

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



**РАЗРАБОТКА ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ПОЛИТИКИ МКВК
В ВОПРОСАХ РАЦИОНАЛЬНОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
И ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ
В БАССЕЙНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ
(краткое изложение результатов исследований НИЦ 1998 года)**

Ташкент – 1999

На очередном 18ом заседании МКВК в феврале 1999 г. в г. Ашгабаде был одобрен план научно-исследовательских работ на 1998-1999 гг. – Межгосударственная программа «Разработка основных компонентов политики МКВК в вопросах рационального водопользования и охраны водных ресурсов в бассейне Аральского моря» (протокол № 18 от 21.02.98 г., п.2.2).

В выполнении указанной программы принимают участие водохозяйственные научно-исследовательские и проектные институты Центральной Азии.

В настоящем сборнике дано краткое изложение основных результатов исследований, выполненных в 1998 г. сотрудниками Научно-информационного центра МКВК.

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

Сборник подготовили к печати:

Умаров П.Д., Соколов В.И., Якубов Х.Э., Беглов Ф.Ф.

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Выпуском первого номера настоящего сборника мы приступаем к публикации результатов научных исследований, выполняемых по межгосударственной программе «Разработка основных компонентов политики МКВК в вопросах рационального водопользования и охраны водных ресурсов бассейна Аральского моря».

В первый выпуск сборника включены основные результаты научно-исследовательских работ, выполненных в 1998 году учеными и специалистами Научно-информационного центра МКВК. В последующих выпусках планируется публикация результатов исследований национальных научно-информационных центров, водохозяйственных НИИ и проектных институтов Центральной Азии.

В плане редколлегии также намечена публикация результатов научных работ по другим проблемам региона, которые представят интерес и внесут определенный вклад в водохозяйственную науку и практику.

Надеемся, что данный сборник будет интересен специалистам в области водного хозяйства, ирригации и мелиорации.

Мы приглашаем к сотрудничеству ученых и специалистов-водников Центральной Азии, СНГ и дальнего зарубежья.

С уважением,
главный редактор,
директор НИЦ МКВК,
д.т.н., профессор

Духовный В.А.

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ I. РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА МЕР ОРГАНИЗАЦИОННОГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ И ПРОЦЕДУРЫ МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ В СФЕРЕ УПРАВЛЕНИЯ, ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В БАССЕЙНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ	6
<i>1.1. РАЗРАБОТКА ОБЩИХ ПРИНЦИПОВ УСТОЙЧИВОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ В БАССЕЙНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ.....</i>	<i>6</i>
<i>1.2. РАЗРАБОТКА ПОРЯДКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАТРАТ И ДОХОДОВ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРОУЗЛОВ КОМПЛЕКСНОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕКАХ.....</i>	<i>13</i>
<i>1.3. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО ВОДНО-ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОНСОРЦИУМА СТРАН ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ.....</i>	<i>27</i>
<i>1.4. РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ВОДОХРАНИЛИЩАМИ В БАССЕЙНЕ РЕКИ АМУДАРЬЯ (МЕТОД ПОИСКА РЕШЕНИЯ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ)</i>	<i>34</i>
РАЗДЕЛ II. КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ БАССЕЙНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ ПО ДВУМ ОСНОВНЫМ КОМПОНЕНТАМ (ТРАНСГРАНИЧНЫЕ И МЕСТНЫЕ ВОДЫ) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС	43
<i>2.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ВОДОСБОРНЫХ БАССЕЙНОВ ТРАНСГРАНИЧНЫХ, МЕСТНЫХ И СМЕШАННОГО ТИПА ПОВЕРХНОСНЫХ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В БАССЕЙНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ И ИХ КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА.....</i>	<i>43</i>
<i>2.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОН СОВМЕСТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОВЕРХНОСНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД В БАССЕЙНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ И КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ИХ ВЗАИМОВЛИЯНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ.....</i>	<i>48</i>
<i>2.3. АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ ВОЗВРАТНЫХ ВОД (ОТ ОРОШЕНИЯ И ПРОМКОМБЫТА) В БАССЕЙНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ, ИХ КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА С УЧЕТОМ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ.....</i>	<i>52</i>
РАЗДЕЛ III. РАЗРАБОТАТЬ ЕДИНУЮ СИСТЕМУ ОЦЕНКИ ТРЕБОВАНИЙ НА ВОДУ, НОРМ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ ЭКОНОМИКИ СТРАН В БАССЕЙНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ	56
<i>3.1. ПРИНЦИПЫ УСТАНОВЛЕНИЯ “ЖЕСТКИХ” НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ НА ВОДУ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ.....</i>	<i>56</i>
<i>3.2. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИ ОПТИМАЛЬНЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ НОРМ ПРИ ЗАДАННЫХ ПАРАМЕТРАХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ.....</i>	<i>63</i>
<i>3.3. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ОТВОДА КОЛЛЕКТОРНО- ДРЕНАЖНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ.....</i>	<i>75</i>

РАЗДЕЛ IV. ВНЕДРЕНИЕ ПЕРВОЙ ОЧЕРЕДИ ЕДИНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ВОДНО-ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ БАССЕЙНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ	82
<i>4.1. РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО БЛОКА «ЭКОЛОГИЯ» (СУББЛОК «АРАЛ И ДЕЛЬТЫ» АМУДАРЬИ И СЫРДАРЬИ).....</i>	<i>82</i>
<i>4.2. РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО БЛОКА «СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ», РАЗРАБОТКА И ОПЫТНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЕГО ПРОГРАММНЫХ МОДУЛЕЙ.....</i>	<i>85</i>
<i>4.3. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ БЛОКА “ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ” ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РЕКИ И ОРОШАЕМЫХ МАССИВОВ С ЦЕЛЬЮ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ СОЛЕНАКОПЛЕНИЯ.....</i>	<i>90</i>
<i>4.4. РАЗРАБОТКА ОРГАНИЗАЦИОННЫХ МЕР И ПРОЦЕДУР МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО ОБМЕНА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ (ПУБЛИКАЦИИ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОТЧЕТЫ) С УЧЕТОМ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОЧТЫ.</i>	<i>99</i>
<i>4.5. РАЗВИТИЕ СФЕР ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ (ГИС) В УВЯЗКЕ С БАЗОЙ ДАННЫХ ЕИС БАССЕЙНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ В ПРАКТИКЕ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ И ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ.....</i>	<i>106</i>
<i>4.6. РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ СЕТЕЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ НА УРОВНЕ НАЦИОНАЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ И НИЦ МКВК</i>	<i>115</i>
МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЙ НАШИХ ПАРТНЕРОВ.....	119
<i>КАЧЕСТВО ВОДЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИАРАЛЬЯ</i>	<i>119</i>

РАЗРАБОТКА ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ПОЛИТИКИ МКВК В ВОПРОСАХ РАЦИОНАЛЬНОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В БАССЕЙНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

РАЗДЕЛ I. РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА МЕР ОРГАНИЗАЦИОННОГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ И ПРОЦЕДУРЫ МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ В СФЕРЕ УПРАВЛЕНИЯ, ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В БАССЕЙНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

1.1. РАЗРАБОТКА ОБЩИХ ПРИНЦИПОВ УСТОЙЧИВОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ В БАССЕЙНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

Авакян И.С.

Понятие “устойчивое развитие” рассматривается, в основном, в контексте возможных глобальных и местных изменений внешних условий с тем, чтобы предвидеть влияния изменений на макроуровне, а так же на уровне секторов экономики. Мы придерживаемся мнения исследователей, которые рассматривают этот вопрос как оптимальную комбинацию различных форм потенциалов для достижения межпоколенного равенства.

Фонем для данного рассмотрения в Центрально-Азиатских странах являются изменения экономической и политической структуры, происходящие с момента распада Советского Союза, трансформация плановой системы хозяйствования и командных методов управления в рыночную экономику.

Методически, в общем плане, принципиальная схема последовательности ситуационного анализа устойчивости и выбора рациональных политик и мер в различных областях деятельности представлена на рисунке 1. В мировой практике подобные оценки производятся на различных уровнях - макроэкономическом, секторном, проектном (объектном). Проведение анализа на различных уровнях важно с точки зрения взаимосвязи и влияния развития (ситуации) проектов на развитие секторов и далее - секторов - в целом на макроэкономические показатели. С другой стороны, важна взаимосвязь оценок на секторном уровне и на макроуровне. Например, руководствуясь государственной политикой, может быть предложен сценарий макроэкономического развития государства, который непременно вызывает определенные влияния на развитие отдельных секторов.

Выполнена оценка ситуации в секторе водного хозяйства по четырем потенциалам, характеризующим устойчивое развитие - основным фондам, человеческому (кадровому), естественных ресурсов, финансовому.

Оценка основных потенциалов производится на основании системы оценочных показателей. При оценке на макро уровне отмечено, что стабилизация уровня валового внутреннего продукта происходит медленно и не по всем республикам. Темпы снижения ВВП резко сокращены во всех республиках и этот перелом произошел на уровне 1995 г., однако, прирост по отношению к 1990 г. не наблюдается. Сокращение темпов снижения ВВП во всех республиках и некоторое увеличение ВВП в Казахстане и Узбекистане предполагает возможность экономического роста в последующие годы. По оценкам EIU, рост ВВП предположительно может составить от 2 до 6 % в год.

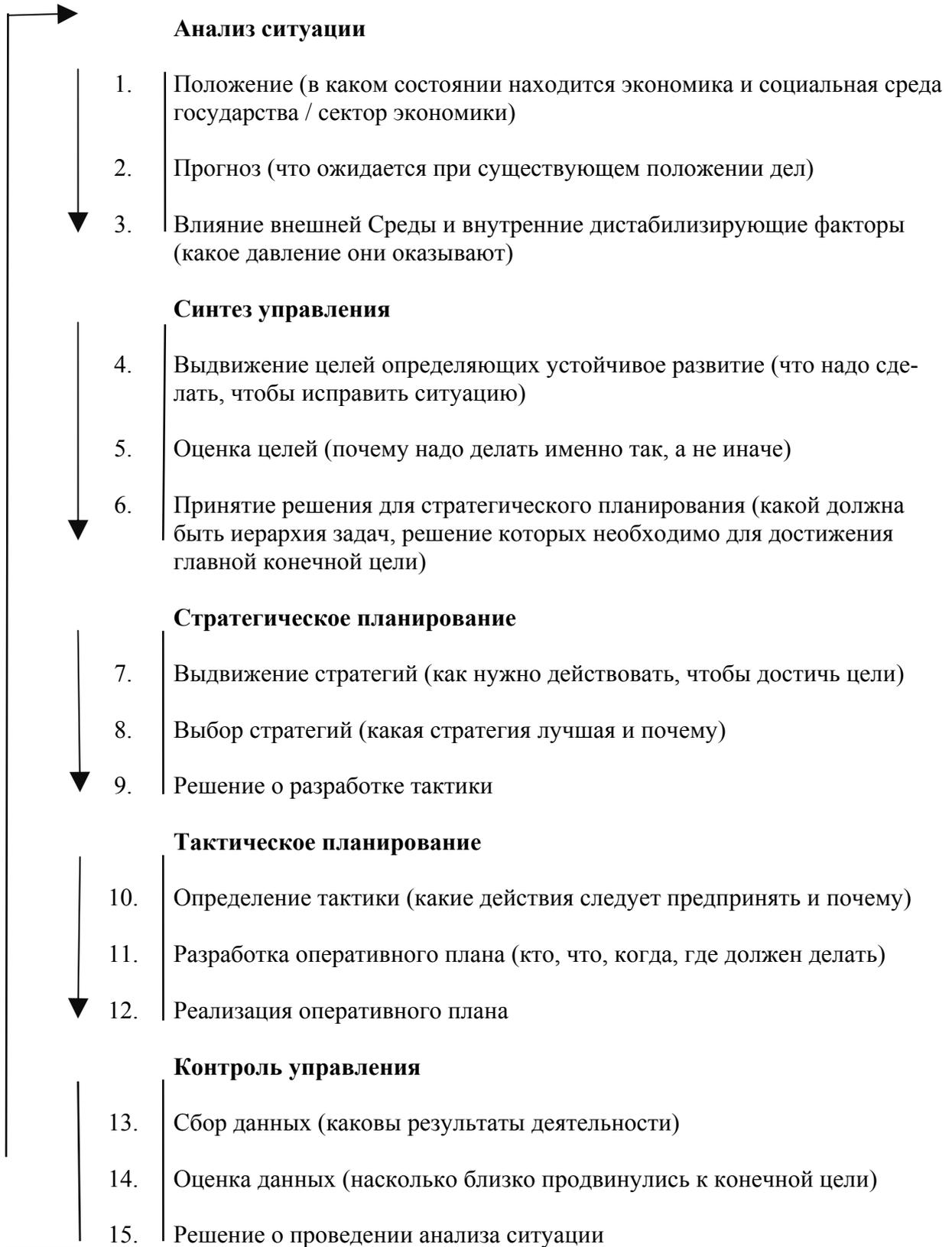
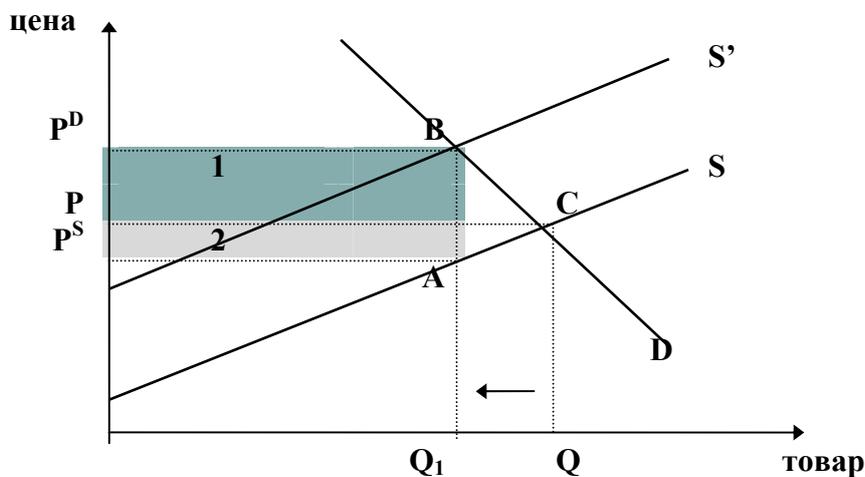


Рис. 1. Принципиальная схема последовательности ситуационного анализа для оценки с позиции устойчивого развития.

С точки зрения общей экономической теории, налоги и субсидии оказывают негативное влияние на рынок, происходит нарушение эффективности рынка. Известно, что государство регулирует цены на социально-значимые товары и услуги, устанавливает налоги, которые являются основными бюджетными поступлениями, выделяет субсидии на отдельные виды продукции и ресурсов производства. В независимости от того, входит налог в издержки производства или нет, ситуация на рынке изменяется. В первом случае за счет смещения кривой предложения и установления новой равновесной цены на рынке, уравнивающей кривые спроса и предложения. Во втором случае - за счет смещения кривой спроса и аналогичных ценовых процессов. При этом часть налога оплачивает производитель, а часть - потребитель. Пропорция распределения бремени налога между производителем и потребителем меняется в зависимости от эластичности спроса и предложения. В этом проявляются социальные влияния налогового бремени. Схематично эти процессы выглядят следующим образом:



- S - кривая предложения
- S' - кривая предложения после введения налога
- D - кривая спроса
- P - равновесная цена на рынке до введения налога
- P^D - цена спроса
- P^S - цена предложения
- Q - объем товара (услуги), потребляемый при цене P
- Q₁ - объем товара, потребляемый после введения налога
- P^SP^DBA - общий доход от производства и реализации (доход общества)
- 1 - часть налога, которую оплачивает потребитель
- 2 - часть налога, которую оплачивает производитель
- ABC - чистые потери экономики (социальные потери общества)

Чистые потери экономики - потери благосостояния, потери использования ресурсов для производства.

Субсидии рассматриваются как дополнительное финансирование. Однако, с точки зрения экономической теории, наличие субсидий не выгодно ни для производителя, ни для потребителя. При существовании субсидии на товар (услугу) увеличивается его (ее) потребление, т.к. на рынке устанавливается цена ниже стоимости товара (услуги). При этом увеличиваются излишки потребителя (возможность купить большее количество товаров по установившейся с учетом субсидии цене) и излишки производителя (возможность производить большее количество товара с учетом субсидий). Кроме того, за счет увеличения спроса образуются невосполнимые ни производителем, ни потребителем излишки, называемые потерями экономики и чистыми потерями благосостояния. Схематически это можно изобразить следующим образом:

Данные о субсидиях практически отсутствуют. Однако, известно, что государство субсидирует отдельные виды ресурсов производства и услуг. Например, относительно сельхозпроизводства, государство субсидирует электроэнергию и в 1990 г. при потреблении электроэнергии в сельском хозяйстве 14883 млн. кВтч. Субсидия составила 790 млн.US \$, в т.ч. на орошение - 380 млн.US \$. Кроме того, субсидируются услуги водопользования, приобретение ГСМ, удобрений и хим.препаратов. Общая сумма субсидий сельхозпроизводству в 1995 г. по оценкам экспертов Всемирного Банка составила около 600 млн.US \$. С другой стороны, государство устанавливает госзаказ на продукцию хлопка и зерна. Отток из сельхозсектора за счет существования госзаказа определен в 1995 г. в 1200 млн.US \$. Следовательно, чистый отток равен примерно 600 млн.US \$. Таким образом, виден так называемый «скрытый налог», который несут сельхозпроизводители при наличии субсидирования и существовании госзаказа.

Производственный потенциал может быть оценен по изменению состояния основных фондов и производственных мощностей. Известно, что снижение потенциала основных фондов происходит за счет старения, морального и физического износа, консервации или фиктивной потери потенциала вследствие снижения производства и недоиспользования производственных фондов.

Обновление производственных фондов идет путем простого и расширенного воспроизводства, привлечения капиталов и технологий извне, осуществления определенной системы профилактических ремонтов и поддержания фондов.

Интересным представляется сравнительный анализ ОПФ в \$/га за 1990 и 1995 гг.

Хотя за последние годы учет и анализ данных резко ухудшились, тем не менее, отдельные показатели, которые были доступны, характеризуют следующую ситуацию:

* основные производственные фонды водохозяйственных организаций в основном на межхозяйственных объектах, приведенные на 1 га в долларовом исчислении резко снизились с 1990 по 1995 г. во всех государствах Центральной Азии в меньшей степени в Кыргызстане (38 %), в большей степени - в других странах (70 ... 86 %) и составляют от 44 \$/га в Южном Казахстане до 357 \$/га в Киргизии, против 300 ... 1000 ранее;

* идет почти повсеместное старение основных фондов механизмов. По данным исследований ГАСИС средний возраст имеющихся тракторов - 9 лет, а прочих механизмов - 11 лет, что превышает нормативный срок их службы;

* производственные мощности предприятий строительной индустрии в водном хозяйстве упали более, чем на порядок. Если в 1985 году в регионе производилось более 3,500 тыс. км³ сборного железобетона, около 12 тыс. т металлоконструкций, более 10 тыс. тн полимерных изделий, то ныне эти цифры сократились соответственно до 250 тыс км, 2,2 тыс. тн и 0,8 тыс.тн;

* положение в бывшей внутриводной части орошаемых фондов характеризуется физическим состоянием имеющейся инфраструктуры. Обследование ВАРМАП в 22 хозяйствах всех стран региона показывает, что процент неработающих открытых дрен составляет в среднем 32 % с вариацией от 10 до 62 %, закрытых дрен - 16 % с вариацией от 9 до 36 %, вертикального дренажа 86 %, коллекторов - 40 %. Ситуация усугубляется в дополнение к реальному выбытию основных средств неправильной их переоценкой, занижением амортизационных отчислений на реновацию, потребную для восстановления фондов, а стало быть и возможностью их восстановления.

Потенциал естественных ресурсов представляет собой основу национального богатства государства, зачастую является исчерпаемым, требует затрат на их воспроизводство, следовательно, рациональной политики использования. Для нашей отрасли он состоит из потенциала земли и воды.

Земельные ресурсы на первый взгляд по характеристике динамики изменения плодородия почв в странах Центральной Азии, по баллам бонитета в целом, в количественном отношении характеризуются как медленно снижающиеся по своему потенциалу. В качественном отношении в целом наблюдается снижение удельного веса высоко плодородных угодий (с 22,6 до 21,5 %), а так же удельного веса плодородных земель (с 30,7 до 29,5 %), незначительное увеличение средне плодородных земель (с 30,8 до 32,8 %) практическая стабилизация доли слабо плодородных земель (с 15,6 до 5,7 %) и увеличение доли низко плодородных земель (с

0,3 до 0,5 %).

Однако, по целому ряду других показателей, особо по выборочным наблюдениям, идет резкое ухудшение плодородия, которое пока еще не отражается на бонитете, но в силу закона накопления негативных признаков может проявляться скачкообразно.

По тем же исследованиям ВАРМАП'а:

* содержание в почве фосфора, калия и подвижного азота снижается во всех обследуемых хозяйствах ЦАР;

* уплотняется подплужная подошва вследствие ухудшения глубины пахоты и отказа повсеместно от рыхления;

* резкое увеличение количества полей с повышающимся содержанием солей (сравнение минерализации почвенного раствора на одинаковые даты по 16 хозяйствам в среднем за год показывает соленакопление 51 %).

Водные ресурсы в бассейне Аральского моря вряд ли можно считать уменьшающимися в их естественном состоянии по оценкам формирования стока. Однако, стабильность водохозяйственной обстановки зависит от степени использования водных ресурсов и тем самым степени нарушения естественных циклов. Хотя в предыдущие годы, благодаря строгому лимитированию водных ресурсов и четкому водораспределению, удалось сократить водозаборы в целом на 7 км³ по сравнению с 1990 г., но за последние 2 года ситуация несколько ухудшилась:

* вследствие несогласованных действий по управлению водными ресурсами реки Сырдарья вне русла и Арала было изъято из полезного использования и сброшено в Арнасай за 1994...1998 гг. 16,1 км³;

* резко увеличилось непродуктивное использование воды в орошаемом земледелии — хотя производство сельскохозяйственной продукции по сравнению с 1990 годом в два с лишним раза меньше, водозабор поднялся выше, чем в 1990 г. (на 1 км³). Таким образом, непроизводственные потери увеличились вдвое. Это подтверждается данными ВУФМАС'а - в среднем, полезное использование воды составило на уровне хозяйств и поля 25...30 % в 1997...98 гг. вместо 45...60 % ранее!

* внимание к продуктивному использованию воды и к ее лимитированию резко сократилось даже на межхозяйственном и магистральном уровне, что можно видеть на примере бассейна Амударья, где за 1997...1998 гг. лимиты водозаборов под разными доводами увеличились.

Кадровый потенциал. К сожалению, в целом по региону не удалось собрать данные, однако, собранные данные по Узбекистану, характеризующие половину кадрового потенциала региона ориентировочно позволяют оценить общее состояние дел в Аральском бассейне:

* в численном отношении за период 1990 - 1995 г. в Узбекистане произошло снижение кадрового потенциала по Минводхозу на 15 %, по Узводстрою - на 43 %, при этом количество работающих в подрядных организациях сократилось на 32 %, в промышленности - на 31 %, автохозяйствах - на 34,6 %, в проектных и научных организациях - мозговом центре отрасли - на 40 %;

* хотя численность эксплуатационного персонала не уменьшилась, но уровень обеспечения (заработная плата) персонала ухудшился по сравнению с 1990 г. в сопоставимых ценах почти в 10 раз, а отсюда следует ожидать, что большую часть времени персонал занят на неофициальных приработках;

* переподготовка кадров практически прекращена, имели место лишь разовые акции, устраиваемые НИЦ МКВК и Минводхозами в части отдельных семинаров, поездки руководящего состава за границу и т.д. Между тем, тенденции в мировой практике управления водным хозяйством и орошаемом земледелии в мире ушли далеко вперед, что позволяет свидетельствовать о качественном сокращении кадрового потенциала.

В 1997 году нами был проведен опрос среди руководителей Республиканских и областных водохозяйственных организаций Центрально-азиатского региона. В опросе участвовали 24 респондента. Среди прочих в анкете были предложены вопросы относительно кадрового потенциала водохозяйственных организаций. Так, квалификацией кадров довольны примерно 50 % респондентов, все отметили высокую текучесть кадров и указали низкий уровень заработной платы как одно из основных препятствий в организации работы областных и республиканских водохозяйственных организаций. Около 80 % респондентов отметили потерю квали-

фицированного персонала, 60 % - старение кадров, при этом как основная причина указывается низкий уровень оплаты труда.

Учитывая результаты проведенного опроса относительно развития кадрового потенциала отрасли, можно сказать, что если до 1995 г. не было заметно снижение кадрового потенциала, то в последующие годы это снижение наблюдается, идет процесс старения кадров, потеря квалифицированного персонала.

Естественно, что снижение валового национального продукта, характеризующее финансовый потенциал страны, также отражается и на финансовом потенциале отрасли, который складывается из:

- субсидий государства в эксплуатационные затраты и капвложения;
- плату за воду как ресурс и за услуги водохозяйственных организаций;
- внешние займы;
- отчисление хозяйств в повышение потенциала орошаемого земледелия и водного хозяйства.

Хотя точных данных по всем республикам не удалось собрать, однако, отметим следующие положения:

- субсидии государства сохраняются в значительных масштабах в Узбекистане, Туркмении и Кыргызской Республике, в основном в эксплуатационные мероприятия; в Казахстане и Таджикистане они крайне незначительны;

- даже там, где капвложения государств сохранены (Узбекистан), по сравнению с 1991г. они сократились вдвойне, в т.ч.:

- на орошение новых земель на 49 %;
- комплексную реконструкцию орошаемых земель (КРОЗ) - на 60,5 %;
- строительство и переустройство КДС (СП КДС) - на 81 %;
- строительство и реконструкцию магистральных и межхозяйственных каналов и коллекторов - на 59,5 %;
- повышение водообеспеченности и переустройство оросительных сетей - на 84 %;
- прочие затраты - почти в 2 раза.
- плата за воду и за услуги составляет пока незначительную часть. Даже в Казахстане, где практически водное хозяйство переведено на самофинансирование, вклад водопользователей составляет не более 10 \$/га;

- внешние займы в водное хозяйство и орошаемое земледелие в тенденции растут, особо сильно в Казахстане, где в зоне Аральского моря вкладывается 100 млн. долл. по линии МБРР и 50 млн. долл. по линии АБР. В Кыргызской Республике займы достигли 30 млн. долл., в Узбекистане намечено на 1999...2000 гг. 160 млн. долл. по линии МБРР и 50 млн. долл. по линии АБР.

Однако, по сравнению с прежним объемом госкапвложений на уровне 1990 г. (около 2,0 млрд. долл.), эти вклады пока достаточно низки.

Анализ эксплуатационных затрат водохозяйственных организаций на основе Региональной базы данных (РБД, блок "Экономика") показал, что практически все статьи затрат претерпели сокращение. Наибольшему сокращению (от 70 % в Узбекистане до 97,4 % в Таджикистане) подверглись затраты по оплате труда, при этом за этот же период практически везде (за исключением Кыргызстана) произошло и сокращение по затратам труда в чел./мес. на 15 % (от 3 % в Казахстане до 28 % в Туркменистане)

Расходы на электроэнергию резко увеличились в Узбекистане на 89 %, а потребление электроэнергии сократилось на 4,5 %.

Существенно сокращены административно-управленческие расходы (от 39 % в Узбекистане до 96 % в Таджикистане).

В целом, общие эксплуатационные затраты водохозяйственных организаций имеют снижение в разной степени (минимальное - 7.6 % - в Узбекистане, до 60 % - в Кыргызстане до 92.3 % в Туркмении) во всех ЦАР.

ВЫВОДЫ

1. Стабилизация уровня валового внутреннего продукта происходит медленно и не по всем республикам. Темпы снижения ВВП резко сокращены во всех республиках и этот перелом произошел на уровне 1995 г., однако, прирост по отношению к 1990 г. не наблюдается. Сокращение темпов снижения ВВП во всех республиках и некоторое увеличение ВВП в Казахстане и Узбекистане предполагает возможность экономического роста в последующие годы. По оценкам ЕIU, рост ВВП предположительно может составить от 2 до 6 % в год.

2. Анализ основных производственных фондов водохозяйственных организаций в республиках ЦАР показал, что существующая система переоценки фондов несовершенна. Стоимость ОПФ сильно искажена в сторону уменьшения и, как следствие, неадекватные амортизационные отчисления и заниженные эксплуатационные затраты.

3. Анализ эксплуатационных затрат водохозяйственных организаций региона показал фактическое снижение всех их компонентов за период 1990-1995 гг., при этом фактические эксплуатационные затраты составляют 20-70 % от нормативных. Это не может быть гарантией устойчивой эксплуатации водохозяйственных систем.

4. В государствах Центральной Азии имеет место прогрессирующее снижение потенциала водного хозяйства и орошаемого земледелия, особенно в части природного, финансового и потенциала основных фондов. Применение анализа и разработка индикаторов устойчивого развития позволят выработать меры для поддержания устойчивого развития водного и сельского секторов экономики Центрально-Азиатских государств.

1.2. РАЗРАБОТКА ПОРЯДКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАТРАТ И ДОХОДОВ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРОУЗЛОВ КОМПЛЕКСНОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕКАХ

Белоцерковский К.И.

Обобщение мирового и отечественного опыта подходов к распределению затрат и доходов при совместном межгосударственном и межотраслевом использовании комплексных водохозяйственно-энергетических объектов показало, что имеющиеся предложения направлены, в основном, на проведение необходимых расчетов на стадии проектирования новых, намеченных к строительству объектов.

Наиболее широко используемым является метод расчета “раздельных и совместных затрат”, согласно которому определяется:

- стоимость чисто энергетической части комплексного объекта;
- стоимость чисто ирригационной части комплексного объекта;
- остаток стоимости, т.е. неразделимые затраты, распределяемые по компонентам комплекса на основе разных принципов.

Имеют место и предложения по распределению только ежегодных издержек, связанных с совместным использованием регулирующих гидроузлов комплексного назначения, которые рекомендуют в начале распределять затраты, связанные с одним видом использования или пользователя, определяемые как делимые затраты, а затем при помощи определенного метода затраты, которые не могут быть связаны с одним видом использования или пользователя распределяются на основе согласованных правил.

В целом на основе проведенного изучения установлено, что:

- единая общепринятая методика распределения затрат и доходов при совместном использовании комплексных объектов отсутствует;
- основная часть методических подходов к распределению затрат и доходов указанных объектов предназначена для проведения расчетов на стадии проектирования новых объектов;

- применение рекомендуемых подходов в условиях действующих комплексных объектов и, особенно, в целом по ВХК, требует их серьезной корректировки;

- необходима разработка новых принципов и подходов к распределению затрат и доходов при совместном межгосударственном и межотраслевом использовании комплексных объектов ВХК, с обязательным учетом специфики экономических, юридических и социальных условий, сложившихся в государствах ЦАР, в связи с их государственной независимостью и переходом к рыночным отношениям.

Предлагаемые принципиальные положения подходов к межгосударственному и межотраслевому распределению затрат и доходов при совместном использовании сооружений водохозяйственных комплексов (ВХК) на трансграничных реках основаны на том, что ВХК представляет собой сложную систему, состоящую из совокупности объектов, связей между ними, динамично развивающихся в сочетании со сложившимися природными условиями, обеспечивающих регулирование, распределение, охрану и подачу водных ресурсов отраслям водопотребителям.

Рассмотрены:

- основные функции ВХК;
 - экономические и финансовые аспекты функционирования ВХК;
 - вопросы капитальности ВХК, т.е. наличия и состава основных фондов и ежегодных затрат, связанных с их эксплуатацией;

- определены подходы к оценке эффективности функционирования ВХК, т.е. вида и объемов чистого дохода основных отраслей, связанных с использованием водно-земельных ресурсов бассейна ВХК. Установлено, что эффект в орошении создается всем комплексом водохозяйственного и сельскохозяйственного производства и выражается чистым доходом, получаемым в результате реализации продукции сельского хозяйства.

Эффект в гидроэнергетике создается в результате выработки электроэнергии на ГЭС (каскадах) и выражается чистым доходом от ее реализации;

- рассмотрены имеющиеся место различные формы собственности объектов, входящих в ВХК: межгосударственная, государственная, акционированная, частная;

- проанализированы межгосударственные соглашения стран Центральноазиатского региона, регламентирующие порядок финансирования и распределения затрат Бассейновых водохозяйственных объединений, как структурного подразделения МКВК, в котором определены обязанности каждой страны в обеспечении своей доли финансирования БВО из средств своего бюджета, соответственно ее заинтересованности в получении необходимых объемов водных ресурсов, а также согласованные принципы взаимных компенсаций.

В развитие имеющихся методических разработок и подходов к решению задач распределения затрат и доходов при совместном использовании действующих объектов ВХК, проф. Духовным В.А. предложено и обосновано несколько вариантов решения этой задачи, с учетом политической, экономической и социальной ситуации, сложившейся в бассейне Аральского моря, в связи с суверенизацией государств ЦАР и перехода к рыночным отношениям:

Вариант 1 - Метод распределения затрат при межгосударственном и межотраслевом совместном использовании всего комплекса сооружений, функционирующих на трансграничных реках в пределах ВХК в целом, пропорционально объемам получаемых доходов;

Вариант 2 - Метод распределения затрат и доходов при совместном межгосударственном и межотраслевом использовании комплексных ирригационно-энергетических гидроузлов (водохранилищ) по принципу пропорциональности затрат получаемым эффектам;

Вариант 3 - Метод распределения эксплуатационных издержек гидроузлов комплексного назначения между энергетикой и ирригацией в зависимости от объемов регулирования стока и эффектов, получаемых в отраслях, от их использования.

Ниже приведены предварительные расчеты по вариантам, выполненные на примере Сырдарьинского ВХК.

В целях определения и распределения затрат и доходов при совместном использовании объектов ВХК и проведения необходимых расчетов разработана система технико-экономических показателей и методика их расчета:

Основными параметрами, используемыми в целях определения затратных показателей приняты:

К - Балансовая (восстановительная) стоимость основных фондов объектов ВХК;

И - Годовые затраты на эксплуатацию, текущий и капитальный ремонт, амортизацию на реновацию основных фондов объектов ВХК;

Pr - Приведенные затраты, связанные с эксплуатацией объектов ВХК.

Стоимость общих и отраслевых основных фондов ВХК определяется выражениями:

$$\Sigma K_{\text{ВХК}} = K_{\text{компл.г/уз.}} + K_{\text{ГЭС}} + K_{\text{БВО}} + K_{\text{р.МСВХ}} \quad (1)$$

$$\Sigma K_{\text{ВХК}} = K_{\text{ВХК.ир.}} + K_{\text{ВХК.эн.}} \quad (2)$$

где:

$$\Sigma K_{\text{компл.г/уз.}} = K_{\text{компл.г/уз.ир.}} + K_{\text{компл.г/уз.эн.}} \quad (3)$$

Таким образом:

$$\Sigma K_{\text{ВХК}} = (K_{\text{компл.г/уз.ир.}} + K_{\text{компл.г/уз.эн.}}) + K_{\text{ГЭС}} + K_{\text{БВО}} + K_{\text{р.МСВХ}} \quad (4)$$

где: $K_{\text{ВХК}}$ - основные фонды ВХК в целом, млн.\$;

$K_{\text{ВХК.ир.}}$ - основные фонды ВХК в целом, относимые на ирригацию, млн.\$;

$K_{\text{ВХК.эн.}}$ - основные фонды ВХК в целом, относимые на энергетику, млн.\$;

$K_{\text{компл.г/уз.}}$ - основные фонды регулирующих комплексных гидроузлов (водохранилищ) ирригационно-энергетического назначения, млн.\$;

$K_{\text{компл.г/уз.ир.}}$ - основные фонды комплексных гидроузлов в части, относимой на ирригацию, млн.\$;

$K_{\text{компл.г/уз.эн.}}$ - основные фонды комплексных гидроузлов в части, относимой на гидроэнергетику, млн.\$;

$K_{\text{ГЭС}}$ - основные фонды каскада гидроэлектростанций ВХК, млн.\$;

$K_{\text{БВО}}$ - основные фонды БВО "Сырдарья", млн.\$;

$K_{\text{р.МСВХ}}$ - основные водохозяйственные фонды республиканских министерств сельского и водного хозяйства (Госкомитетов) и др. ведомств, млн.\$.

Общие и отраслевые годовые издержки на эксплуатацию, ремонты и амортизацию на реновацию основных фондов объектов ВХК определяются выражениями:

$$\Sigma I_{\text{ВХК}} = I_{\text{компл.г/уз.}} + I_{\text{ГЭС}} + I_{\text{БВО}} + I_{\text{р.МСВХ}} \quad (5)$$

$$\Sigma I_{\text{ВХК}} = I_{\text{ВХК.ир.}} + I_{\text{ВХК.эн.}} \quad (6)$$

где:

$$\Sigma I_{\text{компл.г/уз.}} = I_{\text{компл.г/уз.ир.}} + I_{\text{компл.г/уз.эн.}} \quad (7)$$

Таким образом:

$$\Sigma I_{\text{ВХК}} = (I_{\text{компл.г/уз.ир.}} + I_{\text{компл.г/уз.эн.}}) + I_{\text{ГЭС}} + I_{\text{БВО}} + I_{\text{р.МСВХ}} \quad (8)$$

где:

$I_{\text{ВХК}}$ - годовые общие затраты на эксплуатацию, ремонты и амортизацию основных фондов ВХК в целом, млн.\$;

$I_{\text{ВХК.ир.}}$ - общие затраты ВХК, относимые на ирригацию, млн.\$;

$I_{\text{ВХК.эн.}}$ - общие затраты ВХК, относимые на энергетику, млн.\$;

$I_{\text{компл.г/уз.}}$ - годовые затраты на эксплуатацию, ремонт и амортизацию на реновацию ценовых фондов комплексных гидроузлов (водохранилищ), млн.\$;

$I_{\text{компл.г/уз.ир.}}$ - годовые затраты по комплексным гидроузлам гидроузлов, относимые на ирригацию, млн.\$;

$I_{\text{компл.г/уз.эн.}}$ - годовые затраты по комплексным гидроузлам, относимые на гидроэнергетику, млн.\$;

$I_{\text{ГЭС}}$ - годовые затраты на эксплуатацию, ремонт и амортизацию основных фондов каскада гидроэлектростанций ВХК, млн.\$;

$I_{\text{БВО}}$ - годовые затраты на эксплуатацию, ремонт и амортизацию на реновацию основных фондов БВО, млн.\$;

$I_{\text{р.МСВХ}}$ - годовые затраты на ремонт, эксплуатацию и амортизацию основных фондов республиканских МСВХ (Госкомитетов) и др. ведомств, млн.\$.

