могут быть различными, кроме того они могут меняться на разных этапах управления системой, в зависимости от текущей важности того или иного критерия. Обязательного согласования по нормировке требуют лишь те составы показателей, через которые обеспечивается меж иерархическая увязка распределения водных ресурсов. Прежде чем переходить к выбору и обоснованию показателей для разных уровней иерархии и различных этапов управления, следует высказать некоторые общие принципы, на которые следует ориентироваться при их разработке для ирригационных систем:

a) любой набор показателей, вводимый для оценки какой либо из характеристик функционирования ирригационной системы, должен иметь, не менее одного алгоритма, обеспечивающего вычисление интегрального значения показателя по рассматриваемой характеристике, для системы в целом,

b) показатели должны однозначно вычисляться через переменные, харак-

теризующие состояние объектов ирригационной системы,

с) показатели должны масштабироваться по какому либо, наиболее важному параметру ирригационной системы, с тем чтобы была возможность сравнения эксплуатационных характеристик у различных ирригационных систем,

d) значения показателей отдельных элементов ирригационной системы должны отражать реальную долю их нагрузки, в функционировании системы.

Последнее требование связано с тем фактом, что при расчетах показателей на пилотных каналах, для отдельных элементов, периодически возникали значения $\sim 500 \div 1000$. Как показал дальнейший анализ, эти значения не соответствовали тому, что данное гидротехническое сооружение загружено в $500 \div 1000$ раз больше (или меньше) нормативного, а лишь указывали на несостоятельность выбранной шкалы, используемых показателей. Не смотря на тривиальность пунктов “a”, “b” и “d”, большая часть показателей, предложенных в проекте, не удовлетворяет, сформулированным выше, требованиям.

Кроме выделенных требований совершенно особо стоят вопросы, связанные с длительностью интервалов времени, в течение которых числовые значения показателей сохраняет свою ценность, как известно, ценность любой информации падает с течением времени, причем скорость падения этой «ценности» существенно зависит от типа, выбранного показателя.

В математических исследованиях процессов управления, на существующих ирригационных системах, помимо проблемы адекватного формального описания физических элементов системы и их взаимного влияния друг на друга, существует проблема (на вновь создаваемых системах эта проблема, как правило, отсутствует) корректного описания сложившихся отношений между ее различными участниками. Важность второй проблемы, особенно ярко, проявляется на этапах калибровки феноменологических коэффициентов математических моделей, поскольку требует четкой формализации, существующих правил по распределению водных ресурсов между участниками. Но именно эти правила и являются наиболее завуалированными элементами ирригационной системы, порождающими еще одну разновидность неопределенности. В этих условиях исследователь, разработчик математической модели, сталкивается с неизбежной проблемой выбора между загрузлением модели, и наоборот большей ее детализацией. В первом случае, сознательно допускается определенное искажение физических и технических показателей системы, с тем, что бы при выполнении идентификации параметров, в неявном виде получить одновременно и сложившиеся взаимоотношения между участниками. Подобные модели, достаточно хорошо зарекомендовали себя в управлении технологическими процессами, если условия внешней среды не испытывают сильных скачков. Второй путь, опирается на более детальное описание физических процессов и технологии элементов системы, с тем что бы идентификацию параметров выполнить по косвенным оценкам или даже по другим аналогичным системам. Неизвестные отношения в этом случае не участвуют в идентификации параметров и определяются на втором этапе - идентификации отношений или правил по распределению водных ресурсов, сложившихся в системе, на рассматриваемый момент времени. Несмотря на большую трудоемкость второго пути, результаты полученные на таких моделях не только позволяют управлять системой в более широком диапазоне изменения внешних условий, но дают возможность выявления отдельных социальных закономерностей, имеющих самостоятельную ценность. В обоих случаях для идентификации параметров моделей необходима разработка состава показателей, обеспечивающих калибровку моделей. Эти показатели не имеют отношения к показателям эффективности функционирования системы [2], и в большей мере отражают познавательную сторону исследований, чем технологическую.

3. Основные этапы в управлении водораспределением.

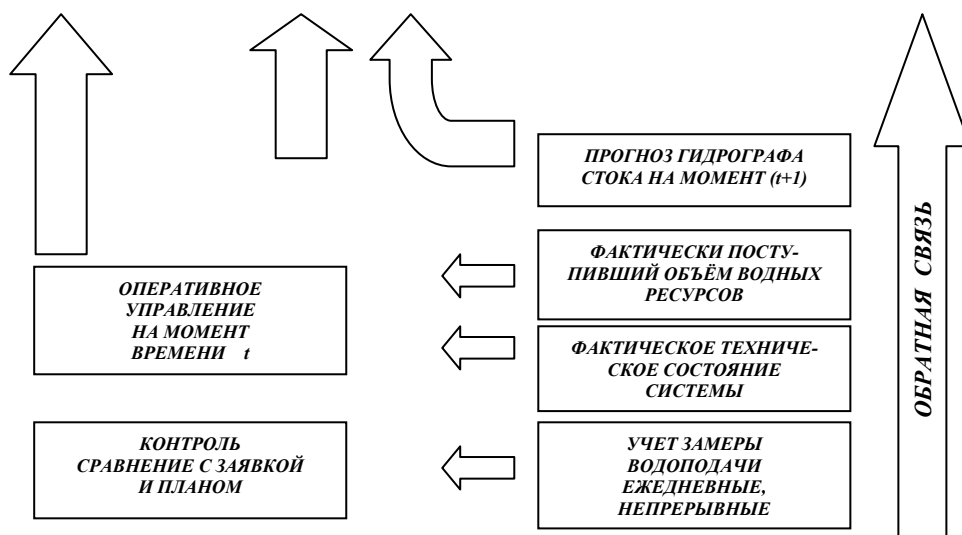
В управлении процессом распределения водных ресурсов, как и в любом технологическом процессе, можно выделить отдельные периоды, этапы, задачи, различающиеся временными интервалами и характером информации, используемой для принятия решений. В данной работе не рассматриваются вопросы реконструкции и перспективного планирования ирригационных систем, поэтому за наибольший период управления принимается интервал времени равный одному году (водохозяйственному году), который, состоит из двух периодов, - вегетации “ T^V ”, и межвегетации “ T^M ”. В свою очередь, каждый период разбивается на временные интервалы равные одной декаде и обозначаемые через “ t ”. Для обозначения времени внутри декады используется обозначение “ τ ”, $\tau \in t$. Рассматриваемый интервал времени будем обозначать через “ t ”, а предшествующий и последующий через “ $t - 1$ ”, “ $t + 1$ ”, соответственно. Технические характеристики элементов системы сохраняют свои значения на всем периоде управления. Последнее допущение показывает, что на данном этапе анализа, аварийные ситуации в ирригационных системах не рассматриваются, косвенно они могут учитываться снижением параметров для характеристик “объемы потерь водных ресурсов в системе” и “управляемость системы”.

Согласно существующей терминологии, годовой период управления водораспределением состоит из следующих этапов, рис 1:

- годового планирования
- оперативного планирования
- оперативного управления

Рис.1





Годовое планирование – выполняется по одному разу для вегетационного и меж вегетационного периодов.

Задача 1: -

определение объемов водных ресурсов, требуемых участниками,

Состав исходной информации:

- состав сельскохозяйственных культур,
- площади, занятые сельскохозяйственными культурами,
- распределение площадей по гидромодульным районам,
- нормы водопотребления сельскохозяйственных культур,
- нормы промывки площадей орошения,
- среднееголетние гидрологические характеристики района.

Методы решения:

- прямой счет, оптимизационные постановки практически не используются.

Результаты решения:

- требуемые объемы воды для каждого участника за весь период и в декадном разрезе.

Показатели оценки качества решения:

- удельная продуктивность воды средневзвешенная по территории ($\$/\text{м}^3 \times \text{га}$)
- продуктивность воды в разрезе сельскохозяйственных культур ($\text{м}^3/\text{га}$),

Задача 2: -

корректировка объемов водных ресурсов согласно выделенным лимитам.

Состав исходной информации:

- прогноз водности текущего года,
- технические возможности ирригационной системы.

Методы решения:

- распределение ресурсов в сети с ограниченной пропускной способностью, оптимизационная.

Результаты решения:

- выделенные объемы воды для каждого участника на весь период в декад-

ном разрезе.

Показатели оценки качества решения

- удельная потери воды в системе (к.п.д.),
- равномерность урезки участников по годовому объему водных ресурсов,
- равномерность урезки участников по декадному объему водных ресурсов,

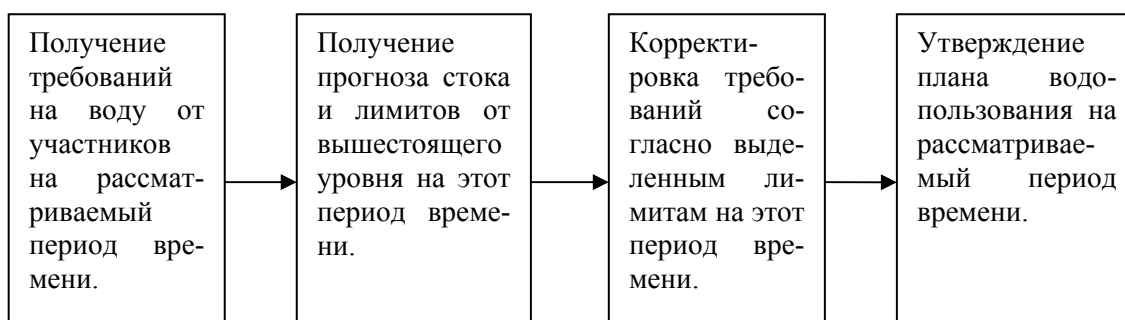
Результат решения обеих задач годового планирования:

- скорректированный план водопользования.

Годовое планирование выполняется в два этапа, сначала в меж вегетационный период, для распределения водных ресурсов в вегетационный период, а затем, в вегетационный для распределения водных ресурсов для меж вегетационного периода следующего водохозяйственного года, последовательность задач для этих этапов приводится на, Рис 2.

Рис 2

Годовое планирование



Оперативное планирование – выполняется ежедекадно, “ t ” – номер декады.

Задача 1: -

анализ распределения водных ресурсов за истекший период $\{0 .. t - 1\}$.

Состав исходной информации:

- план водопользования,
- заявки участников, за период времени $\{0 .. t - 1\}$,
- фактическая подача воды участникам за период времени $\{0 .. t - 1\}$,
- фактический гидрограф поступившего стока за период времени $\{0 .. t - 1\}$,

Методы решения:

- статистические методы.

Результаты решения:

- составы показателей по выделенным критериям за период времени $\{0 .. t - 1\}$,

Показатели оценки качества решения:

- статистические оценки разброса показателей,

Задача 2: -

корректировка объемов водных ресурсов, подаваемых участникам на момент времени “ $t + 1$ ”,

Состав исходной информации:

- составы показателей по выделенным критериям за период времени $\{0 \dots t - 1\}$,
- откорректированный план водораспределения для интервала времени "t",
- заявки участников, на момент времени "t + 1", которые формируются по фактическим датам сева и поливов сельскохозяйственных культур, а также текущим погодным условиям,
- прогноз гидрографа стока на момент времени "t + 1",

Методы решения:

- игровые методы, методы оптимизации (детерминированные, стохастические).

Результаты решения:

- объемы водных ресурсов, подаваемые участникам на момент времени "t + 1",

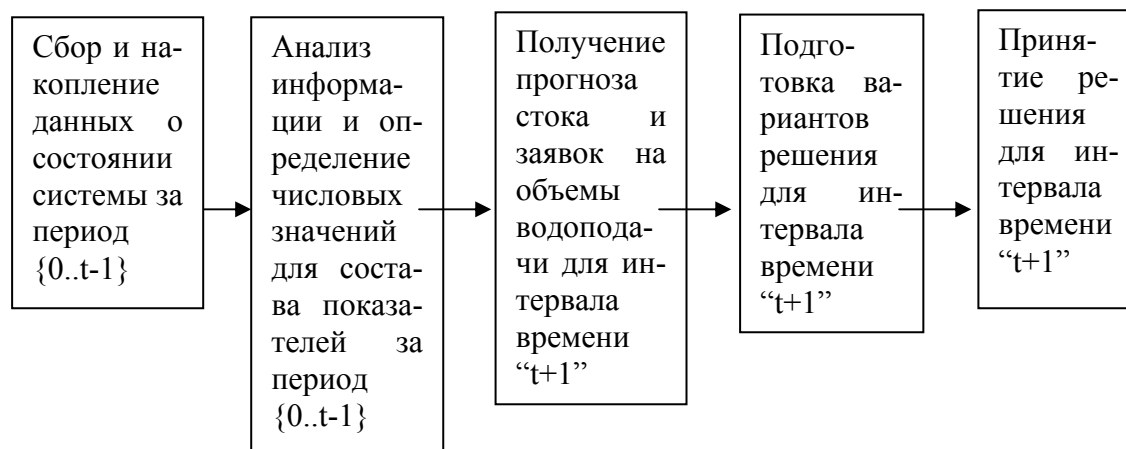
Показатели оценки качества решения:

- снижение статистического разброса показателей,

Последовательность решения задач на этапе **Оперативное планирование**, для интервала времени "t", от получения информации до реализации решения представлена на Рис 3.

