

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



**ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОГО УПРАВЛЕНИЯ  
ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ В БАССЕЙНЕ  
АРАЛЬСКОГО МОРЯ НА РУБЕЖЕ ХХІ ВЕКА**

(краткое изложение результатов исследований НИЦ МКВК 2002 года)

Ташкент – 2002

В сборнике представлены результаты научно-исследовательских работ, выполненных сотрудниками Научно-информационного центра МКВК в 2002 г. по Межгосударственной программе МКВК 2000-2002 гг.

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

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

© НИЦ МКВК, 2002 г.

**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>РАЗДЕЛ I. РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ И МЕТОДОВ РЕГИОНАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ВОДНЫХ И ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ .....</b>	<b>6</b>
1.1 РАЗРАБОТКА УНИФИЦИРОВАННЫХ ПОДХОДОВ К ВЫРАБОТКЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СТРАТЕГИИ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ И ВОДНЫХ РЕСУРСОВ С ПОЗИЦИЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ В УВЯЗКЕ С ВИДЕНИЕМ XXI ВЕКА .....	6
1.2. РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО НАЦИОНАЛЬНОМУ ПЛАНИРОВАНИЮ ПЕРСПЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ .....	12
1.3. ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ВОДНО-СОЛЕВЫХ БАЛАНСОВ ОСНОВНЫХ ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕК С ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ОЦЕНКИ ПРОДУКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ.....	20
1.4. ОЦЕНКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВОДНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОНСОРЦИУМА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СЦЕНАРИЯХ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНО-ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ В РЕГИОНЕ.....	28
1.5. ДОРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАТРАТ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОМПЛЕКСНЫХ ГИДРОУЗЛОВ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПО ЗАМЕЧАНИЯМ ОРГАНИЗАЦИЙ СТРАН ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ .....	33
<b>РАЗДЕЛ II. РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ АДАПТАЦИИ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ К РЕФОРМАМ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ .....</b>	<b>44</b>
2.1. РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АССОЦИАЦИЙ ВОДОПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ОПЫТА РЕФОРМ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ ГОСУДАРСТВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ С УЧЕТОМ СПЕЦИФИКИ НАЦИОНАЛЬНЫХ ПОДХОДОВ И ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ.....	44
2.2. РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ НА БАЗЕ ГИДРОГРАФИЧЕСКОГО БАСЕЙНОВОГО ПРИНЦИПА .....	51
<b>РАЗДЕЛ III. РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ УСТОЙЧИВОСТИ РЕГИОНАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ О ВОДНЫХ И ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСАХ БАСЕЙНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ .....</b>	<b>58</b>

3.1. ОБОСНОВАНИЕ УСТОЙЧИВОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ БАЗЫ ДАННЫХ В УВЯЗКЕ С РАЗВИТИЕМ НАЦИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ.....	58
3.2. РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО РАЗВИТИЮ ПОДБАЗЫ «ЭКОЛОГИЯ – АРАЛ И ПРИАРАЛЬЕ» И ЕЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ НАПОЛНЕНИЕ .....	63
3.3. РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО РАЗВИТИЮ ПОДБАЗЫ «СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ» И ЕЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ НАПОЛНЕНИЕ .....	71
3.4. РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО РАСШИРЕНИЮ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ И СОЗДАНИЕ НАБОРА ПРИКЛАДНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ГИС ДЛЯ РЕШЕНИЯ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗАДАЧ .....	78
3.5. УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПЕРСПЕКТИВНОГО РАЗВИТИЯ ЗОНЫ ПЛАНИРОВАНИЯ.....	89
3.6. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ РАСЧЕТА КАЧЕСТВА ВОДЫ (НА ПРИМЕРЕ РЕКИ АМУДАРЬИ) .....	102
3.7. СИСТЕМНАЯ УВЯЗКА В ЕДИНЫЙ ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ БАССЕЙНА И ЗОН ПЛАНИРОВАНИЯ С ОБЩИМ ИНТЕРФЕЙСОМ .....	110
3.8. РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-СОВЕТУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ НА ТРАНСГРАНИЧНЫХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЯХ .....	118
3.9. РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОМУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ РЕГИОНАЛЬНОГО УЗЛА МЕЖДУНАРОДНОЙ СЕТИ IPTRID.....	131
3.10. УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В РЕЖИМЕ ОПЫТНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ SCADA НА ПРИМЕРЕ ГОЛОВНОГО СООРУЖЕНИЯ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО КАНАЛА ДУСТЛИК И ПРОВЕДЕНИЕ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ С ДРУГИМИ СИСТЕМАМИ.....	141
3.11. РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ДЛЯ БВО «АМУДАРЬЯ» ПО ОПТИМАЛЬНОМУ РАСПРЕДЕЛЕНИЮ И ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЮ СТОКА РЕКИ АМУДАРЬЯ В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНОЙ ВОДНОСТИ.....	147
3.12. РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ДЛЯ БВО «СЫРДАРЬЯ» ПО ОПТИМАЛЬНОМУ РАСПРЕДЕЛЕНИЮ И ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЮ СТОКА РЕКИ СЫРДАРЬЯ В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНОЙ ВОДНОСТИ .....	160

<b>РАЗДЕЛ IV. РАЗРАБОТКА ОСНОВНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ РЕГИОНАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ УПРАВЛЕНИЯ СОЛЯМИ И УТИЛИЗАЦИИ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ВОЗВРАТНЫХ ВОД.....</b>	<b>168</b>
4.1. РАЗРАБОТКА ПРОГНОЗА РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНЫХ УСЛОВИЙ В ПРЕДЕЛАХ ОРОШАЕМОГО КОНТУРА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КДВ НА ОРОШЕНИЕ С УЧЕТОМ ВОЗМОЖНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА .....	168
4.2. ПРИНЦИПЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫХ ВОД НА ОРОШЕНИЕ, ПОДДЕРЖАНИЕ ОЗЕР-ВЕТЛАНДОВ И ДОПУСТИМЫЙ СБРОС В РЕКИ .....	176
<b>РАЗДЕЛ V. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОДДЕРЖАНИЮ И ВОССТАНОВЛЕНИЮ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ В БАССЕЙНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ .....</b>	<b>187</b>
5.1. РАЗРАБОТКА ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ РАБОТОСПОСОБНОСТИ, ПОВЫШЕНИЮ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ И РЕКОНСТРУКЦИИ КРУПНЫХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ РЕГИОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ .....	187
5.2. РАЗРАБОТКА НОРМАТИВОВ ПОТРЕБНОСТИ В МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕСУРСАХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА РЕМОНТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАБОТ НА ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО ЗНАЧЕНИЯ.....	201
<b>ИССЛЕДОВАНИЯ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ПО ДРУГИМ ИСТОЧНИКАМ ФИНАНСИРОВАНИЯ .....</b>	<b>204</b>
АДАПТАЦИЯ БАЗЫ ДАННЫХ АИС «МЕЛИОРАЦИЯ» К СОВРЕМЕННЫМ СИСТЕМАМ УПРАВЛЕНИЯ .....	204

## РАЗДЕЛ I. РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ И МЕТОДОВ РЕГИОНАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ВОДНЫХ И ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

### 1.1 РАЗРАБОТКА УНИФИЦИРОВАННЫХ ПОДХОДОВ К ВЫРАБОТКЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СТРАТЕГИИ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ И ВОДНЫХ РЕСУРСОВ С ПОЗИЦИЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ В УВЯЗКЕ С ВИДЕНИЕМ XXI ВЕКА

Рузиев М.Т.