Общие и отраслевые приведенные затраты по объектам ВХК определяются выражениями:

$$\Sigma \text{Пр.ВХК} = \text{Пр}_{\text{компл.г/уз.}} + \text{Пр}_{\text{ГЭС}} + \text{Пр}_{\text{БВО}} + \text{Пр}_{\text{р.МСВХ}} \quad (9)$$

$$\Sigma \text{Пр}_{\text{ВХК}} = \text{Пр}_{\text{ВХК.ир.}} + \text{Пр}_{\text{ВХК.эн.}} \quad (10)$$

где:

$$\Sigma \text{Пр}_{\text{компл.г/уз.}} = \text{Пр}_{\text{компл.г/уз.ир.}} + \text{Пр}_{\text{компл.г/уз.эн.}} \quad (11)$$

Таким образом:

$$\Sigma \text{Пр}_{\text{ВХК}} = (\text{Пр}_{\text{компл.г/уз.ир.}} + \text{Пр}_{\text{компл.г/уз.эн.}}) + \text{Пр}_{\text{ГЭС}} + \text{Пр}_{\text{БВО}} + \text{Пр}_{\text{р.МСВХ}} \quad (12)$$

где:

$\text{Пр}_{\text{ВХК}}$ - общие приведенные затраты по ВХК в целом, млн.\$;

$\text{Пр}_{\text{ВХК.ир.}}$ - общие приведенные затраты по ВХК, относимые на ирригацию, млн.\$;

$\text{Пр}_{\text{ВХК.эн.}}$ - общие приведенные затраты по ВХК, относимые на энергетику, млн.\$;

$\text{Пр}_{\text{компл.г/уз.}}$ - приведенные затраты по комплексным гидроузлам ВХК, млн.\$;

$\text{Пр}_{\text{компл.г/уз.ир.}}$ - приведенные затраты по комплексным гидроузлам, относимые на ирригацию, млн.\$;

$\text{Пр}_{\text{компл.г/уз.эн.}}$ - приведенные затраты по комплексным гидроузлам ВХК, относимые на энергетику, млн.\$;

$\text{Пр}_{\text{ГЭС}}$ - приведенные затраты по гидроэлектростанциям ВХК, млн.\$;

$\text{Пр}_{\text{БВО}}$ - приведенные затраты по БВО, млн.\$;

$\text{Пр}_{\text{р.МСВХ}}$ - приведенные затраты по республиканским МСВХ (Госкомитетов) и

др.ведомств, млн.\$.

Определение, расчет и распределение доходов (эффектов) от использования объектов ВХК производится с применением следующих показателей:

Эффект в энергетике определяется от получения электроэнергии, вырабатываемой каскадом ГЭС ВХК (комплексного гидроузла) и выражается показателем чистого дохода от реализации электроэнергии:

$$\mathbf{ЧД_{эн.} = Вп_{эн.} - С_{эн.}} \quad (13)$$

$$\text{или: } \mathbf{ЧД_{эн.} = ПР_{эн.} + З_{тр.эн.}} \quad (14)$$

где:

$\mathbf{ЧД_{эн.}}$ - чистый доход от выработки электроэнергии, млн.\$;

$\mathbf{Вп_{эн.}}$ - стоимость валовой продукции от производства электроэнергии, млн.\$;

$\mathbf{С_{эн.}}$ - себестоимость производства электроэнергии (издержки), млн.\$;

$\mathbf{ПР_{эн.}}$ - прибыль, получаемая от реализации электроэнергии, млн.\$;

$\mathbf{З_{тр.эн.}}$ - затраты труда (зарплата) на производство электроэнергии, млн.\$.

Общий эффект от орошения определяется от получения продукции орошаемого сельскохозяйственного производства и выражается показателем чистого дохода:

$$\mathbf{ЧД_{общ.ор.} = ВП_{общ.ор.} - И_{общ.ор.}} \quad (15)$$

$$\text{или: } \mathbf{ЧД_{общ.ор.} = ПР_{общ.ор.} - З_{общ.ор.}} \quad (16)$$

где:

$\mathbf{ЧД_{общ.ор.}}$ - общий чистый доход от орошаемого сельхозпроизводства, млн.\$;

$\mathbf{ВП_{общ.ор.}}$ - общая стоимость валовой продукции орошаемого сельскохозяйственного производства, млн.\$;

$\mathbf{И_{общ.ор.}}$ - общие издержки на производство сельскохозяйственной продукции (себестоимости), млн.\$;

$\mathbf{ПР_{общ.ор.}}$ - общая прибыль, получаемая от реализации продукции сельхозпроизводства, млн.\$;

$\mathbf{З_{общ.ор.}}$ - общие затраты труда на производство сельхозпродукции, млн.\$.

С учетом доли водного фактора в получении чистого дохода и эффекта от сопряженных отраслей выражение чистого дохода приобретает вид:

$$\mathbf{ЧД_{ор} = (Вп_{ор} - И_{ор}) \times (0,3 \times 1,5)} \quad (17)$$

коэф. 0,3 - доля водного фактора в формировании общей продуктивности сельскохозяйственного производства на орошаемых землях;

коэф. 1,5 - доля общего эффекта орошаемого земледелия, полученная в сопряженных отраслях.

Для проведения необходимых расчетов рекомендуется использование ряда объемных показателей, характеризующих наличие и использование водных и земельных ресурсов ВХК.

$\mathbf{W_{год}}$ - объем годового водозабора из рек ВХК по лимиту, млн.м³.

$\mathbf{W_{вег}}$ - объем вегетационного водозабора из рек ВХК по лимиту, млн.м³.

$\mathbf{W_{рег.вег.}}$ - часть вегетационного водозабора, обеспечиваемая регулированием стока сооружениями ВХК в целом, млн.м³.

$\mathbf{W_{б.ст.}}$ - объем бытового стока рек ВХК, млн.м³.

$W_{\text{рег.эн.}}$ - объем регулируемого стока по требованию энергетики, млн.м³.

$W_{\text{рег.ир.}}$ - объем регулируемого стока по требованию ирригации, млн.м³.

$M_{\text{ор.общ.}}$ - общая площадь орошаемых земель в бассейне ВХК, тыс. га.

$M_{\text{ор.рег.}}$ - площадь орошаемых земель зоны влияния регулирования стока ВХК, тыс.га.

Рекомендуемая система показателей предназначена для расчетов и распределения затрат и доходов как в целом по всему ВХК, так и по отдельным, совместно используемым отраслями и государствами, комплексным и иным объектам.

Предварительные расчеты по рекомендуемым вариантам распределения затрат и доходов.

Вариант 1 - Метод распределения затрат при межгосударственном и межотраслевом совместном использовании всего комплекса сооружений, функционирующий на трансграничных реках в пределах ВХК в целом, пропорционально объемам получаемых доходов.

- Определены основные объекты, входящие в Сырдарьинский ВХК и, соответственно, общее и отраслевое распределение затрат, связанных с их совместным использованием (рис. 1).

- Определены и рассчитаны основные фактические затратные показатели по ВХК и входящим в него объектам: балансовая (восстановительная) стоимость основных фондов; ежегодные издержки на эксплуатацию, ремонты и амортизацию основных фондов, приведенные затраты (табл.1);

- Проанализировано процентное распределение общих затрат по эксплуатации сооружений ВХК в разрезе государств, совместно их использующих (табл.2).

Таблица 2

**Распределение общих затрат,
связанных с совместной эксплуатацией сооружений Сырдарьинского ВХК
(в процентном соотношении)**

Республика	Стоимость основных фондов сооружений ВХК			Ежегодные издержки на эксплуатацию основных фондов ВХК			Приведенные затраты на ВХК		
	всего	из них относятся		всего	из них относятся		всего	из них относятся	
		на ирригацию	на энергетику		на ирригацию	на энергетику		на ирригацию	на энергетику
Узбекистан	40,3	49,9	25,3	44,3	50,8	29,0	43,0	50,4	28,9
Казахстан	10,7	15,0	4,1	14,8	19,8	2,9	12,5	17,5	3,5
Кыргызстан	37,8	21,4	63,2	29,7	15,9	63,0	33,5	18,6	60,5
Таджикистан	11,2	13,7	7,4	11,2	13,5	5,1	11,0	13,5	7,1
ВХК	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

- В соответствии с предложенным методом расчета эффекта, получаемых в результате совместного использования сооружений Сырдарьинского ВХК определены отраслевые эффекты, выражаемые чистым доходом от орошения и энергетики.

Чистый доход от орошения определен на основе базы данных ВУФМАС как средний показатель продуктивности основных культур, с учетом влияния водного фактора (коэф. 0,3) и эффекта, получаемого в сопряженных отраслях (коэф. 1,5). Результаты расчетов приведены в таблице 3. Чистый доход в энергетике определен в соответствии с принятой методикой его расчета.

Таблица 3

**Расчет чистого дохода от орошения
в зоне влияния регулирования стока Сырдарьинского ВХК,
в разрезе Республик**

№№ п/п	Республика	Средний чистый доход от орошения на 1 га, \$/га	Средний чистый доход от орошения с учетом водного фактора и эффекта сопряженных отраслей (коэф. 0,45), \$/га	Орошаемая площадь в зоне влияния регулирования стока, тыс.га	Чистый доход в орошении, приходящийся на водное хозяйство, млн.\$
1	Узбекистан	239	107	1046	113
2	Казахстан	354	159	490	78
3	Кыргызстан	265	119	204	24
4	Таджикистан	369	166	175	29
	ВСЕГО по ВХК	283	127	1915	244

- Определено соотношение отраслевых эффектов, полученных от совместного использования сооружений Сырдарьинского ВХК с годовыми издержками, связанными с их эксплуатацией (табл.4).

Установлено, что:

- чистый доход, полученный в орошаемом земледелии в настоящее время не показывает производимых издержек водохозяйственного производства по всем государствам;

- чистый доход, полученный в гидроэнергетике по всем государствам значительно превышает производимые затраты на эксплуатацию энергетических объектов.

В результате в целом по ВХК при общем эффекте в размере 10,9 млн.\$, Кыргызстан получает чистый доход, превышающий производимые затраты на 94,8 млн.\$.

В целях определения соотношения эффектов получаемых государствами совместно использующими потенциал Сырдарьинского ВХК с производимыми ими затратами, произведен расчет пропорциональности получаемых эффектов производимым затратам в условиях единой нормы рентабельности по ежегодным издержкам. Полученные в результате расчетов показатели приведены в таблице 5.

Соотношение общего чистого дохода и ежегодных эксплуатационных затрат при сложившемся уровне рентабельности от 65,5 % в Таджикистане до 146,8 % в Кыргызстане. Средний уровень рентабельности по ВХК составил 101,6 %.

Принимая указанный средний уровень рентабельности в качестве единого для всех государств, представляется возможность определить пропорциональность чистого дохода производимым издержкам и рассчитать потребность в последних при единой норме рентабельности.

Проведенные расчеты показали, что при единой норме рентабельности и сложившемся уровне чистого дохода потребность в ежегодно производимых эксплуатационных затратах в Узбекистане, Казахстане и Таджикистане сокращается соответственно на 53,1; 9,5 и 27,0 млн.\$, в то время, как в Кыргызстане возрастает на 90,4 млн.\$.

Проведенный анализ затрат, производимых в целях эксплуатации водохозяйственно-энергетического комплекса водохозяйственно-энергетического комплекса бассейна р. Сырдарья и эффектов, получаемых в результате орошения и производства электроэнергии, позволяет сделать следующие выводы:

- Сырдарьинский ВХК представляет собой сложный комплекс водохозяйственных и энергетических объектов, эксплуатация которых осуществляется, как межгосударственными органами центральноазиатского региона, так и государственными, акционерными и иными органами (ведомствами) 4-х среднеазиатских республик.

- В сложившихся условиях необходима разработка инструмента, способного служить основой оптимального распределения производимых затрат и получаемых доходов от совместного межгосударственного и межотраслевого использования всего водохозяйственно-энергетического комплекса.

- Первостепенной задачей при этом является проведение анализа фактически производимых затрат по эксплуатации объектов ВХК и эффектов, получаемых как в государственном, так и отраслевом разрезе.

- Анализ фактических затратных показателей в целом по ВХК, в государственном и отраслевом разрезах показал:

- основную нагрузку по производимым затратам на эксплуатацию объектов ВХК в целом несут Узбекистан и Кыргызстан, соответственно 40,3 % и 37,8 % по стоимости задействованных основных фондов; 44,3 % и 29,7 % по ежегодным эксплуатационным затратам и 43,0 % и 33,5 % по приведенным затратам;

- в отраслевом разрезе в целом по ВХК задействованные основные фонды ирригационного назначения составили 60,9 % и энергетического – 39,1 %. Примерно аналогичное соотношение межотраслевого распределения имеет место и по ежегодным затратам на эксплуатацию и приведенным затратам;

- по основным объектам ВХК основная часть затрат приходится на комплексные регулирующие гидроузлы (56,6 % по стоимости основных фондов) и республиканские водохозяйственные ведомства (31,5 %). Аналогичное соотношение по ежегодным затратам на эксплуатацию указанных объектов и по приведенным затратам.

- Результатом функционирования Сырдарьинского ВХК являются эффекты, получаемые в виде чистого дохода от ирригации - в орошаемом земледелии и в энергетике - от выработки электроэнергии:

- общий чистый доход в орошаемом земледелии, с учетом выделения влияния чисто водного фактора и сопряженных отраслей, составил в целом по ВХК 244 млн.\$.

В государственном разрезе определяющим фактором в расчете объема чистого дохода является удельный средний доход на 1 орошаемый гектар. По Государствам он определился: Узбекистан - 107 \$/га, Кыргызстан - 119 \$/га, Казахстан - 159 \$/га и Таджикистан – 166 \$/га;

- общий чистый доход в энергетике по Сырдарьинскому ВХК в целом составил 450,9 млн.\$. По Государствам чистый доход определился в размерах: Кыргызстан – 274,3 млн.\$; Узбекистан - млн.\$; Таджикистан – 20,7 млн.\$ и Казахстан – 15,5 млн.\$;

- общий чистый доход от функционирования Сырдарьинского ВХК составил 694,9 млн.\$ при соотношении - от орошаемого земледелия – 35,0 % и от энергетики 65,0 %.

- Анализ соотношения получаемого отраслевого чистого дохода с производимыми ежегодно эксплуатационными затратами показал:

- в настоящее время во всех государствах совместно использующих объекты ВХК чистый доход от орошаемого земледелия не окупает производимых затрат. В целом по ВХК производимые издержки превышают чистый доход в орошаемом земледелии на 238,5 млн.\$;

- иное положение в гидроэнергетике. Здесь чистый доход от производимой электроэнергии по всем государствам превышает производимые затраты на 249,2 млн.\$. При этом доля Кыргызстана составляет 59,2 % от этой величины;

- в результате в целом по ВХК только Кыргызстан имеет превышение чистого дохода к производимым затратам в размере 94,8 млн.\$. Остальные государства имеют минусовой результат.

- Расчеты проведенные по настоящему варианту являются предварительными, основанными на базе данных 1995-1996 гг. Представляется целесообразным дальнейшее проведение указанной работы с соответствующей корректировкой на основе данных 1997-1998 гг., что позволит более объективно решить задачу распределения затрат и доходов при совместном использовании объектов ВХК.

Вариант 2 - Метод распределения затрат и доходов при совместном межотраслевом и межгосударственном использовании комплексных ирригационно-энергетических гидроузлов по принципу пропорциональности затрат получаемым эффектам.

- Объектами для проведения расчетов приняты основные регулирующие комплексные гидроузлы Сырдарьинского ВХК:

- Андижанский (Узбекистан);
- Чарвакский (Узбекистан);
- Чардаринский (Казахстан);
- Токтогульский (Кыргызстан);
- Кайракумский (Таджикистан);

- Определены общие затратные показатели по всем комплексным гидроузлам ВХК: стоимость основных фондов; ежегодные издержки на эксплуатацию, ремонт и амортизацию основных фондов; приведенные затраты (таблица 6).

- Проведено распределение чистого дохода в орошаемом земледелии в доле, относимой на комплексные гидроузлы, пропорционально затратам на эксплуатацию элементов ВХК относимых на ирригацию (табл.7).

- Проведено распределение чистого дохода в гидроэнергетике в доле, относимой на комплексные гидроузлы, пропорционально затратам на эксплуатацию элементов ВХК, относимых на энергетику (табл.8).

- В целях определения окупаемости производимых затрат, связанных с эксплуатацией комплексных гидроузлов, определено соотношение общих и отраслевых эффектов от совместного использования гидроузлов с затратами на их эксплуатацию (табл.9).

- эффект от орошаемого земледелия, в виде доли чистого дохода, приходящегося на гидроузлы, в настоящее время не окупает производимых затрат на их эксплуатацию в доле, приходящейся на ирригацию практически по всем гидроузлам (государствам);

- в то же время эффект от энергетики в виде доли чистого дохода, приходящегося на комплексные гидроузлы, значительно превышает энергетическую составляющую

ежегодных эксплуатационных затрат по гидроузлам (государствам).

Наибольший эффект имеет место по Токтогульскому гидроузлу (Кыргызстан), Андижанскому и Чарвакскому гидроузлам (Узбекистан);

- в результате в целом по ВХК общий чистый доход в доле, приходящейся на гидроузлы (за исключением Чардаринского) превышает производимые затраты, причем доминирует в превышении Токтогульский гидроузел, чей эффект в общем эффекте составил 48,6 млн.\$ или 69,7 %.

- в целях определения соотношения эффектов, получаемых от функционирования комплексных гидроузлов с ежегодными затратами на их эксплуатацию, произведен расчет пропорциональности получаемых эффектов производимым затратам в условиях единой нормы рентабельности по затратам (табл. 10).

Проведенные расчеты показали, что при единой норме рентабельности и сложившемся уровне чистого дохода, потребность в ежегодно производимых затратах по Узбекистану и Таджикистану сокращается соответственно на 1,0 и 6,7 млн.\$, в то время, как по Кыргызстану возрастает на 15,6 млн.\$ и по Казахстану 1,7 млн.\$.

Проведенный анализ затрат и доходов при совместном межотраслевом и межгосударственном использовании комплексных ирригационно-энергетических гидроузлов Сырдарьинского ВХК, по принципу пропорциональности затрат получаемым эффектам позволил сделать следующие выводы:

- Анализ фактических затратных показателей по рассматриваемым гидроузлам в целом по ВХК, в разрезе государств и отраслевом использовании показал:

- по стоимости задействованных основных фондов гидроузлов в целом по ВХК на долю Токтогульского гидроузла Кыргызстана приходится 50 % от общей стоимости; Узбекистана – 26,6 %; Таджикистана – 14,4 % и Казахстана – 9,0 %;

в отраслевом разрезе стоимость задействованных основных фондов в части, относимой на ирригацию и энергетику распределилась в следующем соотношении: Токтогульский гидроузел соответственно 37,2 % и 62,7 %; Андижанский и Чарвакский гидроузлы – 31,8 % и 21,4 %; Кайракумский гидроузел – 18,4 % и 10,3 %; Чардаринский гидроузел – 12,6 % и 5,6 %;

- примерно такое соотношение имеет место при оценке удельного значения ежегодных затрат на эксплуатацию гидроузлов, а также приведенных затрат.

- Результатом функционирования гидроузлов ВХК являются эффекты, получаемые в виде чистого дохода от ирригации - орошаемого земледелия и энергетики - от выработки электроэнергии, в доле, относимой на гидроузел от общего чистого дохода по ВХК, рассчитанного пропорционально ежегодным эксплуатационным затратам:

- чистый доход в орошаемом земледелии в доле, относящейся на гидроузлы, в целом по ВХК составил 18,6 % от общего чистого дохода от орошения в зоне влияния комплексных гидроузлов:

- чистый доход в энергетике в доле, относящейся на гидроузлы в целом по ВХК составил 51 % от общего чистого дохода от энергетики в зоне влияния гидроузлов.

- Чистый доход от орошаемого земледелия, приходящийся на гидроузлы, в настоящее время не окупает затрат, производимых на эксплуатацию ирригационных составляющих гидроузлов практически по всем гидроузлам, а чистый доход от энергетики значительно превышает энергетическую составляющую ежегодных затрат.

По Токтогульскому гидроузлу это превышение составляет 75 млн.\$, по Андижанскому и Чарвакскому – 31,4 млн.\$, по Кайракумскому – 10,1 млн.\$ и Чардаринскому – 9,7 млн.\$.

В целом по ВХК общий чистый доход от орошения и энергетики в доле, приходящейся на гидроузлы (за исключением Чарвакского) превышает производимые затраты, причем доминирует в превышении Токтогульский гидроузел, чей эффект составил 48,6 млн.\$ или 69,7 % от общего эффекта по всем гидроузлам.

- Расчеты показали, что при единой норме рентабельности по ежегодным затратам и сложившемся уровне чистого дохода, потребность в ежегодных затратах по Узбекистану и Таджикистану может быть уменьшена соответственно на 1,0 и 6,7 млн.\$, в то время, как по Кыргызстану потребность в увеличении затрат возрастает на 15,6 млн.\$ и по Казахстану на 1,7 млн.\$.

Расчеты по настоящему варианту выполнены на основе данных за 1995-1996 гг. Необходима корректировка указанных данных за 1997-1998 гг.

Вариант 3*. Метод распределения эксплуатационных затрат Токтогульского гидроузла между энергетикой и ирригацией в зависимости от объемов регулирования стока и эффектов, получаемых в отраслях от их использования.

Метод основывается на следующих принципах:

- Затраты на эксплуатацию Токтогульского гидроузла (**Z**) распределяются пропорционально эффектам, получаемым в гидроэнергетике ($\mathcal{E}_{эн}$) и орошаемом земледелии ($\mathcal{E}_{ир}$) от использования объема регулирования стока.

- Общий объем регулирования стока водохранилищем Токтогульского гидроузла ($W_{рег}$) складывается (как алгебраическая сумма) из объемов наполнения ($W_{нап}$) и сработки водохранилища ($W_{сраб}$); объемы наполнения представляют собой положительные значения объемов регулирования, а объемы сработки - отрицательные.

- Объемы сработки водохранилища Токтогульского гидроузла, осуществляемой по требованиям гидроэнергетики ($W_{сраб.эн}$) и орошаемого земледелия ($W_{сраб.ир}$) по отношению к бытовому (не зарегулированному) стоку реки Нарын (W_6), являются теми величинами, по которым оцениваются эффекты регулирования стока в энергетике ($\mathcal{E}_{эн}$) и орошаемом земледелии ($\mathcal{E}_{ир}$).

- Объемы регулирования стока водохранилищем Токтогульского гидроузла в интересах энергетики ($W_{рег.б-эн}$) и ирригации ($W_{рег.б-ир}$) получены соизмерением требуемых для гидроэнергетики ($W_{тр.эн}$) и орошаемого земледелия ($W_{тр.ир}$) расходов реки Нарын с бытовым (W_6).

- Требования орошаемого земледелия ($W_{тр.ир}$) на попуски воды из Токтогульского гидроузла определяются исходя из лимитов на водозаборы из рек Нарын и Сырдарья и потерь речного стока.

- Требования гидроэнергетики ($W_{тр.эн}$) к стоку реки Нарын определяются по требуемой нагрузке Нарынского каскада ГЭС ($N_{каск}$) и суммарном среднем напоре ($H_{каск}$) на 5 станциях (Токтогульской, Курпсайской, Ташкумырской, Шамолдысайской, Учкурганской).

- Эффекты в орошаемом земледелии от регулирования стока Токтогульским гидроузлом ($\mathcal{E}_{ир}$) определяются по объемам сработки водохранилища ($W_{сраб.ир}$) в интересах ирригации и продуктивности 1 м^3 оросительной воды ($\Pi_{ир}$).

- Эффекты в гидроэнергетике от регулирования стока Токтогульским гидроузлом ($\mathcal{E}_{эн}$) определяются количеством гидроэлектроэнергии ($E_{рег}$), вырабатываемом Нарынским каскадом ГЭС на объеме сработки против бытового ($W_{сраб. эн}$), себестоимостью гидроэлектроэнергии ($C_{эн}$) и ценой (Π).

- Цена на электроэнергию (Π) определяется с учетом возможности ее реализации на внутреннем ($\Pi_{внут}$) и внешнем ($\Pi_{внеш}$) рынках. На внешний рынок может быть поставлено не более 20 % от общей выработки электроэнергии.

* Разработан Сорокиным А.Г., Авериной Л.А., Приходько В.Г.

- Суммарные затраты на эксплуатацию Токтогульского гидроузла (**З**) включают затраты на наполнение водохранилища ($Z_{\text{нап}}$) - при аккумулировании стока в целях многолетнего регулирования и затраты на сезонную сработку водохранилища, осуществляемую в дополнении к бытовому стоку реки ($Z_{\text{сраб}}$).

- Распределение суммарных затрат на сработку, приходящихся на гидроэнергетику и ирригацию, осуществляется пропорционально объемам сработки водохранилища отдельно для энергетического ($Z_{\text{сраб.эн}}$) и ирригационного ($Z_{\text{сраб.ир}}$) режимов.

- Цена регулирования ($P_{\text{рег}}$) представляет собой величину удельных затрат, приходящихся на единицу объема регулирования стока.

Расчеты выполнены для двух вариантов бытового стока реки Нарын (**Wб**): притоку к Токтогульскому водохранилищу по маловодному году (аналог – 1986 г.) и году средней водности (аналог – 1990 г.).

Результаты расчетов по определению объемов регулирования стока Токтогульским водохранилищем (включая наполнение и сработку) в маловодный год и год средней водности приведены в таблицу 11 и показаны на рисунках 2 и 3. Требования гидроэнергетики к стоку реки Нарын приводятся в таблице 12.

Таблица 11

Распределение объемов регулирования ($W_{\text{рег.б-ир}}$, $W_{\text{рег.б-эн}}$) и сработки Токтогульского водохранилища ($W_{\text{сраб.эн}}$, $W_{\text{сраб.ир}}$) по периодам, млн.м³

Обозначение	маловодн. год	в том числе:		год средней водности	в том числе:	
		вегетация	межвегетация		вегетация	межвегетация
Wб	9436	7066	2370	12883	10143	2740
Wэн.тр	11891	4205	7686	11891	4205	7686
Wир.тр	9900	9000	900	7150	6550	600
Wрег.б-эн	-2455	2861	-5316	992	5938	-4946
Wрег.б-ир	-464	-1934	1470	5733	3593	2140
Wсраб.эн	-5769	-453	-5316	-5337	-391	-4946
Wсраб.ир	-2254	-2254	0	0	0	0

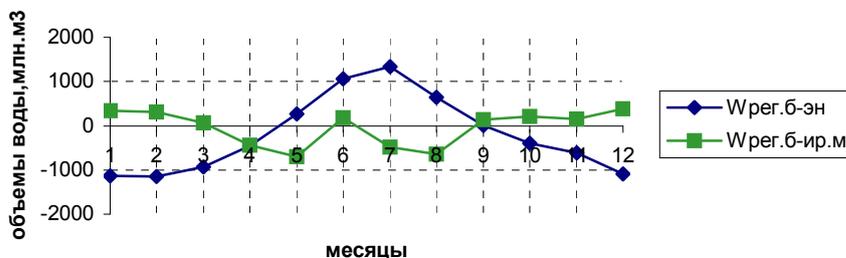


Рис. 2. Регулирование стока в интересах энергетики и ирригации в маловодный год

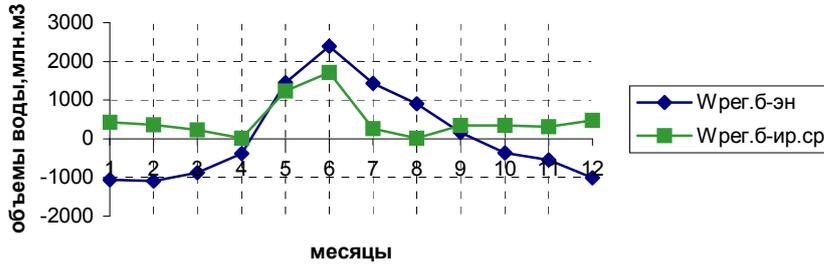


Рис. 3. Регулирование стока в интересах энергетики и ирригации в год средней водности

Таблица 12

Расчет эффектов в энергетике и ирригации от регулирования стока
р. Нарын в годы малой и средней водности

Обозначение	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	ГОД
Маловодный год													
Е _{рег} , млн.кВт.ч	894	901	737	356	0	0	0	0	0	311	481	857	4535
С _{эл} , цент/кВт.ч	0,16	0,245	0,272	0,237	0,12	0,06	0,05	0,07	0,15	0,28	0,49	0,66	0,23
Ц _{эл} , цент/кВт.ч	1,384	1,384	1,384	1,384	1,384	1,384	1,384	1,384	1,384	1,384	1,384	1,384	1,384
Э _{эл.м.} , млн.\$	10,94	10,26	8,20	4,08	0	0	0	0	0	3,43	4,30	6,20	47,42
W _{сраб.ир.м³} млн.м³	0	0	0	443	694	0	481	636	0	0	0	0	2254
Э _{ир.м.} , млн.\$	0	0	0	5,76	9,02	0	6,25	8,27	0	0	0	0	29,3
Год средней водности													
Е _{рег} , млн.кВт.ч	827	859	691	308	0	0	0	0	0	285	435	794	4199
С _{эл} , цент/кВт.ч	0,16	0,245	0,272	0,237	0,12	0,06	0,05	0,07	0,15	0,28	0,49	0,66	0,23
Ц _{эл} , цент	1,384	1,384	1,384	1,384	1,384	1,384	1,384	1,384	1,384	1,384	1,384	1,384	1,384
Э _{эл.ср.} , млн.\$	10,12	9,78	7,68	3,53	0	0	0	0	0	3,15	3,89	5,75	43,91
W _{сраб.ир.ср} млн.м³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Э _{ир.ср.} , млн.\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

В средний по водности год (случай, когда $W_{рег} > 0$), цену регулирования и распределение затрат между энергетикой и ирригацией, рассчитанное через цену и объем регулирования, определяем следующим образом.

Цена регулирования:

$$C_{рег.} = Z_{рег} / (W_{сраб.} + W_{мн.нап.год}) = 37,8 / (5337+5733+992) = 0,003134 [$/м³].....(18)$$

Для первого года расчета цена сезонного и многолетнего регулирования совпадают. Цена многолетнего регулирования должна уточняться из года в год, для чего необходимо провести расчеты за ряд лет.

В расчетах цены многолетнего регулирования принят ряд фактических режимов работы Токтогульского водохранилища с 1991 по 1996 гг. Объемы сработки и наполне-

ния водохранилища см. таблицу 13.

Таблица 13

Наименование	1991-92			1992-93			1993-94		
	сраб	наполн	годовое регул	сраб	наполн	годовое регул	сраб	наполнен	годовое регул.
Сработка(-), наполнение (+) млрд.м ³	-2,25	+2,55	+0,3	-3,06	+6,06	+3,0	-4,7	+5,3	+0,6

1994-95			1995-96		
сраб	нап	годовое регул	сраб	нап	годовое регул
-5,2	+1,5	-3,7	-5,3	+4,7	-0,6

Таблица 14

Наименование	1991-92	1992-93	1993-94
Цена много- летнего регу- лирования, \$/м ³	$(37,8+21,1)/(2250+300+5733)=0,0071$	$(37,8+0,0071*300)/(3060+3000+300)=0,0063$	$(37,8+0,0063*3000)/(4700+600+3000)=0,0068$

1994-95	1995-96
$(37,8+0,0068*600)/(5200+600) = 0,0072$	-

Результаты расчетов представлены в таблице 15.

Таблица 15

Распределение затрат для года средней водности, млн. \$

Наименование	сезонное
Затраты на регулирование, в том числе:	16,7
-на ирригацию	0
-на энергетику	16,7

Для маловодного года, когда годовое значение $W_{\text{рег}} < 0$, и происходит сработка предыдущих многолетних запасов водохранилища, цена сезонного регулирования определяется следующим образом.

$$C_{\text{рег.сез.}} = Z_{\text{рег}} / W_{\text{сраб.сез}} = 37,8 / 5104 = 0,0074 [$/\text{м}^3] \quad (19)$$

где

$$W_{\text{сраб.сез}} = W_{\text{сраб}} - W_{\text{рег}} = (5769 + 2254) - (2455 + 464) = 5104 \text{ млн.м}^3 \quad (20)$$

Результаты расчетов представлены в таблице 16

Распределение затрат для маловодного года, млн. \$

Наименование	сезонное
Затраты на регулирование, в том числе:	37,8
-на ирригацию	13,3
-на энергетику	24,5

1.3. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО ВОДНО-ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОНСОРЦИУМА СТРАН ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Аверина Л.А., Сорокин А.Г.

Целью исследований является разработка методов оценки функционирования Межгосударственного водно-энергетического консорциума Нарын-Сырдарьинского бассейна для обоснования его деятельности.

Были разработаны:

- подходы к решению задач, стоящих перед консорциумом по основным направлениям его деятельности.
- принципы согласованного планирования распределения водных и энергетических ресурсов в Нарын-Сырдарьинском бассейне между государствами - учредителями.
- принципы взаиморасчетов по межгосударственным перетокам электроэнергии и поставкам топливно-энергетических ресурсов, осуществляемых в рамках деятельности консорциума.
- метод оценки финансовых выгод, получаемых государствами - учредителями консорциума, от рационального использования водно-энергетических ресурсов в Нарын-Сырдарьинском бассейне.

Узбекская сторона и организации МКВК выдвинули идею создания устойчивого финансового механизма действенности того порядка водно-энергетического обмена, который указывается ежегодными соглашениями между тремя странами бассейна (Узбекистаном, Кыргызстаном и Казахстаном) для обеспечения рационального режима эксплуатации Токтогульского каскада ГЭС, ибо постоянные срывы в его исполнении происходили вследствие неплатежеспособности потребителей топлива и воды. Имеется непосредственная необходимость "страховать" от непредсказуемых действий эксплуатационников Нарын-Сырдарьинского каскада сельхозводопотребителей, нижерасположенных земель в Казахстане и Узбекистане.

Поэтому нами предполагается, что консорциум будет являться:

- финансовым механизмом, решающим проблемы с недостатком средств у покупателей электроэнергии и топливных ресурсов, направленных за компенсацию воды;
- страховой организацией, гарантирующей платежи и ликвидирующей сложности в покупке электроэнергии и угля в летнее время в компенсацию электроэнергии в зимнее время.

Консорциум должен решать следующие задачи:

- формирование системы взаимовыгодных совместных действий участников по эффективному использованию и развитию водно-энергетических ресурсов региона;

- обеспечение стратегии экономии водно-энергетических ресурсов;
- обеспечение внедрения прогрессивных технологий использования водных и энергетических ресурсов;
- привлечение инвестиций в развитие водно-энергетического потенциала региона, и др.

В связи с этим определены основные направления деятельности водно-энергетического консорциума, некоторые из них можно сформулировать следующим образом:

- координация совместной деятельности водохозяйственных и топливно-энергетических ведомств государств-участников в области рационального использования водно-энергетических ресурсов;
- создание условий для обеспечения экономичной, эффективной работы энергетических систем, использование преимуществ параллельной работы, установленного режима работы водохранилищ, а так же межгосударственных поставок и перетоков электроэнергии и мощности в объемах, определенных соглашениями и договорами;
- участие в разработке и реализации долгосрочных программ по дальнейшему взаимовыгодному и эффективному использованию водно-энергетических ресурсов региона;
- взаимодействие с межгосударственными, межправительственными органами и государственными организациями, хозяйствующими субъектами государств-участников в области электроэнергетики и водного хозяйства;
- содействие в проведении согласованной ценовой, налоговой, таможенной и тарифной политики в интересах эффективного функционирования топливно-энергетических и водохозяйственных комплексов государств-участников;
- обеспечение функционирования согласованного механизма взаиморасчетов и оплаты межгосударственных перетоков электроэнергии и поставок топливно-энергетических ресурсов;
- участие в подготовке межгосударственных и межправительственных соглашений по развитию сотрудничества в области электроэнергетики и водного хозяйства.

По основным направлениям деятельности консорциума разработаны подходы к решению поставленных перед ним задач, которые основываются на применении экономико-математическом моделировании.

При обосновании в первую очередь учитываются национальные интересы государств-учредителей по экономическим показателям. В качестве этих показателей рекомендуется использовать:

- выгоды от регулирования и использования стока в каждой отрасли (гидроэнергетике и орошаемом земледелии);
- ущербы, наносимые одному водопотребителю (водопользователю) со стороны другого;
- компенсации, выплачиваемые водопотребителю (водопользователю) и покрывающие его ущербы.

Результатом математического моделирования будет являться создание комплекса взаимоувязанных программ, которые позволят решить задачи рационального регулирования и использования водно-топливно-энергетических ресурсов бассейна реки Сырдарья.

Сформулированы основные принципы согласованного планирования распределения водных и топливно-энергетических ресурсов в Нарын-Сырдарьинском бассейне между государствами-учредителями консорциума:

- для ирригации основой при планировании являются лимиты на водозаборы в каналы по республикам.
- для энергетики основой при планировании должно быть выполнение требований на покрытие потребления электроэнергии республик;
- принцип согласованного распределения водных ресурсов между энергетиками и ирригаторами, когда в случае невыполнения энергетических требований существует возможность компенсации энергией или топливом.

Именно последний принцип будет учтен при разработке имитационной экономико-математической модели и компьютерной программы для бассейна Сырдарьи. Модель будет описывать функционирование Нарын-Сырдарьинского каскада водохранилищ, работу Чарвакского и Андижанского гидроузлов в месячном разрезе. Будут рассчитаны выработка электроэнергии на ГЭС и объем сельскохозяйственного производства на орошаемых землях (по каждой культуре, по каждому ВХР и государству). Эффект от регулирования стока (в ирригации, гидроэнергетике) будет оцениваться для каждого государства как разница между эффектом (в ирригации, гидроэнергетике), полученным для конкретного режима (фактического, планируемого) и эффектом, полученным при пропуске бытового (незарегулированного) стока. Эффект в ирригации будет определяться по чистой продукции орошаемого земледелия методом нормативной оценки валового дохода за минусом затрат, а эффект в гидроэнергетике определяется по чистой продукции, т.е. по вырабатываемой на ГЭС электроэнергии с учетом доходов и затрат на ее покупку и продажу.

Разработаны принципы взаиморасчетов по межгосударственным перетокам электроэнергии и поставкам топливно-энергетических ресурсов, осуществляемых в рамках деятельности консорциума.

Они заключаются в следующем:

- соблюдение стоимостного водно-энергетического баланса по межгосударственным перетокам энергии и поставкам топлива;
- выполнение требований по объему поставок с учетом возможностей и использования;
- минимум затрат на транспортировку топливно-энергетических ресурсов.

Количество электроэнергии, котороеставляет Кыргызстан Узбекистану и Казахстану в летний период, определяется ее избытком, полученным по разнице между выработкой и требованиями. Количество электроэнергии, возвращаемое Кыргызстану в зимний период для покрытия дефицита, определяется проданным количеством летней электроэнергии и возможностями тепловых станций Узбекистана. Если дефицит энергии Кыргызстана не покрывается, то рассчитывается необходимый объем поставок Кыргызстану топлива, сводящий стоимостной баланс взаимопоставок между государствами к нулю.