Рис 3

Оперативное планирование.



Оперативное управление – выполняется ежедневно (ежечасно).

Задача 1: -

подача объемов водных ресурсов участникам согласно значениям, установленным на этапе оперативного планирования, для момента времени "t"

Состав исходной информации:

- декадные объемы водных ресурсов по каждому участнику,
- фактический гидрограф поступающего стока в момент времени $\tau \in t$,
- фактическое состояние гидротехнических сооружений.

Методы решения:

- методы регулирования.

Результаты решения:

- суточные (часовые) объемы водных ресурсов, подаваемые участникам,

Показатели оценки качества решения:

- статистический разброс часовых и суточных расходов, относительно заданного.

Задача 2:

- учет подаваемых объемов водных ресурсов.

Состав исходной информации:

- фактические замеры поступающего стока в момент времени " $\tau \in t$ ",
- фактическое состояние водомерных устройств в момент времени " $\tau \in t$ ".

Методы решения:

- методы интерполяции.

Результаты решения:

- фактические замеры расходов воды по каждому участнику,
- фактические замеры уровней воды вдоль каналов,

Показатели оценки качества решения:

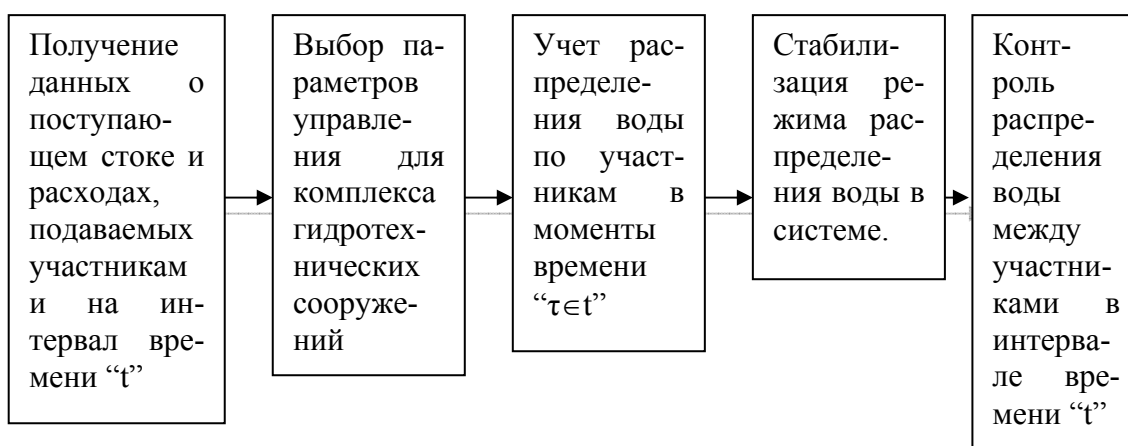
- диапазон колебаний отдельных замеров и погрешности водомерных устройств.

Здесь τ – момент времени внутри декады.

Этап **Оперативное управление**, обеспечивает реализацию решений, выработанных на этапах Годового и Оперативного планирования. Последовательность решения задач этапа **Оперативное управление** приводится на рис. 4.

Рис. 4

Оперативное управление



Решение задачи 2,

Оперативное управление, формирует петлю обратной связи, необходимую для решения задач на этапе **Оперативное планирование**.

4. Анализ процесса управления водораспределением.**4.1 Годовое планирование.**

Отдельные задачи, каждого этапа в управлении ирригационной системой имеют различную информационную базу для разных объектов и уровней иерар-

хии. Так, например, информационная основа задачи - «корректировка объемов водных ресурсов согласно выделенным лимитам» в этапе *-Годовое планирование*, принципиально различна для тех *КСК*, в голове которых расположены регулирующие емкости, обеспечивающие соответствие между требуемым и подаваемым гидрографами (в данном проекте такими объектами являются ЮФК и Араван Акбуринский канал), и *КСК*, голова которых опирается на естественный приток (канал Гуля Кондоз). В первом случае, гидрограф стока формируется на бассейновом уровне исходя из возможностей регулирования и гарантий соблюдения лимитов, которые “. . на примере Сырдарьи зачастую зависят не столько от гидрологии и степени зарегулирования, сколько от политики и дисциплины бассейнового управления³. .”. Во втором случае, не зарегулированного стока, следует также определить величину гарантированных объемов, но уже исходя из вероятностной кривой обеспеченности конкретного водотока. Таким образом, в обоих случаях, план водопользования должен опираться на некоторые гарантированные значения стока, а фактические прогнозы водности рассматриваться в качестве возможных добавок. Естественно, что для объектов с не зарегулированным стоком, резко возрастает роль этапа *Оперативное планирование*. Кроме этого, значимость информации о средне декадных объемах падает по мере снижения уровней иерархии, поскольку чем ближе мы подходим к полю, тем уже становится промежуток времени, в течении которого выполняется подача воды, для отельных водовыделов он (промежуток времени водоподачи) исчисляется сутками. В этих условиях задачи этапов *Оперативное планирование* и *Оперативное управление*, пересекаются, поскольку понятие средне декадного расхода теряет смысл.

Этот небольшой анализ показывает на необходимость разделения состава показателей по уровням иерархии и по условиям питания головного водозабора. Вместе с этим, наиболее важным шагом в данный момент времени, является формирование показателей, которые не теряют смысл при переходе от уровня к уровню и от системы к системе. Кроме этого, не менее важной характеристикой показателя, является длительность интервала времени, в течение которого его числовое значение сохраняет свою ценность, поэтому набор показателей, опирающихся на какую либо интегральную характеристику ирригационной системы, будет иметь преимущество. Для этапа *Годовое планирование*, наиболее очевидны следующие характеристики:

- *обеспеченность водой участников за периоды управления,*
- *удельная водоподача (m^3/ga),*
- *удельная продуктивность воды ($\$/m^3$),*
- *объем потерь водных ресурсов в системе.*

Таким образом, набор показателей должен состоять из:

- *относительной обеспеченности водой участников за периоды управления,*
- *относительной удельной водоподачи по участникам,*
- *относительной продуктивности воды в системе,*
- *относительного объема потерь водных ресурсов в системе.*

В качестве базовых значений этих показателей используются их гарантированные величины, полученные по многолетним рядам. Для лет, резко отличающихся по водности от среднеголетних, в набор показателей можно рекомендовать включение дополнительной характеристики “ управляемость системой ”. Для этого этапа, до конца не решенными, остаются следующие вопросы:

³ В.А.Духовный, комментарии к данной работе.

- *Зависят ли правила урезки от водности года ?*,
- *Все ли участники имеют равные приоритеты ?*.

4.2 Оперативное планирование.

Из состава информации этапа *Оперативное планирование*, видно, что для задач корректировки объемов водных ресурсов, подаваемых участникам на момент времени “ $t+1$ ”, используются информационные потоки за разные интервалы времени. Между интервалом времени, для которого выбирается решение и интервалом времени с опорной информацией рис. 3, существует лаг равный одной декаде, поскольку фактическое состояние системы за интервал времени “ t ”, еще неизвестно. Таким образом, основная неопределенность, в настоящий момент времени, на этапе *Оперативное планирование*, содержится в вопросе:

Каким образом, на этапе Оперативное планирование, используются все виды информации, имеющейся в интервале “ t ”, при принятии решения для интервала времени “ $t+1$ ”?

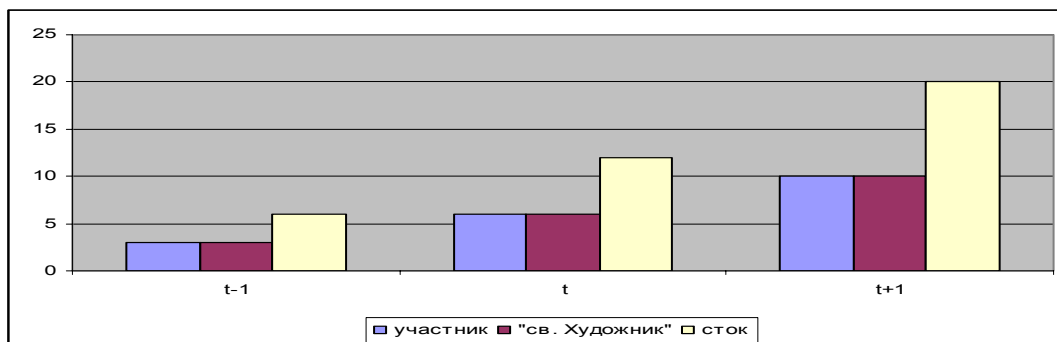
Только корректная алгоритмизация этих правил использования имеющейся информации, позволит однозначно определить критерий (или критерии) водораспределения, на основе которого и будет сформирован необходимый состав показателей. Естественно, что сами правила могут быть различными для лет разной водности, но главное они должны быть известными до начала вегетации, это вторая, не менее важная причина для четкой алгоритмизации этих правил - их *озвучивание*, с тем что бы, после составления плана водопользования, все участники знали по какому принципу будет осуществляться дальнейшее распределение воды, и соответственно, что именно они (участники) могут предпринять для улучшения своей хозяйственной деятельности. В предложениях наших коллег из IWMI, рекомендуется перенести акценты с *управления планированием* на *управление спросом*. Эти рекомендации имеют смысл лишь для этапа *Оперативное планирование*, поскольку на этапе *Годовое планирование* выполняется именно *управление спросом*, так как требования со стороны участников и есть *спрос на воду*. На этапе же *Оперативное управление*, выполняется только суточная реализация, найденного решения, в условиях реального времени и фактического гидрографа стока, т.е. вопросы корректировки не рассматриваются. На этапе *Оперативное планирование*, вся информация о фактическом *спросе* содержится в *заявке* на объем водных ресурсов, подаваемой участником, в момент времени “ t ” для интервала времени “ $t+1$ ”. Рассмотрим возможные варианты развития событий в системе при ее реакции на спрос. Будем полагать, что все участники достаточно квалифицированы, и что они правильно определили даты и нормы полива по всем хозяйствам, с учетом фактического развития сельскохозяйственных культур и прогноза о метеоусловиях, для интервала времени “ $t + 1$ ”. Подобные *заявки*, безусловно, будут более адекватно отражать объемы водных ресурсов, необходимых конкретному участнику, но лишь при обязательном условии, - полного выполнения *заявок*. В условиях дефицита воды (при неполном выполнении *заявок*) начнется их постепенный рост, т.е. участник, более информированный, будет превышать заявку на величину предполагаемой урезки!, что, в свою очередь, еще больше будет увеличивать дефицит в системе, подобная практика уже имела место в СССР. Но это не единственный недостаток прямой реакции на спрос, как известно, в Ферганской долине, существует высокая корреляция между осадками и поверхностным стоком, следовательно фактический гидрограф стока и фактические заявки участников будут находится в противофазе, а значит резко увеличивается вероятность совпадения максимальных объемов воды, заявляемых участниками, с минимальными значениями стока в системе. Подобная ситуация, уже

возникла летом 2003 года на Араван Акбуринском канале, где, несмотря на высокую водность 2003 года, дефицит погасить не удалось, правда по другой причине, по условиям предельной пропускной способности системы⁴. Этот анализ показывает, **что отказ от реакции на плановые значения не только не уменьшит, а скорее наоборот, увеличит глубину дефицита при распределении водных ресурсов.**

Следующий небольшой пример, не связан с попытками регулирования глубины дефицита водных ресурсов в системе, он в большей мере отражает **условия справедливости** водораспределения. Рассмотрим двух гипотетических участников, один из которых старается придерживаться плановых значений, выделенных ему объемов воды, путем соответствующей сдвижки сроков сева и дат первого полива, для различных сельскохозяйственных культур, а второй, назовем его “свободный художник”, ориентируется исключительно на погодные условия и требования сельскохозяйственных культур. Будем полагать, что оба участника достаточно квалифицированы, для осуществления этой деятельности и в равной мере участвуют в выполнении плановых показателей, установленных Государством. Что бы не усложнять анализ излишними деталями, примем что, рассматриваемый год имеет среднемноголетние характеристики водности, так что фактические значения объемов стока, примерно соответствуют нормам водопотребления сельскохозяйственных культур. Плановые значения требований от каждого участника и вероятного гидрографа стока, для трех декад вегетационного периода, стока приводятся на рис 5.

Рис 5

Плановые значения требований участников и гидрографа стока.



На рис 6. Приводятся фактические значения заявок участников и гидрографа стока, причем принято условие, что при наличии водных ресурсов заявки выполняются полностью. Распределение воды в декадах “t-1” и “t”, тривиально и пояснений не требует, каждый получал воды столько, сколько просил, избыток стока при этом сбрасывался в реку (специфические условия Ферганской долины, которые могут не выполняться в других областях). В декаде “t +1” наблюдается дефицит, обусловленный исключительно заявкой “св. художника”, вопрос – как следует **справедливо** распределить дефицит в системе? Вариант пропорциональной урезки по спросу приводится на рис 7. Как видно из рис. 7, оба участника недополучили воду, причем “св. художник” получил 12.3 условных единицы воды, а первый участник 7.7.