Цель работы - создание программного продукта позволяющего работать с моделью перспективного развития бассейна Аральского моря и производить анализ предполагаемых сценариев развития в целом и в разрезе государств.

Этапы работ:

- Принятие новых индикаторов устойчивого развития для оценки социально-экономического развития бассейна Аральского моря.
- Разработка блока «Благосостояние».
- Установление связей с моделью зоны планирования и гидрологической моделью.
- Доработка интерфейса для модели перспективного социально-экономического развития.
- Разработка сценариев перспективного развития на основе национальных видений/стратегий/планов и регионального видения.
- Тестирование модели. Тестирование комплекса моделей. Получение конечных результатов.
- Разработка унифицированных подходов к выработке перспективных направлений стратегии рационального использования земельных и водных ресурсов с позиций устойчивого развития в увязке с видением XXI века.

В модель были введены новые индикаторы устойчивого развития для оценки социально-экономического развития бассейна Аральского моря. ООН определила индикаторы устойчивого развития как инструмент для руководства принятия политических решений, направленных на устойчивое развитие, улучшение информации и сбора данных, позволяющий проводить сравнительный анализ и анализы в конкретной стране по состоянию и прогрессу в достижении устойчивого развития (ООН, 1995).

Для использования в модели перспективного развития нами был выбран следующий список индикаторов:

1. *ВВП на душу населения* – отражает экономическое развитие, а так же взаимосвязь темпов роста населения и экономики.

2. *ВВП* – Валовой национальный продукт – отражает экономическое развитие и темы его роста.

3. *Продукция промышленности* – отражает объем промышленной продукции в денежном выражении, свидетельствует о выбранных приоритетах развития.

4. *Продукция сельского хозяйства* - отражает объем продукции сельского хозяйства в денежном выражении, свидетельствует о выбранных приоритетах развития.

5. *Темп роста орошаемых земель* – отражает возможности развития орошения как точки зрения обеспеченности водными ресурсами, так и с точки зрения наличия инвестиций для освоения новых орошаемых земель.

6. *Площадь орошаемых земель под продовольственными культурами* – показывает площадь орошаемых земель, которая может быть занята под продовольственными культурами при используемой структуре посевов с учетом введения новых земель.

7. *Орошаемые земли на душу населения* - отражают взаимосвязь роста орошаемых земель и населения, темпы развития ирригации.

8. *Общие инвестиции в экономику* – показатель отражает объем капиталовложений в денежном выражении, которые могут быть инвестированы в развитие экономики, а так же темпы и приоритеты экономического развития.

9. *Общие требования на воду* – количество воды в км<sup>3</sup>, необходимое для использования в пределах государства в соответствии с выбранной стратегией развития и водосбережения.

10. *Требования на воду для орошения* - показывает количество воды в км<sup>3</sup>, необходимое для орошения в соответствии с выбранной стратегией водосбережения и существующей структурой использования орошаемых земель.

11. *Требования на воду для промышленности* – показывает количество воды в км<sup>3</sup>, необходимое для промышленности, исходя из эффективности ее использования.

12. *Требования на воду для населения* – показывает количество воды в км<sup>3</sup>, необходимое для населения в соответствии с выбранной стратегией водосбережения и развития водоснабжения.

13. *Количество килокалорий, приходящееся на 1 человека в день* – то количество килокалорий, которое может быть произведено.

14. *Баланс калорий* – показывает разницу между требуемым и возможным для производства количеством килокалорий.

Блок «Благосостояние» характеризует уровень экономической обеспеченности населения (например, ВВП на душу населения - связь с блоком «Экономика») и уровень продовольственной безопасности (обеспеченность продуктами питания - связь с блоком «Питание») с позиции соответствия критериям устойчивого развития.

Далее был установлен порядок связей между Социально-экономической моделью (СЭМ) и Гидрологической моделью, а так же с Моделью зоны планирования.

Одним из выходов СЭМ является определение объемов требований к трансграничным водным ресурсам.

Связь с Гидрологической моделью осуществляется по следующим параметрам.

Из Социально-экономической модели в Гидрологическую модель передаются:

А) требования к трансграничным водным ресурсам всех секторов экономики на уровне государства;

В) данные по продуктивности использования воды в сельском хозяйстве на уровне государств.

Из Гидрологической модели в Социально-экономическую модель передаются:

А) Уточненные лимиты трансграничных водных ресурсов на уровне государств;

В) Характеристики Аральского моря

- объем притока в Большой Арал
- минерализация притока в Большой Арал
- уровень в Большом Арале
- площадь зеркала Большого Арала

- объем притока в Малый Арал
- минерализация притока в Малый Арал
- уровень в Малом Арале
- площадь зеркала Малого Арала

Связь между Социально-экономической моделью и Моделью зоны планирования осуществляется по следующим параметрам.

Из Социально-экономической модели в Модель Зоны планирования передаются данные по:

- А) Численности городского населения
- В) Численности сельского населения
- С) Структуре посева орошаемых земель
- Д) Стоимости на основные сельскохозяйственные продукты
- Е) Инвестициям в сельское хозяйство

Из Модели Зоны планирования в Социально-экономическую модель передаются данные по:

- А) Продукции сельского хозяйства по культурам
- В) Площадям орошаемых земель
- С) Площадям орошаемых земель в разрезе культур
- Д) Удельным показателям использования воды в орошении

Был доработан интерфейс для Социально-экономической модели и разработка сценариев перспективного развития на основе национальных видений/стратегий/планов и регионального видения.

Новый интерфейс социально-экономической модели позволяет:

- оперировать всеми входными параметрами (в строгом разбиении по подцелям, сценариям, мероприятиям)
- создавать свои собственные сценарии перспективного развития
- получать результаты за двадцатилетний период
- наглядно получать выходную информацию в виде графиков, таблиц
- передавать входную и выходную информацию на печать
- передавать входную и выходную информацию Excel для дальнейшей обработки

Агрегированная информация по основным показателям национальных стратегий, видений, планов перспективного развития, использованных в расчетах на модели, приведена в табл. 1.

Вопрос оценки будущего, пусть даже приближенного, всегда являлся важным для планирования стратегии перспективного развития для каждого государства.