Основными государствами-учредителями консорциума являются Узбекистан, Кыргызстан и Казахстан, расположенные в Нарын-Сырдарьинском бассейне. Главными водными артериями этого бассейна являются реки Нарын, Сырдарья и ее основные притоки - Карадарья, Чирчик. Сток этих трансграничных рек регулируется в годовом и многолетнем разрезе крупными водохранилищными гидроузлами комплексного назначения - Токтогульским, Чарвакским, Андижанским, Кайраккумским и Чардаринским. Основными гидроэлектростанциями бассейна являются ГЭС Нарын-Сырдарьинского, Чирчик-Бозсуевского каскадов и Андижанская ГЭС. Районирование региона предусматривает объединение сельскохозяйственных водопотребителей по водохозяйственным районам (ВХР) и оросительным системам (ОС), которые имеют свои компоненты и параметры (состав культур, продуктивность земель, показатели работы водораспределительной и коллекторно-дренажной сетей). Основными природными

комплексами являются Приаралье и Аральское море. Все перечисленные элементы Сырдарьинского водохозяйственного комплекса (ВХК) взаимосвязаны и функционируют как единое целое. Естественно, что режимы эксплуатации водохранилищ, входящих в данный комплекс, наиболее эффективно строить с учетом реакции всего ВХК на то или иное регулирование и оценку финансовых выгод, получаемых государствами-учредителями строить с учетом этого.

Метод оценки финансовых выгод, получаемых государствами-учредителями консорциума, основан на оценке эффекта от рационального регулирования и использования водно-энергетических ресурсов в Нарын-Сырдарьинском бассейне, учитывающей интересы всех стран бассейна. При этом выгода от функционирования консорциума оценивается как разница между эффектом при рациональном режиме эксплуатации водохранилищ, учитывающим компенсацию электроэнергией и топливом за использование летних попусков из водохранилища на орошение и эффектом при режиме установившемся в практике эксплуатации Токтогульского водохранилища в первые годы независимости республики, учитывающим требования энергетиков на покрытие собственного потребления электроэнергии Кыргызстана.

Метод оценки финансовых выгод, получаемых государствами учредителями консорциума от рационального использования водно-энергетических ресурсов в бассейне реки Сырдарья, будет реализован в «Бассейновой модели» в виде программы на языке GAMS.

Математическая модель «Топливо-энергетические поставки» (ТЭП) будет решаться как транспортная задача. Модель будет выбирать из заданных наиболее дешевые источники компенсационной энергии и топлива и определять оптимальные пути поставок, исходя из критерия максимума суммарной прибыли, получаемой участниками консорциума от организации поставок. Объемы поставок энергии и топлива будут определяться в «Бассейновой модели» и служить ограничениями для второй модели (для ТЭП).

Целевая функция и основные уравнения и неравенства, описывающие функционирование ТЭП, записываются следующим образом:

$$Z = \sum_i \sum_j (P_{j,i}^T + P_{j,i}^E) \rightarrow \max$$

$$S_{n,j,i}^{Tk} = \sum_{tr} (G_{n,tr,j,i}^T \times C_{tr,j,i}^T);$$

$$P_{j,i}^T = \sum_n S_{n,j,i}^{Tk} - \sum_{tr} (C_{tr}^{TT} + S_{tr,j,i}^{TZ} \times L_{tr,j,i}^T) \times \sum G_{n,tr,j,i}^T;$$

$$G_{n,tr,j,i}^T \leq O_{n,tr}^T;$$

$$\sum_{tr} \sum_n G_{n,tr,j,i}^T \leq G_{t,j,i}^{TC}; \quad \text{Link } tr \rightarrow t \quad (tr \in t)$$

$$S_{n,i,j}^E = G_{n,i,j}^E \times C_{i,j}^E;$$

$$S_{n,j,i}^k = S_{n,i,j}^E + S_{i,j}^{CH};$$

$$G^{EK}_{n,j,i} = \begin{cases} G^{EC}_{n,j,i}, & \text{если } [S^k_{n,j,i} / C^E_{i,j} - G^{EC}_{n,j,i}] \geq 0 \\ S^k_{n,j,i} / C^E_{i,j}, & \text{если } [S^k_{n,j,i} / C^E_{i,j} - G^{EC}_{n,j,i}] < 0; \end{cases}$$

$$S^{Tk}_{n,j,i} = S^k_{n,j,i} - G^{EK}_{n,j,i} \times C^E_{i,j};$$

$$P^E_{j,i} = \sum_n \sum_k [C^E_{i,j} \times G^{EKk}_{n,k,j,i} - C^{EE}_{k,j} \times G^{EKk}_{n,k,j,i} (1 + L^E_{k,j,i} \times Z^E_{k,j,i} / 100) - S^{EZ}_{j,i} \times L^E_{k,j,i} \times G^{EKk}_{n,k,j,i} / 100];$$

$$G^{EKk}_{n,k,j,i} (1 + L^E_{k,j,i} \times Z^E_{k,j,i} / 100) \leq O^E_{n,k,j}$$

где:

n - месяц;

i - государство, экспортирующее летнюю электроэнергию (i=1 Кыргызстан);

j - государство, осуществляющее компенсационные поставки i - му государству топливно-энергетических ресурсов (j=1 Узбекистан, j=2 Казахстан);

t - вид топлива (t=1 газ, t=2 уголь, t=3 мазут);

tr - источник топлива;

k - тепловая электростанция, работающая в режиме компенсации электроэнергии при поставках от j-го государства i-му государству;

$G^E_{n,i,j}$ - расчетное количество электроэнергии, поставляемое от i-го государства j-му за n-й месяц, млн.кВт.ч;

$G^{EC}_{n,j,i}$ - максимальное количество электроэнергии, определенное соглашением к поставке от j-го государства i -му за n-й месяц (верхнее ограничение по поставке э.э.), млн.кВт.ч;

$G^{EK}_{n,j,i}$ - расчетное количество электроэнергии, поставляемое от j-го государства i-му за n-й месяц (компенсационные поставки), млн.кВт.ч;

$G^{EKk}_{n,j,i}$ - количество компенсационной электроэнергии, поставляемое от j-го государства i-му, вырабатываемое на k-й ТЭС за n-й месяц, млн.кВт.ч;

$G^{TC}_{t,j,i}$ - количество топлива t-го вида, определенное соглашением к поставке от j-го государства i -му за n-й месяц (верхнее ограничение по поставке топлива); газ - млн.м³, уголь, мазут - тыс.т;

$G^T_{n,tr,j,i}$ - количество топлива с tr-го источника, поставляемое от j-го гос-ва i-му за n-й месяц; газ - млн.м³, уголь, мазут - тыс.т;

$O^T_{n,tr}$ - максимально-возможный поток топлива от tr-го источника за n-й месяц (ограничение по производству и поставкам); газ - млн.м³, уголь, мазут - тыс.т;

$O^E_{n,k,j}$ - максимально-возможная дополнительная выработка электроэнергии на k-ой ТЭС за n-й месяц в рамках компенсационных поставок j-го гос-ва (ограничение по производству и поставкам), млн.кВт.ч;

$L^T_{tr,j,i}$ - длина путей поставок топлива с tr-го источника от j-го государства i-му, тыс.км;

$L^E_{k,j,i}$ - длина линий электропередач по трассе от k-й ТЭС к i-му государству, по которой возможны компенсационные поставки электроэнергии от j-го государства i-му, тыс.км;

$Z^E_{k,j,i}$ - удельные потери электроэнергии на 1 км пути по трассе L^E в % от передаваемого количества энергии, %/1км;

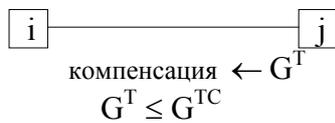
- $C_{i,j}^E$ - цена продажи электроэнергии при поставках между i -м и j -м государствами, \$/кВт.ч;
 $C_{tr,j,i}^T$ - цена продажи топлива i -му государству j -ым; газ - \$/млн.м³, уголь, мазут - \$/тыс.т;
 C_{tr}^{TT} - цена покупки топлива из tr источника; газ - \$/млн.м³, уголь, мазут - \$/тыс.т; при этом должно быть обеспечено условие $C_{tr}^{TT} \leq C_{tr,j,i}^T$
 $C_{k,j}^{EE}$ - цена покупки электроэнергии у k -ой ТЭС для j -го государства, \$/кВт.ч;
 $S_{j,i}^{EZ}$ - стоимость удельных затрат на передачу электроэнергии от j -го гос-ва i -му; \$/кВт.ч/1000км;
 $S_{tr,j,i}^{TZ}$ - стоимость удельных затрат на поставку топлива из tr источника от j -го государства i -му; газ - \$/млн.м³/1000км; уголь, мазут - \$/тыс.т/1000км;
 $S_{i,j}^{CH}$ - стоимость услуг по регулированию частоты в энергосистеме j -му гос-ву со стороны i -го за n -й месяц, \$/год;
 $S_{n,i,j}^E$ - стоимость электроэнергии, поставляемой j -му государству от i -го за n -й месяц, \$;
 $S_{n,j,i}^k$ - стоимость компенсационных топливно-энергетических поставок от j -го государства i -му за n -й месяц, \$;
 $S_{n,j,i}^{Tk}$ - стоимость компенсационных поставок топлива от j -го государства i -му за n -й месяц, \$;
 $P_{j,i}^T$ - чистый доход, получаемый от организации компенсационных топливных поставок между j -м и i -м государствами, \$/год;
 $P_{j,i}^E$ - чистый доход, получаемый от организации компенсационных поставок электроэнергии от j -го государства i -му, \$/год;
 Z - целевая функция.

В алгоритме программы заложены следующие расчетные схемы:

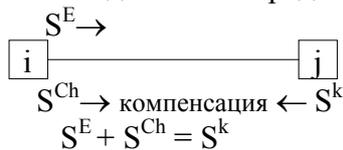
1. Перетоки электроэнергии (количество)



2. Поставки топлива (количество)



3. Баланс денежных средств



4. Перетоки электроэнергии (стоимость)



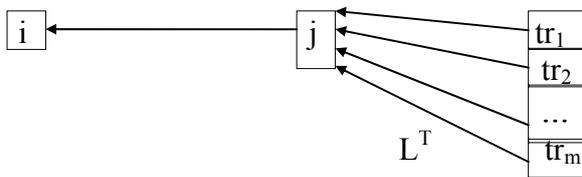
5. Поставки топлива (стоимость)



6. Услуги по регулированию частоты (стоимость)

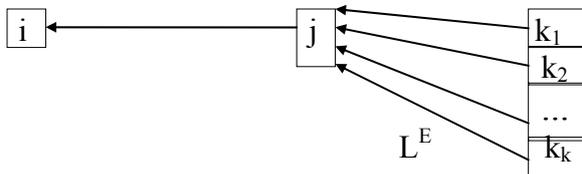


7. Выбор источников и путей топливных поставок



m - количество источников топлива

8. Выбор тепловых станций и трассы компенсационных поставок электроэнергии



k - количество тепловых станций, обеспечивающих компенсационные поставки электроэнергии

ВЫВОДЫ

Обоснование деятельности Межгосударственного водно-энергетического консорциума Нарын-Сырдарьинского бассейна основывается на методологии системного подхода с использованием балансовых, графоаналитических и других методах водно-энергетических расчетов, а также на использовании экономико-математического моделирования. Для оценки отраслевых доходов учитывается характер и специфика водопотребления, напряженность топливно-энергетического баланса региона, с учетом складывающихся межотраслевых и межгосударственных рыночных отношений.

Разработаны принципы взаиморасчетов по межгосударственным перетокам электроэнергии и поставкам топливно-энергетических ресурсов, осуществляемых в рамках деятельности консорциума:

- соблюдение стоимостного водно-энергетического баланса по межгосударственным перетокам энергии и поставкам топлива;
- выполнение требований по объему поставок с учетом возможностей и использования;

- минимум затрат на транспортировку топливно-энергетических ресурсов.

На основе передовой технологии математического моделирования, учитывающей экономические интересы и выгоды государств бассейна Сырдарьи, создана расчетная база оценки финансовых выгод от функционирования консорциума. Математическая модель «Топливо-энергетические поставки» (ТЭП) решается как транспортная задача по выбору из заданных наиболее дешевых источников компенсационной энергии и топлива и определению оптимальных путей поставок, исходя из критерия максимума суммарной прибыли, получаемой участниками консорциума от организации поставок.

1.4. РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ВОДОХРАНИЛИЩАМИ В БАСЕЙНЕ РЕКИ АМУДАРЬЯ (МЕТОД ПОИСКА РЕШЕНИЯ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ)

Савицкий А.Г.

Поставленная в данном исследовании задача одновременного расчета комплекса внутрисистемных и русловых водохранилищ в разветвленной ирригационной речной системе сложна даже в имитационном смысле. Но наша задача еще сложнее и заключается в поиске оптимальных режимов работы комплекса водохранилищ в бассейне реки Амударья.

Основываясь на факте, что в бассейне реки Амударья отсутствуют водохранилища многолетнего регулирования, определим период режима работы водохранилищ – один год.

Чтобы не усложнять задачу и не переводить ее из категории водобалансовых в гидравлическую, с учетом времени добегания (12-16 суток) определим шаг расчета – один месяц.

Анализ регулирования стока по реке Амударья за последние 10 лет показал:

1) первичное грубое и достаточно слабое (относительно поступающих ресурсов) регулирование стока на реке Амударья осуществляет Нурекское водохранилище (Вахш составляет по объему стока около половины не зарегулированного притока Пянджа). Более того, гидрограф стока по Пянджу соответствует требованиям ирригационных потребителей достаточно хорошо (в этом смысле ситуация лучше, чем в Сырдарьинском бассейне).

2) Вторичное, но достаточно сильное регулирование (относительно поступивших ресурсов) осуществляется комплексно в среднем течении за счет водозаборов и Туямунским гидроузлом.

3) Оперативная коррекция регулирования по всему бассейну реки Амударья осуществляется внутрисистемными водохранилищами.

Масштабы возможностей регулирования по 1, 2 и 3 пунктам несопоставимы, тем более все осложняется условием, что каждое внутрисистемное водохранилище обслуживает собственную сеть потребителей.

Комплексность задачи подразумевает отсутствие какого-либо конкретного решения на все случаи жизни и единственный путь получения данного практически нужного и реализуемого решения может быть найден только в простоте его получения на каждый конкретный случай специальным инструментом расчета. Этот инструмент расчета может представлять из себя математическую модель и программу, написанную в технологии GAMS, которая обладает удобным интерфейсом. Обладание данной моделью, программой и пособием для их использования фактически полностью решает во-

прос о расчете режимов работ внутрисистемных водохранилищ в комплексе с основными водохранилищами в русле главной реки.

Поэтому целью данного исследования является разработка такой модели и программы, а результатом работ – программа совместно с пособием к использованию. Теоретической основой модели являются следующие положения:

Речная система представлена сетью графов и узлов. Все процессы использования, регулирования и прочие изменения речного стока происходят в узлах. Графы служат объединяющей узлы структурой.

Основным уравнением для узла, не представляющему водохранилище, является уравнение баланса воды. Принято условие, что русло не может регулировать сток, а может передавать его из объекта в объект (узла в узел).

$$Q_{ret} + Q_{пр} - Q_{от} - Q_e + Q_{ф} + Q_{add} - Q_{out} = 0 \quad (1)$$

где:

$Q_{пр}$ - сумма расходов притока;

$Q_{от}$ - расход оттока;

Q_{ret} - расход возвратных вод;

Q_{out} - водоотбор;

Q_e - потери на испарение;

$Q_{ф}$ - подрусловой поток на расчетном участке (задается);

Q_{add} - учтенные притоки на расчетном участке реки, поступающие без использования в ВХР (задается).

Коллекторно-дренажный сток учитывается как приток, возникший у потребителя вследствие забора и использования воды, и его величина рассчитывается через процент от водозабора и поступает в речную систему уже в агрегированном виде.

$$Q_{ret} = A * Q_{out} \quad (2)$$

где: A - коэффициент меньше единицы.

Под подрусловым притоком ($Q_{ф}$) на расчетном участке русла реки понимается дополнительное поступление или потери воды для случая, когда источник или причины возникновения которого не ясны.

Потери на испарение рассчитываются по формуле

$$Q_e = V(Q_{пр}) * L * e \quad (3)$$

где:

$V(Q_{пр})$ - ширина русла реки;

L - длина участка реки;

e - испаряемость.

Исходя из расчетной схемы и матрицы совместности, каждый узел по установленному графу передает в связанный с ним узел воду. В узле происходит водоотбор, поступление притока (естественного или возвратного), в узле учитываются потери на испарение и фильтрацию. Последние два фактора связаны с пространственной протяженностью реки и поэтому узлу присваиваются морфологические особенности русла верхнего и нижнего участков как средневзвешенные.

Входным параметром является сумма притоков, выходным параметром величина оттока. Выходной параметр рассчитывается по формулам (1), (2), (3).

Ограничения на узел по части приема-передачи стока реки:

$$Q_{med} < Q_{от(...)} < Q_{dang} \quad (4)$$

где:

Q_{med} - расход минимальный (если есть санпопуск)

Q_{dang} - максимальная пропускная способность русла на данном участке реки (безаварийная)

По антропогенно ненарушенным источникам стока, задан исходной гидрограф, который в формуле (1) представлен символом Q_{add} .

В узле, представляющему водохранилище, действуют уравнения и ограничения, отличные от уравнений и ограничений (1-4).

Расчетное уравнение водного баланса записывается для водохранилищ в форме:

$$\left. \begin{array}{l} - \\ \left. \begin{array}{l} dW/dt = (Q_{пр} - Q_{от}) - (E+X) * dF(z)/dZ \\ \phantom{dW/dt = (Q_{пр} - Q_{от}) - (E+X) * dF(z)/dZ} \phantom{+ Q_{ф}} \\ \phantom{dW/dt = (Q_{пр} - Q_{от}) - (E+X) * dF(z)/dZ} \phantom{+ Q_{ф}} \end{array} \right\} + Q_{ф} \\ \phantom{dW/dt = (Q_{пр} - Q_{от}) - (E+X) * dF(z)/dZ} \phantom{+ Q_{ф}} \\ - \end{array} \right\} z=N \quad (5)$$

$$Q_{ф} = kr * dF(z)/dZ * (H - H_{min})$$

где:

W - объем водохранилища;

$dF(Z)/dZ$ - производная по глубине от кривой объема;

E, X - интенсивность осадков и испарения;

$Q_{ф}$ - некоторые неучтенные потоки задаваемые в виде известных гидрографов или функций, как в (2);

kr - регрессионный коэффициент;

H - уровень воды в водохранилище;

H_{min} - базис фильтрации.

ОГРАНИЧЕНИЯ:

К данным выше уравнениям добавляются технические особенности водохранилища, записанные в виде формул:

$$W_{min} < W < W_{max} \quad (6)$$

где:

W_{min}, W_{max} - минимальный и максимальный объемы водохранилища.

По ограничениям на скорость сработки имеем неравенство:

$$\begin{array}{l} dz/dt < const, \\ \text{для } H = f(W) \end{array} \quad (7)$$

где:

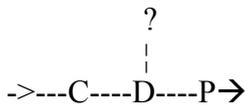
H - уровень в водохранилище; $f(W)$ - функция, обратная кривой объема.

Кроме того, необходимо задаваться не только начальным заполнением всех имеющихся водохранилищ, но и их конечным заполнением. Иначе к концу года мы всегда будем иметь решение, характеризующееся полным опустошением всех емкостей. Научное обоснование этих величин отдельная научная задача выходящая за рамки данной работы. Здесь данная величина считается заданной. Описанные два типа узлов объединяются в единую сеть с помощью направленных графов. Правила объедине-

ния представлены ниже.

Транзитный узел речной или ирригационной сети (С) обладает следующими свойствами:

- 1) может принимать воду от любых иных объектов, участвующих в структуре речной сети;
- 2) имеет только один выход (сток) в речной сети данного порядка;
- 3) может иметь только по одному выходу к потребителю стока;
- 4) на данном объекте могут рассчитываться потери на физическое испарение и фильтрации.



Водозабор в ирригационную систему более высокого порядка (D) обладает следующими свойствами:

- 1) имеет только одно направление для поступления воды и только один определяемый выход. Обозначенный на схеме "?" является расчетным и равен разности стока поступившей воды и расчетным отводом в ирригационную сеть второго порядка.
- 2) потери не рассчитываются.

Потребитель (Р) есть узел сети, который имеет одно много направлений поступления стока и только один выход возвратного стока определяемого по формуле (2). Частным случаем потребителя является емкости безвозвратного потребления и Аральское море.

- 1) потери не рассчитываются.
- 2) обладает определенными в исходных данных требованиями на водоотбор из речной или ирригационной системы

Источник воды (I) обладает следующими свойствами:

- 1) имеет определенный в исходных данных гидрограф поступления водных ресурсов в речную сеть.
- 2) имеет только одно направление для выхода.



Движущая сила расчета математической модели и особенности ее поведения при решении. Данный достаточно странный вопрос возник на основе многочисленных численных экспериментов. При проведении тестовых расчетов мы не раз наблюдали странную и парадоксальную ситуацию. Например, если заданы начальный и конечный объемы воды в водохранилищах, определена водность источников и определены требования потребителей, то приемлемые результаты мы получали только при водном дефиците. Если же образовывался какой либо избыток стока в какой-либо период времени, то он либо "зависал" на каком либо участке реки (часто непредсказуемо и по разному), либо вызывал сообщение о плохом определении границ изменения переменных (иными словами, модель не знала, куда деть излишки стока).

Отсюда нами был сделан вывод, что движущей силой решения данной модели является стремление в постоянном, но не достижимом удовлетворении в воде потребителей. Здесь мы использовали Арал как потребитель с бесконечно большим требованием на воду. Но для того, чтобы Арал, обеспечивая решение задачи, не отнял воду у потребителей выше по течению реки, был введен коэффициент значимости фактора удовлетворения требований на воду со стороны Аральского моря. Данный коэффициент был выбран равным одной миллионной доле от результативности использования воды

иными ирригационными потребителями.

Отметим, что сразу возникла следующая сложность Амударьинского и Сырдарьинского бассейнов. Сложность заключается в ограниченности пропускной способности низовьев данных рек. На Сырдарье существует условие, что сброс ниже Чардарьинского водохранилища не должен превышать 400-450 кубометров в секунду. Если это ограничение устанавливается строго, то при условии расчета многоводного года опять встает проблема исчезновения движущей силы расчета. Избыток воды не может найти направление движения.

Но для Сырдарьинского бассейна задача решается просто - введением в расчет Арнасайской котловины, как водохранилища с неопределенным на конец расчета заполнением. В Амударьинском бассейне такой возможности нет и поэтому сток ниже Тахиаташской плотины превышающий 2000 куб. метров в секунду входит в критериальную функцию в виде штрафного слагаемого.

Методику расчета данных условий в технологии GAMS впервые разработал и апробировал автор данного отчета. Первоначально в технологии GAMS такой возможности не предусматривалось. Подход опубликован в материалах международной конференции в Лиссабоне в 1998 году.

Особенную сложность в расчетах создавало число "ноль". Возможно, это недоработка самой технологии GAMS, в которой решается наша модель. Дело в том, что иногда решение по какому либо потребителю оказывалось равным нулю и никакими логически приемлемыми способами "раскачать" решение не удавалось. И оно не покинуло ноль и не выходило на реальную цифру. То есть, находился не глобальный оптимум, а только локальный оптимум "прилипший" к границе определения одной из переменных.

Данную проблему мы решали, проводя нижнюю границу обеспечения водой потребителей не через ноль, а через маленькое положительное число. Это число было выбрано равным 10 метрам кубическим в месяц.

Критериальные функции выбора оптимальности в управлении водными ресурсами.

Перед тем как сконструировать (именно сконструировать) математическое выражение для критериальной функции, необходимо определить концепцию цели данной критериальной функции. Под концепцией критериальной функции мы понимаем ту цель, которую будет преследовать математическая модель при поиске оптимального решения. Математическая цель должна быть адекватным аналогом практической нужной и приемлимой цели.

Под концепцией критериальной функции в нашей модели мы видим следующее:

1) Максимально возможное удовлетворение потребностей потребителей, рекуррентно выраженное через заявленные лимиты.

2) Максимально возможное удовлетворение заявок по лимитам, преследует цель минимизации ущербов в сельском хозяйстве при дефиците водных ресурсов.

3) При удовлетворении лимитов учитываются и точно исполняются договоренности в использовании трансграничных водных ресурсов.

По первому из упомянутых выше пунктов заметим, что иногда математически безупречное определение критериальной функции дает результаты, абсолютно не приемлемые на практике. Описанию этих ситуаций будет уделено внимание в полном отчете. Здесь мы приведем наилучший и приемлемый для практики вид критериальной функции (путь минимизации квадратов отклонений оказался нерезультативен):

$$R = \prod_{i,t} (W_{i,t, \text{fakt}} / W_{i,t, \text{plan}})^{L_t}$$

при $W_{i,t, \text{fakt}} < W_{i,t, \text{plan}}$ и $R \rightarrow \max$ (8)

где:

R - критериальный параметр,

$W_{i,t, \text{fakt}}$ - фактический водозабор,

$W_{i,t, \text{plan}}$ - заявленное требование,

L_t - отзывчивость растения на дефицит в воде,

prod - символическая запись взаимопроизведения.

Данная критериальная функция при ее минимизации дает наилучшие результаты, и именно она включена в математическую модель.

Третий пункт концепции имеет важнейшее значение при удовлетворении лимитов на водопотребление трансграничных вод. В модели и программе в качестве строго исполняемых ограничений закладываются правила использования трансграничных вод.

Особую сложность представлял расчет Туямуюнского гидроузла как объекта, состоящего из четырех емкостей, три из которых снабжены управляющими сооружениями. Правила их взаимной эксплуатации достаточно сложны.

Если баланс между притоком и оттоком в Туямуюнское водохранилище позволяет накопить воду, то вода накапливается в его русловой емкости только до уровня наливных емкостей Султансанджара и Кошбулака. Если же воды оказывается больше то идет ее перелив в наливные емкости с одновременным ростом уровня воды в русловой емкости. При сработке Туямуюнской системы озер в первую очередь срабатывается русловая емкость. Наливные емкости срабатываются только каналом осветленной воды с ограниченной пропускной способностью. Если же уровень русловой емкости падает до отметки мертвого объема, то начинается сработка наливных емкостей Туямуюнского гидроузла.

Данные правила работы Туямуюнского гидроузла необходимо было записать как можно меньшим числом алгебраических уравнений, с учетом правил эксплуатации и без использования условий сравнения расчетных переменных определяющих своим сравнением правила эксплуатации.

Мы составили три варианта решения данной задачи и все три они дали правильные результаты в тестовых расчетах. Однако усилия, которые тратила на это машина были совершенно различны. Важность поставленной проблемы заставляет нас описать все три попытки, предпринятые нами в основном отчете.

Здесь же представим один из подходов:

Исчезновение в нуле. Есть известное свойство, что любое число, умноженное на ноль становится равным нулю, используем это в уравнении определяющем правило работы наливных водохранилищ

$$(H_p - H_n) * \frac{V(H_p - H_n) * (H_p - H_n) + (H_p - H_n)}{2 * (H_p - H_n)} = 0 \quad (9)$$

где:

H_p - уровень воды в русловой емкости в возможном, но не определенном будущем состоянии при возможном варианте ситуации в настоящем;

H_n - уровень воды в наливных емкостях в возможном, но не определенном будущем состоянии при возможном варианте ситуации в настоящем;

Движение по времени допускается в обоих равнозначных направлениях. Анализируя систему уравнений (9) легко увидеть, что оно работает только при условии $H_p > H_n$, хотя в нем нет никаких условий сравнения.

Исключительность Туямуюнского гидроузла серьезным образом нарушает планируемую универсальность модели и программы. Однако, будет сделана попытка соз-

дать некоторый дополнительный модуль, подключаемый к основной программе без нарушения ее пользовательских характеристик. Текст блока уравнений построенной модели, позволяющий оптимально управлять комплексом внутрисистемных и русловых водохранилищ будет представлен в основном отчете. Фрагменты тестовых расчетов по созданной нами модели приводятся в таблице 1. Расчеты проведены в частично имитационном, частично оптимизационном режиме. Связь площади свободной поверхности с уровнем бралась по линейной регрессионной зависимости. Испаряемость определялась по карте испаряемости региона. Исходя из этого, потери на испарение носят приближенный характер. В оптимизационном плане принималось условие равенства объема конечного заполнения всех водохранилищ исходному объему наполнения. Годом оценки ситуации принят 1993 год.

Из таблицы видно, что основное регулирование (в смысле планируемого), осуществляется русловыми водохранилищами. Внутрисистемным водохранилищам отводится роль оперативного управления для коррекции текущей ситуации. Особенно хорошо это проявляется в случае Талимарджанского водохранилища, в котором попуски в нижний бьеф изменяются от месяца к месяцу в сотни раз.

Таким образом, вывод о том, что решение данной проблемы лежит не в поиске каких то правил, а в создании инструмента быстрого поиска решений нам кажется правильным. Дальнейшие работы будут направлены в части повышения пользовательских качеств созданного инструмента и создания удобного интерфейса пакета прикладных программ. В конце данной работы созданный программный продукт планируется подать в качестве объекта охраны авторских прав согласно законодательству Республики Узбекистан.

Таблица 1

Нурекское водохранилище

номер	Объемы Притока, млн. куб. метров	Объемы Оттока, млн. куб. метров	Объемы На конец месяца, Млн. куб. метров	потери на испарение, млн. куб. метров
1	504,61	1518,65	8473,33	-686,47
2	456,26	1378,70	8042,34	-491,45
3	653,53	1501,24	7500,24	-305,61
4	1210,46	1489,36	7026,33	195,01
5	2872,58	1787,83	7898,89	212,20
6	4343,41	2363,90	9609,84	268,56
7	4932,54	4354,27	9863,29	324,81
8	3324,43	2370,92	10503,15	313,65
9	2015,02	2071,27	10110,80	336,10
10	904,50	1254,83	9497,58	262,88
11	636,60	1322,96	9172,13	-360,91
12	585,77	1470,98	8800,56	-513,64
			Всего испарилось	-444,87

Куюмазарское водохранилище

но- мер	Объемы Притока, млн. куб. метров	Объемы Оттока, Млн. куб. мет- ров	объемы на конец месяца, млн. куб. метров	потери на испарение, млн. куб. метров
1	0,00	14,46	259,71	-5,38
2	12,34	5,81	268,84	-2,60
3	40,18	0,00	300,95	8,07
4	9,07	0,78	289,99	19,26
5	6,43	0,00	274,90	21,52
6	3,37	2,33	250,20	25,73
7	0,00	20,09	206,60	23,52
8	0,00	91,60	99,79	15,21
9	0,00	8,81	85,59	5,39
10	73,12	0,00	154,60	4,11
11	103,42	0,00	256,48	1,55
12	7,23	0,00	268,84	-5,13
			Всего испарилось	111,24

Туямуюнское водохранилище

но- мер	Объемы Притока, млн. куб. метров	Объемы Оттока, Млн. куб. мет- ров	объемы на конец месяца, млн. куб. метров	потери на испарение, млн. куб. метров
1	2368,78	1376,43	6767,68	-222,13
2	2076,40	2351,22	6628,21	-135,35
3	2718,58	4085,10	5129,12	132,56
4	1647,73	1955,15	4616,55	205,16
5	5773,02	5149,22	5055,69	184,66
6	7817,47	8395,75	4174,07	303,34
7	8616,14	9248,52	3299,60	242,10
8	3816,45	4500,10	2497,17	118,79
9	3103,66	2595,89	2895,07	109,88
10	2315,21	1327,68	3818,90	63,69
11	1747,79	1402,30	4240,76	-76,38
12	2614,12	1471,25	5553,27	-169,63
			Всего испарилось	756,69

Талимарджанское водохранилище

но- мер	Объемы Притока, млн. куб. метров	Объемы Оттока, Млн. куб. мет- ров	объемы на конец месяца, млн. куб. метров	потери на испарение, млн. куб. метров
1	219,36	3,75	1358,26	-43,95
2	253,77	4,84	1634,36	-27,17
3	76,60	5,36	1672,92	32,69
4	9,07	250,00	1365,07	66,92
5	259,00	5,89	1563,58	54,60
6	8,29	189,22	1288,84	93,81
7	0,00	450,00	797,34	41,50
8	0,00	405,00	370,02	22,33
9	119,75	7,52	472,63	9,62
10	216,95	5,36	673,83	10,40
11	131,93	5,18	814,05	-13,48
12	257,13	5,09	1098,65	-32,56
			Всего испарилось	214,71

РАЗДЕЛ II. КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ БАССЕЙНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ ПО ДВУМ ОСНОВНЫМ КОМПОНЕНТАМ (ТРАНСГРАНИЧНЫЕ И МЕСТНЫЕ ВОДЫ) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС

2.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ВОДОСБОРНЫХ БАССЕЙНОВ ТРАНСГРАНИЧНЫХ, МЕСТНЫХ И СМЕШАННОГО ТИПА ПОВЕРХНОСНЫХ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В БАССЕЙНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ И ИХ КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА

Соколов В.И.

Проведены работы по составлению перечня источников (рек), формирующих поверхностный сток бассейна Сырдарьи, гидрологических постов, где осуществляется учет поверхностного стока на реках. За основу взята Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна Сырдарьи (Средазгипроводхлопок, 1987 г.). Перечень включает в себя 55 составляющих рек-постов, суммарные данные, по которым и представляют естественные ресурсы поверхностного стока бассейна. Проведены консультации в Узглавгидромете о состоянии гидрометрических постов на реках, включенных в этот перечень, периодам работы постов, а также о наличии данных.

Был произведен сбор ретроспективной информации за весь имеющийся период учета стока по всем составляющим. Среднемесячные расходы воды ($\text{м}^3/\text{с}$) по данным “Основных гидрологических характеристик по бассейну Сырдарьи”, выпусков 1970, 1976 и 1980 годов, далее по Гидрологическим ежегодникам (до 1988 года). Более поздняя информация получена в Главгидромете Республики Узбекистан. Следует сказать, что по пяти из 55 составляющих регулярных гидрометрических наблюдений не велось. Оценка среднееголетнего объема стока по этим источникам произведена на базе отдельных отрывочных данных, на основе экспертной оценки. Результаты этой оценки следующие:

- Саи Аштсамгарского массива - среднееголетний объем стока оценен в 35 млн. м^3 в год;
- Саи Шахристанской котловины - среднееголетний объем стока 120 млн. м^3 в год;
- Саи междуречья Чирчика и Ахангарана - среднееголетний объем стока 190 млн. м^3 в год;
- Саи Фаришского массива - среднееголетний объем стока 40 млн. м^3 в год;
- Река Юго-Западного склона Каратау - среднееголетний объем стока 350 млн. м^3 в год.

Несколько постов сгруппированы и представлены как одна составляющая. Например, приток к водохранилищам (Токтогульскому, Андижанскому и Чарвакскому) оценивается по трем или четырем постам на реках, втекающих в водохранилища.

Собранные данные сформированы в виде подбазы данных в среде MS ACCESS.

Подготовлены 41 таблица с ретроспективными данными. Хранение подбазы в ACCESS позволяет развивать эту подбазу в составе региональной базы данных ВАРМИС и производить различные манипуляции и вычисления с данными. Так, осуществлена оценка среднемноголетних значений различными методами (как среднее арифметическое или по кривым обеспеченности стока), построены различные графики и диаграммы.

Построена карта (создание покрытий произведено с использованием ГИС - ArcView), показывающая пространственное расположение этих источников и постов. Покрытия в ГИС произведено с использованием топоосновы масштаба 1:200000. На покрытие рек было наложено покрытие, показывающее расположение государственных границ (рис. 1). Выявление трансграничных источников (рек) было произведено по признаку пересечения государственных границ. Результаты визуального анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1

Разделение рек бассейна Сырдарьи на трансграничные и местные по признаку пересечения государственных границ

№ п/п	Водохозяйственный район, река - пост	Транс-граничная	Местная	Государ-ство
1	2	3	4	5
I.	ВХР: ВЕРХОВЬЯ р. НАРЫН			
	Нарын - приток к Токтогульскому водохранилищу, в том числе:	+	-	-
1	Нарын - Учтерек	+	-	-
2	Торкент- устье	-	+	Кырг.
3	Узунахмат - устье р. Устасай	-	+	Кырг.
4	Чичкан - устье р. Балачичкан	-	+	Кырг.
5	Карасу левая - устье	-	+	Кырг.
6	Карасу правая - устье	-	+	Кырг.
II.	ВХР: ФЕРГАНСКАЯ ДОЛИНА			
	Карадарья - приток к Андижанскому водохранилищу, в том числе:	+	-	-
7	Карадарья - Узген	+	-	-
8	Яссы - выше устья р. Зергер	-	+	Кырг.
9	Зергер - устье р. Тассай	-	+	Кырг.
10	Куршаб - Кочкората	-	+	Кырг.
	Реки междуречья Нарына и Карадарьи			
11	Кугарт - с. Михайловское	+	-	-
12	Чангет - к. Чангет	-	+	Кырг.
13	Тентяксай - к. Чарпак	+	-	-
14	Майлису - устье р. Кайрагач	+	-	-
15	Шайдансай - к. Шайдан	+	-	-
	Реки правобережья Сырдарьи			
16	Падшаата - устье р. Тосту	+	-	-
17	Чартаксай - к. Карабаг	+	-	-
18	Чанач - Чаначсай	+	-	-
19	Кассансай - к. Кызылтокай	+	-	-

20	Урюкты - устье	-	+	Кырг.
21	Алабука - Ортотокай	-	+	Кырг.
22	Сумсарай - п.Сумсарай	+	-	-
23	Коксарексай - п.Каракурган	+	-	-
24	Гавасай - п.Гава	+	-	-
25	Алмасай - Сабузганский	-	+	Кырг.
26	Чадак - устье р.Джулайсай	-	+	Узб.
27	Саи Аштсамгарского массива (Аштсай, Дигмайские родники и др.)	-	+	Тадж.
Реки левобережья Сырдарьи				
28	Акбура - к.Тулекен	+	-	-
29	Аравансай - устье р.Каракол	+	-	-
30	Каракол - устье	-	+	Кырг.
31	Шанкол - к.Шанкол	-	+	Кырг.
32	Киргизата - к.Киргизата	+	-	-
33	Абширсай - к.Учтерек	+	-	-
34	Исфайрамсай - к.Учкургон	+	-	-
35	Шахимардан - к.Джидалик	+	-	-
36	Сох - к.Сарыканда	+	-	-
37	Исфара - к.Ташкурган	+	-	-
38	Ходжабакирган - к.Андархан	+	-	-
39	Аксу - ущелье Дазгон	+	-	-
III. ВХР: ЧАКИР (Чирчик, Ахангаран, Келес)				
40	Ахангаран - устье р.Ирташ	-	+	Узб.
Чирчик - сумма рек, в том числе:				
41	Пскем - устье р. Наувалисай	-	+	Узб.
42	Коксу- устье		+	Узб.
43	Чаткал - с. Чарвак	+	-	-
44	Угам - Ходжикент	+	-	-
45	Аксакатасай - с.Кармазар	-	+	Узб.
46	Акташ - кур.Акташ	-	+	Узб.
47	Саи междуречья Чирчика и Ахангарана (Таганбаши, Акча, Наугарзан и др.)	-	+	Узб.
48	Келес - устье	-	+	Каз.
IV ВХР: СРЕДНЕЕ ТЕЧЕНИЕ				
49	Реки Шахристанской котловины (Ширинсай, Шурбулак и др.)	-	+	Тадж.
50	Заамин - ст.Дуаба	-	+	Узб.
51	Санзар - к.Кырк	-	+	Узб.
52	Саи Фаришского массива (Маджерумсай, Сентябсай и др.)	-	+	Узб.
V ВХР: АРТУР (Арысь, Туркестан)				
53	Арысь - Шаульдер	-	+	Каз.
54	Бугунь- Красный мост	-	+	Каз.
VI ВХР: НИЗОВЬЯ				
55	Реки Юго-Западного склона Каратау (Каратас, Баялдыр и др.)	-	+	Каз.