⁴ Анализ ситуации с дефицитом на Араван Акбуринском канале в период вегетации 2003 года, выполнен руководителем деятельности №1, Мирзаевым Н.Н.

Рис 6

Фактические требования участников и гидрографа стока.

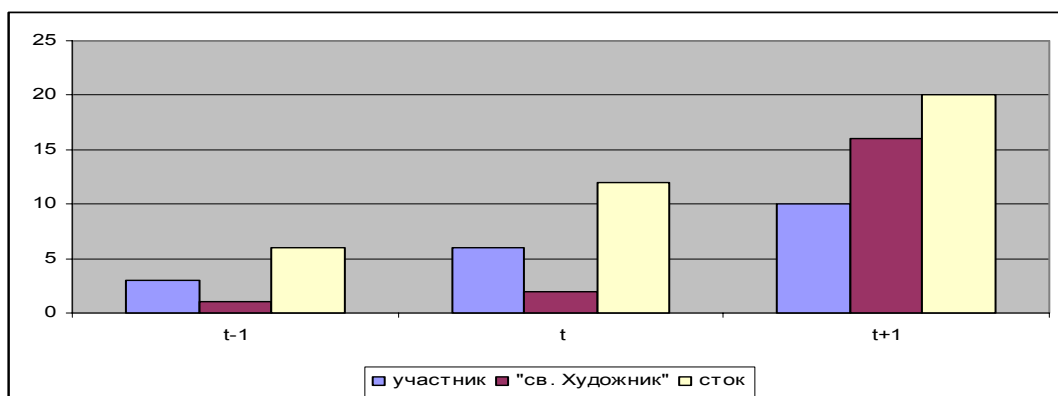
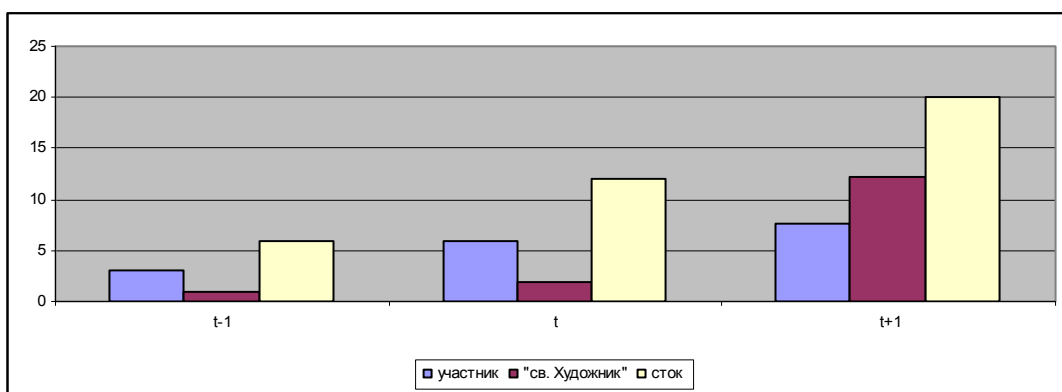


Рис 7

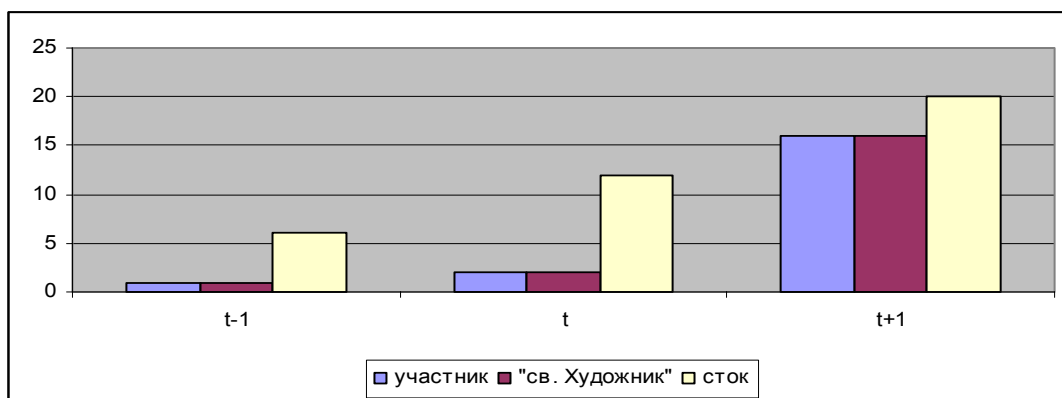
Вариант пропорциональной урезки по спросу.



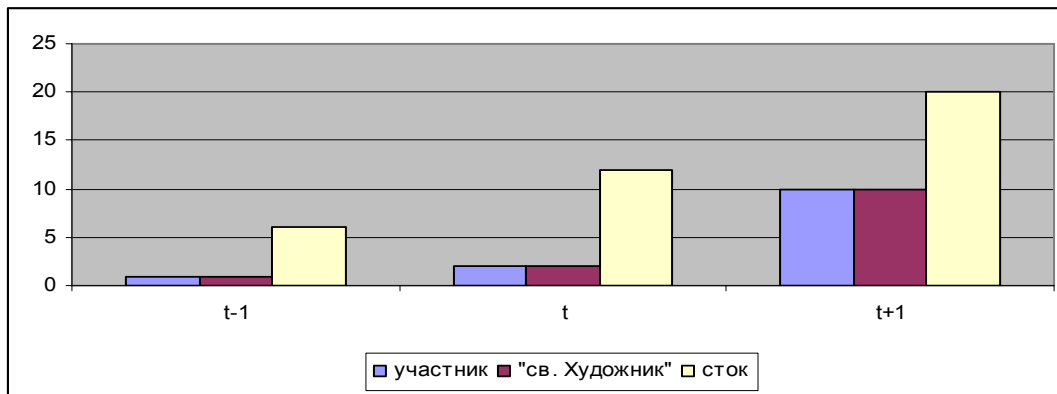
Если предположить, что первый участник будет придерживаться стратегии “св. художник”, то глубина дефицита возрастет в два раза, в первом случае дефицит составлял 6 единиц, а во втором 12. Заявки и распределение дефицита, согласно пропорциональной урезки по спросу, приводится на рисунках 8 и 9.

Рис 8

Заявки и сток (второй случай).



Распределение по заявкам и сток (второй случай).



Как видно из этих рисунков, в условиях дефицита при обоюдной “свободе”, оба участника получают по 10 единиц водных ресурсов, следовательно заслуга в снижении дефицита в первом случае определяется исключительно действиями участника, придерживающегося плана. Однако, при пропорциональной урезке по спросу наказанными оказались оба, причем в первом случае “св. художник” получил воды на 23% больше чем во втором, *является ли это справедливым решением?*, так как эти 23% получены за счет урезки первого участника, сумевшего организовать свое сельскохозяйственное производство с учетом реальных ограничений ирригационной системы, что является не меньшим (а может и большим) искусством в сравнении со стратегией, ориентированной преимущественно на погодные условия.

Эти примеры показывают, что правило (или правила) распределения водных ресурсов должны дифференцированно учитывать заявки различных участников, согласно их предыдущей истории и реального вклада в обеспечение устойчивого функционирования системы в целом. Трудности формулирования этих правил обусловлены не только неопределенностью отношений между участниками, но и динамичностью системы, где фактические воздействия проявляются лишь спустя некоторое время (время запаздывания). Таким образом, на этапе *Оперативное планирование*, критерий оценки распределения воды должен включать:

А) информацию об участнике:

- Плановые значения водоподачи за период $\{0 \dots t+1\}$,
- Заявленные значения на водоподачу за период $\{0 \dots t+1\}$,
- Фактические объемы водоподачи за период $\{0 \dots t-1\}$,

В) информацию о системе:

- Плановые значения водоподачи в систему за период $\{0 \dots t+1\}$,
- Фактические объемы водоподачи в систему за период $\{0 \dots t-1\}$,
- Фактические значения водоподачи по всем участникам за период $\{0 \dots t-1\}$,
- Прогнозные значения поступления стока в систему на интервал времени “ $t+1$ ”.

Исходя из информационного обеспечения пунктов “А” и “В”, формируется необходимый набор показателей для этапа *Оперативное планирование*. Здесь сознательно использован термин “необходимый”, поскольку “достаточный” набор показателей будет определен, только после анализа этапа *Оперативное планирование*, где определяются параметры *управляемости системы*.

4.3 Оперативное управление.

Основная сложность *Оперативного управления* состоит в согласовании работы комплекса гидротехнических сооружений с динамикой движения воды в ирригационной системе. Наиболее важное его значение состоит в том, что именно с него начинается поступление обратной информации о фактическом выполнении установленных значений распределения воды между участниками, и именно он выполняет трансформацию фактического гидрографа в требуемый. На этапе *Оперативное управление*, как правило, отсутствуют какие либо экономические критерии и основным показателем работы является степень выполнения, установленных значений водозабора за декаду и диапазон колебаний расходов в створе каждого участника за отдельные моменты времени. Оперативное управление осуществляется с помощью устройств автоматического регулирования, настраиваемых по верхнему или нижнему бьефу, в зависимости от конкретных условий и используемого регулятора. Диапазон используемых устройств регулирования расходов очень широк, начиная с простейшего затвора, до пункта диспетчерского управления, оснащенного современной вычислительной техникой. Как правило, чем выше техническая оснащенность пункта управления, тем меньше время реакции на изменения в системе, следовательно, уже диапазон колебаний мгновенных значений расхода. Последний показатель косвенно отражает требования, предъявляемые к управляемости системой, кроме того, он увеличивает точность учета, подаваемого расхода, а следовательно обеспечивает и лучший контроль распределения воды. Кроме показателей, отражающих распределение воды между участниками, на этапе *Оперативное управление*, используется набор показателей связанных с параметрами течения воды в ирригационной системе. Эта группа показателей опирается на значения уровней и расходов по участкам каналов, поскольку нормальное функционирование любого водозаборного сооружения возможно лишь при наличии уровня воды в подводящем канале не ниже некоторого минимального, обеспечивающего возможность водозабора. Этот минимальный уровень диктуется конструкцией конкретного гидротехнического сооружения, выполняющего водозабор, а поддержание этого уровня обеспечивается, либо подачей высоких значений расхода по основному каналу, либо другим гидротехническим сооружением, установленном непосредственно в канале (перегораживающим сооружением) с помощью, так называемой, “кривой подпора”. Задача согласования режимов работы перегораживающих сооружений и гидротехнических сооружений, обеспечивающих водозабор участников, называется “Задачей стабилизации режима водораспределения в системе”. Эта задача является центральной для этапа *Оперативное управление*, поскольку именно через ее решение конкретизируется понятие “*управляемости системы*”. Конкретные методы решения этой задачи, как и факторы доминирующие в управлении, различны для разных уровней иерархии и для различных типов ирригационных систем, однако обобщенный критерии оценки “*управляемости системы*”, можно достаточно просто сформулировать, если использовать понятие “*к.п.д. управления*”. Последний определяется, как отношение:

$$(4.1) \quad \text{“к.п.д. управления”} = \frac{\text{“суммарный расход воды, требуемый участникам”}}{\text{“расход в голове системы”} \times \text{“технический к.п.д.”}}$$

Следовательно обобщенный критерии оценки “*управляемости ирригационной системы*”, можно определить, как “*величину обратно пропорциональную*

дополнительному расходу воды, который необходимо подать в систему для выполнения требований участников”. Заметим, что в реальных ирригационных системах, практически не бывает точного выполнения требований участников, поэтому оценка управляемости выполняется через косвенные показатели:

- относительная водообеспеченность в голове системы к средневзвешенной водообеспеченности всех участников системы,
- неравномерность водообеспеченности участников системы,
- неравномерность ежедневной водообеспеченности конкретного участника,
- относительная неравномерность водообеспеченности участников по удалению от головы системы.