Важным инструментом для такой оценки являются математические модели демографического, экономического, экологического и т.п. процессов, а чаще всего - их сочетание. Они позволяют оценить возможные пути улучшения экономической, социальной и экологической ситуации, как в отдельных государствах, так и в регионе в целом. Основное назначение модели перспективного планирования – дать возможность людям, принимающим решения, оценить правильность и своевременность принимаемого решения, а так же показать, к каким последствиям оно может привести.

Это достигается путем «проигрывания» различных вариантов развития, как отдельных стран бассейна Аральского моря, так и региона в целом, с целью определения возможности перспективного экономического и социального развития с учетом использования доступных водных ресурсов и удовлетворения экологических требований Арала и Приаралья.

Таблица 1

**Основные показатели национальных стратегий, видений,  
планов перспективного развития**

Показатель	Годы	Ед. изм.	Южный Казахстан	Киргизстан	Таджикистан	Туркменистан	Узбекистан
Темп роста населения	2010	%	1.30	1.50	4.20	3.20	1.95
	2020		1.30	1.50	3.00	3.20	1.95
Население	2010	млн.чел	2.77	2.72	8.84	8.52	30.08
	2020		3.16	3.15	12.15	11.68	36.48
ВВП	2010	млрд. \$	6.5	2.4	2.9	12.2	33.8
	2020		11.3	4.2	5.5	64.1	65.2
Темп роста ВВП	2010	%	6.0	6.0	6.1	18.0	8.0
	2020		5.0	5.0	6.0	18.0	6.5
Вклад сельского хозяйства в ВВП	2010	%	34	50	30	15	24
	2020		32	50	30	15	24
Вклад промышленности в ВВП	2010	%	24	20	26	32	25
	2020		26	22	26	32	25
Орошаемые земли	2010	1000 га	809.5	447.5	822.6	1897.5	4712.9
	2020		881.8	479.7	959.7	2343.9	4915.0
Орошаемые земли на душу человека	2010	га/чел	0.29	0.16	0.09	0.22	0.16
	2020		0.28	0.15	0.08	0.20	0.13
Удельное потребление воды в КБХ	2010	1000м <sup>3</sup> /чел./год	0.06	0.04	0.08	0.07	0.09
	2020		0.07	0.06	0.08	0.08	0.09

В данной модели мы использовали следующие варианты (сценарии) перспективного развития: оптимистичный, средний, сохранения существующих тенденций и основанный на национальных стратегиях/планах/видениях перспективного развития государств бассейна Аральского моря.

*Оптимистичный сценарий* - предполагается интеграционное развитие региона, поддерживаемое всеми государствами, включая:

- взаимовыгодное использование трансграничных водных ресурсов на основе водосбережения и единых природоохранных подходов;
- взаимовыгодное развитие сельскохозяйственного сектора с максимальным акцентом на региональную специализацию по производству сельскохозяйственной продукции;
- максимальное приближение к потенциальной продуктивности воды и земли
- экономический рост обеспечивается, в основном, за счет развития промышленности и сферы услуг.

*Средний сценарий*

- Интеграционные процессы по управлению трансграничными водными ресурсами развиваются медленно. Слаборазвита специализация аграрного сектора и согласованная переработка сельскохозяйственной продукции.

*Сценарий сохранения существующих тенденций*

- Регион будет развиваться при сохранении существующих тенденций в совместном управлении трансграничными водными ресурсами, при превалировании стремления каждой страны к самообеспечению продуктами питания.
- Интеграционные процессы по управлению трансграничными водными ресурсами развиваются медленно.
- Развитие региональной интеграции в сельскохозяйственном производстве прогрессирует слабо.
- Основные усилия стран будут направлены на поддержание существующей инфраструктуры, при слабом внимании к водосбережению.

*По национальным планам перспективного* развития к 2020 году в численность населения в регионе достигнет 65 млн. человек. Значительный прирост населения планируется в Таджикистане и Туркменистане – 8,9 и 11,4 млн. человек к 2020 году. Узбекистан планирует 37,4 млн. человек к 2020г.

Валовой национальный доход на душу населения, в целом по региону, возрастет с 681 долл./чел до 2300 долл./чел. Результаты расчета на основе национальных планов на уровень бассейна показывают, что уже с 2005 года суточное потребление калорий превышает 3000 килокалорий в день, т.е. в регионе будет возможность самостоятельно производить продовольствие в объеме, превышающем требуемые нормы потребления. Здесь следует отметить, что столь раннее достижение рациональной нормы питания по этим сценариям объясняется высокими темпами освоения новых орошаемых земель всеми государствами региона по национальным планам. Так, в целом по региону за период с 2000 по 2020 гг. планируется освоить дополнительно около 3400 тыс. га орошаемых земель. Кыргызстан планирует освоить дополнительно 80 тыс. га к 2020 г., Узбекистан - довести площадь орошаемых земель до 6000 тыс. га, Туркменистан - до 2353 тыс.га, Таджикистан - до 1185 тыс. га. С учетом того, что ввод новых земель колеблется от 5 до 7 тыс. \$/га, а экономическая эффективность достигается за прошествии 13 лет (по экспертным оценкам), потребуется инвестиций в экономику порядка 15 млрд. \$ за двадцатилетний период плюс реконструкция существующих земель. При этом требования к водным ресурсам достигнут 135 км<sup>3</sup> в год! В бассейне Аральского моря доступные среднесуточные водные ресурсы составляют порядка 130 км<sup>3</sup>. Экологически допустимый уровень использования воды в бассейне Аральского моря оценен в 78 км<sup>3</sup> - “экологически сбалансированный водозабор”. Разница между экологически допустимым уровнем и требованиями на водные ресурсы составляет 54 км<sup>3</sup>!!!

Таблица 2

**Соотношение ВВП государств с необходимыми капвложениями  
и вводом орошаемых земель для оптимистичного сценария**

Государство	Ввод новых орошаемых земель	Капвложения	Доля капвложений от ВВП	ВВП	Средний рост ВВП (по отношению к базовому)
	1000 га	млн. \$	%	млрд. \$	%
Казахстан (Юж.)	77.1	385.5	4.3	9	14.1
Кыргызстан	19.1	95.5	2.3	4.2	14.0
Таджикистан	41.1	205.5	3.0	6.9	18.2
Туркменистан	193.4	967	6.9	14.1	21.4
Узбекистан	278.1	1390.5	2.7	51.7	14.3
БАМ	608.8	3044	3.5	86	15.4

Таблица 3

**Соотношение ВВП государств с необходимыми капвложениями  
и вводом орошаемых земель для сценария национальных видений**

Государство	Ввод новых орошаемых земель	Капвложения	Доля капвложений от ВВП	ВВП	Средний рост ВВП (по отношению к базовому)
	1000 га	млн. \$	%	млрд. \$	%
Казахстан (Юж.)	114.6	573	5.1	11.3	17.7
Кыргызстан	78.5	392.5	9.3	4.2	14.0
Таджикистан	466	2330	37.6	6.2	16.3
Туркменистан	618	3090	4.8	64.1	97.1
Узбекистан	1872	9360	14.4	65.2	18.0
БАМ	3383.1	15745.5	10.4	151	27.1

## 1.2. РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО НАЦИОНАЛЬНОМУ ПЛАНИРОВАНИЮ ПЕРСПЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Тучин А.И.