На основе созданного субблока “Речной сток” в базе данных ВАРМИС проведен анализ ретроспективных данных по стоку каждой составляющей суммарного речного

стока бассейна Сырдарьи. Для этого в ACCESS созданы несложные алгоритмы для манипуляций с данными.

В таблице 2 приведены обобщенные данные по оценке среднемноголетних величин стока основных составляющих естественные водные ресурсы бассейна Сырдарьи. Как видно из таблицы 2, средняя арифметическая величина суммарного стока за весь период наблюдений (1911-1998) составляет 33586 млн³ в год, а с учетом мелких саев - 34321 млн³ в год. Средняя арифметическая величина суммарного стока 50 %-ной обеспеченности для этого ряда составляет 32,17 км³/год, для стока 90 %-ной обеспеченности (для условий маловодья) - 23,33 км³/год.

Средняя арифметическая величина суммарного стока за период с 1950 по 1998 год (по этому интервалу времени имеются более полные данные по всем гидропостам) составляет с учетом мелких саев 35,05 км³/год.

Анализ всех таблиц с данными показал, что внутри рядов имеются пропуски, связанные с отсутствием наблюдений. Для заполнения этих пропусков, а также для продолжения рядов по тем постам, наблюдения на которых прекращены, нами составлен специальный алгоритм восстановления данных в рядах. Алгоритм реализован внутри блока "Речной сток" в среде ACCESS.

Для восстановления данных подобраны пары рек-аналогов. Подбор рек-аналогов производился по признаку территориального расположения рек в пределах одной зоны формирования стока, имеющих единство в источниках питания стока (ледниковое, снеговое, дождевое или смешанное питание).

Для выбранных пар построены корреляционные зависимости между величинами годового стока за весь период наблюдений. При наличии данных по одной из рек на основании этой зависимости оцениваются отсутствующие данные по другой реке для одного и того же интервала времени.

На рис. 2 представлен сводный гидрограф годового стока всех рек бассейна реки Сырдарьи за весь период наблюдений (1911-1998 гг.). На этом гидрографе можно увидеть определенную цикличность изменчивости годового стока во времени. Достаточно четко выделяются четыре 12-летних цикла, начиная с 1939 и заканчивая 1986 годом.

В результате углубления знаний и методов анализа данных в гидрологии выработалась методика оценки среднемноголетней величины суммарного стока рек бассейна - так называемой нормы стока. Рекомендуются норму стока оценивать не по средней арифметической величине за весь период наблюдений и не по величине стока 50 % обеспеченности, а по средней арифметической величине ряда, соответствующего двум полным циклам колебаний водности. Это позволяет учесть все характерные годы - маловодные и многоводные, на спаде и подъеме водности и т.д. Исходя из этого, нами для объективной оценки величины нормы стока рек бассейна Сырдарьи принят ряд данных с 1951 года по 1974 год. Этот ряд охватывает два полных цикла водности, что четко видно на рис. 2. Оценка по этому ряду приведена в таблице 3. Величина среднемноголетнего стока рек бассейна Сырдарьи, таким образом, составляет 36,63 км³/год.

Следует отметить, что данная оценка несколько ниже оценок среднемноголетнего стока рек бассейна Сырдарьи, выполненных ранее институтом Средазгипроводхлопок в Схеме комплексного использования и охраны водных ресурсов Сырдарьи в 1987 году (37,1 км³/год), а также оценки Главгидромета Республики Узбекистан (37,9 км³/год).

В таблице 4 представлено распределение суммарных водных ресурсов бассейна Сырдарьи по зоне формирования стока в пределах отдельных государств. Данная оценка приведена в сопоставлении данных по справке Главгидромета Республики Узбекистан с данными субблока “Речной сток”. Как видно из таблицы 4, на территории Кыргызской Республики формируется 72,8...75,2 % всего речного стока бассейна, в Узбекистане - 13,5...15,2 %, в Казахстане - 6,9...10,8 %, в Таджикистане - 2,7...2,9 %.

Наконец, в таблице 5 представлена оценка трансграничных водных ресурсов бассейна Сырдарьи (по базовому варианту, то есть к трансграничным водам отнесены только те реки, которые пересекают государственные границы). Оценка осуществлена на основе анализа с помощью ГИС (таблица 1). Как видно из представленных данных, объем среднемноголетних трансграничных вод составляет 25,666 км³/год или 70,08 % от суммарного среднемноголетнего стока рек бассейна Сырдарьи. Из представленных данных видно, что большая часть трансграничных вод формируется на территории Кыргызской Республики - 91,4 % от общих трансграничных ресурсов бассейна Сырдарьи.

Следует сказать, что вышеприведенный методический прием весьма спорен. Проблема в том, как оценивать притоки трансграничных рек, которые не пересекают границ, но впадают в трансграничные реки и влияют на их количественные и качественные параметры. Принадлежность территории зоны формирования стока тому или иному государству еще не означает, что формируемый на этой территории объем воды является собственностью этого государства. Если сформированный объем воды протекает по реке, имеющей трансграничное простираие, то эту воду, видимо, следует считать трансграничной. Необходимо прояснить свойства трансграничных вод. Вода в реках не находится в состоянии покоя, то есть одни и те же массы воды формируются на территории одной страны, расположенной в верхней части бассейна реки, и протекая по реке проходят по территории всех стран в пределах бассейна. Таким образом, водные ресурсы реки, меняя место нахождения, “периодически” становятся собственностью то одного, то другого государства. Поэтому относиться к ним следует, по-видимому, как к совместной собственности.

Необходимо продолжение работ по согласованию на межгосударственном уровне понятия водных ресурсов трансграничных источников и согласованию произведенных оценок.

2.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОН СОВМЕСТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД В БАССЕЙНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ И КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ИХ ВЗАИМОВЛИЯНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ

Сорокина И.А., Иваненко И.Г.

Подземные воды (ПВ) являются составной частью общих водных ресурсов республики Узбекистан.

Формирование региональных ресурсов ПВ в орошаемых районах республики осуществляется в результате взаимодействия естественных факторов (атмосферные осадки, фильтрация из рек, подземный приток и др.) и искусственных, вызванных хозяйственной деятельностью человека (фильтрация из оросительных каналов, инфильтрация вод при поливах и промывках и др.).

Ресурсы ПВ, либо часто употребляемый термин – региональные эксплуатационные запасы, представляют собой потенциальные объемы ПВ, которые могут быть отобраны практически без сработки емкости.

Потенциальные эксплуатационные запасы ПВ определены специализированными партиями Государственного гидрогеологического предприятия «Узбекгидрогеология» путем региональной оценки последних по установленным гидрогеологическим единицам – месторождением ПВ.

Месторождения ПВ представляют собой участки территорий, выделенные по приуроченности ПВ и тем или иным литологическим и возрастным комплексом пород при наличии единства их областей питания, движения и расходования.

Подземные воды являются наиболее надежным и качественным источником хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения.

В соответствии с основами водного законодательства республики приоритет в использовании ПВ получает хозяйственно-бытовое и промышленное водоснабжение. В районах, где отсутствуют необходимые поверхностные водные источники и имеются достаточные запасы ПВ питьевого качества, использование последних для целей орошения допускается только по разрешению местных органов по регулированию использования и охране вод.

Определяющие факторы формирования региональных ресурсов ПВ республики связаны с особенностями гидрогеологических условий.

Гидрогеологические условия Узбекистана определяются физико-географическими и геологоструктурными характеристиками территорий. На территории республики выделяются две резко различные гидрогеологические области: восточная – горноскладчатая и западная – платформенная.

Региональный анализ полного водного стока горно-предгорно-равнинных областей Узбекистана свидетельствует, что речной сток и подземные воды представляют собой единую взаимосвязанную гидролого-гидрогеологическую систему, в которой горные массивы играют роль аккумулятора влаги воздушных масс и формируют первичные водные ресурсы, поступающие транзитом через предгорье на равнину. В предгорьях, дополнительно к сформировавшимся в горах, ресурсы водного стока не формируются. Здесь отмечается лишь процесс «рассеивания» первичного «горного» стока, сопровождающийся, питанием ПВ за счет частичной линейной (речной) фильтрации, где этому благоприятствует геологическая обстановка; это создает потоки ПВ, дренируемые равниной. На равнине ПВ получают интенсивное дополнительное (линейное и

площадное) питание из систем искусственного орошения, поймы рек, проходя по тальвегам речных долин, выполняют функцию региональных дрен, собирая подземные и сбросные воды с верхних орошаемых террас.

Благоприятными условиями формирования значительных по величине пресных и слабосоленоватых ПВ отмечаются восточные горноскладчатые области Узбекистана, где расположены межгорные и внутригорные впадины, предгорные равнины (слившиеся конуса выноса) и долины рек.

Здесь получили развитие самые крупные месторождения ПВ, связанные с аллювиальными долинами рек Сырдарья, Чирчик, Ахангаран, Зарафшан, Кашкадарья, Сурхандарья, а также с периферийной частью конусов выноса Ферганской долины, р. Ахангаран, Туполанг и др.

Эксплуатационное значение в них имеют водоносные комплексы аллювиальных и аллювиально-пролювиальных галечниковых отложений четвертичного возраста.

В горноскладчатой области Узбекистана выделяются следующие гидрогеологические районы: Ферганский, Приташкентский, Голодностепский, Нурата-Туркестанский, Сурхандарьинский и Центрально-Кызылкумский.

К платформенной артезианской области приурочены следующие гидрогеологические районы: Бухара-Турткульский, Кашкадарьинский, Левобережно-Амударьинский, Приаральский и группа Усинских артезианских бассейнов.

Региональные потенциальные эксплуатационные запасы оценены Государственным гидрогеологическим предприятием «Узбекгидрогеология» по 13 гидрогеологическим районам, развитым в пределах границ Республики, их величина составляет 50566,31 тыс. м³/сут, в том числе утвержденные эксплуатационные запасы – 2097,71 тыс. м³/сут, что составляет 41,48 % от суммы потенциальных запасов (на 01.01.96 г).

Величина эксплуатационных запасов ПВ по промышленным категориям (А₁ В₁ С₁) по республике Узбекистан составила 17968,77 тыс. м³/сут, а с учетом категории С₂ – 20974,71 тыс. м³/сут.

Величина утвержденных запасов по областям республики распределяется следующим образом: Андижанская – 8,0 % (1687,37 тыс. м³/сут); Наманганская – 16,8 % (3540,82), Ферганская – 24,8 % (5205,59), Самаркандская – 9,38 % (1967,72), Бухарская – 1,9 % (397,51), Навойская – 5,1 % (1077,96), Ташкентская – 17,2 % (3620,78), Джизакская – 3,4 % (708,18), Сырдарьинская – 2,5 % (531,24), Сурхандарьинская – 3,1 % (654,85), Кашкадарьинская – 3,5 % (737,63), Хорезмская – 1,6 % (397,09), Каракалпакстан – 2,4 % (507,96).

В последние годы в связи с резким ухудшением экологической обстановки растет загрязнение ПВ на Сохском месторождении Ферганской области, в пределах Чирчикского месторождения, к которому приурочена Чирчик-Ташкентская агломерация, месторождения современной долины р. Зарафшан и некоторых других.

Что касается учета использования ПВ в народном хозяйстве, можно отметить следующее. По данным «Узбекгидрогеологии» на 1995 год общее водопотребление Узбекистана находилось на уровне 1700 м³/сек (по среднегодовому расходу) и включало забор на орошение – 1450 м³/сек, забор на производственные нужды – 190 м³/с, забор для централизованного водоснабжения – 60 м³/с (подземных вод). К 2010 году для питьевого водоснабжения планируется использовать 220 – 240 м³/с чистой воды, в том числе 130- 140 м³/с подземных вод, что составляет в среднем 60 % от питьевого водоснабжения.

Гидрогеологические характеристики для наиболее крупных месторождений ПВ, интенсивно используемых, с мощным отбором эксплуатационных запасов ПВ, приводятся в таблице 1.

В западной и юго-западной частях Республики Узбекистан, включающих Хорезмскую, большую часть Бухарской области и Республику Каракалпакистан, пресные ПВ практически отсутствуют. При этом запасы ПВ артезианских бассейнов повышенной минерализации (1-3 г/л) используются для мелкоозасного орошения, реже для промышленных целей. Специфические месторождения ПВ этой зоны – приканальные и приречные линзы пресных вод в 60^x – 70^x годах широко использовались для хозяйственного водоснабжения. В последние десятилетия в связи с ухудшением качества воды их эксплуатация резко сократилась.

Характеризуя степень гидравлической связи поверхностных и ПВ в пределах выделенных наиболее крупных месторождений (табл. 1) можно отметить следующее. Преобладающее количество месторождений ПВ по своей принадлежности к типам рельефа и геоморфологическим формам относятся к межадырным впадинам (Ферганский гидрогеологический район), конусам выноса или полосе слившихся конусов выноса и аллювиальным речным долинам. Для верхних частей месторождений (по течению водотока) особенностью взаимоотношений ПВ с поверхностными водотоками является либо отсутствие гидравлической связи, либо периодическая связь, переходящая вниз по течению в постоянную.

В нижних частях (по течению водотока) межадырных впадин, периферии конусов выноса, большей части площадей аллювиально-пролювиальных равнин и речных долин преобладает дренирование ПВ поверхностными водотоками. Особенностью таких площадей является постоянная гидравлическая связь ПВ с поверхностными водотоками.

Для типовых месторождений ПВ с высокой степенью гидравлической связи поверхностных и подземных вод процессы формирования возвратных вод, пополняющих поверхностные водотоки, сводятся к следующему. В естественных условиях, не нарушенных отбором ПВ, возвратные воды формируются из стока родников, вклинивания ПВ в коллекторно-дренажную сеть, дренирование их рекой и поверхностными водотоками, при этом они занимают существенную долю (60-90 %) в расходных статьях водных балансов.

В условиях, нарушенных отбором ПВ, происходит изменение структуры баланса ПВ, проявляющееся в сокращении расходных статей, которые ранее формировали сток возвратных вод и обеспечивали пополнение стока поверхностных водотоков.

Для выделенных месторождений являющихся объектом детального исследования, процессы изменения естественного стока возвратных вод вызваны работой групповых и площадных водозаборов подземных вод, имеющей место на протяжении длительного периода времени – 10–15 последних лет.

В условиях отбора подземных вод и использовании его в народнохозяйственных целях, на питьевое водоснабжение, коммунальные цели, промышленно-техническое водоснабжение, на орошение и вертикальный дренаж происходит формирование нового стока из отработанных подземных вод.

На данной стадии исследования, вследствие сложности проблемы и отсутствия необходимых материалов, были приняты приближенные методы расчета, позволяющие оценить ущерб стоку поверхностных водотоков при отборе и использовании подземных вод в различных отраслях народного хозяйства.

Они заключались во введении приближенных коэффициентов характеризующих производительное потребление подземных вод и их непроизводительные потери в зависимости от различной технологии использования воды в различных отраслях народного хозяйства. Тем самым общий объем отобранных скважинами подземных вод дифференцировался на их безвозвратное использование, определяющее ущерб поверхностному стоку, и возвратные воды, в конечном счете, пополняющие поверхностные водо-

токи. В качестве рабочей гипотезы было принято следующее. Вследствие замкнутости системы взаимодействия поверхностных и подземных вод, при отборе и использовании для питьевого водоснабжения и в различных отраслях коммунального хозяйства и промышленности, а также орошения земель и вертикального дренажа, ущерб стоку поверхностных водотоков будет создавать та часть эксплуатационных запасов подземных вод, которая использовалась безвозвратно. Сюда входит расходование на питьевые цели населения, часть подземных вод, задействованная в технологических процессах производства, использование на транспирацию растений, испарение, сброс в озера, понижения рельефа и пр. С использованием точной информации об использовании подземных вод в различных отраслях народного хозяйства были выполнены приближенные расчеты ущерба поверхностному стоку. Для выделенных месторождений, являющихся объектами исследования, приводится итоговая таблица результатов количественной оценки ущерба поверхностному стоку при отборе и использовании подземных вод в различных отраслях народного хозяйства (табл. 2).

2.3. АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ ВОЗВРАТНЫХ ВОД (ОТ ОРОШЕНИЯ И ПРОМКОМБЫТА) В БАССЕЙНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ, ИХ КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА С УЧЕТОМ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Соколов В.И., Сорокин А.Г., Рузиев Т.У.

Была собрана информация о возвратных водах, формирующихся на территории бассейна Аральского моря. За основу взята Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейнов Амударьи (Средазгипроводхлопок, 1984 г.) и Сырдарьи (Средазгипроводхлопок, 1987 г.), а также База данных WARMIS. Дана оценка фактического наличия возвратных вод по основным составляющим. Выполнен анализ структуры возвратных вод в разрезе водохозяйственных районов и административных территорий государств.

Возвратные воды состоят из коллекторно-дренажного стока от орошения и сточных вод от промышленности и коммунального хозяйства. Наибольшая доля в объеме возвратных вод приходится на коллекторно-дренажный сток от орошения. Оценки, основанные на материалах базы данных WARMIS, представлены в таблицах 1, 2, графиках (рис. 1, 2) и диаграммах (рис. 3, 4). В 1990 году дренажные воды составляли 92 % по бассейну Сырдарьи и 95 % - по бассейну Амударьи. Остальной объем приходился на сточные воды. В 1997 году доля сточных вод в общем объеме возвратного стока увеличилась и составила 10 % по бассейну Сырдарьи и 6 % - по бассейну Амударьи. По административной принадлежности доли возвратных вод в среднем за шесть лет (1990-1995) распределяются следующим образом (см. на диаграммах рисунка 3):

по бассейну Сырдарьи:

- Узбекистан – 63 %
- Кыргызская Республика – 16 %
- Казахстан – 14 %
- Таджикистан – 7 %

по бассейну Амударьи:

- Узбекистан – 69 %
- Туркменистан – 19 %
- Таджикистан – 12 %.

На рисунке 4 показаны диаграммы динамики водоотведения в различные водоприемники. В 1990 году по бассейну Сырдарьи в реки сбрасывалось 59 % формируемых возвратных вод, 27 % повторно использовалось для орошения и 14 % отводилось в природные понижения. В то же время по бассейну Амударьи в реки сбрасывалось 41 % формируемых возвратных вод, 11 % повторно использовалось для орошения и 48 % отводилось в природные понижения. В 1997 году по бассейну структура водоотведения практически не изменилась. По бассейну же Сырдарьи увеличился сброс возвратных вод в реку - до 69 %, снизилось повторное использование - до 18 %, отвод в понижения составил 13 %.

Величина коллекторно-дренажного стока учитывается гидрометрической службой Минсельводхозов государств Центральной Азии в устьевых створах магистральных коллекторов. Однако это не позволяет учитывать весь формирующийся дренажный сток на деятельной территории, а также возможности его повторного использования. В этой связи следует использовать расчетные методы для оценки объемов этих вод.

За основу была принята методика, разработанная в начале 90-х годов в САНИИРИ Соколовым В.И.

Коллекторно-дренажные воды являются возвратными водами антропогенного происхождения, поверхностная составляющая которых формируется за счет вод, сбрасываемых с поливных и промывных участков оросительных систем, аварийных сбросов из ирригационной сети и потерь оросительных вод при эксплуатации гидротехнических сооружений, а также сбросов в коллектора части вод, откачиваемых скважинами вертикального дренажа. Подземная составляющая образуется в результате инфильтрации оросительных вод из каналов и на сельскохозяйственных полях. Профильтровавшиеся воды, подпитывают грунтовые, частично или полностью выклиниваются в коллекторно-дренажную сеть.

Известно, что величина дренажно-сбросного стока зависит, главным образом, от водозабора на ирригационные нужды, а также от технических характеристик систем орошения и техники полива, мелиоративного режима. Многолетние исследования в бассейне р. Сырдарья показали, что проявляется довольно сильная теснота связи между коллекторно-дренажным стоком и водозабором. Имеется ярко выраженный временной тренд в стоке коллекторно-дренажных вод, определяемый повышением коэффициента земельного использования на фоне интенсивного строительства дренажа. Кроме того, сток коллекторно-дренажных вод неодинаков в годы различной водности лет при прочих равных условиях.

Интегральной характеристикой орошаемой территории является время рекуперации (сдвиги во времени в сторону отставания) между водозабором и коллекторно-дренажным стоком (рекуперация - от латинского recuperatio - обратное частичное получение материала (в нашем случае - воды) в технологическом процессе - орошении). Время рекуперации фактически представляет собой промежуток времени с момента учета водозабора из источника (в голове ирригационных каналов) до момента учета коллекторно-дренажного стока (в устьях коллекторов, при поступлении в водоприемники). За это время вода, забираемая из источника, протекает по каналам всех порядков (включая и временные оросители), трансформируется на орошаемых полях в дренажный сток, который выклинивается в коллекторно-дренажную сеть. Величина времени рекуперации для конкретной орошаемой территории зависит от особенностей гидрографии, степени естественной и искусственной дренированности деятельной территории.

Таким образом, из всего вышеизложенного можно сделать вывод, что зависимость “коллекторно-дренажный сток - водозабор” будет более точной, если в ней каким-то образом учесть время рекуперации. Имея в своем распоряжении обширную статистическую информацию (ряды среднемесячных расходов коллекторно-дренажного стока и водозабора длиной 40-50 лет) по основным водохозяйственным районам бассейна р. Сырдарья, мы провели работу по построению унифицированной регрессионной модели для оценки величины коллекторно-дренажного стока. Предложена многофакторная регрессионная модель в следующем виде:

$$Q_{kd(t+1)} = K_1 Q_{kd(t)} + K_2 (Q_{vz(t-m)} + Q_{vz(t+1-m)}), \quad (1)$$

где:

Q_{kd} - среднемесячные расходы коллекторно-дренажного стока;

Q_{vz} - то же, водозабора на орошение;

t - индекс месяца ($t = 1...12$);

K_1 и K_2 - коэффициенты регрессии;

m - сдвигка во времени (время рекуперации $m = 1...12$).

Расчеты по этой модели выполняются в два этапа: (1) рассчитываются численные значения коэффициентов регрессионного уравнения; (2) с использованием полученного регрессионного уравнения рассчитываются искомые (прогнозные) величины коллекторно-дренажного стока.

Проведенные с использованием этой модели расчеты на фактических данных (о водозаборе и дренажном стоке) по бассейну реки Сырдарья показали, что в пределах Ферганской долины процесс рекуперации растянут на 7 месяцев, в ЧАКИРе - на 8 месяцев, в Голодной степи - на 11 месяцев, в Дальверзинской степи - менее 1 месяца. Это полностью согласуется с вышеприведенной трактовкой физического смысла времени рекуперации, - величина которого зависит от гидрогеологических условий исследуемых водохозяйственных районов и особенностей расположения мелиоративных систем. Например, Ферганская впадина и ЧАКИР являются весьма масштабными ирригационными зонами, где орошаемые массивы распластаны на дренированностью перемежаются большой территории. Здесь районы с интенсивной с территориями со слабой дренированностью. Значительная величина времени рекуперации в Голодной степи объясняется тем, что территория эта представляет собой "глухую" зону погружения и рассеивания грунтовых потоков. Коэффициент фильтрации пород в среднем не превышает 0,5 м/сут, уклоны потока грунтовых вод - 0,002-0,003. Уровень грунтовых вод практически стабилен в годовом и многолетнем разрезе, что характерно для грунтовых вод застойного типа.

Результаты расчетов приведены в таблице 3. Проверка адекватности уравнений по критерию Фишера показала, что полученные нами уравнения регрессии значимы только при 10 %-ном уровне значимости (90 %-ной доверительной вероятности). В таблице 3 показаны значения доверительного интервала - для всех водохозяйственных районов. Проверка значимости коэффициентов регрессии по t-критерию Стьюдента показала, что найденные значения статистически значимы.

Таблица 3

**Расчетные значения коэффициентов регрессионной модели
для расчета величины коллекторно-дренажного стока
(на примере бассейна р. Сырдарья)**

Водохозяйственный район	Расчетный период	Значения коэффициентов				
		K_1	K_2	m	R	, m^3/c
Ферганская впадина	1956-1995	0,901	0,015	7	0,87	27,1
ЧАКИР	1954-1995	0,913	0,007	8	0,86	10,6
Голодная степь	1950-1995	0,810	0,030	11	0,91	18,8
Дальверзинская степь	1950-1995	0,834	0,028	0(1)	0,79	5,18

Нерациональное использование воды при орошении увеличивает потери, что влияет на повышение уровня грунтовых вод. Это способствует мобилизации солей в продуктивном слое почв и влечет за собой потерю продуктивности земель. Избыточное насыщение грунтовых вод увеличивает нагрузку на коллекторно-дренажную сеть и требует постоянных затрат на регулярные эксплуатационные мероприятия по поддержанию дренажа, а также огромных средств на его развитие.

Увеличение коллекторно-дренажного стока, преимущественно с высокой минерализацией воды, сопровождается сбросом их в реки, существенно ухудшая качество речных вод. Управление солями, как это ни парадоксально, находится в прямой зависимости от рационального использования воды при орошении земель. Поэтому идеология водосбережения принята как основа в региональной водной стратегии и во всех действиях будущего развития и управления водными ресурсами бассейна Аральского моря. В рамках разработки региональной стратегии необходимо провести оценку солевого и водного балансов по областям (зонам планирования), выработать рекомендации по их приведению к экологически устойчивым параметрам (минимизация солеобмена между рекой и орошаемой территорией, между зоной аэрации и грунтовыми водами с постепенным уменьшением запаса солей в зоне аэрации). При этом оценка возможности максимального вовлечения возвратных вод с целью их повторного использования вблизи мест их формирования имеет огромное практическое значение.

Дальнейшее направление настоящей работы предполагается сосредоточить на следующих направлениях. На основе экосистемного подхода следует разработать комплекс организационных, правовых и инженерных решений по улучшению качества вод в водных источниках Центральной Азии, включая:

- установление лимитов загрязнения по рекам и притокам и введения штрафных санкций за их превышение;
- управление отводом коллекторных вод, ранее сбрасываемых в реки, в зависимости от качества воды в реках;
- установление системы гидроэкологического мониторинга;
- увязка внутрисистемного использования дренажных вод с достижением экологического равновесия.

РАЗДЕЛ III. РАЗРАБОТАТЬ ЕДИНУЮ СИСТЕМУ ОЦЕНКИ ТРЕБОВАНИЙ НА ВОДУ, НОРМ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ ЭКОНОМИКИ СТРАН В БАССЕЙНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

3.1. ПРИНЦИПЫ УСТАНОВЛЕНИЯ “ЖЕСТКИХ” НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ НА ВОДУ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Чолпанкулов Э.Д.

Для приоритетной области использования водных ресурсов - сельском хозяйстве - во всех государствах центрально-азиатского региона имеются свои нормативы, полученные по разным методикам и рекомендациям, отличающиеся различной ориентацией на технический уровень водопотребления и урожайности. Можно сказать, что в центрально-азиатском регионе нет единой методики расчета оросительных норм, удовлетворяющих современным требованиям. Поэтому вопросы рационального использования ограниченных водных ресурсов особенно актуальны при интенсификации сельскохозяйственного и промышленного производства в аридной зоне Центральной Азии.

Возникший социально-экономический и экологический кризис в бассейне Аральского моря, и в частности в дельтах рек Амударьи и Сырдарьи, оказывает отрицательное воздействие на население этого региона.

В связи с этим в настоящее время возникла острая необходимость разработки способов и методов рационального использования водных ресурсов.

В сельском хозяйстве доходы и убытки в основном зависят от правильного или неправильного использования водных и земельных ресурсов. Цель управления технологическими процессами в сельском хозяйстве - использование материальных и трудовых ресурсов, обеспечивающее максимальную отдачу орошаемых земель в конкретных природно-климатических условиях. Одной из важнейших задач в системе управления технологическими процессами в аридной зоне является проведение поливов. Отклонение поливной нормы от оптимальной в любую сторону очень часто является основным фактором снижения урожайности сельскохозяйственных культур.

Определение оптимальных норм и сроков поливов - одна из важнейших задач орошаемого земледелия, при решении которой необходимо учитывать все природно-климатические условия данного региона: испарение, солнечную радиацию, температуру и влажность воздуха и почвы, уровень грунтовых вод, степень засоления почвогрунтов, их воднофизические свойства, а также биологические особенности возделываемой культуры.

Цель данной НИР - установление принципов назначения “жестких” нормативных требований на воду в сельхозпроизводстве.

В настоящее время путем введения лимитирования воды водообеспеченность была снижена на 30 % , т.е. уже имеются довольно жесткие оросительные нормы. Все существующие нормативы по расчету оросительных норм сельскохозяйственных культур в бассейнах рек Амударьи и Сырдарьи были ориентированы на величину урожайности хлопчатника в 30-35 ц/га (Шредер, Милькис, Беспалов и др.), поэтому принципы назначения “жестких” оросительных норм должны исходить из учета уровня урожай-

ности определенных сельхозкультур.

Все формулы для расчета оросительных норм, рассчитанные в основном на удовлетворение минимальных биологических потребностей растений, базируются на расчете испаряемости по формуле Н.Н.Иванова с поправкой Л.Молчанова.

Нами выполнены некоторые расчеты, проведенные с целью уточнения величин оросительных норм, которые подтвердили предположение о том, что формула Иванова при определенных условиях завышает значение испаряемости.

По 14 метеостанциям Республики Узбекистан за ряд лет были собраны материалы по испарению с водной поверхности по данным испарителей ГГИ-3000 и сопоставлены с данными испарительного бассейна. Испарительный бассейн площадью 20 м² может считаться эталоном при определении испарения с водной поверхности и в первом приближении - испаряемости. Были получены поправочные коэффициенты для перевода значений, полученных по данным испарителя ГГИ-3000 к данным испарительного бассейна, которые сравнивались с величиной испаряемости, рассчитанной по формуле Иванова. В качестве примера в таблице 1 приведены такие расчеты по 6 станциям.

Как видно из среднеголетних данных, приведенных в этой таблице, формула Н.Н.Иванова превышает величины испаряемости, полученные при наблюдениях по испарительному бассейну, от 10 до 65 %.

Таблица 1

Значения величины испаряемости по формуле Н.Н.Иванова и данным испарительного бассейна (м)

Станция	IY	Y	YI	YII	YIII	IX	сумма	%
1. Дустлик бассейн ф-ла Иванова	100	130	157	179	151	106	823	100
	86	158	198	212	176	126	956	116
2. Галляарал бассейн ф-ла Иванова	91	114	184	242	242	155	1028	100
	72	134	237	294	271	207	1215	118
3. Федченко бассейн ф-ла Иванова	62	90	107	109	85	73	526	100
	94	140	185	183	154	114	870	165
4. Чимкурган бассейн ф-ла Иванова	133	148	221	260	233	182	1177	100
	85	165	263	305	274	203	1295	110
5. Фергана бассейн ф-ла Иванова	73	113	149	164	137	105	741	100
	98	145	198	212	176	126	955	129
6. Бозсу бассейн ф-ла Иванова	85	110	149	178	158	113	793	100
	89	137	206	207	171	125	935	118

В задачу исследований 1998 г. входил анализ влияния планировки земель с целью водосбережения.

Результаты опытных исследований и практика поливного земледелия в аридных зонах показывают, что если микрорельеф поля чередуется бугорками и блюдцеобразными низинами, то урожайность сельхозкультур снижается, в зависимости от степени пестроты, до 50-80 %.

В бугорках урожайность хлопчатника составляет 6-9 ц/га, в низинах-4-5 ц/га, тогда как на выровненных частях поля она может достигать 30-40 ц/га.

Поскольку поверхностный способ орошения предъявляет повышенные требования к рельефу поливного участка, при вводе земель в сельхозоборот или реконструкции проводят капитальную планировку поверхности поля при требовании максимального отклонения спланированной поверхности от проектной в 5 см. Проводятся также предпосевная и ремонтная планировки, чтобы исключить влияние деформаций, возникающих при вспашке, нарезке оросительной сети и т.п.

Планировка способствует повышению коэффициента использования орошаемых земель до 12-15 %, что происходит главным образом за счет сокращения удельной протяженности оросительных сетей, дополнительного освоения неудобных в рельефном и мелиоративном отношении полей, улучшения конфигурации и размеров севооборотных массивов и т.д.

На спланированных землях за счет полива по удлиненным бороздам, полосам, увеличения обрабатываемых площадей, улучшения качества полива, достижения равномерного увлажнения почвы по всей длине поливного участка, устранения подсушек и вымочек культур достигается сокращение затрат труда на поливе в 1,5-2,0 раза, повышается на 15-20 % производительность сельхозтехники, экономится до 38-50 % оросительной воды, урожайность сельхозкультур увеличивается более чем в 1,5 -2,0 раза.

По данным В. Хегая, полученным на поливном участке совхоза им. Г. Гуляма Сырдарьинской области, установлено влияние качества поверхности поля на мелиоративное состояние земель и урожайность сельскохозяйственных культур. На различных участках при увеличении отклонения фактической поверхности поля от проектной от 3 до 15 см при УГВ, колеблющемся в пределах от 2,3 до 1,6 м, запасы солей в корнеобитаемом слое почвы за вегетацию изменяются от -22,8 до +30 т/га при соответствующем изменении оросительной нормы от 3116 до 4220 м³/га и урожайности от 35,6 до 21,1 ц/га.

В связи с обостряющейся с каждым годом водохозяйственной обстановкой возникла настоятельная необходимость ускорить разработку и внедрение в производство наиболее совершенных прогрессивных водо- и ресурсосберегающих технологий и технических средств полива. Обычная технология поверхностного полива утратила свое значение и не отвечает современным требованиям.

Еще в начале века академик Е.Н.Костяков обращал серьезное внимание на недостатки, присущие традиционному поливу. Главными он считал потери на сброс и глубинную фильтрацию, достигающие при поливе порой более 50 % нормы водоподачи; неравномерность увлажнения по длине поливного участка, т. к. коэффициент равномерности не превышает 0.45-0.55; трудоемкость процесса полива и регулирование расчетной поливной нормы и т.д. Массовое внедрение механизированного возделывания пропашных культур, в первую очередь хлопчатника, сахарной свеклы, овощных и др., позволило осуществить переход к более прогрессивному методу бороздкового полива особенно при укрупнении поливных карт.

Благодаря этим исследованиям в последующие годы были разработаны и внедрены в производство механизированные и автоматизированные способы поверхностного полива по бороздам, полосам и чекам. Были определены и рекомендованы в производство оптимальные длины борозд, полос, размеры чеков, эрозионно неопасные величина расхода воды при поливах, а также обоснованные режимы орошения сельхозкультур с учетом особенностей почвенно-климатических зон, гидромодульных районов внутри каждой зоны, рельефных, гидрогеологических условий, биологических особенностей сельхозрастений и хозяйственно-организационных условий и т. д. и небольшую водопроницаемость.

Можно сказать, что все предложенные методы поверхностного полива требуют в дальнейшем серьезного совершенствования и теоретического обоснования. При этом необходимо обратить особое внимание на устранение недостатков, являющихся общими для всех предложенных методов поверхностного способа полива. Так, при всех методах технологии допускается чрезмерное затягивание (до 1-2 суток) продолжительности полива, которое вызывает потери воды на глубинную фильтрацию и неравномерное увлажнение; практически не изучается форсированный максимально возможный (не размывающий) расход для сокращения времени добега струи до конца борозды, который является одним из решающих условий достижения равномерного увлажнения; не применяется метод предварительного замачивания борозд в целях повышения эрозионной стойкости борозд; не определены оптимальные паузы между импульсами; полив необоснованно длится столько времени, сколько требуется для увлажнения расчетной глубины почвы в соответствии со скоростью впитывания влаги, вместо того, чтобы заданную поливную норму (брутто) выдать ускоренно и разместить в верхней половине расчетного слоя. Например, увлажнять не до 1 м, а до 0,4-0,5 м. Это делается с таким расчетом, что оставленная в верхнем пахотном и подпахотном слоях "избыточная" поливная норма (из расчета на 1 м) по окончании полива постепенно впитывается в более глубокие слои почвы, пока не достигнет заданной глубины (до 1 м). Такой прием в 2-3 раза сокращает общую продолжительность полива и способствует равномерному увлажнению по длине поливного участка, что возможно осуществить в 2-3 такта. Отключение расхода воды в голове борозды только после достижения ее конца является запоздалым приемом, так как сток воды может уйти на сброс или вызовет переполнение в концевых частях борозд. Поэтому необходимо установление оптимальной точки по длине борозды, при достижении которой расход в голове борозды отключается, и потери воды на сброс не происходит.

Ранее установленные для традиционной технологии элементы техники полива, в частности, величина расхода, длина борозд, продолжительность полива и время добега струи, а также размеры поливных норм, глубина распределения их по почвенным горизонтам и т.д. для различных по водопроницаемости, влагоемкости почв и уклонов местности, по существу определяющие эффективность полива, требуют значительной корректировки и уточнения применительно к новой дискретной технологии поверхностного полива. Более того, импульсная технология требует правильного установления и совершенствования технологических принципов последовательности осуществления полива с помощью автоматизированных и механизированных средств с учетом биологических особенностей сельхозкультур и конкретной почвенно-мелиоративной обстановки в зоне.

Эта технология полива широко испытывается и внедряется в условиях Средней Азии и за рубежом. По данным исследований Н.Ф.Беспалова и Х.Вапаева (НПО "Союзхлопок"), дискретная (импульсная) технология полива повышает урожайность хлопчатника на 3,6-6,6 ц/га по сравнению с таковой при обычной технологии. Коэффициент равномерности увлажнения при дискретной технологии повышается до 0,8-0,9 вместо 0,7-0,8 при обычном поливе, и опадение завязей хлопчатника уменьшается на 26,3-28,0 %.

Аналогичный эффект получен М.Г.Хорстом от внедрения дискретной технологии и в совхозе им. Г.Гуляма Ильичевского района Сырдарьинской области Узбекистана. Так, по данным САНИИРИ, экономия воды в этом хозяйстве составила 20 % расчетной нормы, урожайность сельхозкультур увеличилась на 10-15 %.

Опыты с дискретной технологией полива, проведенные С.Х.Назировым по предложенной методике в условиях Чирчик-Ангренской долины Ташентской области Узбекистана, показали, что общие потери воды на сброс и глубинную фильтрацию со-

крашаются на 30-40 %, коэффициент равномерности достигает 0,90-0,95, производительность труда поливальщиков возрастает в 3-4 раза, урожайность хлопка-сырца повышается на 6-7 ц/га.