Каждый показатель отражает определенные аспекты в **управляемости системы** и позволяет акцентировать внимание, как на определенном направлении процесса управления, так на отдельных участках системы с наибольшими отклонениями по какому либо показателю. Так, например, водообеспеченность участников по удалению от головы, обычно падает. Это падение водообеспеченности может быть обусловлено двумя причинами, перебором воды участниками, расположенными выше по течению, и неправильным распределением потерь вдоль канала. Первая причина, чаще всего, связана с недостаточной точностью учета отбираемых объемов воды, первыми по течению участниками, а вторая, с сильной нелинейностью функции потерь вдоль пути, поэтому попытки решения этой задачи через постоянные (средние или максимальные) значения к.п.д., заведомо несостоятельны. Как следствие этой проблемы, возникновение ряда методик, так или иначе связанных с понятиями “водооборота”. Одна из простейших, опирается на правило, “распределение воды начинается с обеспечения последнего (наиболее удаленного от головы) участника”. Метод распределения воды здесь следующий, исходя из доступного расхода (или пропускной способности канала если вода не лимитируется), по принципу максимальной удаленности от головы формируется группа участников. Участники последовательно включаются в группу, до тех пор пока не будет исчерпан доступный расход, а затем выполняется распределение воды для этой группы. По этому же принципу, формируется следующая группа и выполняется следующий этап распределение воды, и так далее, пока все участники не будут обеспечены водой. Этот подход не плохо зарекомендовал себя на каналах с древовидной структурой (одна голова, отсутствие петель) и равномерными требованиями участников. Диапазон реальных условий его применения очень ограничен. Особенно большие проблемы, при его использовании, возникают когда подача воды выполняется из нескольких каналов, в этой ситуации последний участник может стать первым и наоборот, в зависимости от того по какому каналу подается вода. В реальных условиях, шире применяется другой метод “водооборота”, суть которого состоит в следующем, общий интервал времени управления (например декада), разделяется на последовательность временных подинтервалов (например: сутки, двое суток, ...и т.п.), а все участники разбиваются на группы по условию одновременности. Таким образом, в каждый подинтервал времени распределение воды выполняются только между участниками, соответствующей группы, при этом, если жестко задан подинтервал времени, то варьируются участники группы, а если жестко заданы составы групп, то варьируются подинтервалы времени. Чем меньше выбирается подинтервал времени, тем меньше число участников в соответствующей группе и тем точнее выполняются распределение воды. Гибкость второго метода “водооборота” намного выше, однако его практическая реализация значительно труднее и требует применения более совершенных методов расчета распределения воды.

Последней задачей этапа *Оперативное управление*, является задача учета и контроля, распределяемых водных ресурсов, которая формирует петлю обратной связи на этапы *Планирования*. Корректное решение этой задачи связано с наличием гидропостов, размещенных надлежащим образом, организаций сбора информации через требуемые промежутки времени и точностью гидрометрических устройств. Таким образом, набор основных показателей в задаче учета и контроля должен отражать:

- местоположение гидропоста,
- интервалы времени между замерами,
- характеристики гидрометрического оборудования.

Наиболее частая ошибка, которая допускается при расстановке гидропостов в ирригационных системах, связана с применением правил, используемых для электрических цепей, “количество измерительных устройств равно количеству входящих плюс количеству уходящих элементов минус единица”. Причина кроется в потерях воды, которые невозможно определить по аналогам, в силу индивидуальности каждого гидротехнического сооружения, поэтому количество гидропостов должно строго соответствовать количеству распределительных элементов объекта. Кроме гидропостов, обеспечивающих учет распределения воды между участниками, на длинных каналах возникает необходимость в периодической установке временных гидропостов для идентификации параметров, характеризующих потери воды на испарение и фильтрацию. Временные гидропосты устанавливаются на участках с резким изменением параметров канала и используются, преимущественно, при пропусках максимальных и минимальных расходов. После построения устойчивой кривой связи между расходами и потерями, необходимость во временных гидропостах, как правило, отпадает. В существующей системе водораспределения измерения расходов воды выполняются от одного до трех раз в сутки на объектах *КСК* и *АВП* и до 24 суточных замеров на пилотных полях объектов *Фермерского хозяйства*. Частоту замеров на пилотных полях следует рассматривать, скорее как исследовательскую, требуемую условиями идентификации физико-химических параметров объектов, а не динамикой распределения воды. Поэтому, будем ориентироваться, примерно на 8 – 12 часовой интервал времени измерений, исключая объекты (уровень *КСК*), оборудованные автоматизированными системами. Более точную оценку интервалов времени и требований к измерениям и применяемому гидрометрическому оборудованию, можно будет выполнить, после завершения заданий по «анализу существующей системы водораспределения», деятельности №1 и №2, настоящего проекта.

5. Критерии управления распределением воды.

5.1. Постановка задачи управления.

Применение методов теории управления для анализа распределения водных ресурсов, требует предварительной формализации всего исследуемого процесса, начиная от структуры ирригационной системы до реальных управляющих воздействий, выполняемых людьми, участвующими в этом процессе. Результатом этой формализации является математическая модель, в той или иной мере отражающая различные аспекты реальных процессов, возникающих в ирригационных системах. Согласно установившейся канонизации языка в современной теории управления [6], ирригационную систему будем рассматривать в виде динамического объекта, описываемого системой обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$\frac{dw}{dt} = g(w, u, \xi, a, t); \quad (5.1)$$

здесь: w – n -мерный фазовый вектор, u – k -мерный ($k \leq n$) вектор-функция управления, ξ – m -мерный ($m \leq n$) вектор внешних воздействий, a – l -мерный вектор конструктивных и феноменологических параметров объекта, t – время.

Для ирригационных систем, вектор $w(t)$ – представляет собой объемы воды в различных областях пространства, занимаемого ирригационной системой, его значения называются фазовыми координатами, а его динамика – фазовой траекторией системы. Вектор $\xi(t)$ – внешних воздействий, обычно представляет собой гидрографы стока, формирующегося в различных областях пространства, и воздействующего на ирригационную систему случайным образом. Это вектор задается с помощью соответствующих функций распределения. Вектор-функция управления $u(t)$ – соответствует расходам гидротехнических сооружений внутри системы и из нее, которые выбираются некоторым субъектом (или субъектами), для достижения заданных целей. Возможности по выбору величины $u(t)$ обычно ограничены, как параметрами гидротехнических сооружений, так и наличием самой воды, следовательно:

$$u(t) \in U(w, a, t); \quad \forall t \in T; \quad (5.2)$$

где: T – период управления.

Кроме этого, сами фазовые переменные ограничены конструкцией ирригационной системы и принятыми условиями эксплуатации.

$$w(t) \in W(a, t); \quad \forall t \in T; \quad ;(5.3)$$

Система уравнений (1) с ограничениями (2) и (3) называется управляемой системой, причем выражения (3) – называются фазовыми ограничениями, а (2) – допустимым пространством управления. Поскольку управляемые системы создаются для достижения чего либо, то основной задачей управления является определение функции $u(\bullet)$ по заданной **цели управления**. Обычно **цель управления** можно сформулировать в виде максимизации или минимизации некоторого функционала от управления, однако, как указано выше, при управлении ирригационной системой преследуются несколько целей, следовательно поиск управления $u(\bullet)$ следует осуществлять таким образом, чтобы экстремальных значений достигали сразу несколько функционалов. Подобная математическая задача, в реальных условиях, как правило не разрешима, поскольку множества допустимых управлений, доставляющих экстремумы разным функционалам оказываются не пересекающимися, например, характеристика “обеспеченность водой орошаемых площадей и водопотребителей” требует максимального наполнения ирригационной системы, а характеристика “объемы потерь водных ресурсов в системе” – наоборот, т.е. их экстремумы не совместимы. Методы теории управления позволяют обойти подобные проблемы. Для этого, в первую очередь, формируется основная цель управления в виде функционала, наилучшим образом соответствующего основному назначению ирригационной системы, а именно: - **воду, поступившую в систему, доставить в заданные области пространства в требуемые моменты времени**. Формально, требования к системе по доставке воды и фактически подаваемые расходы, выражаются векторами одинаковой размерности $q^*(t)$ и $q(t, u)$ – j - размерности ($j \leq n$), а **функционал цели**, обозначается,

через $\aleph^0(u(\bullet))$. Маркировка **функционала цели** индексом “0”, показывает⁵, что в процессе поиска управлений, кроме этого функционала будут еще и другие, но для всех последующих функционалов поиск управления осуществляется лишь в области, оставшейся свободной после нахождения экстремумов предыдущих. Вторым функционалом $\aleph^1(u(\bullet))$, также имеющим специальное название, является **функционал качества управления**, который отражает стоимость или цену достижения основной цели, при условии, что существует не единственный способ ее достижения. Формально и ограничения (2) и (3) можно переформулировать в виде различных функционалов, но мы не будем этого делать, поскольку приведенная форма является более естественной для инженерных оценок. Для ирригационных систем **Функционал цели** можно формализовать не единственным образом, каждая его форма будет отражать сегодняшнее понимание исследователя или лица принимающего решения, какое распределение воды, поступающей в систему, является наилучшим. Поэтому, рассмотрим несколько выражений для **функционал цели**, оставляя окончательный выбор на обсуждение всех участников проекта. Общее выражение для **функционала цели** можно записать в виде:

$$\aleph^0(u(\bullet)) = \int_{t \in T} \varphi(q^*(t), q(t, u)) dt \rightarrow \max_{u \in U}; \quad (5.4)$$

Следовательно различные варианты определений наилучшего распределения воды содержатся в выборе функции φ . Для завершения формулировки этой задачи управления ирригационными системами в дифференциальной форме, остается указать, среди каких функций будет искаться экстремум (*sup*). Задача (1)-(4) относится к классу задач оптимального управления с закрепленным временем, для которых допустимым решением является совокупность $(w(t), u(t))$ при выполнении следующих требований:

1. вектор-функция $u(\bullet)$ определена, и кусочно непрерывна на интервале времени $\{T\}$;
2. для всех $t \in \{T\}$ выполняется условие (2) и (3);
3. функции $w(t)$ дифференцируемы во всех точках, кроме точек, где $u(\bullet)$ терпит разрыв, во всех точках дифференцируемости выполняются (1);
4. вектор-функции $q^*(t)$ и $\xi(t)$ определены и кусочно непрерывны на отрезке времени $\{T\}$, (эти функции неуправляемы, поскольку первая характеризуют требования со стороны орошаемых площадей и транзита, а вторая гидрограф стока),

Именно среди таких допустимых решений будет искаться экстремумы в задаче (1)-(4).

В зависимости от детализации уравнений (1)-(3) и критерия управления (4) возникает цепочка задач, из которых, первая называется задачей планирования водораспределением в ирригационных системах, по ее результатам, уточняются объемы подачи водных ресурсов в соответствии с выделенными лимитами и назначается плановый режим работы гидротехнических сооружений. В терминах теории оптимального управления эта задача классифицируется как задача определения программной траектории системы. Следующей задачей, является задача корректировки которая в терминах теории оптимального управления классифицируются, как задача синтеза управле-

⁵ Здесь и далее верхние индексы обозначают принадлежность переменных к какой-либо семантической группе, а нижние индексы используются, как счетные, по которым выполняется суммирование, сортировка .

ния или проектирование оператора обратной связи. Эти задача принципиально[1] отличается от задачи определения программной траектории, как по критериям качества, участвующим в формировании функционала, так и по методам решения. Назначение этой задачи - реализация найденной программной траектории, которая является заключительной в любом процессе управления. Важность решения этой задачи определяется тем, что если ошибки или отклонения в определении программной траектории приводят к экономическим потерям (достижение цели будет стоить дороже или значения некоторых показателей будут несколько хуже, чем предполагалось), то плохо спроектированный оператор обратной связи может разрушить систему управления полностью, например, образование прорывов дамб на отдельных каналах, резко снижает управляемость всей ирригационной системы, что влечет за собой совершенно не соизмеримые потери водных ресурсов. В общем случае задача синтеза труднее обычной задачи оптимального управления, как по причине отсутствия регулярных методов ее решения, так и по причине отсутствия необходимых условий, которые служат отправной точкой при построении расчетных схем, однако, здесь в полной мере проявляются достоинства пакета GAMS, который, снимает с исследователя необходимость в поиске метода решения и позволяет сосредоточиться на корректности сформулированной математической модели и адекватности критериев по распределению воды.

5.2. Критерии управления в годовом планировании.