Цель исследований - разработка методической основы для моделей национального планирования перспективного использования водных ресурсов на орошение и рекомендаций по ее использованию для выбора предпочтительных планов с учетом национальных приоритетов и в увязке с возможностями использования разрабатываемой модели «Зона планирования».

В качестве объекта исследований принимается «Зона планирования», как наиболее представительный элемент оросительных и дренажных систем. Зона планирования расположена в пределах одной области, но одна область может быть разделена на несколько зон планирования. Одна зона планирования может состоять из одного или нескольких административных районов. Вся территория зоны планирования имеет единые гидрологические условия для формирования водных ресурсов и единые экономические показатели для осуществления сельскохозяйственной деятельности. Водные ресурсы, формирующиеся внутри зоны планирования, называются местными, водные ресурсы, получаемые зоной планирования из трансграничных источников - трансграничными.

В данной работе планирование перспективного использования водных ресурсов на орошение осуществляется через объемы инвестиций и затрат в зону планирования при известных объемах трансграничных и местных водных ресурсов. С точки зрения сельскохозяйственного комплекса, зона планирования рассматривается, как сосредоточенный объект, потребляющий некоторый объем водных ресурсов, с распределением последних на выращивание сельскохозяйственной продукции. Результат потребления водных ресурсов выражается некоторым объемом сельскохозяйственной продукции, по которому, определяется доход зоны планирования. Внутренняя структура зоны планирования в сельскохозяйственном разрезе состоит из оросительной системы (каналы магистральные, межхозяйственные, внутрихозяйственные и поливные), отводящей системы (коллекторно-дренажная сеть) и посевных площадей с соответствующими наборами культур. В свою очередь, каждая посевная площадь характеризуется набором физико-химических показателей, отражающих состояние почвы на текущий момент времени. Совокупность факторов: водные ресурсы, мелиоративное состояние почв и техническое состояние оросительных и дренажных систем формируют условия сельскохозяйственной деятельности в зоне планирования. Изменение объема сельскохозяйственной продукции прямо связано с объемом водных ресурсов и косвенно - с мелиоративным состоянием почв за счет изменения их засоленности. Поэтому в разработке перспективных планов использования водных ресурсов на орошение моделированию подлежат обе составляющие процесса, связанные как с изменениями в водных ресурсах в зависимости от технического состояния оросительных систем, так с изменением засоленности почв, обусловленной работоспособностью коллекторно-дренажной сети. Складывающиеся экономические взаимоотношения государств Центральной Азии сместили акценты в распределении водных ресурсов с максимально возможного удовлетворения нужд водопользователей и водопотребителей в пределах бассейна реки, на получение определенного объема водных ресурсов в пределах каждого государства. Таким обра-

зом, государство стало основной экономической единицей, формирующей стратегию распределения водных ресурсов. Следствием этого является факт различного обеспечения водой зон планирования с одинаковыми гидрологическими характеристиками, но расположенных на территориях разных государств. Ранее изложены методы формального описания функционирования отдельной зоны планирования в многолетнем разрезе. Ниже изложены результаты исследований по согласованию условий функционирования зоны планирования совместно с гидрологической моделью бассейна реки и национальной моделью государства.

### **Задачи моделей национального планирования**

Период техногенного развития, с которого начались необратимые изменения в окружающей среде Аральского региона, датируется, примерно, серединой пятидесятих годов. Доминирующие факторы дестабилизации региона связывают с уменьшением стока рек Сырдарьи и Амударьи, обусловленного интенсивным развитием орошаемого земледелия. Это потребовало разработки более обоснованных методов оценки перспективного использования водных ресурсов с учетом изменений в экологических составляющих окружающей среды. Последствия завершенных проектов орошаемого земледелия обычно необратимы, как в силу огромных капитальных вложений, так и по причинам жесткой привязки водохозяйственных объектов к водным и земельным ресурсам. Следовательно, в разработке планов перспективного использования водных и земельных ресурсов, необходимо рассматривать, кроме существующих соотношений между экономическими и экологическими показателями их возможные трансформации в перспективе.

Модели "Национального планирования" предназначены для формулировок национальных приоритетов в развитии различных зон планирования и сельскохозяйственных культур. Но главное – эти модели должны отражать особенности политических устремлений и целей каждого государства, а именно:

- устремления к сотрудничеству на трансграничных реках или суверенный эгоизм, условия сотрудничества и взаимодействия;
- кооперация, при удовлетворении собственных потребностей в продуктах питания;
- управление требованиями на воду с целью водосбережения,
- замену экстенсивных методов развития водохозяйственных регионов на интенсивные.

Ведущая роль этих моделей заключается в выборе вариантов развития каждого государства через социально-экономические показатели, отражающие общее увеличение населения, потребности воды в стране по каждому из бассейнов на коммунальные нужды, промышленность, тепловую энергетику и т.д. Эти модели устанавливают удельные стоимости развития новых земель и формируют политику в изменениях состава культур по зонам планирования и определяют возможные капитальные вложения на эти цели. На основе всех этих данных модель зоны планирования выдает скорректированные потребности в воде, минерализацию коллекторно-дренажного стока и ежегодные показатели эффективности орошаемого земледелия.

### **Зона планирования в составе национальных моделей**

В национальных моделях «Государство» модель «Зона планирования» является динамическим элементом орошаемого земледелия, через который формируется раздел, обеспечивающий сельскохозяйственное производство. Каждая зона планирования

строго принадлежит определенному государству. Государство, как главный менеджер, управляет развитием зон планирования через механизмы распределения финансовых и водных ресурсов. Обратное влияние зоны планирования на государство проявляется через объемы сельскохозяйственной продукции, социальные и экологические условия населения, проживающего в сельской местности. Следует сразу отметить, что совокупность всех зон планирования каждого государства не полностью покрывает так называемую «потребительскую корзину», которая дополнительно включает продукты богары и импорта. Кроме этого, моделируемый чистый доход зоны планирования является лишь частью национального дохода, получаемого с рассматриваемой территории, поскольку в нем не участвует доля промышленности и обслуживания. Несмотря на отмеченные ограничения, исследования развития совокупности зон планирования, как части государства, сохраняют свою важность - как по причинам выбора оптимального распределения инвестиций в сельское хозяйство, так и по причинам оценки изменений экологических параметров региона в целом. При сравнении различных зон планирования требуются различные удельные показатели, которые получаются путем нормирования значения чистого дохода по различным показателям, таким как: площадь зоны планирования, объем потребляемых водных ресурсов, численность населения в зоне планирования, капиталоемкость оросительных и коллекторно-дренажных систем и т.п. Эти показатели во многом будут зависеть от объема капитальных вложений в ту или иную зону планирования, что порождает задачу сопряжения этих капитальных вложений с возможностью и приоритетностью развития той или иной зоны планирования, в перспективе национальной программы государства. Следовательно, возникает вопрос увязки совокупности зон планирования в пределах каждого государства, с перспективой всего национального развития. В зависимости от наличия природного или промышленного потенциала и показателей динамики населения, национальный план может ставить различные задачи. Например, равномерное повышение национального дохода в целом по государству и в отдельных ее зонах. В этом случае очень важно определить следующие факторы:

- ожидаемый прирост национального дохода от каждой зоны планирования на расчетную перспективу в сельскохозяйственном секторе,
- ожидаемый прирост национального дохода на душу населения за счет несельскохозяйственного сектора с учетом динамики населения в зоне планирования за тот же период.