Дискретная технология поверхностного способа полива является новым шагом в области оросительной мелиорации. Достижения отечественной, зарубежной науки и передовой практики в этой области убедительно показывают, что поверхностный способ полива в аридных регионах различных стран в обозримой перспективе останется наиболее распространенным, эффективным и малоэнергоёмким способом.

Так, в США, Франции и других странах площади орошаемых земель (75-82 %), увлажняемых этим способом, не сокращаются. В развивающихся странах эти показатели еще выше, но уровень механизации полива здесь крайне низок (менее 1-3 %). Специалисты США ("Irrigation Journal", 1980, 1984; Irrigation Age, 1982, 1985) объясняют широкое применение поверхностного полива энергетическим кризисом в их стране. Поэтому они считают, что в условиях возрастающей стоимости энергии автоматизированные системы самотечного поверхностного полива могут быть экономически более выгодными, чем дождевание, которое занимает 2-е место по площади полива.

В среднеазиатском регионе и юго-западных областях Казахстана, где почвенно-рельефные условия благоприятны, следует и впредь преимущественно развивать поверхностные способы орошения. В настоящее время этот способ полива в аридных регионах Средней Азии и Южного Казахстана применяется на более 96 % площади орошаемых земель.

Поверхностные способы полива в перспективе будут развиваться по пути создания высокопроизводительных, малоэнергоёмких, водо-, ресурсосберегающих технологий и технических средств орошения, которые ориентированы на максимальное использование энергии уклона местности и потока воды в оросительных системах.

Эффективность поверхностного способа полива в аридных регионах в перспективе зависит от правильного выбора и реализации средств механизации и автоматизации процессов полива.

Полив через междурядье является важным фактором регулирования поливных норм, водно-воздушного режима почвы и уменьшения поверхностного сброса. Однако применение полива через борозду необходимо увязывать с уклоном участка, водопроницаемостью почвы, глубиной залегания грунтовых вод и другими условиями.

По данным Г.Ю.Шейнкина анализ структуры поливной нормы показывает (таблица 2), что при поливе через борозду на тяжелых слабоводопроницаемых почвах по уплотненным бороздам поверхностный сброс составляет 45,6 % от общей нормы, а при поливе при неуплотненном он снижается до 16,2 % от нормы брутто. При поливе в каждую борозду поверхностный сброс составляет 36,6 % от нормы брутто.

Самая высокая оросительная норма брутто наблюдалась в варианте полива в каждую борозду и составляла 11652 м³/га, что на 32 % больше по сравнению с поливом через борозду. Абсолютная величина сброса при поливе в каждую борозду из временной оросительной сети составила 617 м³/га против 626 м³/га при поливе по уплотненным бороздам и 208 м³/га при поливе по неуплотненным.

На почвах с высокой водопроницаемостью при поливе через междурядье (1,2 м) по уплотненным бороздам величина поливной струи была равна 0,08 л/с, длина борозды 200 м. Уже через 12 часов от начала полива вода добежала до конца борозд и начался сброс.

Впитывание по уплотненной борозде равнялось 0,03-0,04 л/с. Поливная норма составила 634 м³/га.

Таблица 2

**Распределение поливной нормы при 1-м поливе через борозду
и в каждую борозду**

Вид полива	Поливная норма, м ³ /га	Поливная норма нетто, %	Поливная норма брутто, %
Полив по незамятым бороздам	1300	83,8	16,2
Полив по замятым бороздам	1400	54,4	45,6
Полив в каждую борозду	1600	63,4	36,6

Анализ данных по влажности почвы показывает, что на глубине 0,4 м влажность составила 17-20 %, а на глубине 0,6 м - 18-24 % весовых, что вполне достаточно для роста хлопчатника.

Следует отметить, что на больших уклонах и легких почвах при поливе через междурядие по уплотненным бороздам поверхностный сброс неизбежен и величина его составляет 18-20 %, на тяжелых почвах – 40 % от поливной нормы брутто.

Основным показателем качества полива является равномерное увлажнение почвы по длине борозды. Изучение равномерности увлажнения почвы по глубине и длине борозды позволяет установить оптимальные длины борозд и размеры поливных струй. Степень равномерности распределения влаги по длине борозды характеризуется коэффициентом равномерности, который определяется как соотношение оптимальной поливной нормы на отрезке к средней поливной норме.

Проведение 1-го полива через борозду по незамятой борозде обеспечивает равномерное увлажнение почвы по длине сквозной борозды и на достаточную глубину.

Наблюдения за динамикой влаги в почве после полива через борозду по незамятым бороздам показали, что в первые сутки после полива при глубине промачивания до 100 см контур распространения влаги простирается в верхней части борозды на 25-30 см в сторону.

На глубине 80 см он распространяется шире и смыкается с контуром последующей мокрой борозды. В слое, примыкающем к дну борозды на глубину 60-80 см, влажность почвы в течение первых суток повысилась до 16 % от веса воздушно-сухой почвы или 70 % ППВ.

Повторное определение влажности почвы, проведенное через 4 суток после окончания полива, показало, что за этот период произошло значительное перераспределение влаги. Зона повышенной влажности сместилась в слой 40-140 см, в то же время изолиния, соответствующая 18 % от веса воздушно-сухой почвы, переместилась из зоны сухой борозды в верхний слой смоченной. Влажность почвы в зоне сухой борозды несколько увеличилась, хотя полного выравнивания влаги по профилю не произошло, тем не менее, средний уровень влажности почвы даже в верхнем слое сухой борозды был не ниже 70 % от ППВ.

Следовательно, поливы через борозду по незамятой борозде обеспечивают создание достаточного уровня влажности по всему корнеобитаемому слою почвы.

Анализ данных по влажности почвы показывает, что увлажнение почвы по профилю борозд равномерное. Влажность почвы в слое 0-60 см составляет 21-23 % от веса, а запасы влаги - 1600-1700 м³/га. В метровом слое почвы влажность примерно такая же,

как и в слое 0-60 см, а запасы влаги составили 2800-3000 м³/га. Следовательно, проведение первого полива через междурядие по неуплотненным бороздам позволяет резко снизить поверхностный сброс и обеспечить равномерное увлажнение почвы.

При поливе через борозду обеспечивается равномерное увлажнение почвы, как по длине борозды, так и по длине участка

Согласно рекомендованному режиму орошения, расчетный слой почвы для первых поливов должен составлять 0,6-0,7 м. Следовательно, проведение первого полива через борозду по незамятым бороздам обеспечивает равномерное увлажнение почвы по длине сквозной борозды и на достаточную глубину.

На основании полученных данных по влажности почвы выявлено, что при поливах через борозду по неуплотненным бороздам можно обеспечить подачу такой же поливной нормы нетто, как и при поливе в каждую борозду, но при меньшем сбросе и, в связи с этим, меньшей нормой брутто.

Проведение первых поливов через борозду нашло широкое применение в ряде районов Таджикистана.

Важной особенностью проведения полива через борозду является возможность уменьшения диаметра поливных трубопроводов и снижения в связи с этим их стоимости.

Исследованиями установлено, что для уменьшения поверхностного сброса воды необходимо в первую очередь уменьшить сброс с борозд, уплотненных колесами трактора. Это достигается путем увеличения в 2 раза длины уплотненной борозды по сравнению с неуплотненной. Такая дифференцированная подача воды обеспечивает одновременное добегание поливных струй до конца борозд по всему фронту полива.

Применение дифференцированной подачи воды позволило сократить величину поверхностного сброса и уменьшить оросительную норму на 22%. Так, оросительная норма брутто в варианте с дифференцированной подачей составила 8613 м³/га по сравнению с 10131 м³/га при поливе из временной оросительной сети. Первый полив проводился через борозду (по неуплотненным бороздам), второй - с дифференцированной подачей воды в борозду.

Анализ полученных данных по влажности почвы показывает, что проведение учащенных поливов малыми нормами обеспечивает достаточное увлажнение почвы и положительно сказывается на урожае хлопчатника.

Используя данные наших наблюдений по Иштыханскому туману Самаркандского вилоята, где проводились комплексные тепловодобалансовые исследования, был сделан вывод о том, что капельное орошение экономит водные ресурсы по сравнению с традиционным бороздковым поливом от 20 до 40 %, что также подтверждается анализом других авторов. Полив дождеванием экономит водные ресурсы за счет отсутствия сброса воды с орошаемых полей до 10-20 %.

При использовании поверхностного импульсного способа полива по бороздам, когда обеспечивается равномерное увлажнение борозды по всей ее длине, сокращение потерь воды на сброс и глубинную фильтрацию по сравнению с обычной технологией бороздкового полива может достигать 20-30 %.

Можно сделать вывод, что капельный и дождевальными способами полива, хотя являются весьма привлекательными с точки зрения экономии водных ресурсов, однако бороздковый полив – дискретная технология – в аридных регионах, к которым относятся государства Центральной Азии, в обозримой перспективе останется наиболее распространенным, эффективным и малоэнергоёмким способом полива.

ВЫВОДЫ

1. При использовании для расчета оросительных норм формулы Н.Н. Иванова, как основополагающей, необходимо уточнить методические подходы для расчета испаряемости.

2. При назначении “жестких” оросительных норм в автоморфных условиях I, II, III гидромодульных районов они должны быть выражены биологически необходимым для растения количеством воды.

3. В гидроморфных условиях при назначении “жестких” оросительных норм в основу должна быть положена биологическая потребность растения в воде и величина промывного режима орошения.

4. При расчетах норм следует отметить, что капельный способ полива и дождевание должны быть использованы в том случае, когда их применение оправдывается соответствующим урожаем, что в настоящее время не соблюдается. Поверхностный способ полива ввиду его универсальности и возможности использования на засоленных землях будет и впредь развиваться и широко использоваться в аридных регионах Центральной Азии.

5. Организационные потери при существующем техническом состоянии мелиоративных систем неизбежны, поэтому необходимо принимать меры по их сокращению.

6. Планировка земель при поверхностном способе полива является важным техническим приемом, позволяющим экономить поливную воду и способствовать увеличению урожая.

3.2. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИ ОПТИМАЛЬНЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ НОРМ ПРИ ЗАДАННЫХ ПАРАМЕТРАХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Михайлов В.В.

Классификация норм орошения

С учетом известных представлений о нормировании расхода воды на орошение [1-13 и др.] классифицированы основные нормы орошения сельскохозяйственной культуры в аридной зоне. Выделены перечисленные ниже нормы.

Годовая норма орошения сельскохозяйственной культуры нетто (ОГ) - количество воды, которое должно быть подано в поле для полива сельскохозяйственной культуры за год (невегетационный и вегетационный периоды).

Норма ОГ состоит из нормы орошения вегетационной и нормы орошения невегетационной.

Норма орошения вегетационная (ОВ) - количество воды, которое должно быть подано в поле на посевы сельхозкультуры за вегетационный период.

Норма орошения невегетационная (ОН) - количество воды, которое должно быть подано за невегетационный период в поле под посевы сельхозкультуры.

Нормы ОВ

Норма ОВ различается на незасоленных и на засоленных землях.

Норма ОВ на незасоленных землях (ОВ_{нз}) рассчитана на восполнение дефицита суммарного испарения посевов сельхозкультуры за вегетационный период.

Норма ОВ на засоленных землях (ОВз) рассчитана на восполнение дефицита суммарного испарения посевов сельхозкультуры и на создание ограниченного¹ промывного режима орошения почв за вегетационный период.

Есть биологическая норма ОВнз и биолого-технологическая норма ОВнз.

Биологическая норма орошения вегетационная на незасоленных землях (БОВнз) рассчитана на восполнение дефицита биологически оптимального суммарного испарения посевов сельхозкультуры за вегетационный период. Она не включает потери воды в поле при поливе, зависящие от используемой технологии полива.

Биолого-технологическая норма орошения вегетационная на незасоленных землях (БТОВнз) - это норма БОВнз плюс потери воды в поле при поливе, зависящие от используемой технологии полива.²

Нормы БОВнз и БТОВнз могут быть максимальными и реальными.

Максимальная биологическая норма орошения вегетационная на незасоленных землях (МБОВнз) рассчитана на восполнение дефицита биологически оптимального суммарного испарения посевов сельхозкультуры за вегетационный период и получение при этом максимальной урожайности. Максимальная биолого-технологическая норма орошения вегетационная на незасоленных землях (МБТОВнз) - это норма МБОВнз плюс потери воды в поле при поливе, зависящие от используемой технологии полива. Здесь максимальная урожайность - это урожайность, достигаемая в определенных почвенно-климатических условиях при высоком уровне интенсивности современного земледелия и норме орошения, восполняющей дефицит биологически оптимального суммарного испарения посевов. Например, в соответствии с методическими указаниями по проведению бонитировки орошаемых почв [7] средняя максимальная урожайность ряда основных сельхозкультур в Узбекистане на почвах с бонитетом 100 баллов составляет:

хлопчатник	- 40 ц/га,
люцерна 1 - го года	- 100 ц/га,
люцерна 2-го и 3-го годов	- 200 ц/га,
кукуруза на зерно	- 75 ц/га,
кукуруза на силос	- 650 ц/га.

Реальная биологическая норма орошения вегетационная на незасоленных землях (РБОВнз) рассчитана на восполнение дефицита биологически оптимального суммарного испарения посевов сельхозкультуры за вегетационный период и получение при этом реально достижимой урожайности, которая по величине меньше максимальной.

Реальная биолого-технологическая норма орошения вегетационная на незасоленных землях (РБТОВнз) - это норма РБОВнз плюс потери воды в поле при поливе, зависящие от используемой технологии полива.

С учетом [6, 8 - 10], норма РБОВнз может быть меньше нормы МБОВнз либо равна ей и, соответственно, норма РБТОВнз может быть меньше нормы МБТОВнз либо равна ей. Насколько меньше, это будет зависеть от особенностей конкретной сельхозкультуры, используемой технологии полива и урожайности, получаемой при восполнении дефицита биологически оптимального суммарного испарения посевов, но по величине меньше максимальной. Подчеркнем общую закономерность: чем меньше максимальной урожайность, получаемая при восполнении дефицита биологически оптимального суммарного испарения посевов сельхозкультуры, тем меньше должны быть нормы РБОВнз и РБТОВнз, соответственно, норм МБОВнз и МБТОВнз (за счет сокращения

¹ возможностями водоотведения, экологическими требованиями.

² Следует отметить, что в разных работах по обоснованию оросительных норм в разной степени учитываются (включаются в нормы) потери воды в поле, зависящие от используемой технологии полива. Но очевидно, что имеется общее согласие относительно необходимости их полного и объективного учета при нормировании водопотребления сельскохозяйственных культур.

биологически оптимального суммарного испарения посевов сельхозкультуры).

К сожалению, в настоящее время отсутствуют обоснованные практические рекомендации по расчету норм РБОВнз и РБТОВнз на основе известных норм МБОВнз и МБТОВнз.

Есть биологическая норма ОВз и биолого-технологическая норма ОВз.

Биологическая норма орошения вегетационная на засоленных землях (БОВз) рассчитана на восполнение дефицита биологически оптимального суммарного испарения посевов сельхозкультуры и создание ограниченного промывного режима орошения почв за вегетационный период. Она не включает в себя потери воды в поле при поливе, зависящие от используемой технологии полива. Биолого-технологическая норма орошения вегетационная на засоленных землях (БТОВз) - это норма БОВз плюс потери воды в поле при поливе.

Нормы БОВз и БТОВз могут быть максимальными и реальными.

Максимальная биологическая норма орошения вегетационная на засоленных землях (МБОВз) рассчитана на восполнение дефицита биологически оптимального суммарного испарения посевов сельхозкультуры, создание ограниченного промывного режима орошения почв за вегетационный период и получение при этом максимальной урожайности.

Максимальная биолого-технологическая норма орошения вегетационная на засоленных землях (МБТОВз) - это норма МБОВз плюс потери воды в поле при поливе.

Реальная биологическая норма орошения вегетационная на засоленных землях (РБОВз) рассчитана на восполнение дефицита биологически оптимального суммарного испарения посевов сельхозкультуры, создание ограниченного промывного режима орошения почв за вегетационный период и получение при этом реально достижимой урожайности, которая по величине меньше максимальной. Реальная биолого-технологическая норма орошения вегетационная на засоленных землях (РБТОВз) - это норма РБОВз плюс потери воды в поле при поливе.

Нормы ОН

Норма ОН различается на незасоленных и на засоленных землях.

Норма ОН на незасоленных землях (ОНнз) состоит, в основном, из нормы влагозарядковых поливов (ВЗ) и нормы предпахотного полива (ПА). Она рассчитана на:

- создание в почве в невегетационный период запаса влаги на вегетацию;
- увлажнение поверхностного слоя почвы перед зяблевой пахотой.

Норма ОН на засоленных землях (ОНз) состоит, в основном, из нормы влагозарядковых поливов (ВЗ), нормы предпахотного полива (ПА) и нормы промывных поливов (ПП). Она рассчитана на то же, что и норма ОНнз плюс еще на:

- промывку засоленных почв в невегетационный период с учетом исходной степени засоления и возможностей водоотведения.

Различают биологическую ОНнз и биолого-технологическую нормы ОНнз.

Биологическая норма орошения невегетационная на незасоленных землях (БОНнз) рассчитана на:

- создание в почве в невегетационный период запаса влаги, обеспечивающего биологически оптимальную предпосевную почвенную влажность, наилучшие всходы сельхозкультур;
- увлажнение поверхностного слоя почвы, достаточное для качественной зяблевой пахоты.

Норма БОНнз не включает потери воды в поле при поливе.

Биолого-технологическая норма орошения невегетационная на незасоленных

землях (БТОНз) - это норма БОНз плюс потери воды в поле при поливе.

Есть биологическая норма ОНз и биолого-технологическая норма ОНз.

Биологическая норма орошения невегетационная на засоленных землях (БОНз) рассчитана на то же, что и норма БОНз плюс еще на:

- промывку засоленных почв в невегетационный период для сокращения содержания солей в почве, с учетом возможностей водоотведения.

Биолого-технологическая норма орошения невегетационная на засоленных землях (БТОНз) - это норма БОНз плюс потери воды в поле при поливе.

Постановка задачи применительно к условиям незасоленных земель

При составлении схем и планов использования воды для орошения, назначении лимитов ирригационного водопотребления, разработке ирригационных проектов в Средней Азии применяются, преимущественно, максимальные биолого-технологические нормы орошения вегетационные (МБТОВнз) и биолого-технологические нормы орошения невегетационные (БТОНз) [1 -10 и др.].

Как уже отмечалось, отсутствуют обоснованные практические рекомендации по расчету реальных биолого-технологических норм орошения вегетационных (РБТОВнз) на основе известных норм МБТОВнз. Поэтому нормы РБТОВнз не применяются, хотя в принципе они должны заменить нормы МБТОВнз, т.к. в регионе только на небольшой площади орошаемых незасоленных сельхозугодий способны получать максимальную урожайность. На большей части орошаемых незасоленных сельхозугодий при восполнении дефицита биологически оптимального суммарного испарения посевов сельхозкультур, по разным причинам³ способны получать урожайность, которая значительно меньше по величине максимальной.

Учитывая назначение влагозарядковых и предпахотного поливов, их обязательный характер, примем в первом приближении допущение, что биолого-технологические нормы орошения невегетационные на незасоленных землях (БТОНз) будут экономически и финансово оправданы⁴.

Использование норм МБТОВнз и РБТОВнз (если нормы РБТОВнз определены) может быть экономически и финансово не оправдано.

Первое и известное основание для этого предположения - установленная [3,8,9,11 -16, 19 и др.] нелинейная связь урожайности сельхозкультур с нормой орошения вегетационной. Эта связь такова, что понижение нормы орошения вегетационной относительно МБТОВнз и РБТОВнз вначале незначительно снижает урожайность сельхозкультур.

Второе важное основание заключается в том, что при использовании уменьшенной нормы орошения вегетационной сокращаются определенные затраты на выращивание сельхозкультуры и сбыт продукции.

Сокращение затрат на выращивание сельхозкультуры и сбыт продукции может быть экономически и финансово более выгодно, чем использование нормы орошения

³ Из-за недостатка удобрений, агрохимикатов, сельхозтехники, проблем с получением кредитов, неразвитой рыночной инфраструктуры и т.п.

⁴ Иначе обстоит дело с нормами орошения невегетационными на засоленных землях. В этом случае наряду с влагозарядковыми поливами и предпахотным поливом проводятся промывные поливы. Технически осуществимые, разные по величине промывные поливы обеспечивают разный уровень засоления почв на начало вегетационного периода, разный солевой режим почв в течении вегетации. Соответственно, различной будет и урожайность сельхозкультур, зависящая от засоления почв за вегетационный период. Для проведения разных по величине промывных поливов требуются различные затраты.

Поэтому, применительно к условиям засоленных земель целесообразно выбирать экономически оптимальные нормы орошения сельхозкультур невегетационные.

вегетационной на уровне МБТОВнз или РБТОВнз.

Поэтому важной задачей является определения экономически и финансово оптимальных норм орошения вегетационных на незасоленных землях (соответственно, ЭОВнз и ФОВнз) для основных сельхозкультур.

Финансово оптимальная норма орошения - это норма, наиболее выгодная для сельскохозяйственного предприятия.

Экономически оптимальная норма орошения - это норма, наиболее выгодная для государства и общества в целом.

Целесообразность определения экономически оптимальных вегетационных норм орошения подчеркивалась ранее в работах [8,11, 17, 10 и др.], а методические аспекты такого определения рассматривались в трудах [18, 5, 14 и др.].

В настоящей работе поставлена задача развить методику определения экономически и финансово оптимальных норм орошения вегетационных на незасоленных землях (соответственно ЭОВнз и ФОВнз). Предусмотрена также подготовка алгоритма и компьютерной программы (в MS EXCEL) для хлопчатника. Их использование ускорит и облегчит расчет и периодическую переоценку норм ЭОВнз и ФОВнз для хлопчатника.

Основные положения методики для условий незасоленных земель

Критерий выбора.

Изменение нормы орошения вегетационной при прочих равных (заданных) условиях влечет за собой изменение урожайности сельхозкультуры, продуктивности орошаемого гектара и только части затрат на выращивание сельхозкультуры и сбыт продукции. Основу этой части затрат, зависящей от изменения нормы орошения, составляют затраты на поливы и послеполивную обработку земли, сбор и транспортировку урожая, оплату оросительной воды.

Поэтому, и принимая во внимание результаты ряда работ [14,18], будет оправдано выбирать экономически и финансово оптимальные вегетационные нормы орошения на незасоленных землях (ЭОВнз и ФОВнз) по величине годового дохода $D = P - C$, US\$/га. Здесь P - продукция, получаемая от выращивания сельхозкультуры, US\$/га; C - затраты на выращивание сельхозкультуры и сбыт продукции, зависящие от изменения нормы орошения, US\$/га.

Годовой доход D рассчитывается для каждой рассматриваемой j - ой нормы орошения вегетационной ($ОВнз_j$, м³/га). $0 < ОВнз_j \leq МБТОВнз$ или $0 < ОВнз_j \leq РБТОВнз$ (если норма РБТОВнз определена и используется для выбора норм ЭОВнз и ФОВнз).

Для расчетов используются выражения:

$$D_j^э = P_j^э - C_j^э, \quad (1)$$

$$D_j^ф = P_j^ф - C_j^ф, \quad (2)$$

где $D_j^э$, $D_j^ф$ - соответственно, экономический и финансовый годовой доход D , получаемый при j - ой норме орошения вегетационной, US\$/га;

$P_j^э$, $P_j^ф$ - продукция, получаемая от выращивания сельхозкультуры при j - ой норме орошения вегетационной, соответственно, в экономических и финансовых ценах, US\$/га;

$C_j^э$, $C_j^ф$ - затраты на выращивание сельхозкультуры и сбыт продукции, зависящие от изменения нормы орошения вегетационной, при j - ом значении этой нормы, соответственно, в экономических и финансовых ценах, US\$/га.

Финансовые цены - это реально существующие и используемые в платежах цены (как рыночные, так и контролируемые правительством).

Наибольшее распространение получило следующее определение экономических цен⁵ - это цены, которые установились бы в условиях свободной конкуренции, когда все кто желает продать и купить товар, услугу, ресурс, участвуют в торгах [23].

Экономически оптимальной нормой орошения сельхозкультуры вегетационной, из числа рассматриваемых норм, признается та, при которой получается максимальный экономический годовой доход - $D^э$.

Финансово оптимальной нормой орошения сельхозкультуры вегетационной, из числа рассматриваемых норм, признается та, при которой получается максимальный финансовый годовой доход - $D^ф$.

Основные расчетные зависимости

$$P_j^э = C^э * Y_j, \quad (3)$$

$$P_j^ф = C^ф * Y_j, \quad (4)$$

где $C^э, C^ф$ - соответственно, экономическая и финансовая цены основной продукции, получаемой при выращивании сельхозкультуры, US\$/га;

Y_j - урожайность сельхозкультуры по основной продукции при j - ой норме орошения вегетационной, т/га.

$$Y_j = Y_0 * K_j^B, \quad (5)$$

где Y_0 - урожайность сельхозкультуры, получаемая в рассматриваемых природно-хозяйственных условиях при норме орошения, восполняющей дефицит биологически оптимального суммарного испарения посевов, т/га;

K_j^B - коэффициент влияния нормы орошения вегетационной на урожайность при j - ом значении этой нормы, $0 < K_j^B \leq 1$.

Применяя установленные математические и графические зависимости [3,13,16,19,20 и др.], можно определять коэффициент K_j^B в зависимости от j - ой нормы орошения сельхозкультуры вегетационной (ОВнз $_j$, $i^3/\text{ãã}$) и нормы МБТОВнз или нормы РБТОВнз (если она определена и используется для выбора норм ЭОВнз и ФОВнз):

$$K_j^B = f(\text{ОВнз}_j, \text{МБТОВнз}) \text{ или } K_j^B = f(\text{ОВнз}_j, \text{РБТОВнз}).$$

С учетом [14, 18 и др.], для условий поверхностного орошения переменные затраты при выращивании сельхозкультуры, изменяющиеся в зависимости от изменения нормы орошения вегетационной, можно вычислять из выражений

$$C_j^э = C_j^{эу} + C_j^{эи} + C_j^{эв}, \quad (6)$$

$$C_j^ф = C_j^{фу} + C_j^{фи} + C_j^{фв}, \quad (7)$$

где $C_j^{эу}, C_j^{фу}$ - ежегодные основные затраты на уборку и транспортировку урожая при j - ой норме орошения вегетационной, соответственно, в экономических и финансовых ценах, US\$/га;

$C_j^{эи}, C_j^{фи}$ - ежегодные основные затраты на проведение вегетационных поливов и послеполивную обработку земли при j - ой норме орошения вегетационной, соответственно, в экономических и финансовых ценах, US\$/га;

$C_j^{эв}, C_j^{фв}$ - ежегодные затраты на воду для орошения при j - ой норме орошения вегетационной, соответственно, в экономических и финансовых ценах, US/га.

В соответствии с [21,22], основными компонентами затрат на уборку и транспортировку урожая, проведение вегетационных поливов поверхностным способом и послеполивную обработку земли являются затраты на труд и использование сельхозтехники. Учитывая это, можно выразить $C_j^{эу}, C_j^{фу}, C_j^{эи}, C_j^{фи}$ так

$$C_j^{эу} = [T_j * C^{тэ} + M_j * (R * C^{мэ} + C^{уэ})] * K_{пр}, \quad (8)$$

$$C_j^{фу} = [T_j * C^{тф} + M_j * (R * C^{мф} + C^{уф})] * K_{пр}, \quad (9)$$

⁵ Другое название - теневые, расчетные, эффективные цены.

$65 \leq (ОВнз_j / МБТОВнз) \times 100 \leq 75 \%$ - на 0,99. Оценка K_j^B по зависимости (16), с учетом поправочных коэффициентов, будет приблизительно соответствовать оценке по графической зависимости института Средазгипроводхлопок [3].

Показатели трудозатрат и использования сельхозтехники на уборку и транспортировку урожая хлопка-сырца при различной урожайности хлопчатника приведены в таблице 1. Они подготовлены по нормативным данным [21, 22] для минимального, из рассматриваемых, уровня механизации уборки: 30 % урожая убирается с использованием сельхозтехники и 70 % - вручную.

Связь показателей трудозатрат и использования сельхозтехники при уборке и транспортировке урожая хлопка-сырца с урожайностью хлопчатника (табл.1) практически линейна.

Таблица 1

Трудозатраты и использование сельхозтехники при уборке и транспортировке урожая хлопка-сырца и урожайность хлопчатника

Затраты	Урожайность хлопчатника, ц/га				
	20	25	30	35	40
Трудозатраты на уборку и транспортировку урожая хлопка-сырца, чел.час/га	260	324	387	450	507
Использование сельхозтехники при уборке и транспортировке урожая хлопка-сырца, маш.час/га	8.5	9.6	10.7	11.7	12.8

В результате решения систем линейных уравнений по данным таблицы 1 получены расчетные зависимости T_j и M_j для хлопчатника

$$T_j = Y_j \times 123.5 + 13, \quad \text{чел.час/га} \quad (17)$$

$$M_j = Y_j \times 2.16 + 4.2, \quad \text{маш.час/га} \quad (18)$$

обозначения известны.

На основе расчетных зависимостей, приведенных выше, в MS EXCEL подготовлена компьютерная программа ECOIR(NS) для вычисления годовых доходов по переменным затратам D_j^o и $D_j^ф$ и выбора норм орошения вегетационных ЭОВнз и ФОВнз (культура - хлопчатник).

Демонстрационные расчеты

Расчеты, демонстрирующие выбор экономически и финансово оптимальных норм орошения вегетационных на незасоленных землях (ЭОВнз и ФОВнз) для хлопчатника выполнены на примере типичных почвенно-климатических условий Сырдарьинской и Наманганской областей. Использовалась компьютерная программа ECOIR (NS), подготовленная на основе методики и алгоритма, которые приведены выше.

Основные характеристики рассматриваемых почвенно-климатических и технических условий:

Сырдарьинская область

почвенно-климатическая зона - Ц - II - Б,
 почвогрунты - среднесуглинистые (средневодопроницаемые),
 глубина залегания уровня грунтовых вод - 2 - 3 м,
 КПД техники полива (поверхностного) - 0,71 (данные "Водпроекта").

Наманганская область

почвенно-климатическая зона - Ц - II - В,
 почвогрунты - среднесуглинистые (средневодопроницаемые),
 глубина залегания уровня грунтовых вод - > 3 м,
 КПД техники полива (поверхностного) - 0,62 (данные "Водпроекта").

В этих условиях, по данным [6] и с учетом [2, 3], максимальная биологическая норма орошения вегетационная на незасоленных землях (МБОВнз) для хлопчатника в Сырдарьинской области равна около 4900 м³/га, а в Наманганской - 4800 м³/га. Соответственно, максимальная биолого-технологическая норма орошения вегетационная на незасоленных землях (МБТОВнз) для хлопчатника в Сырдарьинской области равна 6900 м³/га (4900/0,71), а в Наманганской - 7740 м³/га (4800/0,62).

Основные трудозатраты на один полив поверхностным способом и соответствующую послеполивную обработку земли, по данным [21], составляют около 11.9 чел.час/га. Основное использование сельхозтехники на один полив поверхностным способом и соответствующую послеполивную обработку земли, по данным [21], составляет около 3.05 маш.час./га.

Расход топлива дизельного при использовании сельхозтехники (по основному трактору) составляет около 9 л/маш.час (СНИП - IV -3 - 82 п. 0217).

Средняя поливная норма за вегетационный период, в рассматриваемых почвенно- климатических и технических условиях, принята по данным [24]: 1450м³/га (Сырдарьинская область) и 1550м³/га (Наманганская область).

КПД внутрихозяйственной оросительной сети в Сырдарьинской области равен около 0.84, а в Наманганской - 0,78 (данные "Водпроекта").

Экономические цены приняты, в первом приближении, с учетом [25,26]:

основная продукция - хлопок - сырец -	430 US\$/т
труд при уборке и транспортировке урожая, поливе и послеполивной обработке земли -	0,35 US\$/чел.час
топливо (дизельное) –	0,4 US\$/л
удельный износ сельхозтехники при уборке и транспортировке урожая (по основному трактору) -	2 US\$/маш.час
удельный износ сельхозтехники при поливе и послеполивной обработке земли (по основному трактору) -	1,5 US\$/маш.час

Экономический годовой доход Д³ от выращивания хлопчатника вычислялся при различных нормах орошения вегетационных (ОВнз), изменяемых с шагом 300 м³/га (шаг можно уменьшить и увеличить). Расчеты выполнены с использованием как нормы МБТОВнз, так и норм РБТОВнз (реальных биолого-технологических норм орошения вегетационных на незасоленных землях). Нормы РБТОВнз приняты приближенно, с учетом [10]:

Таблица 2

Нормы РБТОВнз и урожайность, получаемая при биологически оптимальном восполнении дефицита суммарного испарения посевов хлопчатника (Y_0)

У ₀ , т/га	2.5	3.0	3.5	4.0
Норма РБОВнз, м ³ /га	4200 / 4200	4400 / 4400	4700 / 4600	4900 / 4800
КПД техники полива	0.71 / 0,62	0.71 / 0,62	0.71 / 0,62	0.71 / 0,62
Норма РБТОВнз, м ³ /га	5900 / 6770	6200 / 7100	6600 / 7420	6900 / 7740

Примечание: числитель - Сырдарьинская область (рассматриваемые условия)
знаменатель - Наманганская область (рассматриваемые условия)

Экономический годовой доход D^3 вычислялся для:

- четырех значений урожайности Y_0 , получаемой при биологически оптимальном восполнении дефицита суммарного испарения посевов сельхозкультуры (2,5 т/га, 3 т/га, 3,5 т/га и 4 т/га);
- четырех значений экономической цены на воду, используемую сельскохозяйственным предприятием для орошения C_v^3 (0,01 US\$/м³, 0,03 US\$/м³, 0,06 US\$/м³, 0,08 US\$/м³).

Экономически оптимальные нормы орошения вегетационные на незасоленных землях (ЭОВнз) для хлопчатника, соответствующие максимальному экономическому годовому доходу D^3 , приведены в таблице 3 (выбраны на основе использования нормы МБТОВнз) и в таблице 4 (выбраны на основе использования норм РБТОВнз).

Таблица 3

Экономически оптимальные нормы орошения вегетационные на незасоленных землях (ЭОВнз), м³/га (выбраны на основе использования нормы МБТОВнз)

У ₀ , т/га (урожайность, получ. при биологич. оптим. восполнении дефицита суммарного испарения посевов с/х культур)	Экономическая цена воды для орошения, US\$/м ³			
	0,01	0,03	0,06	0,08
2,5	6300/6840	6300/6840	5700/6240	4800/4740
3,0	6300/6840	6300/6840	6000/6540	5700/5940
3,5	6300/7740	6300/6840	6300/6840	6000/6240
4,0	6300/7740	6300/6840	6300/6840	6000/6540

Примечание:

с/х культура – хлопчатник

числитель – Сырдарьинская область (типичные почвенно-климатические условия);
знаменатель – Наманганская область (типичные почвенно-климатические условия)

Таблица 4

**Экономически оптимальные нормы орошения вегетационные
на незасоленных землях (ЭОВЗнз), м³/га
(выбраны на основе использования нормы РБТОВнз)**

Уо, т/га (урожайность, получ. при биологич. оптим. восполнении дефицита суммарного испарения посевов с/х культур)	Экономическая цена воды для орошения, US\$/м ³			
	0,01	0,03	0,06	0,08
2,5	5900/6770	5000/6170	5000/5270	4700/5270
3,0	6200/6800	5900/6800	5000/6200	5000/5300
3,5	6300/6820	6300/6820	6000/6520	5700/6220
4,0	6300/7740	6300/6840	6300/6840	6000/6540

Примечание:

с/х культура – хлопчатник

числитель – Сырдарьинская область (типичные почвенно-климатические условия);

знаменатель – Наманганская область (типичные почвенно-климатические условия)

Расчеты финансового годового дохода D^{Φ} от выращивания хлопчатника при различных нормах орошения вегетационных (ОВнз) также выполнены с использованием и нормы МБТОВнз и норм РБТОВнз.

Финансовый годовой доход D^{Φ} вычислялся для четырех значений урожайности U_o , получаемой при биологически оптимальном восполнении дефицита суммарного испарения посевов сельхозкультуры (2,5 т/га, 3 т/га, 3,5 т/га и 4 т/га).

Принятые в расчеты финансовые цены:

основная продукция - хлопок – сырец -	280 US\$/т,
труд при уборке и транспортировке урожая, поливе и послеполивной обработке земли -	0,12 US\$/чел. час,
топливо (дизельное) -	0,2 US\$/л,
удельный износ сельхозтехники при уборке и транспортировке урожая (по основному трактору) -	1,8 US\$/маш. час,
удельный износ сельхозтехники при поливе и послеполивной обработке земли (по основному трактору) -	1,3 US\$/маш. час,
вода, используемая сельскохозяйственным предприятием для орошения -	0,0004 US\$/ м ³ .

Финансово оптимальные нормы орошения вегетационные на незасоленных землях (ФОВнз) для хлопчатника, соответствующие максимальному финансовому годовому доходу D^{Φ} , приведены в таблице 5. Они выбраны на основе использования и нормы МБТОВнз и норм РБТОВнз.