Формулировку главного критерия управления *функционала цели* будем выполнять исходя из основных эксплуатационных характеристик функционирования ирригационной системы, см. Раздел 2. Во первых, примем условия, самостоятельности всех участников, это означает, что недобор или перебор воды у конкретного участника отражается только на нем, в этом случае функция φ будет аддитивной.

$$\varphi(q^*(t), q(t, u)) = \sum_{j \in J} \lambda_j \times \psi(q_j^*(t), q_j(t, u)); \quad (5.5)$$

Условия самостоятельности всех участников, очень важное допущение в нашем анализе, поскольку именно оно, позволило записать выражение (5) в виде суммы, если между участниками существует возможность обмена водой, минуя систему, то выражение (5) будет не корректным. В этом случае необходимо строить ориентированный граф возможного водообмена между участниками и уже на нем суммировать отклонения факта от требований. Этот вариант распределения воды используется при моделировании *фермерского хозяйства*. Необходимо уточнить семантику записи $q(t, u)$, поскольку в теории оптимального управления чаще используется запись $q(t, u(\bullet))$, чтобы подчеркнуть зависимость переменной от всей функции управления, в данной работе будет подразумеваться их равносильность $q(t, u) \equiv q(t, u(\bullet))$, если же рассматривается динамика переменной от управления в конкретный момент времени, то будет использоваться обозначение $q(t, u(t))$. Выражение (5) все еще не определено и для завершения постановки (до формул, допускающих численную реализацию), требуется введения метрики, позволяющей вычислять и сравнивать отклонения между требуемым и фактическим расходом, для каждого участника. Именно выбор метрики будет определять правила распределения воды между участниками, поэтому рассмотрим несколько вариантов. Простейшей метрикой является среднеквадратичная, т.е.

$$\psi_j(t) = - [q_j^*(t) - q_j(t, u)]^2; \quad \lambda_j = 1; \quad \forall j \in J, t \in T; \quad (5.6)$$

Знак “-“ в выражении (6) означает, что в (4) будет выполняться минимизация квадратичного отклонения в водоподаче по всей системе. Основным недос-

татком выражения (6) является ущемление участников с малыми объемами водозабора. Потому на практике [7], обычно используется нормировка отклонений, через значения общего объема водоподачи участника, а именно:

$$\psi_j(t) = - (q_j^*(t) - q_j(t,u))^2; \lambda_j = 1/w_j^{*2}; \forall j \in J, t \in T; \quad (5.7)$$

здесь:

$$w_j^* = \int_{t \in T} q_j^*(t) dt; \quad \forall j \in J; \quad (5.8)$$

Вместо квадратичного отклонения, в выражении (7), можно использовать отклонения по модулю, но это больше дело вкуса, чем реального улучшения распределения воды. Более серьезного улучшения водораспределения можно добиться, если рассматривать недостаток и избыток воды неравноценными, например:

$$\psi_j(t) = -\alpha_j(t) \times (q_j^*(t) - q_j(t,u))^2; \lambda_j = 1/w_j^{*2}; \forall j \in J, t \in T \quad ;(5.9)$$

здесь:

$$\alpha_j(t) = \{ \alpha_1 \text{ при } q_j^*(t) > q_j(t,u); \alpha_2 \text{ при } q_j^*(t) < q_j(t,u) \} \quad (5.10)$$

При $\alpha_1 > \alpha_2$, в системе будут уменьшаться эффекты недоподачи воды, а при $\alpha_1 < \alpha_2$, наоборот, - эффекты переподачи.

Интересные варианты в распределении водных ресурсов, возникают если использовать условия гарантированности⁶, в этом случае водоподачу участника $q_j^*(t)$ следует представить в виде суммы:

$$q_j^*(t) = \hat{q}_j(t) + \Delta q_j^*(t), \quad (5.11)$$

где: первое слагаемое является гарантированной водоподачей участника, а второе добавкой, требуемой для его хозяйственной деятельности. Естественно, что целевая функция должна особым образом реагировать на условия гарантированности. Ниже приводится вариант целевой функции ψ , удовлетворяющей этим условиям:

$$\psi_j(t) = -[\Delta q_j^*(t) / (q_j(t,u) - \hat{q}_j(t))] \times (q_j^*(t) - q_j(t,u))^2; \lambda_j = 1/w_j^{*2}; \forall j \in J, t \in T; \quad (5.12)$$

Выражение (12) позволяет удерживать значения водоподачи не ниже гарантированных, однако вопрос определения самих гарантированных значений водоподачи остается открытым. В качестве варианта решения этого вопроса можно предложить исследование вспомогательной задачи с гидрографом стока очень высокой обеспеченности $\xi(t) \sim 80 \div 90\%$ и критерием цели (7). В результате решения этой вспомогательной задачи будут получены значения $q(t,u)$, которые можно принять в качестве $\hat{q}(t)$ и вернуться к решению основной задачи с критерием це-

⁶ Предложено рассмотреть В.А. Духовным, если в выражении (11) управление составляющими разделить по иерархиям, управление $\hat{q}_j(t)$ – сохранить за участником, а выбор $\Delta q_j^*(t)$ предоставить системе (всем участникам), то получится многокритериальная задача для анализа конфликтных ситуаций, попадающая в класс кибернетических систем, исследованных Ю.Б. Гермейером [1]. Важной особенностью этих систем является то, что для них удастся формализовать понятие гомеостазиса и определить области устойчивого равновесия (условия коллективного равновесия для всех участников).

ли (11), (12) и гидрографом стока $\xi(t)$, установленным для рассматриваемого года. Для ирригационных систем этот прием возможен в силу того, что с уменьшением процента обеспеченности стока (увеличение фактического объема воды) допустимое пространство управления, расширяется, т.е. $U(w, a, t) |_{\xi(t) > 80\%} \subset U(w, a, t) |_{\xi(t) < 80\%}$. Помимо прямых значений расходов $q^*(t)$, в выражениях (7), (12), могут применяться их ценовые эквиваленты, определенные через продуктивность одного кубометра воды или одного орошаемого гектара у каждого участника. Однако, введение экономических характеристик непосредственно в **функционал цели**, должно выполняться лишь после тщательного анализа хозяйственной деятельности участников, так как различия в продуктивности воды, приводящие к **неравноправию** участников, могут быть вызваны различными причинами, от них (участников) не зависящими, например, параметры почвы под сельскохозяйственными угодьями, к.п.д. внутри оросительной сети и т.д. На данном этапе, выполнения проекта, более целесообразно, все элементы потерь воды в ирригационной системе, выделить в собственный функционал (**функционал качества управления**), который будет минимизироваться вслед за основным функционалом (**функционалом цели**). Выражение для **функционала качества управления** по экономии воды, можно записать в виде:

$$\mathfrak{N}^1(u(\bullet)) = \int_{t \in T} (\eta^T \bullet w(t)) dt \rightarrow \min_{u \in U}^7; \quad (5.13)$$

где: η^T -технический коэффициент полезного действия участка канала (к.п.д.), определяемый как отношение, уходящего расхода к входящему, при отсутствии на нем потребления воды со стороны участников, вектор, размерность которого равна размерности вектора w . Простота критерия по экономии водных ресурсов связана с “удачным” выбором фазовых переменных для описания динамики ирригационной системы.

5.3. Критерии управления в оперативном планировании.

Следующим этапом в решении задач оптимального управления распределением воды, является этап корректировки плановых расходов, в соответствие с реально складывающейся водохозяйственной обстановкой. Для этого общий период времени управления $\{T\}$, разобьем на три непересекающихся интервала $\{t^0 : t-1\}$ - прошлое, $\{t\}$ - настоящее и $\{t+1 : T\}$ - будущее. Все переменные, относящиеся к $\{t^0 : t-1\}$ являются известными, отражающими реальный график подачи и распределения водных ресурсов, который, будет отличаться от оптимального, полученного расчетным путем на этапе планирования, по трем причинам:

- Отклонениями в распределении водных ресурсов между участниками, обусловленные ограниченными возможностями гидротехнических сооружений,
- Отклонениями в объемах фактической подачи водных ресурсов $\xi(t)$ в ирригационную систему,
- Отклонениями в требованиях $q^*(t)$ водных ресурсов участниками, обусловленные различными климатическими факторами.

Совокупность этих трех причин формирует внутрисистемный дисбаланс за период $\{t^0 : t-1\}$, который приводит к необходимости корректировки расходов воды участникам, для следующих интервалов времени. Прежде чем формулировать

⁷ Выражение $(\eta^T \bullet w)$ представляет собой скалярное произведение векторов, определяемое как:

$$(\eta^T \bullet w) = \sum_{j \in n} \eta_j^T \times w_j, \quad n - \text{размерность векторов } \eta^T \text{ и } w.$$

варианты функционалов для распределения воды, заметим, что на *этапе оперативное* появляется дополнительный вектор, обозначим его через $\tilde{q}(t)$, размерности “ n ”, который отражает заявки участников, исходя из реально сложившихся климатических условий и хозяйственной деятельности самих участников. Особенность этого вектора в том, что в отличие от своего аналога $q(t)$, он определен только для части периода $\{t^0 : t+1\}$, поэтому, в настоящее время, значения водоподачи участникам корректируются только для интервала времени “ $t+1$ ”. Результаты натурных обследований показывают, сильное расхождение между значениями заявок и требований, особенно в начале периода вегетации, однако их интегральные характеристики (суммарный объем забора воды) сближаются по мере увеличения периода $\{t^0 : t\}$. Специфическая особенность сельскохозяйственного производства состоит в том, что основной разброс в требованиях на воду между различными участниками определяется разбросом в датах сева сельскохозяйственных культур и сроках первого полива. Следовательно, по истечению сроков первых поливов необходимо выполнить уточнение вектора $q(t)$, используя информацию, содержащуюся в заявках и фактическом гидрографе стока, за прошедший период времени $\{t^0 : t\}$. В настоящее время подобное уточнение отсутствует, поэтому заявки участников становятся фактически единственным документом, определяющим корректировку объемов водоподачи участникам на следующую декаду. В разделе 4.2, приводится пример, показывающий к каким вариантам ущемления интересов различных участников, может привести безусловная реакции системы на заявки. Для уточнения вектора $q(t)$ сформируем новые требования $q^*(t)$ по формуле:

$$q^*(t) = \begin{cases} q^*(t) = q^R(t) \forall t \in \{t^0 : t\} \\ q^*(t) = q(t) + \delta q(t) \forall t \in \{t+1 : T\} \end{cases}; \quad (5.14)$$

где: $q^R(t)$ – фактическая водоподача участникам, а $\delta q(t)$ – невязка баланса за истекший период времени, вычисляется как:

$$\delta q(t) = \frac{\int_{t^0}^t (q^R(t) - q(t)) dt}{T - t}; \quad (5.15)$$

Используя новый вектор требований $q^*(t)$, для оставшейся части периода $\{t+1 : T\}$, выполним решение задачи (1) – (4) при критериях типа (7). Полученный вектор $q(t)$ и будет являться необходимым уточнением плана водопользования. Дальнейшую корректировку объемов водоподачи участникам можно проводить по формулам:

$$q^R(t+1) = (q(t+1) + \tilde{q}(t+1) + \delta q(t)) / 2; \quad (5.16)$$

где невязка баланса $\delta q(t)$, как и ранее вычисляется по формуле (15).

5.4. Критерии распределения воды в оперативном управлении.

Оперативное управление обеспечивает реализацию решений по распределению водных ресурсов, выработанных на предыдущих этапах (годовое и оперативное планирование), путем настройки параметров гидротехнических сооружений для подачи установленного расхода.

Реализация информационной системы для пилотного канала

ЮФК проекта ИУВР Фергана.

Информационная система «ИУС-Фергана» 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.

Информационная 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,
 - вести учет фактического водозабора по отводам и каналам;
 - регистрировать поступающие заявки на декадную водоподачу;

- 2 – 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.

- 3 – Находить оптимальные варианты водораспределения:
 - при различных источниках водоподачи (годовое планирование),
 - при дефиците водных ресурсов (годовое и оперативное планирование),

- 4 – 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. Включает следующий набор файлов:

1. Com.mdb – программное обеспечение, рабочие временные таблицы, запросы, формы ввода и корректировки информации и отчеты;
2. Data.mdb – табличная база данных
3. TempData.mdb – БД для промежуточных расчетов

Системные требования

- Компьютер Pentium III,
- 128 mb оперативная память,
- Windows 2000/XP,
- Microsoft Office XP,
- GAMS – system.

Структура Информационной системы

ИУС включает в себя два файла баз данных (табличной и программной), текстовые файлы для взаимодействия с моделью GAMS, модуль GIS.

Совокупность программ и таблиц БД можно разбить на следующие блоки:

Блок сезонного планирования

- с/х культуры
- гидромодули
- расчет сезонного водопотребления

Блок оперативного планирования

- Суточные и декадные заявки на воду
- Суточная и декадная водоподача
- Расчет требований на воду по каналам и распределительным узлам

Блок оперативного анализа

- Анализ водоподачи за декаду
- Водообеспеченность нарастающим итогом (детальная и сводная)

Справочный блок

- Каналы
- Водовыделы
- Гидропосты
- Средства водоучета
- Контуры орошения
- Хозяйства

Последовательность работы с информационной системой

Общую последовательность действий пользователя при работе с информационной системой можно разбить на следующие категории:

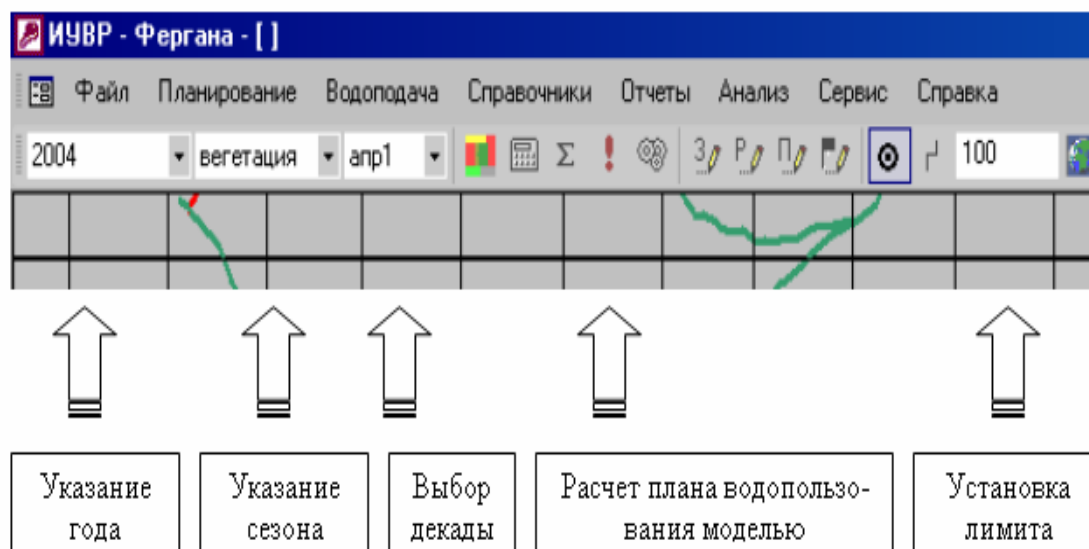
- Задание структуры водохозяйственной системы (заполнение Справочников),
- Мониторинг водохозяйственной системы,
- Моделирование вариантов распределения воды,
- Поиск оптимальных вариантов водораспределения,
- Анализ распределения воды.