Теперь, с учетом выше сказанных ограничений, сформулируем поставленную задачу целиком. Для этого, каждому государству - участнику бассейна Аральского моря, определим принадлежащее ему множество  $\{J\}$  зон планирования, а также горизонт моделирования  $\{T\}$ ,  $\{T\} \equiv \{2001, 2002, \dots, T-1, T\}$ , минимальной временной единицей служит один год.

Каждая Зона планирования формализуется в виде конечного автомата четверкой векторов,  $[Y(t), X(t), Z(t), Z(t-1)]_j$ , которую следует понимать так: зона планирования “j”, находящаяся в момент времени “t” в состоянии  $Z_j(t-1)$  реагирует на входной сигнал  $X_j(t)$  выходным сигналом  $Y_j(t)$  и переходит в новое состояние  $Z_j(t)$ . Входной сигнал  $X_j(t)$  имеет трехкомпонентную структуру  $(\lambda, W, C)_j$ , где:  $\lambda$  – значимость “j”-ой зоны планирования в рассматриваемом государстве ( $\lambda \in [0; 9]$  (вариант  $\lambda_j = 1, \forall j \in \{J\}$  – означает равноправие всех зон планирования),  $W$  – водные ресурсы для зоны планирования, определяемые в рамках гидрологической модели (структура рассматривается далее),  $C$  – инвестиции в зону планирования. Выходной сигнал  $Y_j(t)$  имеет четырехкомпонентную структуру  $(V, W, S, p)_j$ , где:  $V$  – объемы сельскохозяйственной продукции в разрезе выращиваемых культур, в данной постановке размерность  $|V| = |R|$  и принята равной 12,  $W$  – возвратный сток, размерность  $|W|$  определяется как:  $2 \times K_j$ ,  $K_j$  – количество кол-

лекторов, уходящих из “j”-ой зоны планирования,  $\aleph$  - чистый доход от сельскохозяйственного производства,  $p$  - показатели эффективности использования воды и орошаемых площадей.

Параметры “ $\lambda_j$ ” – задаются пользователем в процессе анализа, а параметры  $V$ ,  $\aleph$  и  $W$  – вычисляются.

Кроме этого, в качестве обязательных неравенств на уровне государства должны выполняться ограничения на объемы инвестиций и минимальные объемы сельскохозяйственной продукции:

$$\sum_{j \in \{J\}} C_j(t) \leq C(t); \forall t \in \{T\} \quad (1)$$

$$\sum_{j \in \{J\}} V_j^r(t) \geq V^r(t); \forall t \in \{T\}; r \in \{R\} \quad (2)$$

В рамках каждого государства, динамика развития совокупности зон планирования под воздействием инвестиций, выполняется на фоне текущего состояния трансграничных и местных водных ресурсов.

### Условия развития зоны планирования

Оценка эффективности развития зоны планирования предполагает наличие критерия (или критериев), количественно выражающихся через параметры ее элементов (базовую систему показателей). В зависимости от того, как сформулирована цель, которую необходимо достигнуть, критерии могут включать экономические, технологические или экологические характеристики зоны планирования в различном сочетании. Критерии оптимальности зоны планирования могут быть различными, но все они обязательно отражают некоторой компромисс нашего сегодняшнего понимания между тем, что «хорошо» и что «плохо» в числовых значениях.

Экономические критерии, наиболее часто используемые в подобных задачах, формируются по разнице между доходами и затратами с последующей его максимизацией. В частности, таким критерием является максимум чистого дохода в зоне планирования за некоторый промежуток времени при различных природно-технологических и экономических ограничениях. Этот критерий отражает внутреннее благополучие зоны планирования и формирует траекторию системы по максимальным значениям внешних ресурсов, выделяемых этой зоне планирования.

Разновидностью этого критерия являются критерии, получающиеся при максимизации (или минимизации) относительных экономических показателей функционирования зоны планирования, например, получение максимальной продуктивности на единицу вложенных средств или единицу сельскохозяйственных угодий, получение максимального чистого дохода на единицу потребляемых водных ресурсов и т.п., при ограничениях, аналогичных для критериев первого типа. Эти типы критериев формируют так называемые экономичные траектории, по параметру, который фигурирует в знаменателе.

Следующая разновидность критериев возникает в ситуациях, когда требуется внести радикальные изменения в состоянии зоны планирования за некоторый ограниченный промежуток времени. В этом случае, как правило, известны конечные (желаемые) параметры зоны планирования и необходимо найти оптимальную траекторию системы в смысле минимума затрат, для перевода из одного ее состояния в другое. Эти

задачи относится к классу задач оптимального управления, где выработка оптимальной траектории составляет лишь первый этап.

Вторым не менее важным, и более трудоемким этапом является задача синтеза, где оцениваются возможные отклонения системы от программной траектории и условия устойчивости управления в целом.

Помимо выше перечисленных глобальных критериев оценки функционирования и развития зоны планирования, существует множество локальных, так называемых технологических оптимизационных критериев, которые формируют оптимальные параметры отдельных элементов зоны планирования. Например, конструкции оросительных [7] и коллекторно-дренажных систем, распределение сельскохозяйственных культур в контуре зон орошения, распределения водных ресурсов между сельскохозяйственными культурами в условиях дефицита воды и т.п.

В рамках исследований перспективного развития зоны планирования решение локальных оптимизационных задач заведомо лишено смысла, поскольку фон, создаваемый неопределенностью исходной информации, имеет тот же порядок, что и значения целевых функций локальных задач. Поэтому в процессе анализа функционирования и развития зоны планирования в перспективе будут использоваться укрупненные показатели, опирающиеся на данные о существующем состоянии отдельных элементов и отражающие их комплексные характеристики. Кроме этого, неопределенность в объемах водных ресурсов, обусловленная стохастической природой гидрологического стока, принимается лишь в качестве параметра, формирующего определенный уровень их дефицита в системе.