Таблица 5

**Финансово оптимальные нормы орошения вегетационные
на незасоленных землях (ФОВнз), м³/га**

Уо, т/га (урожайность, получ. при биологич. оптим. восполнении дефицита суммарного испарения посевов с/х культур)	Выбраны на основе использования нормы МБТОВнз	Выбраны на основе использования нормы РБТОВнз
2,5	6300/7740	5900/6770
3,0	6900/7740	6200/6800
3,5	6900/7740	6300/7420
4,0	6900/7740	6900/7740

Примечание:

с/х культура – хлопчатник

числитель – Сырдарьинская область (типичные почвенно-климатические условия);

знаменатель – Наманганская область (типичные почвенно-климатические условия)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. В.М. Легостаев, Б.С. Коньков. Мелиоративное районирование. - Т.: Госиздат УзССР, 1957. - 137 с.
2. Расчетные значения оросительных норм сельскохозяйственных культур в бассейнах рек Сырдарьи и Амударьи. - Т.: Средазгипроводхлопок, 1970. - 292 с.
3. Методика расчета оросительных норм сельскохозяйственных культур для хлопковой и нехлопковой зоны бассейна Аральского моря. - Т.: Средазгипроводхлопок, 1979. - 55 с.
4. Гидромодульное районирование и режимы орошения сельскохозяйственных культур./ Н.Ф. Беспалов (НПО "Союзхлопок") и др., Т.: Госагропром УзССР, 1987.
5. Проект Европейского Союза (программа ТАСИС) "Управление водными ресурсами и сельскохозяйственное производство в республиках Центральной Азии" (ВАРМАП), Подпроект 2а - Фаза 1, Отчетные материалы, 1995.
6. Отчет о НИР "Разработать единую систему нормирования водопотребления в орошаемом земледелии для бассейна Аральского моря". - Программа МКВК ЦА. - Т.: НИЦ МКВК, 1996. - 90 с.
7. Методические указания по проведению бонитировки орошаемых почв в колхозах и совхозах Узбекистана. - Т.: Госагропром, 1988. - 17 с.
8. В.В.Шабанов. Влагообеспеченность яровой пшеницы и ее расчет. - Л.: Гидрометеоздат, 1981. - 141 с.
9. А.Н. Костяков. Основы мелиорации. - М.: Сельхозгиз, 1960. - 662 с.
10. Г.М.Хасанханова, Т.И.Хамзина. Нормирование водопотребления сельскохозяйственных культур при различном уровне дефицита. / Тезисы докладов конф. - Т.: ГКНТ РУз, НПО САНИИРИ, 1955. - С. 60 - 62.
11. Е.П. Галямин. Оптимизация оперативного распределения водных ресурсов в орошении. - Л.: Гидрометеоздат, 1981. - 271 с.
12. В.А. Духовный. Мелиорация и водное хозяйство засушливой зоны. - Т.: Мехнат, 1993. - 299 с.
13. В.А. Духовный. Водохозяйственный комплекс в зоне орошения. Формирование,

- развитие. - М.: Колос, 1984. - 212с.
14. Приложение основных экономических принципов к проблемам потребности воды: Проект по природоохранной политике и технологии (республики Центральной Азии)/ Агентство по Международному развитию США, 1995. (материалы семинара)
 15. Д. Лаукс, Дж. Стединжер, Д. Хей. Планирование и анализ водохозяйственных систем. пер. с англ. - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 400 с.
 16. Н.О. Carvallo, Е.А. Holzapfel, М.А. Lopez and М.А. Marino, Members, ASCE. Irrigated Cropping Optimization. - Journal of irrigation and drainage engineering. – March-April, 1998. - p. 67 - 72.
 17. Draft. World Bank Policy - Water Resources Management / World Bank, U.S. Agency for International Development and USAID, August 1995.
 18. А.М. Марголин. Пути совершенствования методов оценки водообеспеченности орошаемых земель// Водные ресурсы, № 1, 1991. - С. 153 - 161.
 19. Р.И. Горбачева, В.И. Костюк. Временные методические указания по прогнозированию водопотребления на орошаемых землях. - Фрунзе.: АН Кирг.ССР, 1988. - 62с.
 20. Разработка нормативов прибавки урожая от различных мелиоративных мероприятий/ Отчет о НИР (заключ.), НПО САНИИРИ: Т., 1990. - 334 с.
 21. Нормативы затрат труда на производство хлопка/ - Т.: Госагропром Узбекистана, 1987.
 22. Нормативы трудовых и материальных ресурсов при выращивании сельскохозяйственной продукции. - Минсельводхоз РУз, Научно-производственный центр по сельскому хозяйству РУз, НИИ рыночных реформ в АПК, 1997. - 157 с.
 23. Economic analysis. - Economic Development Institute of the World Bank, Washington, 1994.
 24. Н.Т. Лактаев. Полив хлопчатника. - М.: - Колос, 1978. - 173 с.
 25. В.В. Михайлов. Оптимизация распределения оросительной воды/ Сельское хозяйство Узбекистана, 1992, №6-7. - С.50-51.
 26. В.В. Михайлов. Определение эффективности мероприятий по рационализации использования орошаемых земель/ Методические рекомендации, НПО САНИИРИ, Объединение "Водпроект". - Ташкент, 1996. - 28с.
 27. В.В. Михайлов. Определение экономической оптимальной водоподдачи на орошение/ Хлопководство и зерноводство, 1998, №1. - С.38-42.

3.3. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ОТВОДА КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Беглов И.Ф.

Произведен обзор отечественной и зарубежной научно-технической литературы и патентных источников по проблеме принудительного отвода коллекторно-дренажных вод на землях с затрудненным самотечным оттоком. Выполнен анализ технических решений водоподъемных машин, применяемых на землях с малоуклонным и безуклонным рельефом поверхности, в том числе использующих альтернативные источники энергии. Разработана конструкция водоподъемной машины, использующей для привода энергию текущей воды и ветра. Проработаны вопросы технологии отвода коллекторно-дренажных вод водоподъемными машинами, использующими альтернативные

источники энергии. Проведено численное моделирование на ПЭВМ работы водоподъемной машины, приводимой в движение от руслового гидро- и ветродвигателя.

Конструкция водоподъемной машины, использующей для привода энергию текущей воды и ветра. Схема водоподъемной установки и ее рабочего органа представлены на рис. 1.

Рис. 1 Принципиальная схема водоподъемной установки

Установка состоит из рабочего органа, выполненного в виде барабана (1) с навивкой на него спиралью (2). Спиральная намотка состоит из двух частей - левой и правой, смещенных относительно друг друга на 90° . Намотка каждой части - двухзаходная, с забором воды через 180° . Таким образом, входные патрубки (3) спиральной намотки (2) расположены через каждые 90° и захват порций воды происходит 4 раза за один оборот барабана (1). Данное схемотехническое решение позволило увеличить подачу установки в 3 раза (по сравнению с однозаходной спиралью) и снизить ее неравномерность.

Барабан (1) снабжен подвижно закрепленными лопатками (4) криволинейной формы. Это позволит использовать как активную (скоростной напор), так и реактивную составляющие натекающего потока воды. При работе водоподъемной машины от ветродвигателя лопатки складываются вокруг барабана и не будут тормозить его вращение.

Барабан (1) установлен на понтонах (5). Понтоны (5) прикреплены к жесткой раме (6), которая расчалками крепится к берегу. Вал барабана (1) посредством ременной передачи (7) связан с ветродвигателем. Ветродвигатель представляет собой мачту (8), внутри которой проходит вал (9). На верхнем конце мачты (8) располагается тихоходное ветровое колесо (10) с механизмом принудительной установки ветроколеса по ветру флюгерного типа (хвостовым оперением) (11). Тихоходное ветровое колесо развивает большой пусковой момент, что необходимо для трогания барабана с места и работает в диапазоне скоростей от 3 до 15 м/с, что позволяет использовать, по предварительным оценкам, до 70 % годового времени энергии ветра.

Для автоматического переключения барабана (1) с руслового гидродвигателя на ветродвигатель на валу (9) установлена обгонная муфта (12). Если энергия ветра, приведенная к оси барабана (1) оказывается больше, чем энергия текущей воды, барабан будет вращаться от ветроколеса, и наоборот.

Недостатком водоподъемной машины первых образцов, испытывавшихся в САНИИРИ, являлся перекоп в подшипниках при поперечном крене машины из-за отсутствия жесткой рамы и неучета массы воды. С целью устранения этого недостатка разработана система динамической компенсации. Система динамической компенсации состоит из дополнительного понтона (13), установленного выше основного (5) со стороны подсоединения напорного трубопровода (14). Дополнительный понтон (13) установлен выше горизонта воды при незаполненном водой барабане (1). При работе водоподъемной установки, когда рабочий орган заполняется водой, возникает крен в сторону напорного трубопровода (14). При этом понтон (13) погружается в воду, и его подъемная сила компенсирует вес воды в напорном трубопроводе.

Подача водоподъемной машины определяется из выражения

$$Q_I = 6 \arcsin\left(\frac{h_{3AГ}}{D_{TP}}\right)^{1/2} D_{TP} K_B S_O n$$

где

D_{TP} - диаметр расположения оси навиваемого трубопровода, м;

$$D_{TP} = 0,5 (D_B + d_{TP})$$

S_O - площадь поперечного сечения навиваемого трубопровода, м²;

$$S_O = 0,785 d_O^2$$

n - частота вращения барабана, сек⁻¹,

K_B - коэффициент расширения водозаборного патрубка,

$$K_B = \left(\frac{d_B}{d_{TP}}\right)^{3/2}.$$

Максимальный пьезометрический напор, развиваемый водоподъемной машиной

$$H_{\max} = \sum_{i=1}^k \Delta h_i, \text{ м}$$

где

Δh_i^{\max} - максимальный напор столбика воды в одном витке, м;

$$\Delta h_i^{\max} = 0,5(\varphi_{3AG} - \varphi_O)D_{TP};$$

φ_{3AG} - угол заглубления рабочего органа, рад;

$$\varphi_{3AG} = 2 \arccos\left[\frac{2H_{BC}^r}{(D_B + d_{TP})}\right];$$

φ_O - угол охвата остаточного объема воды в нижней полости одного витка, рад;

$$\varphi_O = 2 \arccos\left[\frac{D_{TP}}{D_{TP} + d_{TP}}\right].$$

При идентичности напорного и спирального трубопроводов напор столбика воздуха в одном витке определится как

$$\Delta h_B = 0,5f \frac{(2\pi - \varphi_{3AG})(H_A + H_{\max})D_{TP}}{H_A}, \text{ м,}$$

где

f - коэффициент утечки воздуха через неплотности и за счет растворения в воде;
 H_A - атмосферное давление, м.

Количество столбиков воды в напорном трубопроводе

$$m = \frac{2H_{\max}}{\varphi_{3AG}D_{TP}}.$$

Максимальная геометрическая высота подъема воды

$$H_{\max}^{\Gamma} = H_{\max} + \sum_1^{m-1} \Delta h_B .$$

Мощность, потребляемая водоподъемной установкой

$$N_{II} = \frac{\gamma Q H}{1000 \eta_B}, \text{ кВт},$$

где

η_B - КПД турбины руслового гидродвигателя

$$\eta_B = \frac{2(V_K - U)^2 U}{V_K^3} .$$

Мощность, снимаемая с турбины руслового гидродвигателя

$$N_T = M_{KP} \omega , \text{ кВт}$$

где

ω - угловая скорость вращения турбины, рад/с;

$$\omega = \frac{\pi n}{30};$$

n_T - частота вращения турбины, с⁻¹.

Крутящий момент записывается в виде

$$M_{KP} = K_L \rho F_L V_K^2 \left[1 - \frac{U}{V_K}\right] (1 + \cos \beta), \text{ Н м}$$

где

F_L - площадь лопастей, м²;

V_K - скорость воды в канале, м/с;

U - окружная скорость центра тяжести лопастей, м/с;

K_L - коэффициент густоты решетки лопастной системы барабана;

ρ - плотность жидкости, кг/м³;

β - угол схода потока с лопасти.

Полезная мощность ветроагрегата определяется по формуле

$$N_B = k_3 N_{ПОГ} ,$$

где

k_3 - коэффициент запаса; для надежной работы установки рекомендуемая величина $k_3 = 2-3$;

$N_{ПОГ}$ - мощность потребителя.

Диаметр ветроколеса определяется по формуле

$$D_{BK} = 45,64 \sqrt{\frac{N_B}{V_B^3 \xi \eta_M}}, \text{ м}$$

где

V_B - рабочая скорость ветра, м/с;

ξ - коэффициент использования энергии ветра;

η_M - КПД редуктора.

Коэффициент быстроходности ветроколеса определяется по формуле

$$Z = \frac{\pi D_{BK} n_{BK}}{60 V_B},$$

где

n_{BK} - частота вращения ветроколеса, мин⁻¹.

- Технология отвода коллекторно-дренажных вод водоподъемными машинами, использующими энергию ветра и текущей воды, заключается в следующем. Водоподъемная машина размещается в канале и кинематически связывается с установленным на берегу ветродвигателем. Под действием кинетической энергии текущей воды рабочий орган (барaban) начинает вращаться и, соответственно, подавать воду. Если в процессе работы водоподъемной машины сила ветра оказывается достаточной для раскрутки ветрового колеса, барабан будет также вращаться и от ветроколеса. Таким образом, энергия ветра и энергия текущей воды, приведенные к оси рабочего органа, складываются параллельно.

- Аналитические рабочие характеристики водоподъемной машины, использующей для привода энергию текущей воды и ветра.

Данные рабочие характеристики получены в результате математического моделирования в среде MS Excel 7.0.

При проведении расчетов были приняты следующие допущения: напор, развиваемый водоподъемной машиной, в расчетах был принят постоянным, равным 5 м, КПД руслового гидродвигателя - 0,3. Исходные данные для расчета приведены в табл. 1.

Таблица 1

Исходные данные для расчета

Наименование параметра и единица измерения	Обозначение	Значение
Наружный диаметр навиваемого трубопровода, м	d_{TP}	$4,0 \cdot 10^{-2}$
Внутренний диаметр навиваемого трубопровода, м	d_O	$3,2 \cdot 10^{-2}$
Диаметр барабана, м	D_B	0,8
Диаметр расположения оси навиваемого трубопровода, м	D_{TP}	0,42
Геометрическая высота всасывания, м	H_{BC}^r	0,45

Заглубление барабана, м	$h_{ЗАГ}$	0,35
Количество витков навивки	z	4x6

Для использования энергии ветра выбран тихоходный ветродвигатель ТВ-5. Техническая характеристика этого ветродвигателя приведена - в табл. 2. Регулирование оборотов и мощности ветроколеса осуществляется выводом ветроколеса из-под ветра.

Таблица 2

Техническая характеристика ветродвигателя ТВ-5

Параметры	значение
Диаметр ветроколеса, м	5
Число лопастей	24
Мощность на валу ветроколеса при скорости ветра 8 м/с, кВт	3,4
Быстроходность ветроколеса	1
Относительный момент трогания	0,5
Число оборотов ветроколеса при скорости ветра 8 м/с, мин ⁻¹	40
Высота башни, м	15
Начальная рабочая скорость ветра, м/с	3
Диапазон рабочих скоростей ветра, м/с	3-25
Максимальный коэффициент использования энергии ветра	0,30

Расчетные рабочие характеристики водоподъемной машины, использующей для привода энергию текущей воды и ветра приведены в табл. 3 и 4.

Таблица 3

Расчетные параметры водоподъемной машины при использовании энергии текущей воды

Скорость потока, м/с	Мощность потока, кВт	Мощность водоподъемной машины, кВт	Частота вращения барабана, мин ⁻¹	Подача, л/с (м ³ /ч)
0,4	0,03	0,01	2,7	0,4 (0,11)
0,6	0,11	0,03	4,1	0,6 (0,17)
0,8	0,26	0,08	5,5	0,8 (0,23)
1,0	0,5	0,15	6,8	1,0 (0,28)

1,2	0,86	0,26	8,2	1,2 (0,34)
1,4	1,37	0,41	9,6	1,4 (0,40)
1,6	2,05	0,61	10,9	1,6 (0,45)
1,8	2,92	0,87	12,3	1,8 (0,51)
2,0	4,0	1,2	13,6	2,0 (0,56)

Таблица 4

**Расчетные параметры водоподъемной машины
при использовании энергии ветра**

Скорость ветра, м/с	Мощность ветродвига- теля, кВт	Мощность во- доподъемной машины, кВт	Частота вращения барабана, мин⁻¹	Подача, л/с (м³/ч)
3	0,18	0,07	8	1,2 (0,33)
4	0,43	0,09	10,5	1,6 (0,44)
5	0,84	0,11	13,5	2,0 (0,55)
6	1,45	0,14	16	2,4 (0,66)
7	2,31	0,16	18,5	2,8 (0,77)
8	3,45	0,18	21,5	3,21 (0,88)

РАЗДЕЛ IV. ВНЕДРЕНИЕ ПЕРВОЙ ОЧЕРЕДИ ЕДИНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ВОДНО-ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ БАССЕЙНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ

4.1. РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО БЛОКА «ЭКОЛОГИЯ» (СУББЛОК «АРАЛ И ДЕЛЬТЫ» АМУДАРЬИ И СЫРДАРЬИ)

Сорокина И.А., Дегтярев Д.С., Николаенко В.С.

Блок «Экология» связан со всеми информационными блоками ЕАИС. В данном блоке, субблок «Арал и дельта Амударьи» будет решать задачи для определенных объектов информации: Аральского моря и дельтовых озер р. Амударьи.

Основные задачи субблока «Арал и дельта Амударьи» следующие:

1. Получение первичной гидроэкологической (ГЭ) информации и внесение ее в базу данных субблока, включающей параметры ГЭ состояния и качества вод Аральского моря и дельтовых озер р. Амударьи.

2. Систематизация и обработка полученной первичной входной ГЭ информации, согласно справочным, оперативным и расчетным параметрам качества вод.

3. Хранение и выдача ГЭ информации по требованию потребителей.

4. Оценка ГЭ состояния и целевого качества воды Аральского моря и дельтовых озер р. Амударьи по нормативным документам, утвержденным на национальном и региональном уровне.

5. Расчеты краткосрочных и долгосрочных прогнозов экологического состояния и целевого качества вод вышеупомянутых объектов информации.

6. Подготовка и выдача требуемой ГЭ информации управленческим органам на национальном и региональном уровнях.

Учитывая, что воды Аральского моря и дельтовых озер не могут быть использованы для хозяйственно-питьевого и ирригационного водопользования, оценка качества вод будет проводиться только для рыбохозяйственных целей.

Информация о качественном составе и экологическом состоянии; организации – источники наблюдения и контроля за гидроэкологическими параметрами

Информация о химическом составе дельтовой части р. Амударьи имеется с 1910 г. Первоначально она публиковалась в Ежегодниках отдела земельных улучшений и отчетах Гидрометрической части Туркестанского края. До 1938 г. данные о химическом составе воды р. Амударьи и Аральского моря, включающие такие параметры, как соленость, щелочность, отдельные биогенные элементы (формы азота, кремния, фосфора), публиковались в «Вестниках ирригации», «Гидрологических ежегодниках» и «Гидрологических очерках», докладах и бюллетенях Академии наук Узбекистана.

С 1938 г. материалы по гидрохимическому режиму, части исследуемых водных объектов регулярно публикуются в «Гидрологических ежегодниках», выпускаемых Управлениями Гидрометеослужб среднеазиатских республик.

На современном уровне контроль качественного состава дельтовой части р. Амударья, ее рукавов и отдельных каналов проводится УМЗ Главгидромета РУз по «стандартной программе» на сети гидрологических станций и постов (Нукус, Кзылджар, Темирбай – Порлатау).

В состав контролируемых параметров входят: минерализация и главные ионы, биогенные элементы и органические вещества, пестициды и тяжелые металлы. Всего анализируются от 40 до 60 параметров.

Аральская экспедиция САНИГМИ проводила плановые исследования дельтовых озер и Аральского моря. Наблюдения включали как гидрологические, так и гидрохимические параметры.

Институт зоологии и паразитологии АН РУз проводил исследования по зоопланктону и бентосу дельтовых озер.

Дельтовыми экосистемами занимается институт биоэкологии АН Каракалпакистана, институт ботаники АН РУз.

Качественный состав оросительных и дренажных вод (в основном по солевому составу) определяет Каракалпакская гидрогеологомелиоративная экспедиция при Минсельводхозе РУз.

Минздрав контролирует бактериологическое качество воды дельтовых водных объектов.

Мингеология проводит систематические наблюдения и контроль качества подземных вод.

Эпизодические наблюдения за качественным составом вод дельты проводится рядом проектных и научно-исследовательских институтов. В их число входят: Узгипромелиоводхоз, Каракалпакводхоз, НПО САНИИРИ, институт водного хозяйства АН РУз.

Качественный состав воды Аральского моря ранее определялся Аральской рыбохозяйственной станцией (солевой состав, биогенные элементы). В последние годы контроль за гидрологическим и гидрохимическим составом вод этого моря осуществляется Аральской экспедицией САНИГМИ.

При такой ведомственной разобщенности и нерегулярности контроля отдельных параметров сбор информации блока «Экология» представляет значительные трудности.

Перечень рекомендуемых гидроэкологических параметров качества воды (справочные, оперативные, расчетные)

Справочные, оперативные и расчетные параметры, рекомендуемые для банка данных субблока «Арал и дельта Амударья» представлены в табл. 1-7.

Программная реализация форм ввода информации субблока «Арал и дельта Амударья»

Субблок «Арал и дельта Амударья» должен войти составной частью в БД КИОВР БАМ. В связи с этим его реализация осуществлена в СУБД Access.

Технологические формы ввода гидроэкологической информации разработаны Николаенко В.С. и включают следующие таблицы:

- Концентрация измеряемых параметров качества вод дельтовых озер Приаралья;
- Концентрация измеряемых параметров качества воды коллекторно-дренажной сети;
- Концентрация измеряемых параметров качества воды р. Амударья и оро-

сительных каналов;

- Концентрация измеряемых параметров качества воды Аральского моря;
- Концентрация измеряемых параметров ложа и данных отложений дельтовых озер Приаралья и Аральского моря.

Таблицы унифицированы для любых объектов, принадлежащих государству (области), учитывают даты отбора, расходы водотоков и др. параметры объекта либо условия отбора пробы.

При кодировке объектов использованы принципы и структура ИС КИОВР БАМ, отвечающие следующим требованиям:

- Алфавит кода цифровой;
- Кодовые обозначения записываются без использования разделяющих знаков (точка, тире и др.);
- Длина кодового обозначения для всех объектов кодируемой номенклатуры;
- Система кодирования однозначно идентифицирует объекты;
- Кодирование объектов достаточно просто.

Кроме указанных таблиц оперативной информации, в блоке реализованы таблицы справочной информации:

- Ввод справочной информации по створам на водозаборах;
- Ввод справочной информации по створам на Аральском море;
- Ввод справочной информации по створам на дренажных сбросах;
- Ввод справочной информации по створам на озерах.

Для последующих экологических оценок реализованы в Access таблицы ПДК. Они будут использованы в будущих алгоритмах при сопоставлении фактического состояния показателей качества с ПДК.

Николаенко В.А. осуществлен сбор гидроэкологической информации для данного субблока по характерным периодам 1965-1997 гг.:

- С 1965 по 1995 гг. по пятилеткам физические параметры Аральского моря: уровень, площадь, объем, соленость;
- Разовые замеры (24.09.88, 20.02.90 и 26.09.95 гг.) минерализации и главных ионов в воде северо-западной части Аральского моря;
- Среднегодовая соленость прибрежной части Аральского моря (1961-1982 гг.);
- Разовые замеры минерализации и главных ионах в воде дельтовых озер – Судочье (1989 – 1995 гг.), Шегенкуль (1986 – 1996 гг.), Каратерень Восточный (1979 – 1995 гг.), Тогиз-Тере (1985-1995 гг.), Акпетки (1986-1994 гг.).
- Среднемесячные значения IV-IX 1988-1989 гг. минерализации коллекторов КС-1, КС-3, КС-4, ККС;
- Разовые месячные замеры минерализации и главных ионов в воде низовьев Амударьи:
Г/п Саманбай – 1981 – 1988 гг., 1986 г.;
Кишлак Кзылджар – 1981 – 1988 гг., 1989, 1990, 1996 гг.;
Нукус – 1989, 1990 гг.

Собранной информации недостаточно для насыщения таблиц блока и экологической оценки по списку репрезентативных параметров, предложенных в табл. 1-7. В связи с этим отделу охраны водных ресурсов САНИИРИ (Николаенко В.А.) предстоит их дополнительный сбор в различных ведомствах республики.

ВЫВОДЫ

1. Информационный блок «Экология» связан со всеми блоками ЕАИС КИОВР. В данном блоке, субблок «Арал и дельта Амударьи» будет решать задачи для определенных объектов информации: Аральское море, дельтовые озера низовья р. Амударьи.

2. Определены основные задачи субблока «Арал и дельта Амударьи»:

- Получение первичной ГЭ информации и внесение ее в базу данных субблока (параметры ГЭ состояния и качества вод Арал и дельтовых озер р. Амударьи);
- Систематизация и обработка полученной первичной входной ГЭ информации;
- Оценка и прогноз ГЭ состояния и целевого качества воды Аральского моря и дельтовых озер;
- Подготовка и выдача требуемой ГЭ информации управленческим органам.

3. Определен перечень репрезентативных параметров, достаточных для оценки экологического состояния Аральского моря и дельтовых озер – это справочные, оперативные и расчетные параметры.

4. Разработаны технологические и машинные формы ввода гидроэкологической информации, включающие:

- Справочные данные по объектам;
- Оперативные данные по объектам (концентрация измеряемых параметров дельтовых озер, КДС, каналов, Амударьи и Аральского моря);
- Таблицы ПДК.

5. Разработан предварительный вариант интерфейса субблока.

6. Собрана первичная информация о концентрации солевого состава (минерализация и главные ионы) воды исследуемых объектов для внесения в базу данных субблока «Арал и дельта Амударьи» по различным годам в период 1965-1996 гг.

Однако собранная информация недостаточна для насыщения таблиц блока и экологической оценки объектов по предложенному списку репрезентативных параметров.

Отделу охраны водных ресурсов САНИИРИ предстоит их дополнительный сбор в различных ведомствах республики.

В зависимости от их наличия (включая периодичность) в 1999 г. должны быть окончательно сформулированы методы экологической оценки в рамках Субблока, откорректирована структура таблиц, осуществлен ввод информации и на программном уровне реализованы алгоритмы основных задач блока.

4.2. РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО БЛОКА «СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ», РАЗРАБОТКА И ОПЫТНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЕГО ПРОГРАММНЫХ МОДУЛЕЙ

Рощенко Е.М., Авакян И.С., Сорокина И.А.

Информационный блок региональной базы данных «Социально-экономические аспекты» задуман как часть единой информационной системы для реализации приоритетных задач управления земельными и водными ресурсами на региональном и национальном уровнях государств Центрально-Азиатского региона.

Целью данной работы является создание блока социально-экономических оценок, включающего макро-экономические и социальные показатели на уровне республик. По структуре блок должен состоять из таблиц, запросов и отчетов. Разработана структура блока «социально-экономических оценок, состоящая из перечня таблиц, запросов и отчетов, входящих в разрабатываемый блок на макро уровне и на уровне областей республик. Блок должен включать макроэкономические показатели по стране (валовой внутренний/национальный продукт, его структуру и структуру расходов, элементы платежного баланса и т.п.), социально-экономические показатели по областям (население и его структура, занятость, потребительская корзина и т.п.).

Цель разрабатываемых отчетов состоит:

- в проведении анализа современной ситуации по макро-экономическим и социальным показателям;
- в использовании отчетной информации при решении задач перспективного планирования;
- в получении индикаторов по системе оценки индикаторов ООН для устойчивого развития (национальные и предпочитаемые (reference)).

На наш взгляд, блок «Социально-экономические аспекты» должен иметь двух-уровневую структуру и включать в себя макроэкономические показатели, характеризующие ситуацию в целом по центральноазиатскому региону и локальные социально-экономические показатели для каждого государства в отдельности. В качестве макро-экономических показателей, характеризующих уровень жизни, выделены следующие:

- ежегодный прирост населения;
- ВВП на душу населения;
- то же в постоянных ценах;
- то же в \$ US;
- то же в \$ US по ППС (паритетной покупательной способности);
- реальное изменение ВВП в 1990 году, %;
- то же по ППС, %;
- реальное ежегодное изменение ВВП, %;
- реальное изменение ВВП на душу населения к уровню 1990 г, %;
- реальное годовое изменение ВВП на душу населения, %.

Уровень благосостояния населения в переходный период зависит от четырех факторов:

- растущего неравенства в распределении доходов и богатств;
- наличие или отсутствия экономического роста;
- мобильности рабочей силы;
- положение престарелых.

Таблица 1

**Основные показатели социально - экономического развития
стран Центрально-Азиатского региона***

Страна	Население млн. чел	ВВП на душу населен., дол. США	ВВП на душу населения. (оценка по ППС) (Абс. величина США = 100 %)		Ожид. продол. жизни при рожден., лет	Младен смертн. на 1000 живоро- жден.	Лиц тру- досп возраста на 1 чел. стар- ше 60 лет
			1987 г.	1994 г.			
Казахстан	16,8	1160	24,2	10,2	68	27,4	-
Кыргызстан	4,5	630	13,5	6,7	68	29,1	5,0
Таджикистан	5,8	360	12,1	3,7	67	40,6	-
Туркменистан	4,4	-	-	-	66	46,4	6,6
Узбекистан	22,4	960	12,5	9,2	70	28,2	6,3

* По оценкам Международного Банка реконструкции и развития.

- ВВП на душу населения, оцененный по паритету покупательской способности (ППС). Этот показатель предложен Программой международных сопоставлений при ООН (ПМС), предлагает измерение ВВП на основе международной шкалы сопоставления, с использованием в качестве коэффициента пересчета не официальные обменные курсы валют, а паритета покупательской способности (ППС). Коэффициент пересчета, основанный на ППС, определяется, как количество денежных единиц данной страны, требующихся для приобретения на внутреннем рынке такого количества товаров и услуг, какое можно приобрести в США за один доллар (США = 100). ППС рассчитан по отношению к средним международным ценам, выведенным из данных о ценах всех участвующих в данном обзоре стран. Из приведенных в таблице 1 данных видно, что размер ВВП на душу населения, оцененный по ППС, снизился (по сравнению с 1987 годом) по всем без исключения странам бассейна Аральского моря. Наиболее неблагоприятными республиками являются: Кыргызстан – здесь снижение произошло с 13,5 в 1987 году до 6,7 в 1994 году и Таджикистан соответственно с 12,1 до 3,7.

- Ожидаемая продолжительность жизни при рождении показывает число лет, которое прожил бы новорожденный младенец при сохранении текущего уровня смертности на протяжении всей его жизни. Самая высокая ожидаемая продолжительность жизни в Узбекистане - 70 лет.

- Младенческая смертность на 1000 живорожденных представляет собой число детей, умерших в возрасте до одного года, на тысячу живорожденных в данном году. Этот коэффициент, в какой то степени, характеризует уровень здравоохранения. Самая высокая младенческая смертность наблюдается в Туркменистане – 46,4 человека на 1000 живорожденных и Таджикистане – 40,6 человек.

- Показатель, учитывающий лиц нетрудоспособного возраста на одного человека старше шестидесяти лет, показывает соотношение лиц, производящих отчисления в пенсионный фонд и пенсионеров, позволяет делать общие выводы о социальной обстановке в стране. Из имеющихся в таблице данных видно, что самая неблагоприятная обстановка складывается в Кыргызстане.

Сравнение данных за разные годы по разным странам носит не точный, а приблизительный характер, но основные закономерности социально-экономической ситуации все же проявляются. Спад производства, наряду с ростом неравенства доходов, вызвал резкое увеличение количества бедных. Увеличение неравенства доходов наблюдалось во всем регионе как следствие либерализации заработной платы и роста доли частного сектора, где дифференциация доходов выше, а также в результате возросшей состоятельности отдельных людей.

На основании проведенного выше анализа социально-экономических показателей развития стран Центрально-Азиатского региона нами созданы таблицы и формы представления макроэкономической информации.

Снижение реального ВВП в течении прошедших лет и увеличение доли потребления привели к снижению инвестиций в экономику. Размер ВВП на душу населения является одним из важнейших макроэкономических показателей, характеризующих общее экономическое развитие страны. Входные формы для региональной базы данных по ВВП и его структуре разработаны в отчете по программе МКВК-01.03 «Обосновать возможность устойчивого развития водного хозяйства в бассейне Аральского моря» за 1997 год, там же предлагаются показатели анализа реального роста (снижения) ВВП, ВВП на душу населения, реальное изменение ВВП на душу населения. В этом году эти формы введены в блок «Социально-экономические аспекты» и проведен макроэкономический анализ социально-экономического развития стран Центрально-Азиатского региона, далее в своей работе мы планируем заполнение блока «Социально-экономические аспекты» более полной информацией за период с 1995 года по 1998 год.

Определен перечень показателей для уровня республики:

- производство основных продуктов питания на душу населения;
- потребление основных продуктов питания на душу населения;
- доходы населения и их структура;
- минимальная заработная плата;
- среднедушевой доход населения;
- размер и темпы роста (или снижения) доходов населения;
- уровень и соотношение цен на различные товары и услуги, а также затраты населения на здравоохранение.

На основании вышеперечисленных показателей можно прогнозировать спрос населения на различные виды товаров и услуг, а также строить перспективные модели. Прогнозирование спроса населения (“потребительской корзины”) должно носить многовариантный характер. Практически это означает, что допустимо (и даже желательно) построение нескольких вариантов прогнозов спроса. Например, необходимо рассчитывать различные варианты прогнозов спроса для разного уровня денежных доходов населения, для различного соотношения уровня розничных цен на товары и продукты и т.д. Другая особенность прогнозной оценки потребительского спроса заключается в том, что она не может рассматриваться как окончательная, она может изменяться и уточняться по мере поступления новых данных.

Основные направления прогнозирования спроса населения:

1. Сочетание прогнозов спроса населения с другими видами экономических, социальных и демографических прогнозов.

2. Увязка прогнозов спроса всего населения с прогнозами отдельных социально-экономических групп трудящихся.

В рамках нашего исследования мы, естественно, не можем охватить всех факторов, влияющих на “потребительскую корзину” населения. Перед нами стоит задача определения закономерностей развития спроса, то есть анализ тенденций развития спроса, его закономерностей, сложившихся в прошлом и имеющих место в настоящем. А также определение направлений будущего развития спроса.

В дальнейшем в блок “Социально-экономические аспекты” нами планируется включение прогнозного подблока, для этого необходимо провести исследования потребительского спроса населения. Можно выделить следующие основные этапы исследования потребительского спроса населения:

1. Выбор объекта прогнозирования и его характеристика.
2. Сбор исходной статистической информации, ее оценка и анализ.
3. Анализ характерных тенденций спроса во взаимосвязи с формирующими его факторами.
4. Выбор метода прогноза и построение экономико-математической модели.
5. Проведение прогнозного расчета.
6. Оценка результатов прогноза.
7. Разработка конкретных рекомендаций по результатам проведенных исследований спроса населения.

В блоке “Социально - экономические аспекты” представлена стоимость минимальных потребительских корзин (физиологически необходимый минимум продуктов питания на душу населения) в столицах пяти государств Центральной Азии по состоянию на конец сентября 1995 года, в дальнейшем мы планируем пополнить блок новыми данными. Мы внесли в социально-экономический блок БД ВАРМИС рациональные медицинские нормы потребления продуктов питания, данные по потреблению основных продуктов питания (“потребительская корзина”) и по уровню доходов населения, созданы формы представления информации, также в блоке «Социально-экономические аспекты» создан отчет, характеризующий степень удовлетворения потребностей населения. Степень удовлетворения потребностей населения – показатель, используемый для характеристики фактически достигнутого уровня потребления какого-либо товара в сравнении с нормой его рационального потребления. Рассчитывается как отношение фактического потребления данного товара к норме его рационального потребления. Физиологически необходимый минимум продуктов питания на душу населения фактически меньше рациональных медицинских норм потребления. Например, по хлебу и хлебопродуктам он составляет 87 % от рациональной медицинской нормы, по мясу и мясопродуктам он составляет 64 %, по молоку и молокопродуктам - 60 %. В Ташкенте, Душанбе и Ашгабаде стоимость “потребительской корзины” превышает средний уровень заработной платы.

При создании блока “Социально-экономические аспекты”, нами были четко определены следующие проблемы:

- 1) Логическая структура блока;
- 2) Содержание задач, которые должен обслуживать блок “Социально-экономические аспекты”;
- 3) Четко определен перечень задач, которые база данных призвана обеспечить информацией.

В соответствии с вышеперечисленными требованиями, предъявляемыми к проектированию баз данных и содержанием основных информационных блоков созданной базы данных ВАРМИС подготовлены шаблоны форм представления экономической информации, созданы отчеты, характеризующие социально-экономическую ситуацию.

На основе заполненных данными форм таблиц нами планируется разработка методики анализа социально-экономических показателей и создание отчетов по социально-экономическому блоку, из которых можно было бы произвести анализ социально-экономических показателей на сегодняшний день, выявить тенденции развития на будущие периоды, получить индикаторы устойчивого развития по системе оценки ООН.

4.3. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ БЛОКА “ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ” ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РЕКИ И ОРОШАЕМЫХ МАССИВОВ С ЦЕЛЬЮ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ СОЛЕНАКОПЛЕНИЯ

Сорокин А.Г.

Работа посвящена разработке и внедрению программного модуля водно-солевого баланса реки Амударья и подкомандных к ней орошаемых массивов для региональной базы данных ВАРМИС. Разрабатываемый модуль имеет определенный иерархический уровень - региональное управление водно-солевыми режимами рек, учитывающее водно-солевой баланс подкомандных орошаемых зон.

Модуль должен применяться:

- при годовом планировании режима реки Амударья, учитывающем фактор минерализации речной воды (сохранение норматива минерализации речной воды в контрольных створах);
- для решения задач перспективного планирования и управления процессами соленакопления.

Модуль будет иметь два основных подблока: “река” и “орошаемые массивы”. Цель 1998 года - разработка подблока “река”.

Методика расчета

Использование существующих методов позволяет с той или иной точностью рассчитывать водно-солевые режимы рек, однако, надёжные результаты получаются только при наличии необходимой исходной информации для отдельных участков, на которых отсутствуют водохранилища, поймы, где взаимодействием речных и подземных вод можно пренебречь. Невязки баланса объясняются погрешностью в учёте стока на гидропостах, заниженными расчетными потерями стока в русле, пойме реки и в водохранилищах, неучтённым водозабором. Водно-солевой режим реки Амударья обусловлен рядом факторов и специфических особенностей. Территория рассматриваемого бассейна условно разделена на три участка:

- Верхний, от створов Вахш - приток к Рогунскому гидроузлу и Пяндж - пост Даштиджум до створа реки Амударья - пост Келиф (выше водозабора в Каракумский канал).
- Средний, от створа реки Амударья - пост Келиф до створа реки Амударья - пост Дарганата (приток к Тюямуюнскому водохранилищу).
- Нижний, от створа реки Амударья - пост Дарганата (приток к Тюямуюнскому водохранилищу) до створа реки Амударья - пост Саманбай .

Систематические ошибки в расчетах водного баланса Амударьи обусловлены, в основном, потерями стока на испарение и транспирацию в русле реки и в водохранилищах Тюямуюнского гидроузла, русловыми фильтрационными потоками. По условиям формирования фильтрационных русловых потоков на среднем участке Амударьи было выделено две характерных зоны: Керки-Ильчик, Ильчик-Дарганата. Наибольшие

фильтрационные потери наблюдаются в пределах первой зоны, вторая зона представляет собой зону выклинивания подруслового потока в реку, чему способствует заглуженность узкой долины реки, врезанной в малопроницаемые коренные породы. На нижнем участке Амударьи в основном наблюдаются фильтрационные потери. Для каждого характерного участка реки Амударья разработана своя гипотеза формирования фильтрации.

Отличительной особенностью бассейна является то, что орошаемые и пригодные для орошения земли некоторых районов находятся на значительном удалении от головных водозаборов. Это обстоятельство отразилось на специфике формирования водохозяйственных систем в бассейне и создании на них систем перерегулирующих наливных внутрисистемных водохранилищ сезонного цикла. Основными действующими внутрисистемными водохранилищами, регулирующими сток Амударьи, являются Зеидское, Талимарджанское, Тудакульское и Куюмазарское. Зеидское водохранилище расположено в головной части Каракумского канала, имеет полезную емкость в 2 км³. Талимарджанское водохранилище (полезный объем 1,4 км³) расположено на стыке головной (машинный канал) и рабочей (самотечный) частей Каршинского магистрального канала. Тудакульское (полезный объем 0,9 км³) и Куюмазарское (полезный объем 0,3 км³) водохранилища расположены в низовьях реки Зеравшан и входят в систему Амубухарского канала.