В свою очередь каждая категория включает в себя определенные этапы, реализованные в виде взаимодействия пользователя с соответствующими формами ИС.

Информационная система разработана как приложение операционной системы Windows. Общий вид интерфейса системы представлен ниже.

Рис. 9

Элементы интерфейса системы.



Полное описание водохозяйственной сети вводится при запуске информационной системы и затем может изменяться пользователем с помощью набора справочников.

Рис. 10

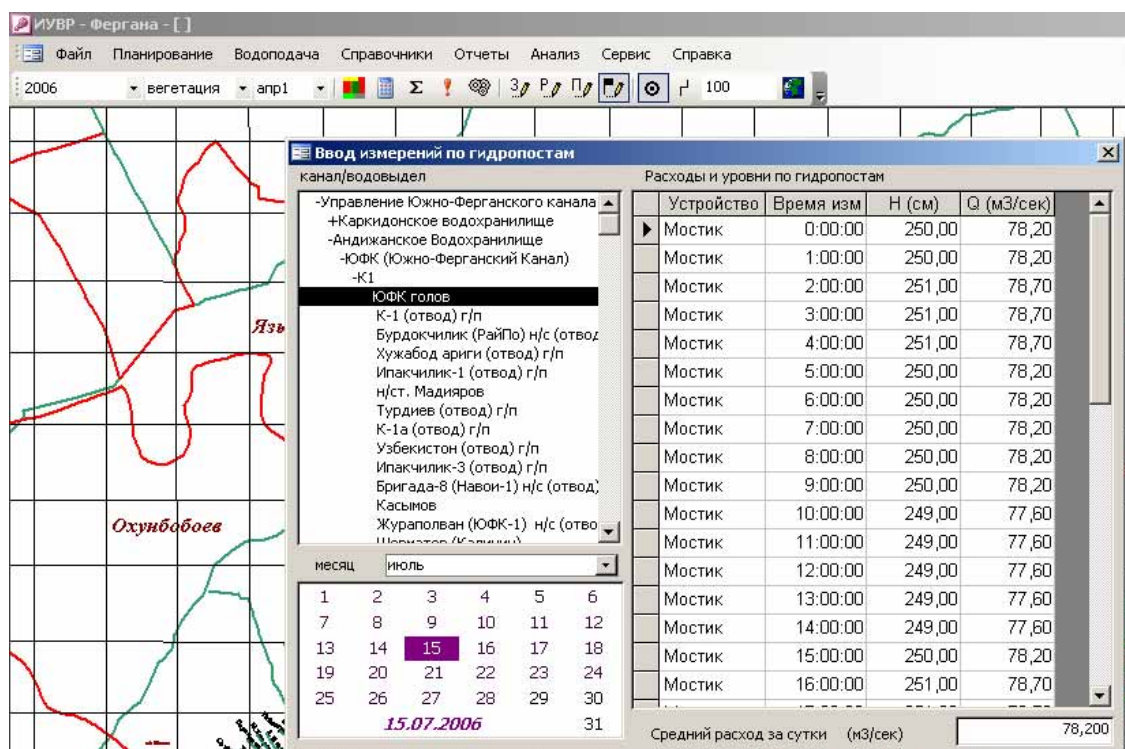
Пример справочника каналов

Наименование	Пикет1	Пикет2	Орошаем	Длина	Уровень	КПД канала	Макс расход	Дата регистрац
ЮФК (Южно-Ферганский Канал)	0	0	108368.0	120324	1	0.9	100	01.04.2003
Подпитка каркидон (водовыдел)	0	0	0.0	10000	2	0.98	10	01.04.2003
Подпитка Маргилонсай (водовыдел)	0	0	0.0	10000	2	0.98	20	01.04.2003
Наполнение Каркидон	360	0	0.0	10000	2	0.98	20	01.04.2003
*	0	0	0.0	0		0	0	07.03.2006

Для выполнения мониторинга водохозяйственной системы необходимы значения расходов по гидростам распределительной сети.

Рис. 11

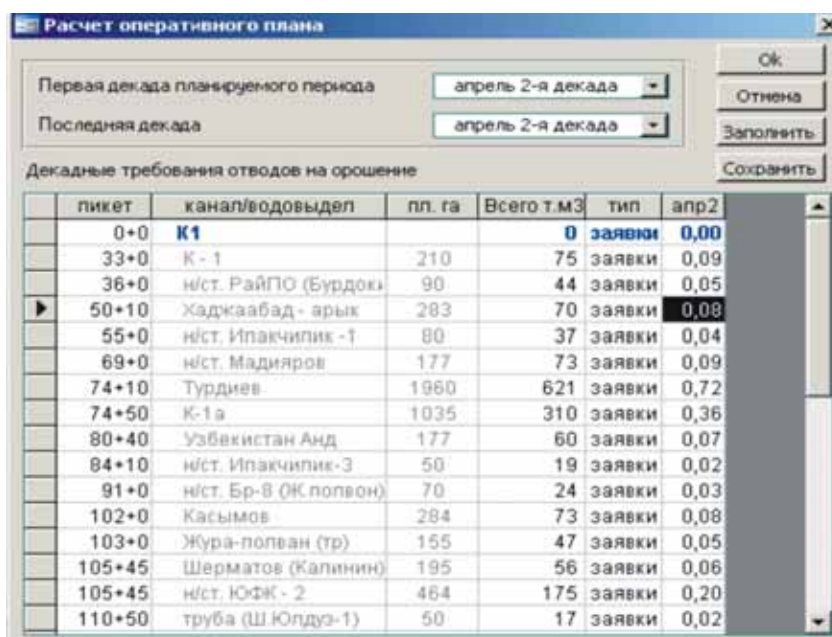
Пример формы ввода расходов по гидропостам



Расчет вариантов распределения воды реализован в блоке годового и оперативного планирования с помощью вызова Gams – модели. Передача данных в модель и обратно организована в информационной системе с помощью соответствующих программных структур.

Рис. 12

Пример формы для расчета оперативного плана.



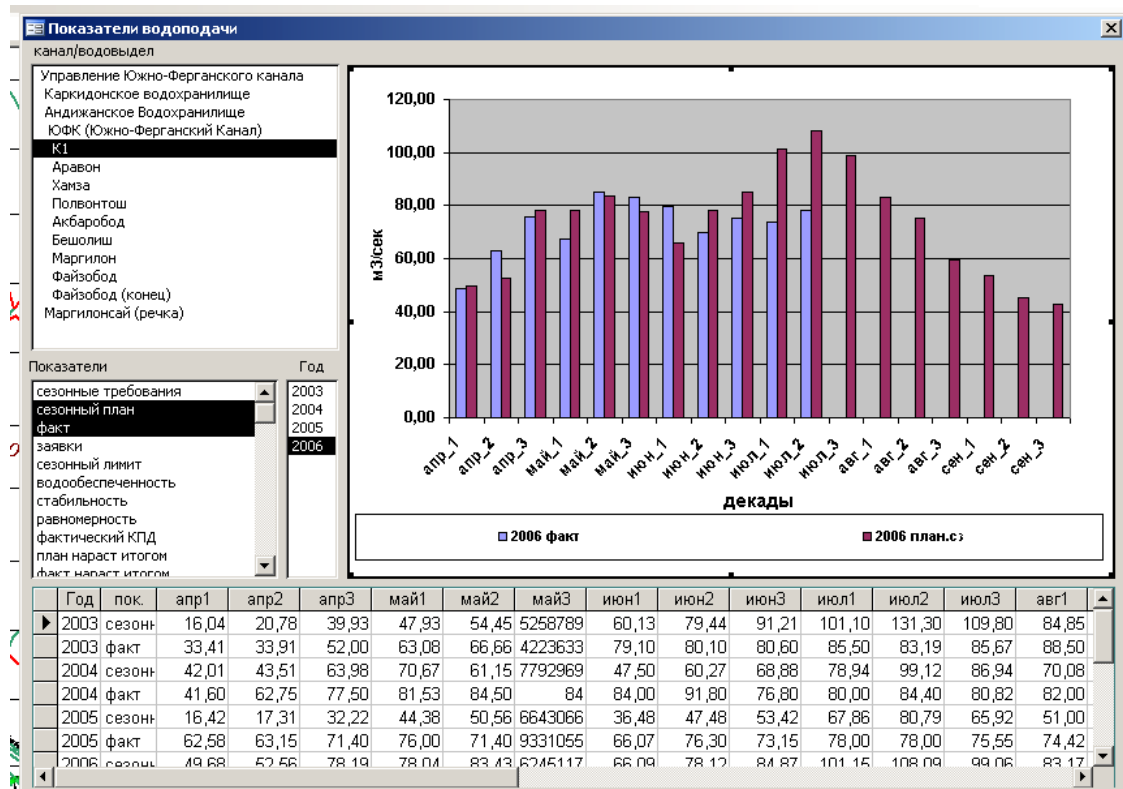
Для анализа фактического водораспределения используется следующий набор показателей:

- Плановый расход, м³/сек,
- Плановый сток нарастающим итогом, тыс. м³,
- Фактический расход, м³/сек,
- Фактический сток нарастающим итогом, тыс. м³
- Водообеспеченность
- Водообеспеченность нарастающим итогом
- КПД
- Равномерность
- Равномерность нарастающим итогом
- Стабильность
- Стабильность нарастающим итогом
- Фактическая водоподача расход, м³/сек,
- Фактическая водоподача нарастающим итогом, тыс. м³

Расчет набора показателей организован в специализированном блоке модели. Результат передается в информационную систему для последующего представления в отчетах и диаграммах.

Рис. 13

Пример формы для представления графической и табличной информации по показателям водораспределения.



**Пример отчета по водораспределению
за декаду на балансовых участках Южно – Ферганского канала.**

**Информация о подекадном водораспределении
по отводам Южно-Ферганского канала на 01.04.2006**

№	Наименование водовыпусков	Пикет	дни декады м3/сек											Факт	Заявка	Задание
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
	Головной водозабор (ЮФК голов)	пк 0+00	45,63	48,93	49,13	48,56	49,25	49,13	48,97	48,90	49,53	49,37	0,00	48,74	0,00	0,00
2	К - 1	пк 33+00	0,00	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,05	0,05		0,08	0,09	0,00
3	н/ст. РайПО (Бурдоки-чилик)	пк 36+00													0,05	0,00
4	Хаджабад - арык	пк 50+00	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,12	0,12	0,12	0,12		0,11	0,09	0,77
5	н/ст. Ипакчилик - 1	пк 55+00													0,04	0,00
6	н/ст. Мадиаров	пк 69+00	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10						0,06	0,08	0,74
7	Турдиев	пк 74+00	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70		0,70	0,68	0,93
8	К-1а	пк 74+00	0,20	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,30	0,30		0,32	0,36	0,84
9	Узбекистан Анд	пк 80+00		0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,08	0,10	0,10		0,06	0,06	0,93
10	н/ст. Ипакчилик-3	пк 84+00			0,05	0,05	0,05	0,05						0,02	0,02	1,00
11	н/ст. Бр-8 (Жлполвон)	пк 91+00							0,10	0,10	0,05			0,03	0,03	0,90
12	Касымов	пк 102+00		0,05	0,05	0,05	0,05	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10		0,07	0,08	0,85
13	Жура-полван (тр)	пк 103+00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05		0,05	0,05	0,95
14	Шерматов (Калинин)	пк 105+00		0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,05	0,05		0,08	0,07	0,79
15	н/ст. ЮФК - 2	пк 105+00						0,50	0,50	0,50	0,50			0,20	0,20	0,99
16	труба (Ш.Юлдуз-1)	пк 110+00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02		0,01	0,02	0,89
17	Сарой-1	пк 120+00	0,10	0,45	0,45	0,45	0,35	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25		0,31	0,30	0,96
18	Сарой-2	пк 120+00			0,02	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05		0,04	0,04	0,85
	Водоотдача по БУ-1(К1)		1,26	2,06	2,13	2,16	2,06	2,52	2,49	2,52	2,34	1,79	0,00	2,13	0,00	0,00
	КПД по БУ-1(К1)		1,01	0,96	0,96	0,96	0,97	0,96	0,97	0,96	0,97	0,95	0,00	0,97	0,00	0,00
	Потери по БУ-1(К1)		-0,26	1,92	2,10	2,14	1,62	1,96	1,58	1,73	1,67	2,33	0,00	1,68	0,00	0,00
	Контрольный ГЛП 2(К-1)	пк 125+00	44,63	44,95	44,90	44,26	45,57	44,66	44,90	44,65	45,53	45,25	0,00	44,93	0,00	0,00
19	Шарк Юлдуз-2(тр)	пк 131+00						0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,00	0,01	0,74
20	Янги отв.	пк 133+00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,10	0,10		0,06	0,06	0,81
21	н/ст. Бр-11 (Жлполвон)	пк 134+00													0,01	0,00
22	Крупская	пк 135+00	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,10	0,10	0,10	0,10		0,09	0,10	0,84
23	К-2	пк 138+00	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50		0,35	0,29	0,94

6.Выводы:

1. Задача управления ирригационной системой, относится к многокритериальным задачам, где неопределенность цели требует введения дополнительных гипотез о значимости той или иной характеристики, без которых невозможно завершить свертку критериев.