### **Анализ эффективности экстенсивного развития площадей орошения**

Национальные видения развития государств Центральной Азии опираются преимущественно на экстенсивные методы развития сельского хозяйства, базирующиеся на долгосрочных инвестициях, получение которых, как правило, возлагается либо на государство, либо на иностранных инвесторов, но опять же под государственные гарантии. Таким образом, именно на государство возлагается обязательная (частичная или полная, в зависимости от типа гарантии) ответственность за возврат инвестиций. В этих условиях для корректного формирования национальной программы развития орошаемого земледелия необходимы количественные оценки динамики использования и возврата получаемых инвестиций по каждой конкретной области или зоне планирования.

В качестве конкретного примера использования модели зоны планирования для анализа национальной политики развития орошаемого земледелия, рассмотрим возможные варианты увеличения посевных площадей за счет привлекаемых инвестиций, под две сельскохозяйственные культуры - хлопок и пшеницу.

В качестве базовых технологических и производственных характеристик орошаемой территории приняты существующие условия Ферганской долины, а именно:

#### **А) Хлопок-сырец**

- 1 - Продуктивность 2700 - 3800 кг/га,
- 2 - Требуемый объем сельскохозяйственных затрат 450 - 800 \$/га,
- 3 - Нормативный объем водных ресурсов 5300 м<sup>3</sup>/га,
- 4 - Рыночная стоимость единицы продукции 0,366 \$/кг,

В) Пшеница

- 1 - Продуктивность 4000 - 6000кг/га,
- 2 - Требуемый объем сельскохозяйственных затрат 271 - 450 \$/га,
- 3 - Нормативный объем водных ресурсов 2800 м<sup>3</sup>/га,
- 4 - Рыночная стоимость единицы продукции 0,216 \$/кг,

Стоимость развития комплексного гектара (оросительная + коллекторно-дренажная сеть) принималась в диапазоне 2000-10000 \$/га, при КПД 0,75-0,90.

Стоимость трансграничных водных ресурсов - 0,009 \$/м<sup>3</sup>.

Динамика бонитета новых орошаемых земель вычислялась согласно рекомендациям профессора В.А. Духовного.

Техническая политика: стоимость эксплуатационных расходов для комплексного гектара принималась 2-6% от стоимости развития и полностью покрывалась за счет прибыли от сельскохозяйственной продукции.

Инвестиционная политика формировалась двумя параметрами: периодом от получения инвестиций до начала возврата (3-5лет) и процентной ставкой (2, 4, 6 и 8%) годовых.

Налоговая политика государства определялась размером налога с чистой прибыли (0% - льготные условия, 18% - средняя ставка, 37% - действующая ставка в Узбекистане).

На рис. 1 и 2 представлены кривые экономической эффективности экстенсивного развития 1 га орошаемой территории на примере соответственно хлопка и пшеницы.