Современная водохозяйственная обстановка бассейна реки Амударья характеризуется тем, что в Нурекском водохранилище перераспределение стока осуществляется, прежде всего, в интересах гидроэнергетики, что требует ниже по течению компенсационного ирригационного регулирования. Компенсатором в среднем течении выступают внутрисистемные водохранилища. Тюямуюнский гидроузел, являясь замыкающим в каскаде, регулирует "остаточный" сток в интересах нижнего течения.

Опыт эксплуатации внутрисистемных водохранилищ показывает, что величины фактических объемов регулирования стока в водохранилищах не являются постоянными и зависят от водности года. Для сезонов повышенной водности характерно опережение по срокам утвержденных режимов наполнения внутрисистемных водохранилищ (примером может служить вегетация 1998 года). Такая корректировка приводит к изменению распределения лимитов на водозаборы в Каршинский и Амубухарский каналы в межвегетацию и конечно влияет на режим реки. Работа внутрисистемных водохранилищ будет учтена в блоке "Орошаемые массивы". В блоке "Река" регулирование стока в этих водохранилищах принята нулевым.

Важную роль при формировании водно-солевого режима играют возвратные воды с орошаемых территорий. Минерализация воды в реке Амударья главным образом формируется под влиянием коллекторных вод, поступающих в реку с орошаемых территорий бассейнов рек Сурхандарья, Шерабад, Кашкадарья (через Южный коллектор и Султандагский сброс), Зеравшан (через Главный Бухарский коллектор и Парсанкульский сброс), с Туркменского Прибрежного ирригационного района. При этом, если характеристики возвратного стока, поступающего в притоки Амударьи, в основном зависят от объемов водозабора из этих рек, то характеристики коллекторного стока, который поступает в реку Амударья, в значительной степени определяются процессами формирования коллекторно-дренажного стока соседних бассейнов (рек Кашкадарья и Зеравшана), часть возвратного стока которых попадает в Амударью. На минерализацию коллекторного стока, сбрасываемого с бассейнов Кашкадарья и Зеравшана, влияет также солевые режимы ирригационно-сбросовых озер Султандаг и Парсанкуль (Соленое). Эти особенности формирования возвратного стока будут учтены при разработке подблока "Орошаемые массивы". В подблоке "Река" водно-солевой баланс соленых озер принят нулевым.

Формирование водно-солевых режимов в системе водохранилищ Тюямуюнского гидроузла является сложной задачей, обусловленной рядом специфических особенностей (процессы выщелачивания соли со дна и из бортов наливных водохранилищ, регулирование качества воды в Капарасе, используемой для питьевых целей, фильтрационные потоки при резких колебаниях уровня режима, процессы заиления), которые требуют специальных исследований. В рамках данной работы система водохранилищ Тюямуюнского гидроузла рассматривается как одна емкость.

Математическая модель

Математическая модель водно-солевого баланса реки Амударья основывается на уравнениях сохранения количества воды и соли. Соль рассматривается как консервативная примесь.

Речная система, представленная методом графов, разбивается на расчетные участки и створы, которые в алгоритме имитируются сетью дуг-узлов. Дуги представляют собой систему ориентированных одномерных элементов, обладающих длиной (отрезки линий), которые имитируют линейно-протяженные элементы сети рек, каналов, сбросов, т.е. их транзитные участки. Дуги характеризуют потоки, идущие от одних узлов к другим.

Узлом является:

- место слияния и (или) разветвления дуг,
- параметр, характеризующий потери стока или фильтрационный поток,
- отдельный объект системы.

Балансовые уравнения решаются для каждого узла.

Моделируемая система состоит из следующих объектов:

- пунктов (створов) наблюдения и контроля за стоком рек,
- источников поверхностных водных ресурсов (рек),
- водозаборов из рек,
- сбросов в реки коллекторного стока,
- озер,
- водохранилищ,
- гидроэлектростанций,
- орошаемых массивов, представленных зонами планирования (агрегированными ирригационными системами),
- водохозяйственных районов (агрегированных зон планирования).

Зоны планирования являются местами использования речного стока и формирования возвратных вод. Каждая зона планирования связана с рекой по водозаборам и коллекторам, имеет государственную принадлежность и входит в состав соответствующего водохозяйственного района. На данном этапе исследований подблок “Орошаемые массивы” связан с подблоком “Река” по следующим параметрам:

- водозабору из реки на орошаемые массивы (количество воды, минерализация воды),
- сбросу по коллекторам с орошаемых массивов в реку (количество воды, минерализация воды).

При этом, если водозабор в данной модели является величиной переменной, определяемой в результате расчетов (по критерию минимального отклонения от лимита), то сброс по коллекторам на данном этапе задается. После разработки блока “Орошаемые массивы” (1999 год) сброс в реку по коллекторам будет определяться расчетным путем.

В модель входят следующие объекты.

Источники водных ресурсов:

- река Вахш (приток к Рогунскому гидроузлу),
- боковой приток в реку Вахш по реке Явансу,
- река Пяндж (станция Даштиджум),
- боковой приток в реку Пяндж по реке Кзылсу,
- боковой приток в реку Амударья по реке Кундуз,
- боковой приток в реку Амударья по реке Кафирниган,
- боковой приток в реку Амударья по реке Сурхандарья,
- боковой приток в реку Амударья по реке Шерабад (Карасу).

Водозаборы из рек:

- Яван-Обикийский канал,
- Вахшский канал,
- Шурабадский канал,
- Дехканабад,
- Амузанг,
- В.Чоршанга,
- Каракумский канал,
- Каршинский канал,
- суммарный водозабор в Лебапский вельянт (исключая водозаборы в каналы

В.Чаршанга и Берзен),

- Амубухарский канал,
- Берзен,
- Левобережный канал из Тюямуюнского водохранилища,
- Ташаузская ветка,
- Правобережный канал из Тюямуюнского водохранилища,
- суммарный водозабор в Хорезм (исключая водозабор в Левобережный канал),
- суммарный водозабор в Дашховузский вельянт (исключая водозаборы в Ташаузскую ветку и Джумабай-Саку),
- Джумабай-Сака,
- суммарный водозабор в Каракарпакистан (исключая водозабор в Правобережный канал).

Сбросы в реки по коллекторам:

- суммарный сброс в реку Вахш,
- суммарный сброс в реку Пяндж,
- суммарный сброс с Сурхан-Шерабадского массива в реку Амударья,
- суммарный сброс с Лебапского вельянта в реку Амударья,
- сброс с Каршинского массива через Султандаг в реку Амударья,
- сброс с Бухарского массива через Парсанкуль в реку Амударья,
- суммарный сброс в реку Амударья в нижнем течении.

Водохранилища на реках:

- Рогунское,
- Нурекское,
- Байпазинское
- Головное,
- Тюямуюнский комплекс (Русловое, Капарас, Султансанджар, Кошбулак).

Внутрисистемные водохранилища:

- Зеидское (система Каракумского канала),

- Талимарджанское (система Каршинского канала),
- Тудакульское (система Амубухарского канала),
- Куюмазарское (система Амубухарского канала).

Гидроэлектростанции:

- Рогунская,
- Нурекская,
- Байпазинская,
- Головная, Перепадная, Центральная,
- Тюямуюнская.

Пункты (створы) наблюдения и контроля за стоком рек:

- Вахш - приток к Рогунскому гидроузлу,
- Вахш - приток к Нурекскому гидроузлу,
- Вахш - приток к Байпазинской ГЭС,
- Вахш - приток к Головной ГЭС,
- Вахш - Тигровая балка,
- Пяндж - Даштиджум,
- Пяндж - Нижний Пяндж,
- Амударья - Верхнеамударьинский,
- Амударья - Термез,
- Амударья - Келиф,
- Амударья - Керки,
- Амударья - Чарджоу,
- Амударья - Ильчик,
- Амударья - Дарганата,
- Амударья - Тюямуюн,
- Амударья - Кипчак,
- Амударья - Саманбай.

Зоны планирования:

- Вахшская (Таджикистан),
- Пянджская (Таджикистан),
- Сурхандарьинская (Узбекистан),
- Ахалская (Туркменистан),
- Каршинская (Узбекистан),
- Бухарская (Узбекистан),
- Лебапская (Туркменистан),
- Хорезмская (Узбекистан),
- Дашховузкая (Туркменистан),
- Северная Каракалпакская (Узбекистан),
- Южная Каракалпакская (Узбекистан).

Водохозяйственные районы:

- Вахшский (Таджикистан),
- Пянджский (Таджикистан),
- Сурхандарьинский (Узбекистан),
- Каракумский (Туркменистан),
- Туркменский прибрежный,
- Каршинский (Узбекистан),
- Бухарский (Узбекистан),

- Хорезмский (Узбекистан),
- Дашховузский (Туркменистан),
- Каракалпакский (Узбекистан).

Введем следующие обозначения:

t - номер месяца;

i - номер расчетного участка реки;

j - номер оросительной системы (зоны планирования);

n - количество расчетных участков реки;

k - количество оросительных систем (зон планирования);

$L_{рв(i,j)}$ - матрица инцидентности, определяющая связь **i**-го расчетного участка реки с **j**-й оросительной системой по водозабору;

$L_{ср(j,i)}$ - матрица инцидентности, определяющая связь **i**-го расчетного участка реки с **j**-й оросительной системой по сбросу в реку возвратных вод;

$L_{пер(iv,i)}$ матрица инцидентности, определяющая наличие на **i**-м расчетном участке реки **iv**-го водохранилища;

$W_{(t)}$ - объем поверхностных располагаемых водных ресурсов бассейна реки, включая возвратный сток, (млн. м³/мес.);

$W_{р(t)}$ - сток реки в начальном створе, (млн. м³/мес.);

$W_{y(t,i)}$ - сток реки в начале **i**-го расчетного участка, (млн. м³/мес.);

$W_{min(t,i)}$ - ограничение по минимальному стоку реки на участке, (млн. м³/мес.);

$W_{max(t,i)}$ - ограничение по максимальному стоку реки на участке, (млн. м³/мес.);

$W_{рб(t,i)}$ - объем боковой приточности на **i**-й расчетный участок по рекам, (млн. м³/мес.);

$W_{вр(t,i)}$ - объем водозабора с **i**-го расчетного участка, (млн. м³/мес.);

$W_{вл(t,j)}$ - лимит водозабора из реки в **j**-ю оросительную систему, (млн. м³/мес.);

$W_{в(t,j)}$ - объем водозабора в **j**-ю оросительную систему, (млн. м³/мес.);

$W_{ср(t,i)}$ - объем возвратного стока, поступающего на **i**-й расчетный участок, (млн. м³/мес.);

$W_{с(t,j)}$ - объем возвратного стока, поступающего с **j**-й оросительной системы в реку, (млн. м³/мес.);

$W_{пр(t,i)}$ - потери водных ресурсов по участкам реки при их регулировании и распределении до точек водозабора в оросительные системы (млн. м³/мес.);

$K_{р(j)}$ - коэффициент распределения водных ресурсов между оросительными системами - водоподача в оросительную систему, в долях от суммарного объема водозабора бассейна;

$$\sum_{j=1}^k K_{р(j)} = 1 \quad (1)$$

$W_{э(t)}$ - требуемый объем экологического ресурса - объем подачи в Приаралье, (млн. м³/мес.);

$W_{пер(t,iv)}$ - объем регулирования стока водохранилищем, (+) наполнение, (-) сработка, (млн. м³/мес.);

$W_{(t,iv)}$ - объемы попусков в нижний бьеф водохранилища, (млн. м³/мес);

$V_{(t,iv)}$ - объемы воды в водохранилище на начало месяца **t**, (млн. м³/мес);

$V_{min(t,iv)}$ - ограничение по минимальным объемам водохранилища, (млн. м³/мес);

$V_{max(t,iv)}$ - ограничение по максимальным объемам водохранилища, (млн. м³/мес);

$V_{0(iv)}$ - начальный объем воды в водохранилище, (млн. м³/мес);

Задача состоит в выборе плана:

$$W_{\text{пер}(t,iv)}; \quad t = \bar{1,12}, \quad iv = \bar{1,m} \quad (2)$$

при котором:

$$\left| \sum_{j=1}^{\kappa} W_{\text{в}(t,j)} - \sum_{j=1}^{\kappa} W_{\text{вл}(t,j)} \rightarrow \min \right. \quad (3)$$

Функционирование системы описывается рядом уравнений.

Балансовые уравнения:

$$\sum_{j=1}^{\kappa} W_{\text{в}(t,j)} = W_{(t)} - \sum_{i=1}^n W_{\text{пп}(t,i)} - \sum_{iv=1}^m W_{\text{пер}(t,iv)} - W_{\text{э}(t)} \quad (4)$$

$$W_{(t)} = W_{\text{п}(t)} + \sum_{i=1}^n W_{\text{сп}(t,i)} + \sum_{i=1}^n W_{\text{рб}(t,i)} \quad (5)$$

$$W_{y(t, i+1)} = W_{y(t, i)} + W_{\text{рб}(t,i)} - W_{\text{вп}(t,i)} + W_{\text{сп}(t,i)} - W_{\text{пп}(t,i)} - \sum_{iv=1}^m [W_{\text{пер}(t,iv)} \times L_{\text{пер}(iv,i)}] \quad (6)$$

$$W_{y(t=1, i)} = W_{\text{п}(t)} \quad (7)$$

Распределение водозабора:

$$W_{\text{в}(t,j)} = K_{\text{п}(j)} \times \sum_{j=1}^{\kappa} W_{\text{в}(t,j)} \quad (8)$$

$$W_{\text{вл}(t,j)} = K_{\text{п}(j)} \times \sum_{j=1}^{\kappa} W_{\text{вл}(t,j)} \quad (9)$$

Связь участков реки с зонами планирования:

$$W_{\text{в}(t,j)} = \sum_{i=1}^{\kappa} (W_{\text{вп}(t,i)} \times L_{\text{рв}(i,j)}) \quad (10)$$

$$W_{\text{сп}(t,i)} = \sum_{j=1}^{\kappa} (W_{\text{с}(t,j)} \times L_{\text{сп}(j,i)}) \quad (11)$$

$$\sum_{i=1}^n W_{\text{вп}(t,i)} = \sum_{j=1}^{\kappa} W_{\text{в}(t,j)} \quad (12)$$

$$\sum_{i=1}^n W_{\text{сп}(t,i)} = \sum_{j=1}^{\kappa} W_{\text{с}(t,j)} \quad (13)$$

Регулирование стока:

$$W_{\text{пер}(t,iv)} = V_{(t+1, iv)} - V_{(t, iv)} \quad (14)$$

$$V_{(t=1, iv)} = V_0(iv) \quad (15)$$

$$V_{\text{max}(t,iv)} \geq V_{(t,iv)} \geq V_{\text{min}(t,iv)} \quad (16)$$

Программа

В отличие от существующих в ВАРМИС модулей, разработанный модуль обладает возможностью планировать режимы реки, а не только оценивать их по фактиче-

ским данным. Поиск вариантов может осуществляться в двух режимах: имитационном и оптимизационном. При имитационных расчетах в качестве управляющих параметров принимаются объемы воды в водохранилищах, при оптимизационных расчетах эти объемы являются переменными, которые отыскиваются по критерию оптимизации. В качестве критерия оптимизации на настоящей стадии разработки модуля принято условие: минимальное отклонение расчетного водозабора от требуемого (лимитов). Расчет производился последовательно для каждого расчетного участка вниз по течению рек при фиксированном временном интервале в один месяц. Алгоритм расчета реализован в системе GAMS.

Предусмотрено деление программы на ряд блоков:

- ввода исходной информации,
- расчета режимов водохранилищ,
- расчета составляющих водно-солевого баланса,
- оформления и вывода результатов расчета.

Модуль написан в текстовом формате в файле **A.GMS**. Файл содержит алгоритм расчета и исходные данные. Для запуска программы в директории с файлами системы GAMS необходимо ввести команду: **GAMS A.GMS [Enter]**

В результате выполнения данной команды формируется файл **A_REP** с результатами расчета в текстовом формате.

Основная выходная информация формируется в трех формах:

- Форма 1 - водный баланс рек и водохранилищ,
- Форма 2 - минерализация речного и возвратного стока,
- Форма 3 - водоподача на орошаемые массивы, возвратный сток.

В таблицах, составленных по форме 1, формируются результаты расчетов водного баланса (объемы стока в млн. м³ за месяц) для каждого участка рек Вахш, Пяндж, Амударья по следующим статьям:

- Приток воды на участок с вышерасположенного по течению,
- Боковая приточность (реки, коллектора, сбросы с каналов),
- Водозабор (лимиты и расчет),
- Потери стока,
- Объемы регулирования стока (для участка с водохранилищем),
- Объемы воды в водохранилищах на начало и конец каждого месяца (для участка с водохранилищем),
- Отток воды с участка на нижерасположенный по течению.

Форма 2 дополняет форму 1 по минерализации (г/л) :

- речного стока в начальных и конечных створах каждого участка,
- оросительной воды,
- боковой приточности, включая минерализацию речных притоков, коллекторов, сбросов с каналов,
- воды в водохранилищах.

В таблицах, составленных по форме 3, формируется агрегированная информация о подаче воды на орошаемые массивы и о возвратном стоке из них.

В таблицах 1 и 2 приводятся примеры ввода исходной информации в программный модуль, а в таблицах 3-5 примеры расчетной информации.

Таблица 1

Источники водных ресурсов (млн. м³/мес)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Vahsh	840	680	520	470	410	480	1040	2190	2620	3760	4320	1690
Yavan	190	135	90	90	60	90	140	210	230	260	300	250
Pandj	1560	1580	1210	1130	990	1290	2180	4170	4300	6300	7420	3750
Kunduz	150	160	150	140	130	140	420	820	1560	1030	430	330
Kafirn	260	280	230	230	190	200	700	1090	740	460	190	100
Surhan	0	0	0	10	10	30	30	80	30	20	0	0

Таблица 2

Объемы воды в водохранилище (млн. м³/мес)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nurek	10090	9570	8860	8110	7380	6620	6470	7460	8410	8570	10500	10500

Таблица 3

Водный баланс (млн. м³/мес)

reach	oct	nov	dec	jan	feb	mar	apr	may	jun	jul	aug	sep
NUREK												
Inflou	840	680	520	470	410	480	1040	2190	2620	3760	4320	1690
Volum	10090	9570	8860	8100	7380	6620	6470	7460	8410	8570	10500	10500
Change	-410	-510	-710	-760	-720	-760	-150	990	950	160	1930	0
Outflow	1250	1200	1230	1230	1130	1240	1190	1200	1670	3600	2390	1690
NUREK	BAIP	AZA										
Inflow	1250	1200	1230	1230	1130	1240	1190	1200	1670	3600	2390	1690
Intake	80	50	30	0	0	10	40	120	150	150	150	120
Outflow	1170	1150	1200	1230	1130	1230	1150	1080	1520	3450	2240	1570

Таблица 4

Орошаемые зоны

Name	Unit	oct	nov	dec	jan	feb	mar	apr	may	jun	jul	aug	sep
VAHSH													
Intake	mln.m ³	440	390	370	180	130	200	490	700	800	800	800	700
Return	mln.m ³	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Per cent	%	5	5	5	11	15	10	4	3	2	2	2	3

Тестовые расчеты

Тестовые расчеты выполнены для среднего течения Амударьи: участок Керки

(выше водозабора в Каракумский канал) - Дарганата.

В качестве года-аналога принят водохозяйственный 1983-1984 год, близкий по ресурсам году средней водности - 60 км^3 в створе выше Каракумского канала, из них: ресурсы Вахша (приток к Нурекскому гидроузлу) - 19 км^3 , ресурсы Пянджа (пост Нижний Пяндж) - 34 км^3 за год.

Требования на воду приняты по установленным лимитам на водозаборы за 1997-1998 гидрологический год (данные БВО «Амударья»). Для реки Амударья они оцениваются в $52,48 \text{ км}^3$, в том числе по приведенному гидropосту Керки (выше водозабора в Каракумский канал) - 44 км^3 .

Объемы сброса коллекторного стока в Амударью на участке среднего течения приняты по данным БВО «Амударья» за 1994 год – $2,9 \text{ км}^3$.

Данные по минерализации воды взяты из гидрохимических бюллетеней Управлений гидрометеослужб Таджикистана, Туркменистана и Узбекистана за 1987-1990 годы.

Анализ расчетных величин минерализации воды в характерных створах (Керки, Дарганата) показывает, что они не противоречат нашим представлениям о динамике минерализации речной воды на этом участке. Среднемесячная минерализация воды в створе Керки (выше водозабора в Каракумский канал) по расчетам для среднего по водности года изменяется от 0,4 до 0,7 г/л, а в створе Дарганата - от 0,7 до 2,1 г/л.

ВЫВОДЫ

Основным результатом проделанной НИР является разработка математической модели и компьютерной программы подблока “Река” модуля оценки взаимодействия реки и орошаемых массивов в бассейне Амударьи.

В дальнейшем к модулю планируется подсоединение:

- блока “Орошаемые массивы”,
- блока ограничений по нормативам качества воды,
- блоков экономических расчетов и целевых региональных функций.

4.4. РАЗРАБОТКА ОРГАНИЗАЦИОННЫХ МЕР И ПРОЦЕДУР МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО ОБМЕНА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ (ПУБЛИКАЦИИ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОТЧЕТЫ) С УЧЕТОМ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОЧТЫ.

Пулатов А.Г., Турдыбаев Б.К., Ананьева Н.Д.

Целью создания эффективного механизма по сбору, хранению и распространению научно-технической информации является возможность применения передового опыта, позволяющего повысить эффективность использования природных ресурсов (воды и орошаемых земель).

В соответствии с этим, для достижения цели и решения поставленных задач предусматривалось:

1. Разработка схемы функционирования региональной сети IPTRID на базе НИЦ МКВК.

2. Организация мер по сбору информационных материалов от государств, входящих в МКВК, включает:

согласование тематического плана информационного обмена между организациями входящими в информационную сеть;

проектирование и разработка библиографической БД и использование регистра SEMAGREF по исследовательским проектам;

3. Перевод различных материалов из иностранных журналов и брошюр по интересующим темам на русский язык.

4. Разработка организационных мер по распространению информационных материалов:

а) посредством издания бюллетеней МКВК, информационных и юридических сборников, реферативных обзоров материалов из журналов, книг и других изданий;

б) посредством электронной почты.

5. Создание библиографической базы данных и регистра по исследовательским проектам в области орошения и дренажа.

6. Подготовительные работы к организации возможности доступа к базам данных центральной сети IPTRID. Использование сервисов Internet.

7. Организация справочной службы и распространение документов с использованием World Wide Web⁷ (создание Web-узла).

Предполагалось, что работа будет выполняться в течение двух лет. Поэтому на 1998 год было намечено выполнение первых четырех пунктов программы.

Схема функционирования региональной информационной сети

Предлагается схема функционирования региональной информационной сети на базе НИЦ МКВК (приложение 1) в первом варианте включающая двусторонние связи регионального центра с участниками сети. В начале, при отсутствии программно-технических возможностей, обмен информацией в виде текстовых файлов (DOS, RTF, Word) на дискетах с библиографическим описанием на рабочем листе.

Организация мер по сбору информационных материалов от государств, входящих в МКВК

Согласование тематического плана информационного обмена между организациями входящими в информационную сеть.

Предлагаемый тематический план основан на Рубрикаторе ГАСНТИ и может быть модернизирован в процессе обсуждения.

Приоритетными являются следующие направления в информационной политике:

содействие исследованиям и новшествам в орошении и дренаже, а также поддержка инвестирования в усовершенствование технологий и управление;

анализ макроэкономических тенденций в мире и регионах, связанных с динамикой использования водных и земельных ресурсов;

прогноз развития водопотребления, орошения и дренажа;

уровень современных передовых показателей использования водных и земельных ресурсов в различных регионах, включая продуктивность воды у различных водопользователей и водопотребителей, в том числе по различным отраслям и видам производства;

передовые технологии, направленные на результативное водосбережение, эффективное использование орошаемых земель, удешевление продукции водопользования при соблюдении требований экономии воды; снижения затрат на эксплуатацию и поддержание оросительных и водохозяйственных систем;

⁷ WWW - распределенная информационная система мультимедиа, основанная на гипертексте.

новые виды промышленной продукции для водного хозяйства и дренажа;
 повышение устойчивости управления, включая юридическое, организационное
 и экономическое совершенствование;
 основные научные исследования в этих же направлениях;
 информация о донорских программах, которые возможно использовать в инте-
 ресах развития исследований в отрасли;
 опыт работы на трансграничных водных источниках.

**Проектирование и разработка библиографической базы данных (БД). Использо-
 вание регистра по исследовательским проектам**

На этапе проектирования БД по публикациям (книгам, журналам, бюллетеням, газетам, сборникам, статьям) формы для ввода данных должны включать следующие элементы библиографической записи в соответствии с ГОСТ 7.1-84 "Библиографиче-
 ское описание произведений печати" (табл.1):

Таблица 1

Поле	Примечание
автор (авторы) название книги (статьи) название источника место издания год издания том (выпуск) страницы шифр авторский знак язык публикации ключевые слова рубрика реферат инвентарный номер дата место хранения	издание, в котором опубликована статья индекс УДК в соответствии с тезаурусом в соответствии с тематическим планом

Поиск осуществляется по автору, названию, ключевым словам и рубрикам.

Отчеты могут быть представлены в виде реферативного обзора. Материалы от-
 бираются по следующим критериям: актуальность, новизна, экономическая эффектив-
 ность.

Для разработки библиографической БД используется MS Access 97, так как он
 помогает упростить и облегчить разработку приложения - локального и для сетевой
 среды - за счет применения, в частности, следующих технологий:

объектно-ориентированная модель разработки Access позволяет использовать
 стандартную методологию при работе со всеми объектами - от таблиц, запросов и
 представлений на сервере БД до форм, текстовых полей и других объектов внешнего
 интерфейса;

с применением прогрессивных стандартов OLE-автоматики и компонентной
 объектной модели (COM) можно быстро строить приложения из различных компонен-
 тов других приложений и интерфейсов;

развитые механизмы свойств помогают легко связывать формы и отчеты (объек-

ты внешнего интерфейса) с таблицами и запросами (объектами данных); стандартного вида приложения и компоненты приложений быстро создаются с помощью мастеров и шаблонов.

База данных по исследовательским проектам в области орошения и дренажа разработана SEMAGREF с руководством по заполнению анкеты, тематическим планом, формой для заполнения и отчетами в формате MS Access 95 (рис.1)

Перевод различных материалов из иностранных журналов и брошюр по интересующим темам на русский язык

В НИЦ МКВК поступает много зарубежных изданий (приложение 2), наиболее интересные и актуальные из поступивших материалов оперативно переводились на русский язык, по ним составлялись сборники реферативных обзоров и информационные тематические сборники, а правовые вопросы включались в юридические сборники. Создается электронная картотека по этим изданиям.

Разработка организационных мер по распространению информационных материалов

Распространение изданий бюллетеней МКВК, информационных и юридических сборников, реферативных обзоров, материалов из журналов, книг и других изданий.

За отчетный период по собранным материалам изданы и распространены:

бюллетени МКВК (рис.2), содержащие официальные документы;

реферативные обзоры зарубежных изданий (рис.3) по проблемам мелиорации и водного хозяйства. Данные обзоры включают рефераты периодических изданий, поступающих в фонд НИЦ МКВК из 19 зарубежных стран;

информационные тематические сборники (рис.4), включающие в себя наиболее интересную информацию по мировому опыту, достижениям международного водного сотрудничества, вопросам управления и использования, водных и земельных ресурсов в мире;

юридические сборники, включающие законы о воде государств Центральной Азии и международное водное право. Сборники знакомят с опытом, который показал, что реализация эффективной водохозяйственной политики в суверенных государствах бассейна Аральского моря требует, в рамках создания комплексной региональной водной стратегии, учета заинтересованности государств в развитии оптимальных экономических и политических взаимоотношений на паритетной основе и, следовательно, обеспечения необходимой правовой основы для указанных взаимоотношений на уровне международного водного права;

аннотированный библиографический указатель литературы по проблеме бассейна Аральского моря. В данный указатель включены опубликованные на русском языке за период 1950-1990 годы книги, брошюры, статьи из периодических и продолжающихся изданий, информационные материалы как научного, так и публицистического характера. Материал сгруппирован в пять крупных разделов:

общие сведения о бассейне;

использование земельных и водных ресурсов региона;

экологические проблемы;

социально-экономические проблемы развития региона;

предложения по решению проблемы бассейна.

Все вышеперечисленные издания передаются организациям МКВК в странах

Центральной Азии через филиалы НИЦ МКВК. Филиалы распространяют эти издания в соответствии со схемой функционирования.

Использование Internet

World Wide Web. Одно из наиболее значимых достижений в Internet – это “Всемирная паутина” (World Wide Web) и так называемая Web-технология, открывшая путь в Internet миллионам людей. Говоря о Web-технологии, большинство экспертов сходятся во мнении, что мы имеем дело с революционным явлением, равным или превосходящим по значимости появление персонального компьютера.

Сегодня нельзя рассматривать Web-технологии как нечто застывшее. Это направление информационных технологий развивается исключительно быстрыми темпами, а большинство проблем решается совместными усилиями мирового компьютерного сообщества.

В чем же заключается феномен Web-технологии, обусловившей столь стремительный прорыв массового пользователя к Интернет? Причина состоит в том, что Web-технология, во-первых, опирается на наиболее естественный для человека способ потребления необходимой ему информации (доставка информации по инициативе потребителя), во-вторых, предоставляет универсальный, естественный, интуитивно ясный инструмент для доступа к информации обычного человека, и, в-третьих, является наиболее универсальным подходом к интеграции информационных ресурсов.

HTTP (HyperText Transport Protocol) - протокол передачи HTML-файлов. Этот протокол реализует то, что называют WWW. Для многих слова Internet и WWW – синонимы. Тем не менее, сам протокол HTTP достаточно прост, а всей своей мощностью “Всемирная паутина” обязана внутреннему строению HTML-файлов, копируемых по этому протоколу.

Сокращение HTML (Hyper Text Markup Language) означает “язык гипертекстовой разметки”. Текст на языке HTML выглядит как обычный ASCII-текст, в который в угловых скобках < > вставлены команды (также читаемые “невооруженным” глазом), отмечающие границы абзацев, заголовки, шрифтовое выделение и т. д., а главное – ссылки.

Программа просмотра HTML-файлов (браузер) показывает на экране текст (разумеется, без команд в угловых скобках), а команды – интерпретирует.

Фрагмент текста, отмеченный как ссылка, выделяется на экране цветом или подчеркиванием (часто и тем и другим) и при позиционировании на нем курсора и выполнении определенного действия (нажатии на клавишу Enter, щелчке кнопкой мыши) на экран начинает выводиться другой текст, (например, щелкнув на Межгосударственная координационная водохозяйственная комиссия (МКВК)”, вы получите информацию о деятельности МКВК). Какой именно - написано в тексте команды. Это может быть и другое место того же файла, и другой файл на той же машине и что важнее всего, файл на другой машине, имеющей адрес в Internet.

В последнем случае браузер “понимает”, что команда (выполнение которой инициировал пользователь) требует просмотра файла, находящегося на другой машине, и посылает запрос в формате протокола HTTP на копирование этого файла на машину клиента. После полного или частичного копирования файла браузер начинает показывать его пользователю (а там, в свою очередь, могут быть ссылки, которые пользователь сможет активизировать и вызвать дальнейший просмотр файлов на других машинах).

Рис. 1. Форма для ввода данных по исследовательским проектам



Рис.2 Бюллетень МКВК N 18



Рис. 3. Реферативный обзор N 6



Рис. 4. Информационный сборник N 8

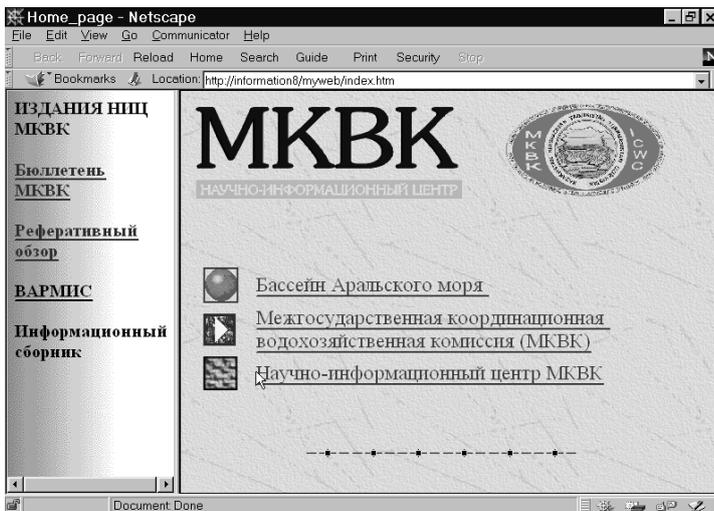


Рис.5. Браузер Navigator Netscape. Домашняя страница НИЦ МКВК с электронными версиями бюллетеня МКВК и реферативного обзора

Ссылки могут быть не только на HTML-файлы, но и на любые другие (чисто текстовые, содержащие изображения и т.д.). Такие файлы просто копируются на машину клиента, и Web-браузер уже сам решает, что с ними делать (например, изображение показывает на экране, звуковой файл воспроизводит при помощи звуковой платы, в ряде случаев он вызывает для интерпретации файла внешнюю программу).

Почему именно этот протокол так расширил возможности Internet. Дело в том, что протокол HTTP и язык HTML предоставляют возможность интегрировать воедино все информационные ресурсы мира, где бы они ни располагались.

Web-технология предлагает определенную концепцию предоставления информационных услуг потребителям. Одним словом, ее можно охарактеризовать как концепцию публикации информации. Она отличается следующими особенностями:

- информация предоставляется потребителю в виде публикаций;
- публикация может объединять информационные источники различной природы и географического расположения;
- изменения в информационных источниках мгновенно отражаются в публикациях;
- в публикациях могут содержаться ссылки на другие публикации без ограничения на местоположение и источники последних (гипертекстовые ссылки);
- публикатор не заботится о процессе доставки информации к потребителю;
- затраты публикатора не зависят от "тиража" публикации;
- количество потенциальных потребителей информации практически не ограничено;
- презентационные качества публикаций соответствуют современным запросам потребителей;
- публикации отражают текущую информацию, время запаздывания определяется исключительно скоростью подготовки электронного документа;
- информация, представленная в публикации, легко доступна, благодаря гипертекстовым ссылкам и средствам контекстного поиска;
- информация легко усваивается потребителем благодаря широкому спектру изобразительных возможностей, предоставляемых Web-технологией;
- технология не предъявляет особых требований к типам и источникам информации;
- технология допускает масштабируемые решения, увеличение числа одновременно обслуживаемых потребителей не требует радикальной перестройки системы.

Электронная почта. Internet предоставляет уникальные возможности дешевой, надежной и конфиденциальной глобальной связи по всему миру. Обычно, использование инфраструктуры Internet для международной связи обходится значительно дешевле прямой компьютерной связи через спутниковый канал или через телефон.

Электронная почта - самая распространенная услуга сети Internet. В настоящее время свой адрес по электронной почте имеют десятки миллионов человек. Посылка письма по электронной почте обходится значительно дешевле посылки обычного письма. Кроме того, сообщение, посланное по электронной почте дойдет до адресата за несколько часов, в то время как обычное письмо может добираться до адресата несколько дней, а то и недель.

Если ранее сеть использовалась исключительно в качестве среды передачи файлов и сообщений электронной почты, то сегодня решаются более сложные задачи распределенного доступа к ресурсам.

В архивах свободного доступа сети Internet можно найти информацию практиче-

ски по всем сферам человеческой деятельности, начиная с новых научных открытий до прогноза погоды на завтра.

Пользователи решившие подключить свой компьютер к сети должны обратить особое внимание на защиту информации. Строгие требования к защите информации связаны с тем, что подключенный к сети компьютер становится доступным из любой точки сети, и поэтому несравнимо более подвержен поражению вирусами и несанкционированному доступу.

Так несоблюдение режима защиты от несанкционированного доступа может привести к утечке информации, а несоблюдение режима защиты от вирусов может привести к выходу из строя важных систем и уничтожению результатов многодневной работы.

Приложение 2

Перечень изданий, получаемых НИЦ МКВК

1. «Водные ресурсы»
2. «Гидроэнергетика и плотины»
3. «Международное обозрение по водным ресурсам и ирригации»
4. «Гидрологический журнал»
5. «Инженерные решения в ирригации и дренаже»
6. «Израильский информационный бюллетень»
7. «Казахский международный бюллетень по водным ресурсам»
8. «Канадский международный бюллетень по ирригации»
9. «Диалог»
10. «Технология для водных ресурсов»
11. «Гидравлические исследования»
12. «Темро»
13. «Тропические культуры»
14. «Новости водного хозяйства»
15. «Мировые водные ресурсы»
16. «Бюллетень МАГИ»
17. «Охрана почв и водных ресурсов»
18. «Труды американского общества сельскохозяйственных инженеров» и др.

4.5. РАЗВИТИЕ СФЕР ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ (ГИС) В УВЯЗКЕ С БАЗОЙ ДАННЫХ ЕИС БАССЕЙНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ В ПРАКТИКЕ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ И ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ

Сорокина И.А., Платонов А.Е., Тий Л.В.

Модуль «Расчет водного баланса участка реки и (или) водохранилища» реализован в среде ГИС на языке программирования Avenue. Модуль осуществляет расчет водного баланса по двум различным источникам (БД ВАРМИС и БВО), за год или ряд лет помесечно. Ниже приводится описание алгоритма модуля, а также описание главного меню пользователя.

Алгоритм модуля «Расчета водного баланса участка реки»

Алгоритм модуля строится на общепринятых балансовых уравнениях.

Участок реки без водохранилища:

$$Q_{up} - I + O_{ut} + E + P - Q_{dn} = \pm D \quad (1)$$

где:

Q_{up} - сток воды, замеренный на граничном гидропосту, находящемся выше по течению реки;

Q_{dn} - сток воды, замеренный на граничном гидропосту, находящемся ниже по течению реки;

I - сумма объемов водозаборов на участке:

$$I = \text{SUM (Intake)}$$

O - сумма объемов сбросов КДС на участке:

$$O = \text{SUM (Outfall)}$$

E - сумма объемов сбросов по каналам на участке:

$$E = \text{SUM (Eseepe)}$$

P - сумма объемов боковой приточности рек:

$$P = \text{SUM (Pi)}, \text{ где:}$$

P_i - сток боковой приточности, вычисляется на основе балансового уравнения для участка боковой реки: участком боковой реки считается устье, ближайшее к устью гидропоста.

$$P_i = Q_i - I_i + O_i + E_i \pm b \quad (2)$$

где:

Q_i - сток воды, замеренный на ближайшем к устью боковой реки гидропосту;

I_i - сумма водозаборов на участке боковой приточности;

O_i - сумма сбросов КДС на участке боковой приточности;

E_i - сумма сбросов по каналам на участке боковой приточности;

$\pm D$ - дисбаланс ресурсов воды на участке, рассчитывается как результат баланса участка реки. Составляющими дисбаланса являются:

$\pm \delta$ - аналогичен $\pm D$ для боковой реки и приведен ниже.

$$\pm D = U_c \pm \Phi + O_c \pm P_{er} \quad (3)$$

где:

U_c - потери воды на испарение с русла;

$\pm \Phi$ - результирующая между фильтрационными потерями и дренирования руслом;

O_c - осадки на водную поверхность;

$\pm P_{er}$ - русловое регулирование (меандры, старицы);

Водоохранилище

$$\pm R = Q_{np}^{\text{вод}} - Q_{dn}^{\text{вод}} - U_c + O_c \pm P_{er}^{\text{вод} \pm \Delta} \quad (4)$$

где: $\overset{\text{вод}}{Q_{\text{up}}}$, $\overset{\text{вод}}{Q_{\text{dn}}}$, $\overset{\text{вод}}{U_c}$, $\overset{\text{вод}}{O_c}$, $\overset{\text{вод}}{P_{\text{er}}}$ - статьи, указанные выше, но относящиеся к водохранилищу;

$\pm R$ - изменение объема водохранилища;

$\pm \Delta$ - невязка баланса водохранилища.