2. Каждый этап управления ирригационной системой требует собственного набора показателей и критериев, обеспечивающих адекватную оценку решений (управляющих воздействий), принятых на конкретном этапе.

3. Наиболее важной задачей в управлении ирригационной системой, является корректное определение функционала цели, обеспечивающего как экономическую эффективность процесса водораспределения так устойчивость системы в управлении при различных отклонениях участников от сформулированных правил по вододелению.

Литература.

1. Н.Н.Моисеев “Математические задачи системного анализа”, М., «Наука», 1981г., 487с.
2. М.Пешель “Моделирование сигналов и систем”, М, «Мир», 1981г.,300с.
3. В.А.Духовный, «Ирригационные комплексы на новых землях Средней Азии», Ташкент, «Узбекистан», 1983г.184с.
4. Д.Лаукс, Дж.Стединжер, Д.Хейт, «Планирование и анализ водохозяйственных систем». М., Энергопромиздат, 1984г. 400с.
5. Э.П.Сейдж, Ч.С.Уайт, III “Оптимальное управление системами”, М., «Радио и связь», 1982г.,391с.
6. Л.С.Понтрягин, В.Г.Болтянский, Р.В.Гамкрелидзе, Е.Ф.Мищенко “Математическая теория оптимальных процессов”, М., «Наука», 1983г., 392с.
7. NATO SFP 974357 “Integrated Water Resources Management for Wetlands Restoration in the Aral Sea Basin”, 2000.
8. Духовный В.А.,Тучин А.И. «Управление ирригационными системами», Сб. МФСА, НИЦ МКВК №5, Ташкент 2001г., с 4 – 10.
9. Умаров У., Тучин А. Оперативное управление водохозяйственным комплексом на базе автоматизированных систем. – В сб. Проблемы развития водных ресурсов в аридных зонах. Экономическая комиссия ООН для Африки, ММиВХ СССР, САНИИРИ. Ташкент, 1986. с. 300 – 314.

БАЗА ДАННЫХ SOTER ДЛЯ УЗБЕКИСТАНА (ЧИРЧИК-АХАНГАРАНСКИЙ БАССЕЙН)

Г.В. Стулина

1. Вступление

Дискуссия вокруг работы “ Глобальная инвентаризация почвенных ресурсов в масштабе 1: 1млн ” (Sombroev, 1984) послужила началом создания единой мировой карты почвенного покрова. Международное общество почвоведов (ISSS) на совещании в 1986 году в Вагенинге (Голландия) обсудило “ Структуру базы данных оцифрованной всемирной почвенной карты, названной SOTER ”:Всемирные почвы (Soils) и территория (TERain).

Международной комиссией были предложены критерии “универсальной” легенды к почвенной карте. Цель создания “SOTER” является использование современных информационных технологии для создания базы данных о почвах и территории, обобщение уже известных сведений в единую систему по единой методологии. Основная задача базы данных- это улучшения картографии почв и мониторинг изменения почвенных и земельных ресурсов.

2. Методология

Методология картирования основана на идеи, что земля, на которой формируются, включает процессы и системы взаимосвязи между физическими, биологическими и социальными феноменами эволюции во времени. Эта идея была развита русскими и немецкими почвоведомы и постепенно принята по всему миру.

В основе SOTER лежит методология, которая заключается в идентификации области земли с отличным, зачастую повторяющимся типом рельефа, литологии, поверхностной формы, уклона, материнской породы и почвы. Участки поверхности земли определенные подобным образом, называются единицами SOTER (SOTER unit). Таким образом, каждая единица SOTER представляет уникальную комбинацию территориальных и почвенных характеристик.

SOTER придерживается строгих форматов ввода данных, необходимых для построения универсальной территориальной и почвенной базы данных. В результате данного подхода данные, принятые базой данных, будут стандартизированы и будут иметь наивысшую степень достоверности.

Методологии была разработана для применения в работе с миллионной основой почвенной карты и была успешно протестирована на пилотных проектах в Северной и Южной Америке.

Однако, эта методология применима и для более крупных масштабов, связанных с разработкой национальных территориальных и почвенных баз данных. Первое тестирование подобной детальной базы данных было выполнено в Бразилии в штате Сан-пауло.

При использовании SOTER для крупномасштабного картирования значимость атрибутивных данных изменится. С увеличением разрешения, компоненты самого высокого уровня единицы SOTER, т. е. территории постепенно будут терять свою значимость. Наоборот, более низшая часть единицы SOTER приобретает значимость при более детальном картировании. Таким образом, при более крупных масштабах единицы SOTER приобретет очертания почвенных объектов, информация о территории при этом включается в почвенные атрибуты.

Выбор различного масштаба картирования, а значит и перечень и атрибутов базы данных зависит от той задачи, для которой эта база используется. Мирровая карта в масштабе 1: 1 млн. рассматривается как основа, дальнейшее развитие базы данных SOTER предусматривается использование ее как справочной информации.

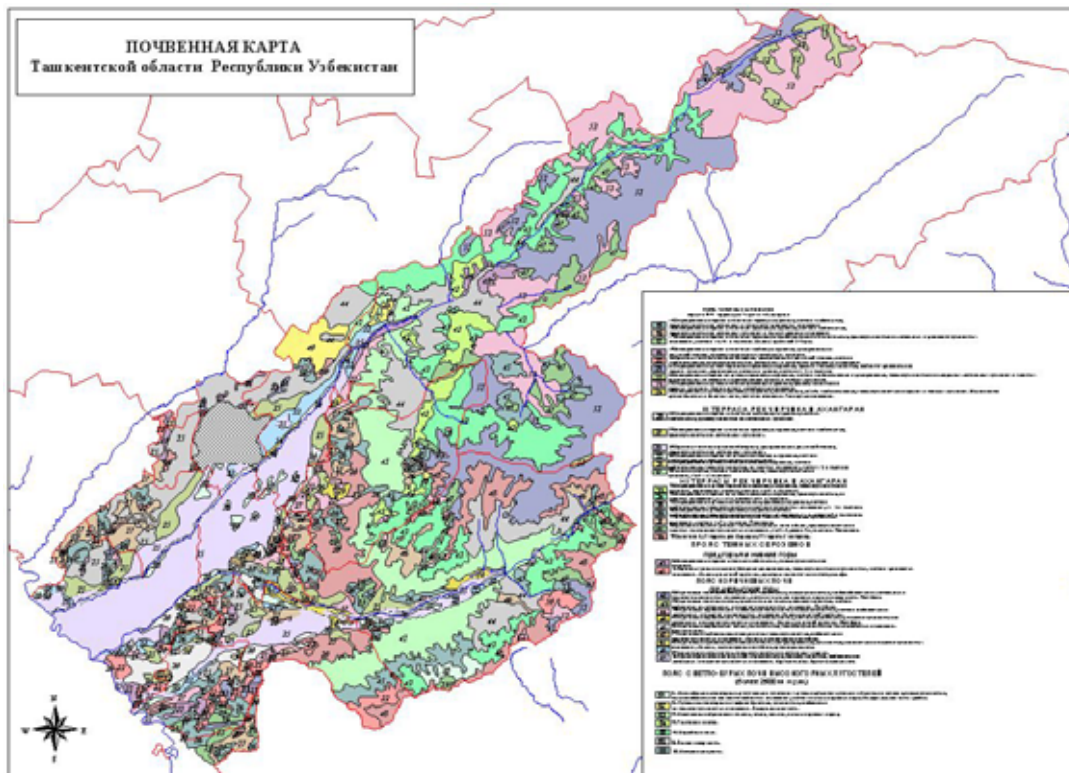
3. Объекты исследования

Объект исследования - территория Чирчик-Ахангаранского бассейна (большая часть Ташкентской области республики Узбекистан).

4. Результаты исследований.

База данных SOTER была создана для территории Чирчик-Ахангаранского бассейна. Назначение ее заключается в обеспечении данными комплекса моделей, внедряемых для управления водными ресурсами бассейна.

“SOTER” был выбран как систематический и высокоорганизованный способ составления карт и базы данных, который охватывает территориальные и почвенные данные, обеспечивающие требования входной информации для бассейновых моделей.



Почвенная карта
подготовлена С.Г. Жерельевой

4.1 Почвенно-климатическое районирование территории.

Согласно принятого почвенно-климатического зонирования Узбекской ССР, вся её северная, северо-западная и западная равнинная части отнесены к системе широтных зон Евразийского материка и названа «пустынной (аридной) зоной». Вся остальная горная и предгорно-долинная территория – к системе почвенных поясов вертикальной зональности Тянь-Шаня и Памиро-Алая в пределах

Туранской провинции (Генусов, Горбунов, Кимберг, 1960).

Большая территория Чирчик-Ахангаранского бассейна и широкий диапазон абсолютных высот местности (220-3500 м н.у.м) обусловили проявление широтной и вертикально-поясной почвенно-климатической зональности.

Особенности географии почв: распределения почв по рельефу в зависимости от почвообразующих пород, отображены в геоморфологическом районировании. В пределах каждого пояса почвенных типов и подтипов выделены почвенно-геоморфологические районы. Современное геоморфологическое районирование Чирчик-Ахангаранского бассейна представляется следующим образом:

1. Высокогорья
2. Среднегорья
3. Низкие горы и складчатые предгорья
4. Лессово-третичные низкогорья
5. Увалисто-грядовые лессовые, местами лессово-третичные предгорья
6. Долинные (террасовые) аллювиально-пролювиальные равнины
7. Подгорная, волнистая лессовая равнина (IV и V террасы рек Чирчик и Ангрен)
8. Плоская равнина III лессовой террасы
9. Аллювиальные равнины р.р. Чирчика, Ангрена.

На общем фоне вертикальной зональности почв, определяющей их главные генетические различия, качество и агропроизводственные свойства земель подвержены значительным изменениям под воздействием ряда других природных и хозяйственных факторов, таких как: рельефа местности, характера материнских пород, условий грунтового увлажнения, механического состава почв, проявления процессов засоления и эрозии, хозяйственной деятельности человека и др.

Все это в целом обусловило весьма большое разнообразие условий почвообразования и формирование различных почв по генетическим и агропроизводственным признакам.

На территории бассейна выделяются следующие типы почв:

1. Светло-бурые лугостепные почвы;
2. Горные коричневые почвы;
3. Сероземы:
 - а) темные
 - б) типичные

Кроме того, выделены переходные почвы: лугово-сероземные, сероземно-луговые.

К гидроморфному ряду относятся: луговые темные, луговые светлые, лугово-болотные и болотные почвы.

Почвы бассейна формируются в различных почвенно-климатических зонах.:

1. Субдивальный (высокогорно-светло-бурые почвы)
2. Гумидный (горные бурые лесные и горные коричневые почвы)
3. Субаридный (темные сероземы)
4. Полуаридный (типичные сероземы)

В результате генерализации почвенных карт 1:10000, 1:25000 и 1:100000 масштабов с учетом данных геоморфологов институтом Узгипрозем была составлена почвенная карта в масштабе 1:200000.

На территории Чирчик-Ахангаранского бассейна выделено 42 почвенных разновидностей.

Почвы высокогорий

Пояс высокогорных почв в Ташкентской области расположен на высотах 2200-3500 (3700) м н.у.м.

Условия почвообразования здесь характеризуются суровым климатом, контрастностью гидротермического режима, разнообразием форм рельефа, горных пород и их состава. Рельеф резко выраженный, горный, сильно расчленен глубокими узкими долинами. Водоразделы выражены или гребнями или равнинными слабоволнистыми или наклонными поверхностями. Есть нагорные плато. Ландшафт склонов чаще суровый. От высоты 3000 м и выше встречаются троговые долины, кары, снежники и ледники.

Почвообразующими породами служат элювиальные, делювиальные, местами пролювиальные и ледниковые отложения. Грунты песчанистые суглинки, скелетные и грубоскелетные, мощность их варьирует от 0,3 до 1,5 м.

В поясе высокогорий выделяются три основных почвенных типа:

1. светло-бурые лугостепные высокогорные;

2. луговые высокогорные;

3. болотные высокогорные почвы.