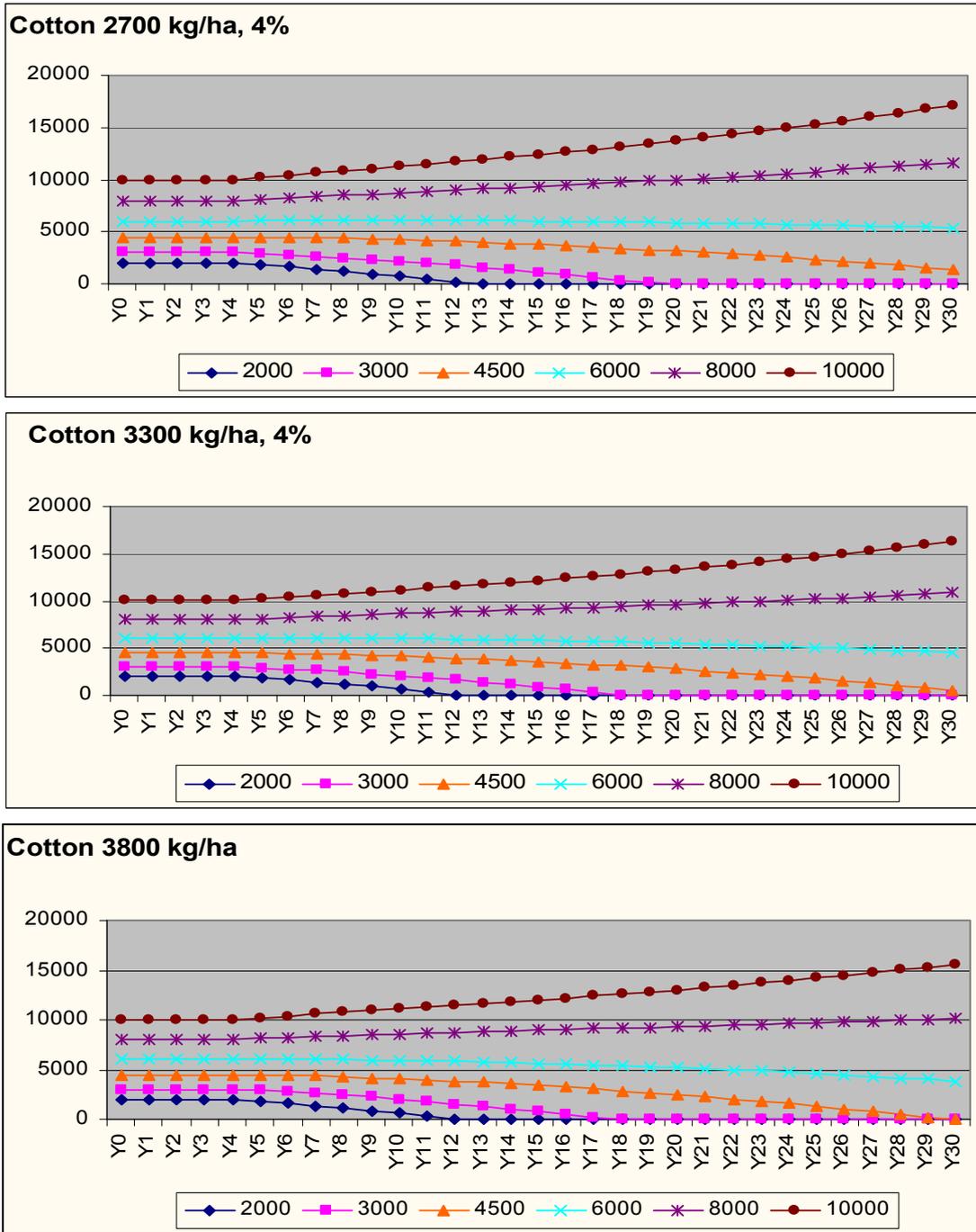


Рис. 1

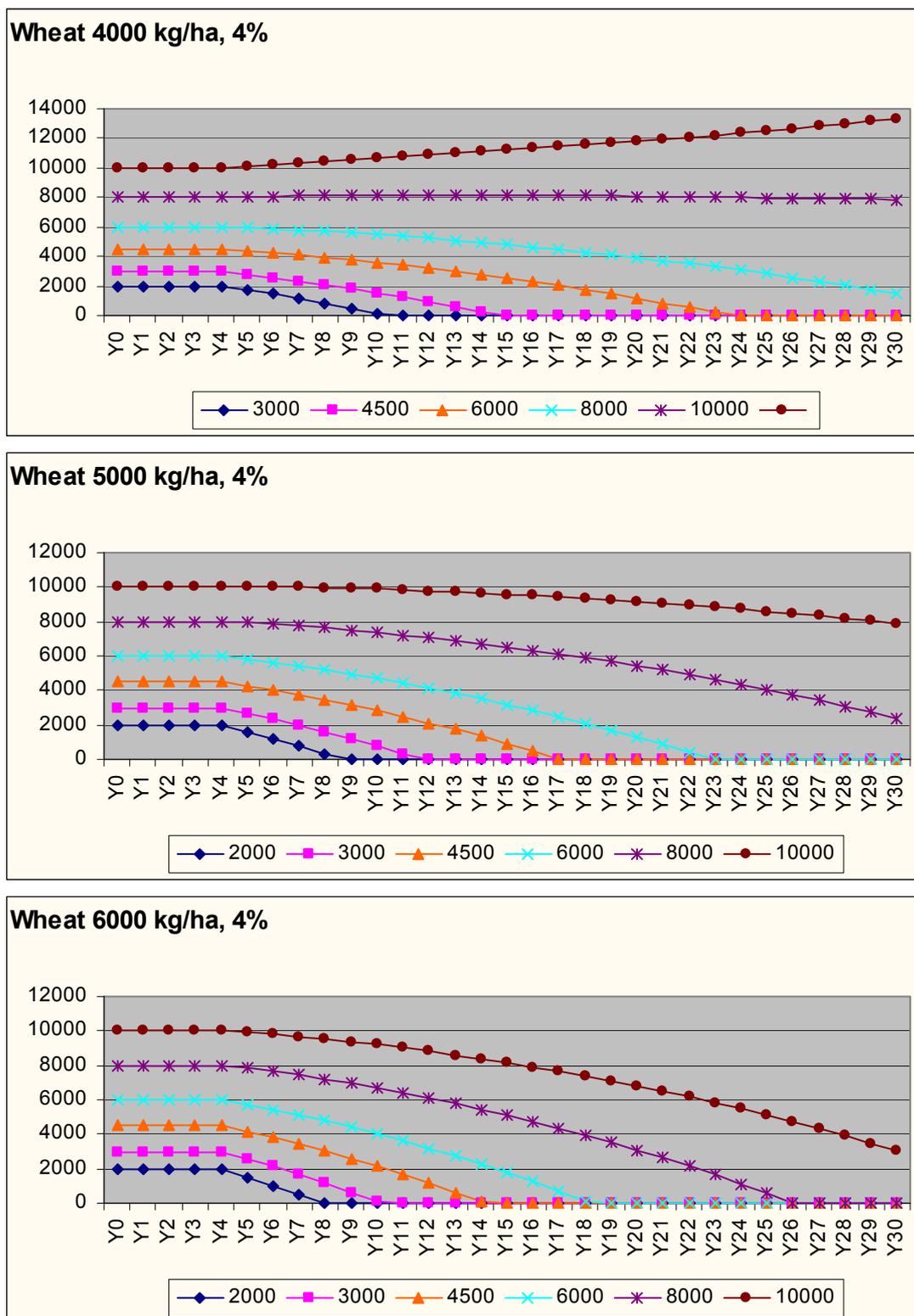


Рис. 2

Три различных графика соответствуют трем уровням продуктивности выращивания хлопка на орошаемой территории: 2700; 3300 и 3800 кг/га.

Чистый доход, получаемый с единицы хлопка сырца, принят по фактическим данным Ферганской зоны планирования при полном обеспечении водными ресурсами.

Кредитная ставка 8% годовых, возврат кредита начинается с пятого года после получения.

Каждая кривая соответствует определенной удельной стоимости развития единицы комплексного гектара, согласно легенде - 2000 \$/га, 3000 \$/га, 4500 \$/га, 6000 \$/га, 8000 \$/га, 10000 \$/га.

### **Выводы**

1. При существующем уровне продуктивности хлопка-сырца осуществлять экстенсивное развитие площадей орошения возможно лишь на землях с удельной стоимостью освоения менее 3000 \$/га, при процентных ставках по кредитам не более 4% годовых.

2. Развитие орошаемых площадей под пшеницу позволяет осваивать земли с удельной стоимостью освоения до 7000 \$/га, при процентных ставках по кредитам не более 4% годовых.

3. Увеличение процентных ставок по кредитам резко снижает значения удельной стоимости освоения новых земель и увеличивает сроки окупаемости проектов. Из анализа кривых видно, что существуют реальные варианты бесконечных кредитов, покрытие которых будет вынуждено выполнять государство.

### **1.3. ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ВОДНО-СОЛЕВЫХ БАЛАНСОВ ОСНОВНЫХ ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕК С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ОЦЕНКИ ПРОДУКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ**

Кац А.В.

Цель работы - разработка методики оценки «неизмеряемых» статей баланса, рекомендаций по распределению величины невязки, создание подбазы, содержащей информацию для расчета водно-солевых балансов участков рек.

РИВЦ НИЦ МКВК осуществляет численные эксперименты на базе модуля «Водно-солевой баланс участка реки», разработанного в среде ArcView на языке программирования Avenue с использованием базы данных созданной в СУБД Access.

Исследования, проводимые в НПО САНИИРИ, направлены на выявление морфометрических зависимостей русла р. Амударья с последующим их использованием для оценки «неизмеряемых» статей баланса. В данной работе предлагается другой подход, не предполагающий знание характеристик русла и основанный на статистической обработке данных в базе данных WARMIS. Для этого проводится расчет балансов на выбранных участках реки. В данном случае это:

1. Кипчак – Саманбай
2. Туямуюн – Кипчак
3. Дарганата – Туямуюн
4. Керки – Дарганата

Далее исследуется поведение невязки водного баланса участка реки в зависимости от стока в верхнем створе. При этом значения стока разбиваются на группы, в пределах которой невязка хорошо аппроксимируется линейной зависимостью. В данном случае для отбора данных в группу использовался критерий "маловодности" года, то