Участок реки с водохранилищем

В этом случае мы не рассматриваем детализацию баланса водохранилища, а используем его результирующую $\pm R$, т. к. состав параметров в базе данных позволяет получать эту величину непосредственно по среднемесячным данным. Таким образом, балансовое уравнение для участка реки с водохранилищем реализуется в виде:

$$Q_{\text{up}} - J + O_{\text{ит}} + E + P \pm R = \pm D \quad (5)$$

Расшифровка составляющих приведена выше. Реализация приведенных уравнений осуществлена в двух вариантах по следующей последовательности:

1. Вариант WARMIS:

- рассчитывается разность между замерами на граничных гидростаях

$$Q_M = Q_{\text{up}} - Q_{\text{dn}}$$

- вычисляется ресурс воды на участке по составляющим баланса

$$Q_c = O - I \pm E + P \pm R$$

- дисбаланс воды на участке:

$$D = Q_M - Q_c$$

- процент дисбаланса:

$$P_I = D / Q_M \times 100 \%$$

2. Вариант BVO

- вычисляется возможный сток воды на нижнем створе участка:

$$\overset{c}{Q}_{\text{DN}} = Q_{\text{up}} - I + O \pm E \pm R + \overset{\cdot}{P}$$

- дисбаланс ресурса воды на нижнем створе участка

$$D = Q_{\text{DN}} - \overset{c}{Q}_{\text{DN}}$$

Вычисляется процент дисбаланса, отнесенный к стоку на верхнем створе (наиболее часто используемый).

Описание главного меню пользователя

Модуль “Расчет водного баланса участка реки и (или) водохранилища” реализован в среде ГИС на языке программирования Avenue. Для этого необходимо иметь ArcView GIS Version 3.0, установить связь ODBC с БД ВАРМИС и БД БВО (или какой-нибудь другой, если хотите считать баланс по двум источникам).

Общий вид главного меню представлен на рис. 1.

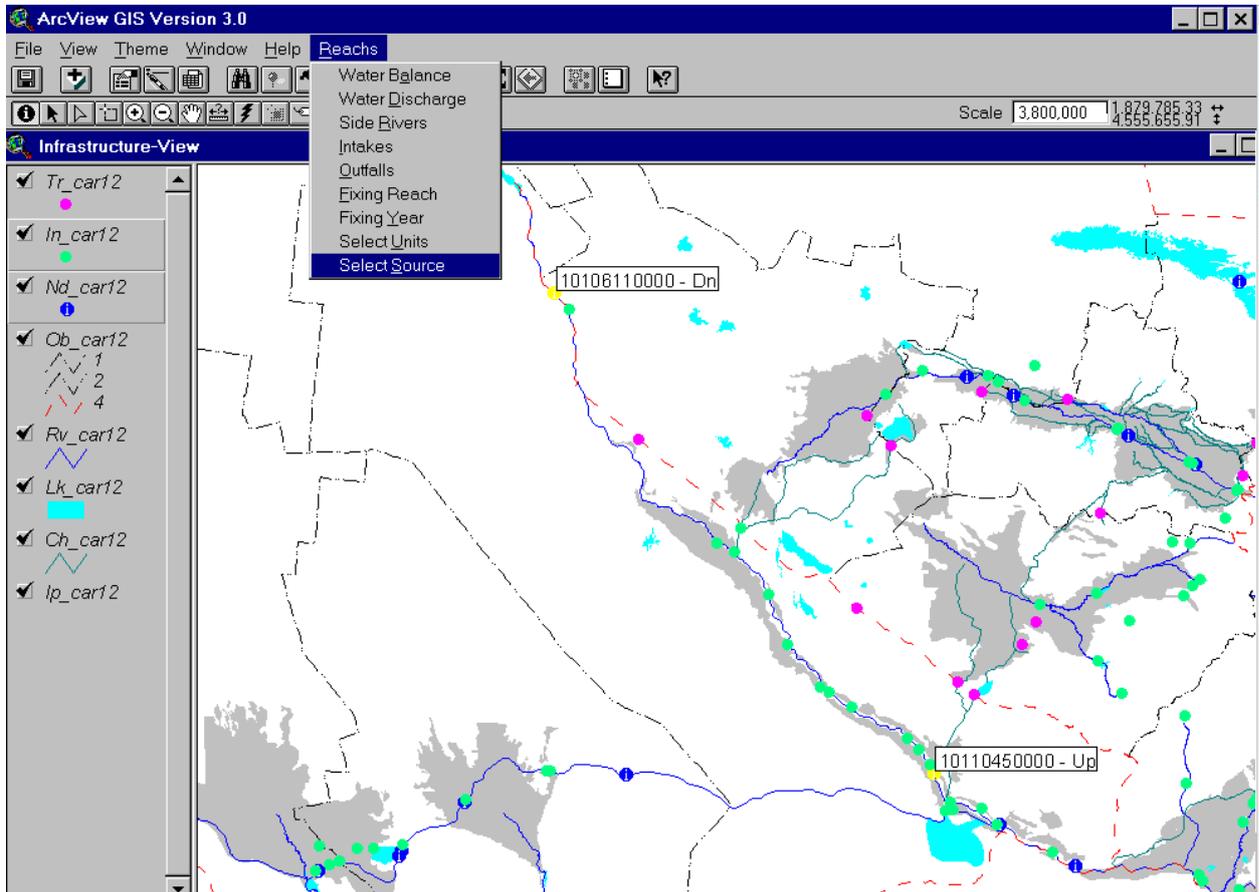


Рис. 1

Главное Меню состоит из двух частей:

- Reachs (верхняя часть рисунка);
- ряд функциональных клавиш (левая часть рисунка).

REACHS:

- Water Balance
- Water Discharge
- Side Rivers
- Intakes
- Outfalls
- Fixing Reach
- Fixing Year
- Select Units
- Select Source.

Составные части Reachs - это последовательность шагов расчета водного баланса. Необходимо строго придерживаться той последовательности шагов, которая будет описана ниже.

1. Select Source - выбор БД, источника для расчета (рис. 2).

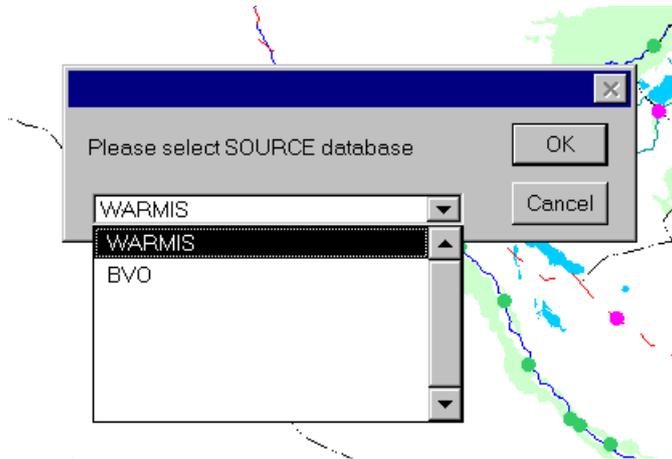


Рис. 2

2. Select Units - выбор единицы измерения (по умолчанию млн.куб.м. рис. 3).

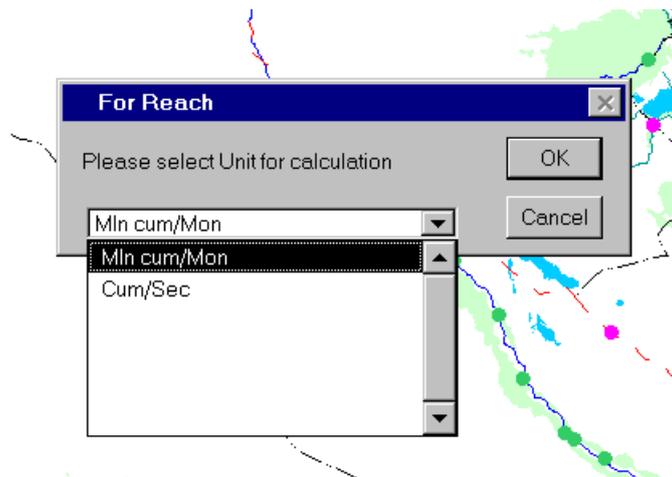


Рис. 3

3. Select Year - выбор года или ряда лет (рис. 4, 5).

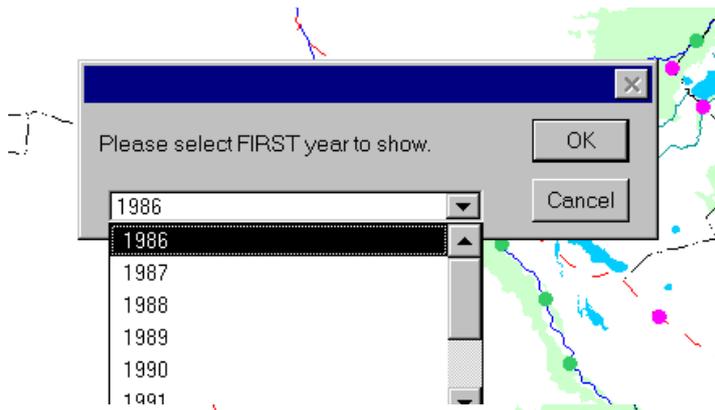


Рис. 4

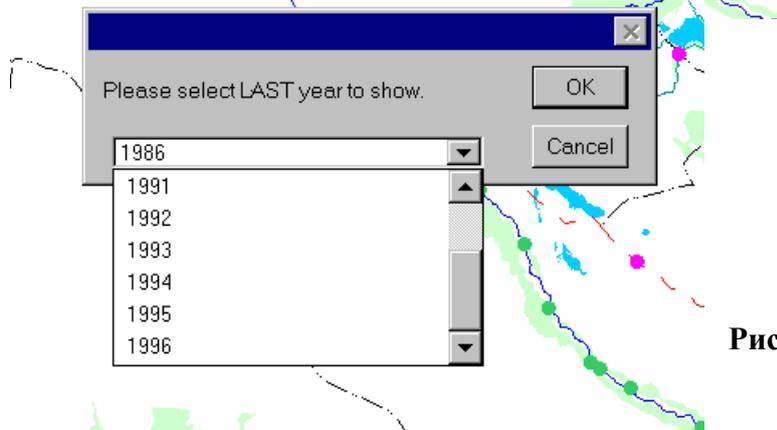


Рис. 5

4. Select Reach - выбор участка реки: нижний гидропост (рис. 6), верхний гидропост (рис. 7).

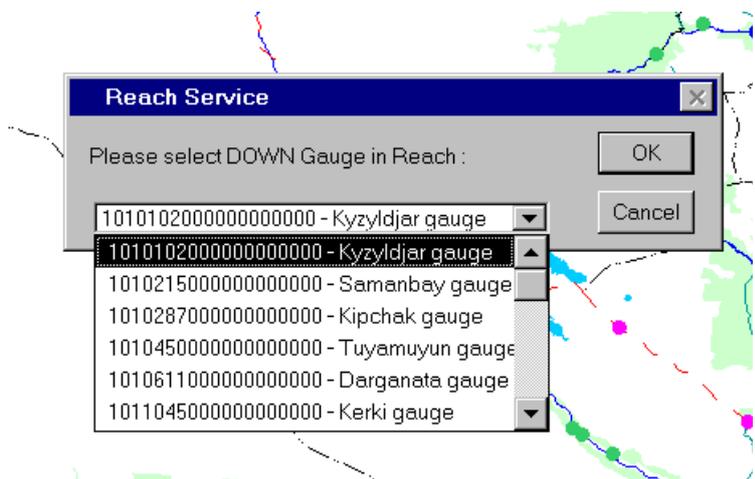


Рис. 6

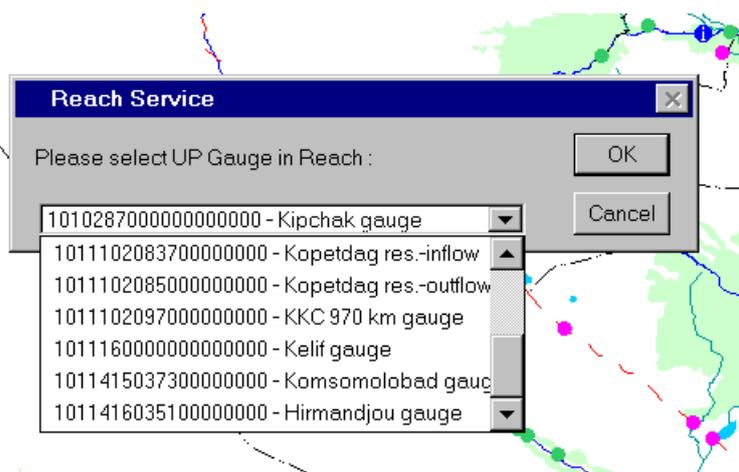


Рис. 7

5. Water Balance - непосредственно расчет баланса. Результат выводится в виде таблицы (рис. 8).

1_BalReach BVO 1994_Tuyamuyun gauge - Darganata gauge in Mln cum/month													
Name	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	SUM
Up - Darganata gauge	2167	1880	2327	2530	4874	7646	13336	8061	4821	2319	2035	2619	54615
Dn - Tuyamuyun gauge	1666	1640	3535	2403	2732	4795	9641	7739	3447	2193	1130	1762	42683
Intakes BVO	-10	-52	-695	-550	-894	-828	-761	-641	-300	-155	-24	-57	-4967
Outfalls	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	31
Escapes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Side Rivers Inflow	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reservoirs Regulation	-493	-230	2150	757	-386	-644	-485	1239	-569	189	-621	-541	366
Reservoirs Evaporation	-11	-10	-6	-29	-67	-108	-101	-68	-46	-39	-12	-20	-517
Reach Discharge	-513	-291	1452	181	-1344	-1577	-1344	533	-912	-2	-654	-616	-5087
Dn gauge calculated	1654	1589	3779	2711	3530	6069	11992	8594	3909	2317	1381	2003	49528
Disbalance in Mln cum/yr	12	51	-244	-308	-798	-1274	-2351	-855	-462	-124	-251	-241	-6845
Percentage for 1994	1	3	10	12	16	17	18	11	10	5	12	9	13

Рис. 8

6. Пункты Side Rivers (боковая приточность), Intakes (водозаборы), Outfalls (КДС) позволяют пользователю получить подробный список объектов (рис. 9).

1_Intakes BVO 1994_Tuyamuyun gauge - Darganata gauge in Mln cum/month														
IntakeCode	IntakeEng	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	SUM
10104560000000000000	Ташауз ветка	0	30	46	67	102	104	107	107	99	48	0	0	710
10104570000000000000	Питняк-Арна	0	0	12	11	22	24	26	21	5	1	0	0	122
10104580000000000000	ПБК	0	12	96	151	90	30	27	27	34	31	11	44	553
10104590000000000000	ЛБК	0	0	531	308	667	657	588	473	147	62	0	0	3433
10104600000000000000	Водовод Каракалпаки	5	5	5	5	5	5	5	6	8	5	5	5	64
10104610000000000000	Водовод Хорезма	5	5	5	8	8	8	8	7	7	8	8	8	85
		10	52	695	550	894	828	761	641	300	155	24	57	4967

Рис. 9

Рассмотрим функциональные клавиши (рис. 10):

- Tr_car12 (на карте точки, окрашенные в малиновый цвет) - трансферы (Transfer).
- In_car12 (на карте точки, окрашенные в зеленый цвет) - водозаборы (Intake).
- Nd_car12 (на карте точки, окрашенные в синий цвет) - гидропосты (Gauge).

Данные клавиши работают в режиме Hot-line (кнопка в верхней панели) . Выбрав клавишу и нажав кнопку Hot-line, установить курсор на нужный объект, отметьте левой клавишей мышки. На экране появится таблица месячных данных за ряд лет и соответствующие графики (рис. 11).

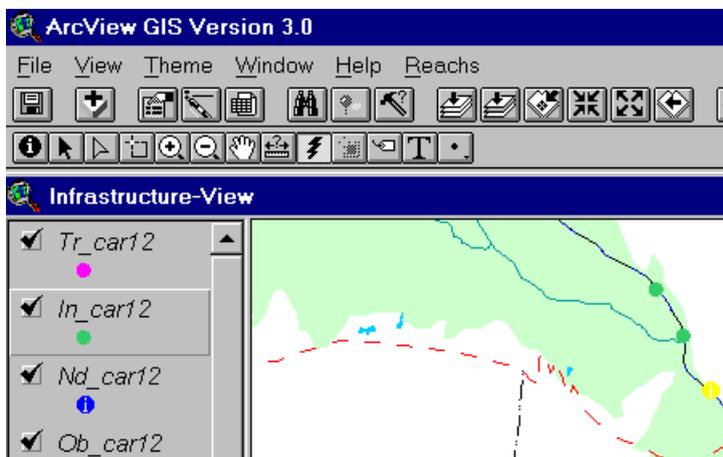


Рис. 10

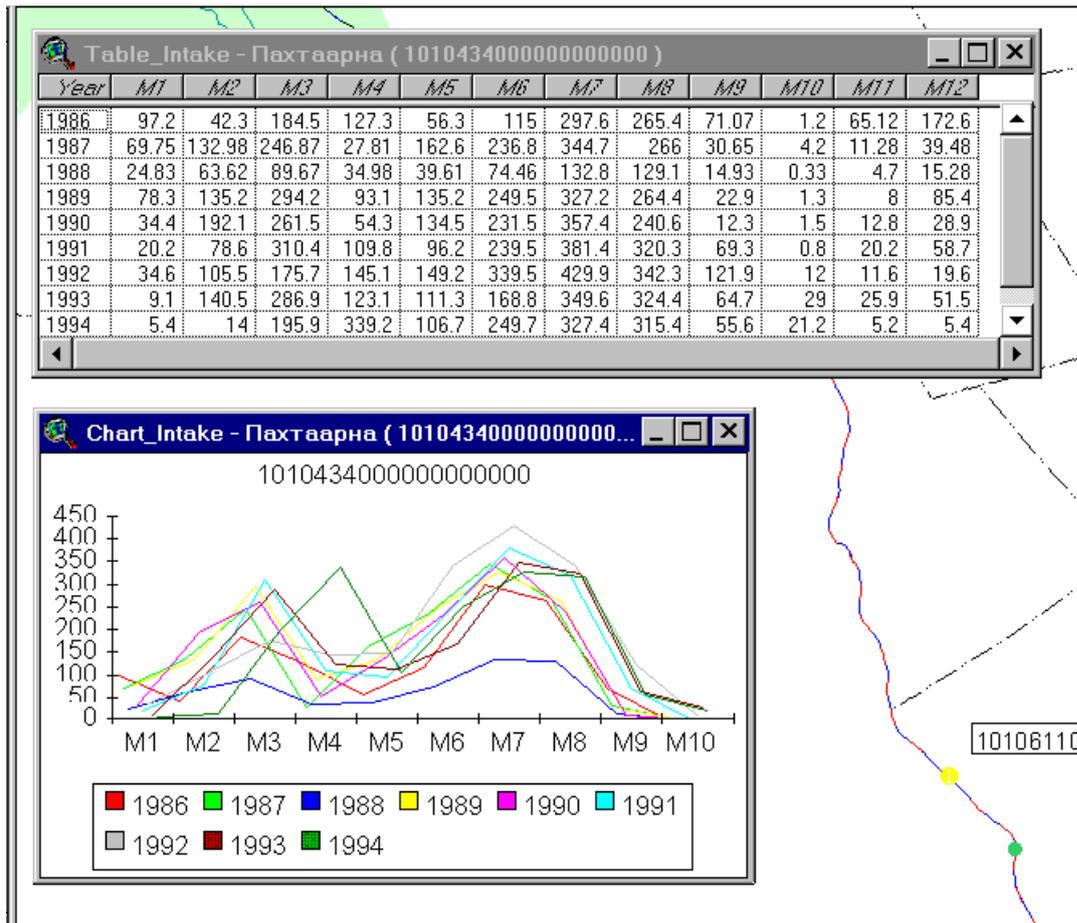
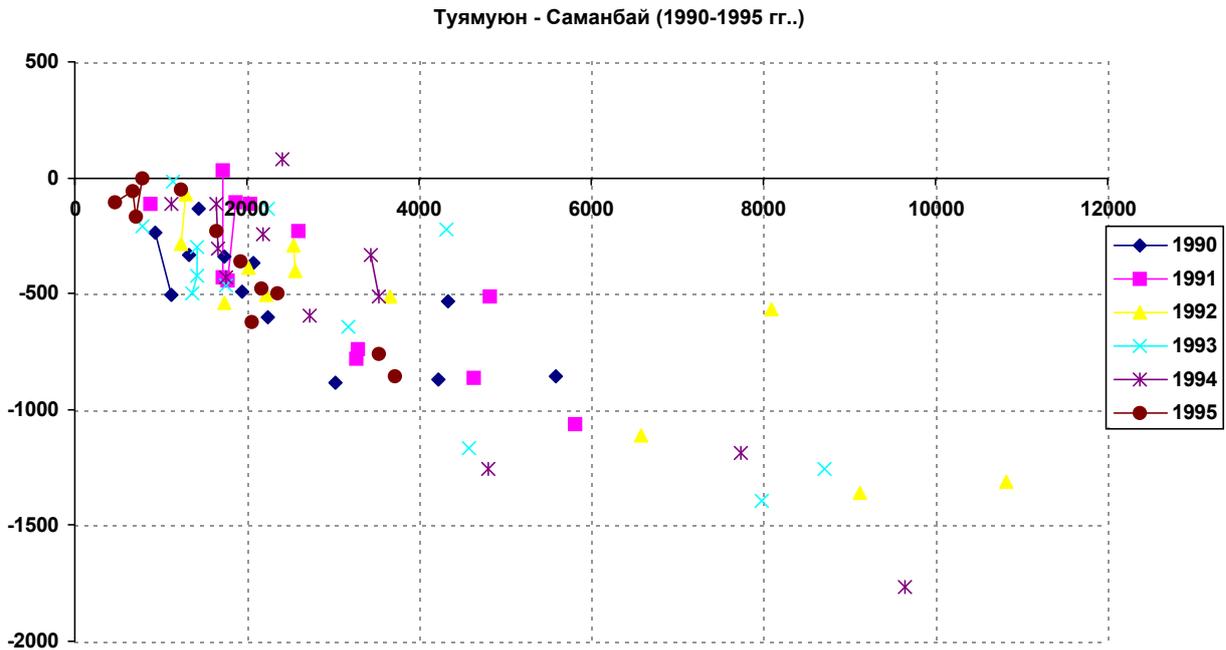


Рис. 11

По модулю рассчитаны балансы 4-х участков Амударьи. По каждому участку пока почти вручную построены графики $D = f(Q, ur)$ - рис. 12 - 14, которые требуют еще своего осмысления.

Модуль требует определенной последующей доработки:

- завершение солевого баланса;
- доработка пользовательского интерфейса и инструкции;
- создание на программном уровне в рамках модуля блок “АНАЛИЗ”, позволяющий использовать вероятно-статистический анализ результатов



4.6. РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ СЕТЕЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ НА УРОВНЕ НАЦИОНАЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ И НИЦ МКВК

Сорокина И.А., Вашингский Д.О.

Информационная система ЕИС КИОВР БАМ разрабатывается без наиболее главного компонента - системы передачи данных, что негативно влияет на ход развития. В связи с этим развитие информационной системы велось медленно, изменение ее компонентов и запрос на данные выполнялись через 2-3 месяца после того, как они утверждались, национальные центры возвращали их через несколько месяцев и т.п..

Исходя из современных требований, предъявляемых к информационной системе, нельзя не отметить, что эффективная работа его всецело зависит от системы передачи данных.

Система передачи должна существовать и иметь статус равный с базой данных т.к. во всем мире принято создавать информационную систему от «источника к хранилищу данных» – все компоненты должны развиваться параллельно.

Система передачи данных – это совокупность программного обеспечения, оборудования, которые позволяют передавать цифровую информацию из одной системы в другую.

Структура системы передачи будет основываться на информационной системе ЕИС КИОВР БАМ, которая существует в пяти республиках и на основании этого должна строиться.

Структура системы передачи данных состоит из восьми основных центров, между которыми будет происходить оперативная связь:

- Региональный информационный центр НИЦ МКВК

- БВО Сырдарья
- БВО Амударья
- Узбекский национальный центр (при Минсельводхоз РУ)
- Казахский национальный центр (при Казахском филиале НИЦ МКВК)
- Таджикский национальный центр (при Таджикском филиале НИЦ МКВК)
- Кыргызский национальный центр (при Кыргызском филиале НИЦ МКВК)
- Туркменский национальный центр (при Туркменгипроводхозе)

Вся информация будет поступать в Региональный информационный центр НИЦ МКВК.

На рис. 1, 2 показан основной уровень системы передачи данных.

Региональный информационный центр НИЦ МКВК будет обеспечивать:

- администрирование системы передачи данных на региональном и национальном уровне
- изменять систему
- определять правила передачи данных и доступ
- контроль защиты и целостности системы
- подключение новых партнеров и смежных организаций
- сбор, обработку, анализ данных, архивирование
- рассылку указаний (рекомендаций) министерствам и ведомствам
- публикацию материалов в Интернет

Узбекский, Казахский, Таджикский, Кыргызский национальные центры должны осуществлять:

- сбор и анализ информации
- передачу данных в региональный центр и другие национальные центры
- подключение министерств и ведомств (совместно с Региональным центром)

БВО Амударья, БВО Сырдарья, БВО Арал Сырдарья:

- оперативное управление
- сбор и передача данных для Регионального центра

К системе будут подключены различные министерства и ведомства во всех государствах Центрально Азиатского региона, которые будут получать информацию и на ее основе принимать решения на всех уровнях управления сельским и водным хозяйством.

Требования к системе передачи данных регионального и национального уровня

Система передачи данных - сложный механизм, состоящий из программного обеспечения и оборудования. Как в любой системе, к системе передачи данных существуют требования. основополагающие требования к системе передачи данных ориентированы на передачу данных, сформулированы в 1981 г. комитетом IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) и опубликованы в виде проекта стандарта. Последующая практика разработки систем передачи данных в основном подтвердила правомерность этих требований, хотя и внесла в них коррективы.

Приводимый ниже перечень требований к системе передачи данных основан на анализе упомянутых источников, и эти требования полностью соответствуют разрабатываемой системе передачи данных.

Общие требования:

- выполнение разнообразных функций по передаче данных, включая пересылку файлов, поддержку терминалов (в том числе высокоскоростных графических), электронную почту, обмен с внешними запоминающими устройствами, обработку сообщений, доступ к файлам и базам данных;
- защита системы от несанкционированного доступа, разграничения доступа к системе в целом, файлам, базам данных, устройствам путем аутентификации; разграничения прав от рядового пользователя до администратора системы; защита от внешних попыток взломать систему программно и аппаратно; ведения журналов событий от входа в систему до изменения информации; анализ системы, в случае попытки взлома оповещения администратора системы;
- возможность подключения большого набора стандартных и специальных устройств в том числе больших и малых компьютеров терминалов, внешних запоминающих устройств, печатающих устройств, передающих устройств, оборудования контроля и управления;
- возможность подключения как современных и перспективных, так и ранее разработанных устройств с различными программными средствами, архитектурой, принципами работы;
- доставка пакетов адресату с высокой достоверностью при обеспечении виртуальных соединений;
- простота монтажа, модификации и расширения системы передачи данных; возможность подключения новых устройств и отключение прежних без нарушения работы системы; информирование всех членов системы об изменении состава;
- независимость стоимости подключения устройства к сети от стоимости самих устройств; в среднем стоимость интерфейса должна составлять 10...20 % стоимости подключаемого устройства;
- соответствие по возможности существующим стандартам.

Требование к взаимодействию устройств в системе:

- возможность для каждого устройства связываться и взаимодействовать с любым другим устройством;
- обеспечение равноправного доступа к физической среде для всех коллективно использующих ее устройств;
- возможность адресации пакетов одному устройству, группе устройств, всем подключенным устройствам;
- обеспечение возможности некоторым пользователям назначать и менять собственный адрес (в рамках ограничений, сохраняющих целостность системы).

Информационные требования:

- обеспечение «прозрачного» режима обслуживания, возможность приема, передачи и обработки любых сочетания бит, слов и символов;
- отсутствие существенного снижения пропускной способности системы при достижении ее полной загрузки и даже перезагрузки во избежание длительной блокировки системы;

Требования к надежности:

- система не должна находиться в состоянии неработоспособности более 3 часов;
- средства обнаружения ошибок выявляют все пакеты, содержащие до 4

искаженных бит; функции анализа, принятия решения и исправления ошибок выполняются подключенными устройствами;

- система обнаруживает и индуцирует все случаи совпадения сетевых адресов у двух подключенных устройств.

Прочие и специальные требования:

- простота интерфейсов между системами передачи данных и подключенными устройствами

- простота подключения к другому связному оборудованию, в том числе арендованным линиям, телефонным сетям, сетям передачи данных (общего и частного пользования);

- наличие средств сопряжения с другими системами передачи данных;

- обеспечение беспроводной связи для мобильных устройств;

- интеграция передачи по системе различных видов информации (данных, речи, изображений и др.)

Технические и программные решения построения системы передачи данных (конфигурация системы)

Передача данных между НИЦ МКВК и БВО «Амударья», БВО «Арал Сырдарья», туркменским, таджикским, казахским, кыргызским национальными центрами предполагается осуществлять через спутниковую связь.

Связь между НИЦ МКВК и узбекским национальным центром предполагается осуществлять через устройство RadioEthernet.

RadioEthernet – устройство, позволяющее соединять компьютеры, не используя кабель, иными словами, создавать беспроводную сеть с радиоканалами, работающую в радиусе до 100 км.

БВО «Сырдарья» предлагается подключить к сети НИЦ МКВК с помощью коаксиального кабеля (здание БВО «Сырдарья» находится 100 м от здания НИЦ МКВК)

Министерства и сопряженные организации предлагается подключить через линию телефонной связи.

Оборудование предлагается использовать известных фирм, таких как Hewlett Packard, Compaq, Digital, CISCO, US Robotics, APC.

На рисунках 3-6 приведены схемы технологической структуры системы передачи данных (глобальной сети) на региональном и национальном уровнях.

Экономический аспект построения системы передачи данных

Ориентировочно стоимость данной системы передачи данных составит 2,5 млн. долларов США.

МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЙ НАШИХ ПАРТНЕРОВ

Каракалпакский филиал САНИИРИ

КАЧЕСТВО ВОДЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИАРАЛЬЯ

Курбанбаев Е.

Падение более чем на 14 м уровня Аральского моря, в результате сокращения поступления речного стока, соответственно вызвало большие изменения как в низовьях реки, так в дельты реки Амударьи, привело к увеличению континентальности климата вследствие усиления ветровой деятельности северных румбов, снижению защитного влияния моря от арктических потоков, гибели биоресурсов, опустыниванию значительной территории Приаралья. Общинные территории не только Приаралья, но и всего центральноазиатского региона, становятся очагом экологического поражения в результате солепылепереноса с огромных площадей осушенного дна Аральского моря.

Экологическая обстановка в этом регионе усугубляется значительным ухудшением качества амударьинской воды, в связи со сбросом в реку сильноминерализованных и загрязненных коллекторных вод (до 28 млн. тонн солей в год) в верхнем и среднем течении. В результате минерализация амударьинской воды в отдельные месяцы достигает до 2500-2800 мг/л по плотному остатку.

Лимитированное водопользование, практикуемое в последние годы, при неизменном техническом состоянии ирригационно-мелиоративной сети не создает условий для улучшения экологической и водохозяйственной обстановки в этом регионе.

1. Ухудшение качества амударьинской воды. Основная причина деградирования экологической обстановки в регионе Приаралья – повсеместное ухудшение качества амударьинской воды в результате сброса большого объема возвратного коллекторного стока в русло реки с территории орошаемых земель Таджикистана, Туркменистана и Узбекистана.

По данным Полинова С.А. [1], объем сброшенных коллекторных вод с территории орошаемых земель Таджикистана в реку составляет 0,4-0,5 млрд. м³ и с ними 2,0 млн. тонн солей. С территории Туркменистана сбрасывается 2,8 млрд. м³ воды, с которой в реку выносятся 7,3 млн. тонн солей, с территории Каршинской и Бухарской областей поступает 1,1-1,2 млрд. м³ воды и 12,0 млн. тонн солей и, наконец, с Турткульского и Берунийского районов Республики Каракалпакстан 0,4-0,5 млрд. м³ воды и 1,8 млн. тонн солей.

Наибольшая степень минерализации наблюдается у вод, формируемых на территории Сурханшеребадской, Каршинской и Бухарской областей. Здесь минерализация коллекторно-дренажного стока в отдельные месяцы достигает 9-10 г/л по плотному остатку. Относительно низкая минерализация сбросных вод имеет место на территории Туркменистана. Даже в маловодные годы ее значение не превышает 2,8-3,0 г/л, а в отдельные периоды этот показатель колеблется от 2,0 до 2,5 г/л.

Таким образом, «вклад» территории каждой республики за счет сброса коллекторного возвратного стока в повышение минерализации р. Амударьи составляет:

с орошаемой территории Таджикистана – на 0,1 г/л.

с орошаемой территории Туркменистана – на 0,18 г/л.

с орошаемой территории Узбекистана, в. т.ч. к створу Туямуюн – на 0,4 г/л., к створу Тахиаташ – на 0,48 г/л.

Всего прирост минерализации (по сравнению с исходной 0,32 г/л) относительно створа Туямуюн составляет 0,7 г/л.

В результате наблюдается рост минерализации речной воды в пределах низовой реки, начиная с Порсанкульского сброса в Бухарской области.

Анализ данных гидрохимического режима реки Амударьи за многолетний период показывает, что по мере продвижения вниз по течению минерализация воды реки повышается. Если в створе Керки минерализация амударьинской воды в августе составляет 480 мг/л, то в створе Чатлы – Саманбай (1992) она достигает 1280 мг/л, что превышает более чем в 3 раза. В створе Чатлы-Саманбай повышение минерализации до 1800-2000 мг/л. стало ежегодным обычным явлением (рис 1.)

Резкое увеличение минерализации амударьинской воды наблюдается в дельтовой её части, особенно на участке реки от Тахиаташского гидроузла до Аральского моря. В этой зоне в течение почти всего года амударьинская вода становится непригодной для питья.

2. Снижение продуктивности орошаемых земель. Сокращение водоносности реки в ее низовьях и, соответственно, ухудшение качества воды привело не только к ухудшению экологической обстановки в Приаралье, но и к снижению продуктивности орошаемых земель.

Снижение общего и удельного водозабора на орошение и промывку засоленных земель в последние годы путем установления жестких лимитов, в свою очередь, приводит к повсеместному ухудшению мелиоративного состояния орошаемых земель и в итоге – к снижению отдачи с каждого орошаемого гектара. С каждым годом падает урожайность хлопка, риса и других культур. По оценкам специалистов, за счёт засоления почв Каракалпакстан ежегодно теряет 65-70 тыс. тонн хлопка-сырца, что составляет 20-22% от общего валового сбора.

В результате нехватки воды на обводнение внутренних озер исчезли многочисленные пресноводные озера, вместе с ними обеднел растительный и животный мир.

По причине необеспеченности нормального водо-солеобмена в этих озерах наблюдается повышение их минерализации и, как следствие, в контуре орошаемых земель создаётся неблагоприятная экологическая ситуация.

3. Ухудшение экологической обстановки в дельте реки Амударьи. От нехватки водных ресурсов реки Амударьи в первую очередь пострадала ее дельта. За период с 1960 по 1995 годы площадь зеркала воды в озерах сократилась в 8,2 раза, площадь камышовых зарослей – в 4,1 раза, резко уменьшился улов рыбы, ондатры и снизилась продуктивность животноводства. Современная береговая линия моря находится в 75-120 км от исходного положения, на осушенной части образовался пустынный обнаженный ландшафт, являющийся очагом переноса ветром солей и пыли со стороны моря. Здесь в течение всего года крайне напряжена обстановка с обеспечением населения Муйнакского района качественной питьевой водой. Это все отрицательно влияет на жизненный уровень населения, проживающего в этой зоне.

На основе вышеизложенного, можно отметить, что в настоящее время в Приаралье накопился целый ряд проблем, решение которых невозможно своими силами. Требуются усилия всех центральноазиатских государств и помощь и средства международных организаций и стран-доноров.

Для оздоровления экологической и водохозяйственной обстановки в этой зоне необходимо осуществить следующие первоочередные мероприятия:

1. Вопрос коренного оздоровления экологической обстановки в регионе и, в связи с этим, улучшение уровня жизни и сохранение здоровья населения, остается не решенным до тех пор, пока будет продолжаться сброс дренажных вод в русло реки Амударьи. Все остальные мероприятия, направленные на оздоровление качества воды, носят временный характер.

2. Рост минерализации и ухудшение качества воды реки Амударьи за счет сбросов коллекторных вод в условиях складывающегося дефицита водных ресурсов и введение лимитированного водопользования при низком техническом уровне гидромелиоративных систем в Приаралье ведет к снижению продуктивности орошаемых земель и потере эффективности земельно-водных ресурсов.

Для улучшения обстановки, с точки зрения рационального использования водно-земельных ресурсов, необходима реконструкция земель с введением водосберегающих мероприятий или, если это пока невозможно, то применение промывного режима орошения с учетом качества воды и технического уровня орошаемых полей.

3. Необходимо разработать комплексную программу развития производительных сил Приаральского региона, рассчитанную на 10-15 лет, направленную как на оздоровление экологической и санитарной обстановки, так и на повышение эффективности использования водно-земельных ресурсов в Приаралье.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Полинов С.А. Меры по стабилизации гидрохимического режима реки Амударьи. Труды САНИИРИ, 1991

Адрес редакции:

Республика Узбекистан,
700187, г. Ташкент, Карасу-4, 11,
НИЦ МКВК

Компьютерная верстка и дизайн
Беглов И.Ф.

Отпечатано в НИЦ МКВК, г. Ташкент, Карасу-4, 11