Светло-бурые лугостепные почвы широко распространены в районе высокогорий. Среди них выделяются среднегумусные, малогумусные и повышенногумусные почвы.

Почвы среднегорий

Высота 1000-2400 м н.у.м.

Условия почвообразования- особенность- эрозийные процессы.

Почвообразующие породы: элювиальные на мощных мелкоземистых отложения на теневых склонах не подвержены смыву; скелетные и грубоскелетные на солнечных склонах подвержены, образуются выходы коренных пород.

Грунты - на лессах тяжелые суглинки, на скелетных- слабоопесчаные, щебневатые На доломитах мергелях- карбонатные разности.

Растительность- лугово-степная полусаванна, горные леса, кустарники, нагорные ксерофиты.

Почвы:

1. Коричневые типичные,

2. Коричневые карбонатные,

3. Коричневые выщелочные.

Почвы низкогорий

Коричневые почвы

Почвообразование в этом районе протекает на делювиально-пролювиальных мелкоземисто-щебнистых отложениях, местами – на лёссовидных породах и коренных породах. Здесь выделены орошаемые, богарные и целинные почвы.

Богарные коричневые почвы и условно-поливные формируются на лёссовидных суглинках и на делювии известняков. Эти обрабатываемые земли лежат на высотах 1400-1450 м.

Коричневые почвы лёссово-третичных низкогорий

Почвообразующими породами служат лёссовидные отложения и продукты

выветривания третичных пород. У выщелоченных коричневых почв слой до 40 см выщелочен, с 54 см выражен мергелистый горизонт – CO_2 10,3-19 %. Коричневые почвы карбонатные характеризуются слабо- и средней скелетностью. На верхней трети северного склона 8-12° почвы подвержены денудации, поэтому чехол элювия небольшой – со 120 см здесь залегает щебень краской коренной породы, а вся почвенная толща средне- слабощебневая.

Коричневые почвы межгорных долин

В этом почвенно-геоморфологическом районе выделены следующие почвы: условно-поливные горные коричневые почвы; целинные горные коричневые почвы; целинные, выщелоченные карбонатные.

Бурые горно-лесные почвы

Формируются они в районе лессово-третичных низкогорий на высотах 1000-1600 м, на лессовидных мощных отложениях.

Темные сероземы.

Темные сероземы низких гор и складчатых предгорий.

Район низкогорий сложен делювиально-пролювиальными щебнисто-мелкоземистыми отложениями, местами лессовидными суглинками. Здесь выделены только целинные несмытые и различно смытые почвы. Целинные темные сероземы среднесмытые имеют тяжелосуглинистый механический состав.

Темные сероземы лессов третичных низкогорий.

Район сложен прелювиально-делювиальными лессовидными и третичными отложениями. Выделены богарные и целинные почвы. Богарные сероземы - мелкоземистые на лессах и лессовидных отложениях.

Почвы высококарбонатные, малокарбонатные и слабывщелоченные.

Целинные темные сероземы несмытые, местами слабосмытые, средне- и тяжелосуглинистые на пролювиально-делювиальных мелкоземистых отложениях.

Темные сероземы увалисто-грядовых лессовых и лессово-третичных предгорий.

Большая часть района сложена лессами, пылеватыми, карбонатными, пористыми суглинками с редкими прослоями легких глин и ничтожным содержанием песка. Здесь выделены условно-поливные, богарные и целинные почвы.

Типичные сероземы

Типичные сероземы низких гор и складчатых предгорий.

Здесь выделены условно-поливные, богарные и целинные типичные сероземы. Почвообразующими породами служат известняки, древнечетвертичный пролювий, современный делювий и лессы. теневые склоны низкогорий (С СВ СЗ З) покрыты преимущественно мелкоземистой корой выветривания. Лессовидные отложения встречаются обычно на этих экспозициях. Склоны солнечных экспозиций (Ю ЮЗ ЮВ В) одеты чаще маломощной, щебнисто- мелкоземистой корой выветривания. Мощность ее на верхних и средних третях склонов находится в пределах до 50-70 см. На нижних частях солнечных склонов, где должно происходить накопление делювия, щебнисто- мелкоземистые отложения оказались мощностью 70 см.

В районе низких гор в поясе типичных сероземов происходит интенсивное оползание делювия. На склонах теневых экспозиций формируются оползни, оплывины, на солнечных склонах доминирует эрозия.

Низкие горы характеризуются малоблагоприятным для земледелия рельефом и, в настоящее (и в прошлое) время, используются в качестве пастбищ. Неумеренный, неурегулированный чрезмерно сильный выпас приводит к развитию пастбищной эрозии. В результате почвы не только солнечных, но и теневых экспозиций подвергаются разрушительным эрозионным процессам. Следствием этого, на теневых склонах формируются смытые почвы, а на солнечных склонах – неразвитые, маломощные, скелетные сероземы, близко подстилаемые щебнем и коренной породой.

Типичные сероземы увалисто-грядовых лессовых и лессово-третичных предгорий.

Этот почвенный район сложен лессовидными отложениями, лессами, местами пролювиальными щебнистыми отложениями.

Здесь выделены орошаемые, богарные и целинные типичные сероземы. Староорошаемые типичные сероземы являются самыми характерными почвами древних оазисов Средней Азии. Одной из главных генетических особенностей этих почв является однородность почвенного профиля на глубину до 1,0-1,5 метров. Отсутствие дифференциации на почвенные горизонты объясняется наличием мощного агроирригационного слоя, увеличивающегося из года в год за счет ила поливных вод и внесения земليстых удобрений.

Планировки и землистые удобрения сильно нивелируют различия в механическом составе почв и определяют преимущественное распространение тяжелосуглинистых, меньше среднесуглинистых и глинистых почв.

Типичные сероземы долинных аллювиально-пролювиальных равнин.

Район сложен аллювиально-пролювиальными мелкоземисто-щебнистыми (галечниковыми), местами лессовыми отложениями. Здесь выделены орошаемые и целинные типичные сероземы и староорошаемые сероземно-луговые почвы.

Почвы подгорной волнистой лессовой равнины.

Из них 85 % занимают орошаемые земли, 10 % богарная пашня и 5 % сенокосы и пастбища.

Среди орошаемых почв выделяются типичные сероземы, лугово-сероземные, сероземно-луговые и луговые. В зависимости от давности орошения выделяются: староорошаемые, новоорошаемые и новоосвоенные. По степени окультуренности различают: высокоокультуренные, среднеокультуренные и слабоокультуренные почвы.

Староорошаемые типичные сероземы под влиянием многолетнего орошения утратили признаки естественных почв на всю глубину профиля. Они характеризуются наличием мощного агроирригационного горизонта (100 см и более), глубоким, сравнительно равномерным распределением гумуса по профилю.

Высокоокультуренные почвы обладают оптимальными водно-физическими свойствами, высоко обогащены гумусом, обеспечены азотом, фосфором и калием. У них повышена нитрификационная способность. На этих почвах полностью отсутствуют признаки эрозии, засоления, заболоченности, солонцеватости. Земли хорошо спланированы.

В сельском хозяйстве эти почвы дают очень высокий экономический эффект.

Слабоокультуренные почвы характеризуются низкой обеспеченностью элементами питания, меньшими запасами гумуса, низкой нитрификационной способностью. Почвы могут быть подвержены влиянию эрозии, засолению, заболачиванию. Обычно эти почвы имеют плужную подошву, плохо спланированы, за-

сорены. Посевы на таких почвах сильно изрежены, урожаи хлопчатника и других культур низкие.

Среднекультурные почвы занимают по своим свойствам промежуточное положение между высококультурными и низкокультурными почвами.

Вследствие волнистого рельефа и преобладания уклонов 2-5°, вся поверхность подгорной лессовой равнины повержена слабому смыву. Среди староорошаемых типичных сероземов выделяются слабосмытые, реже среднесмытые почвы.

Типичные сероземы плоской равнины III лессовой террасы.

Почвенный покров III-ей лессовой террасы представлен следующими группами почв: орошаемыми и богарными типичными сероземами, лугово-сероземными, сероземно-луговыми и луговыми сазовыми почвами.

Самые большие массивы староорошаемых типичных сероземов выделяются по правобережью рек Чирчик и Ангрен. Почвы эти преимущественно высококультурные. Они имеют мощный агроирригационный горизонт, глубокое и равномерное распределение перегноя, отличаются высокой биологической активностью. Почвы эти незасолены. По механическому составу преобладают средне-суглинистые и тяжелосуглинистые.

Почвы аллювиальной равнины.

Аллювиальная равнина объединяет I и II террасы рек Чирчик, Ангрен.

В зависимости от глубины залегания грунтовых вод и исторически сложившихся условий почвообразования здесь формируются *лугово-сероземные, луговые и болотно-луговые почвы*.

С глубины 1,0-1,5 м. местами подстилаются галечником или песком.

Структура базы данных SOTER.

База данных SOTER имеет следующую иерархическую цепочку:

1. Территория.
2. Компоненты территории
3. Данные компонентов
4. Почвенные компоненты
5. Почвенный профиль
6. Почвенные горизонты
7. Растительность

Физическая география является первым дифференциальным признаком, используемым для характеристики SOTER unit, она описывает формы рельефа каждой поверхности.

Позиция "Территория" включает следующие параметры: отметки местности относительно у.м., градиент уклона, глубина рельефа (базиса эрозии), формы рельефа, гипсометрия, рассеченность местности

Второй шаг идентификации для каждой территории – это поверхностные формы мезорельефа, материнская порода, дренированность, подверженность эрозии, тип почвы.

Заключительный шаг оценки – это идентификация почвы для каждого компонента территории. Характеристика почвы дается в разрезе почвенного профиля по генетическим горизонтам для каждой почвенной разности. Почвенные характеристики охватываются значительным перечнем химических и водно-физических параметров, а именно: содержание органического углерода (гумуса), валового азота, карбонатов,

гипса, емкости поглощения и состав поглощенных оснований, состав водной вытяжки, электропроводность, механический состав, объемная масса.

За единицу SOTER unit территории Чирчик-Ахангаранского бассейна принята почвенная разность.

Классификация почв основана на Докучаевском принципе выделения генетических типов, подтипов, видов, родов, разностей. Каждый почвенный тип отражает в себе пять факторов почвообразования:

1. Рельеф
2. Материнская порода.
3. Растительность
4. Климат.
5. Возраст.

Возвращаясь к принципам формирования базы данных SOTER, считаем возможным принять за SOTER unit почвенный контур почвенной классификации территории Чирчик-Ахангаранского бассейна. С этой целью собрана информация по конкретным почвенным профилям, включающая морфологическое описание профиля, по генетическим горизонтам, химический состав почв и физические свойства по генетическим горизонтам

“SOTER” Чирчик-Ахангаранского бассейна.

База данных “SOTER” была сформирована на картографической основе 1: 200 000 почвенного покрова Ташкентской области, покрывающей Чирчик-Ахангаранский бассейн.

Почвенная карта бассейна содержит 42 почвенные разности трансформированные в SOTER unit.

Каждому SOTER unit соответствует один почвенный контур. Полное название почвы было переведено в кодовое выражение, символами отражающий название почвенной разности, а также степень проявления характерного признака, одного или нескольких из: степень эродированности, давность освоения, уровень грунтовых вод, степень засоления.

Ниже приводится структура базы данных SOTER.

Непространственные атрибуты объекта SOTER

Местность

1. Идентификационный номер объекта SOTER
2. год сбора данных
3. ID карты
4. минимальная высотная отметка
5. максимальная высотная отметка
6. градиент уклона
7. интенсивность рельефа
8. основные формы рельефа
9. региональный уклон
10. гипсометрия
11. расчленение
12. общая литология
13. постоянное зеркало воды

Компоненты местности

14. Идентификационный номер объекта SOTER
 15. номер компонента местности
 16. доля объекта SOTER
 17. ID данных компонента местности
- Данные компонента местности
18. ID данных компонента местности
 19. доминирующий уклон
 20. длина уклона
 21. форма уклона
 22. локальные поверхностные формы
 23. средняя высота
 24. покрытие
 25. литология поверхности
 26. текстурная группа неуплотненной материнской породы
 27. глубина до коренной подстилающей породы
 28. открытый дренаж
 29. глубина до грунтовых вод
 30. частота затопления
 31. продолжительность затопления
 32. начало затопления

Почвенный компонент

33. Идентификационный номер объекта SOTER
34. номер компонента местности
35. номер почвенного компонента
36. доля объекта SOTER
37. ID профиля
38. номер справочных профилей
39. положение в компоненте местности
40. скалистость поверхности
41. каменистость поверхности
42. виды эрозии/отложений
43. затронутая область

База данных “SOTER” используется для параметризации комплекса моделей управления водными ресурсами Чирчик-Ахангаранского бассейна

Научно-информационный центр МКВК
Республика Узбекистан, 700187, г. Ташкент, Карасу-4, 11,
НИЦ МКВК

www.sic.icwc-aral.uz
info@icwc-aral.uz

Компьютерная верстка и оформление
Абдурахманов Д. Д.

Отпечатано в НИЦ МКВК, г. Ташкент, Карасу-4, 11