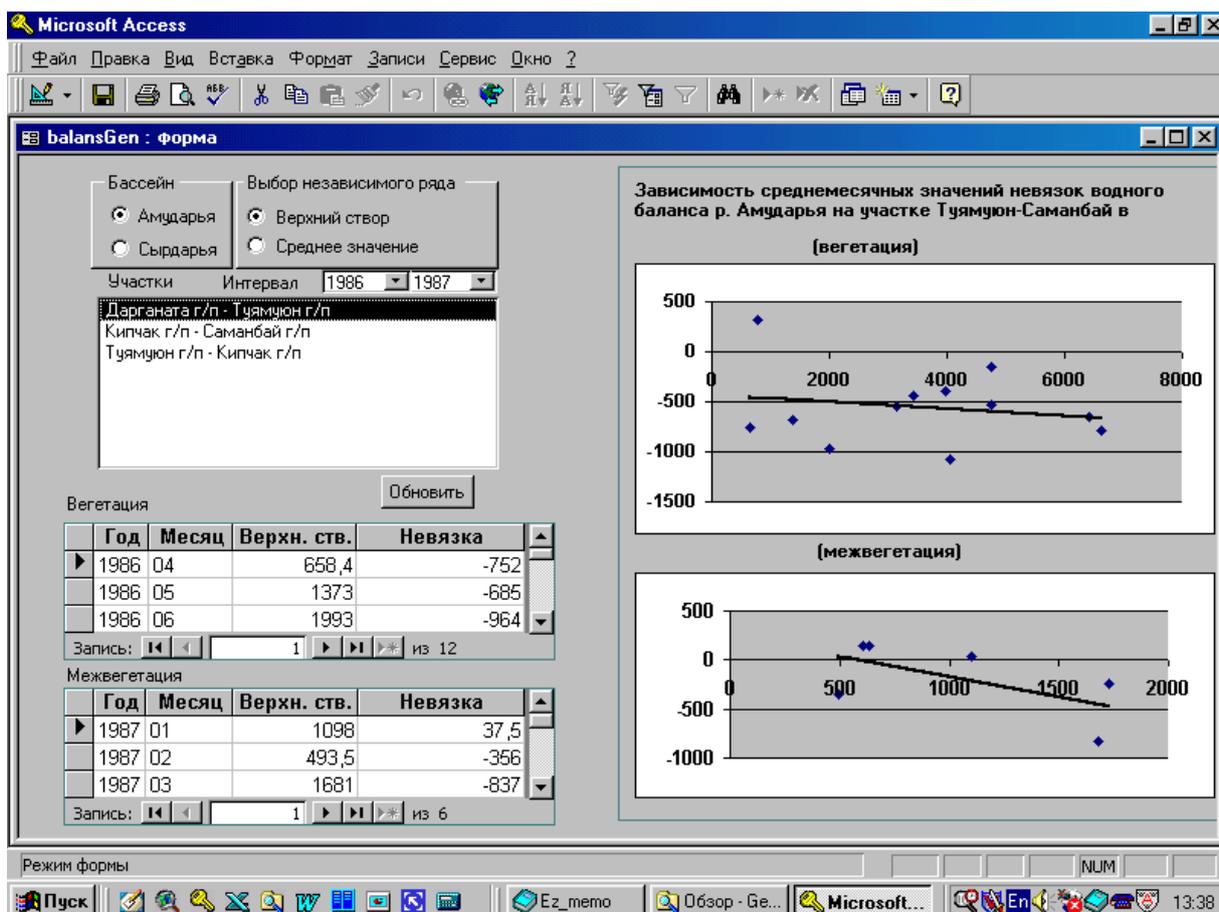
есть по графикам, приведенным ниже, выбирался ряд “маловодных” лет, для которых и проводились расчеты невязки.

Таким образом, в методическом плане следует выделить следующие шаги:

1. Расчет водных балансов выбранных участков с помощью модуля “Баланс участка реки”;
2. Импорт записей со статьями баланса в подбазу MS Access;
3. Получение ряда со значениями в верхнем створе и ряда со значениями невязки;
4. Расчет кривых, характеризующих поведение невязки в заданном диапазоне значений стока в верхнем створе;
5. Принятие решения об отнесении расчетной (по кривой) величины к определенной категории - потери, заниженный водозабор и или неучтенный приток.

Приведенные выше шаги реализованы в виде программного дополнения к модулю “Баланс участка реки”. Подготовленные в модуле данные аккумулируются в подбазе “Баланс” для последующего анализа. Выбрав соответствующий участок и интервал лет, можно просмотреть диаграммы с кривыми, описывающими поведение невязки баланса на данном участке.

Так выглядит форма для просмотра кривых потерь, позволяющая получать диаграммы с кривыми для заданных участка и интервала лет.



Расчет кривых, характеризующих поведение невязки, проведен для следующих участков р. Амударьи:

1. Кипчак-Саманбай
2. Дарганата-Туямуюн

Следует подчеркнуть, что предлагается средство оперативного анализа, позволяющее выявить особенности поведения невязки. Принятие решения о том, к какой категории отнести невязку, остается за пользователем.

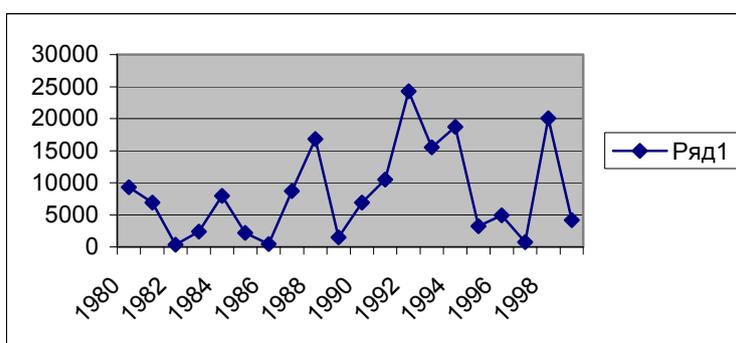
Проведенные численные эксперименты позволяют сделать следующие выводы:

1. Для более точного описания поведения невязки следует разбивать данные на группы, в пределах которых невязка аппроксимируется простой зависимостью.

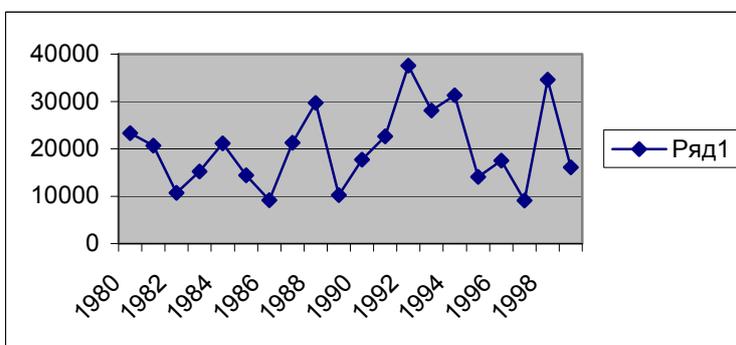
2. В качестве критерия, позволяющего отнести расчетную величину невязки (на кривой) к потерям, можно было бы принять линейность зависимости, аппроксимирующей невязку.

Ниже приведены графики зависимостей стока от года для створов Саманбай, Кипчак, Туямуюн, Дарганата за период 1980-1999 гг. Размерность стока для всех графиков - млн. м<sup>3</sup>.

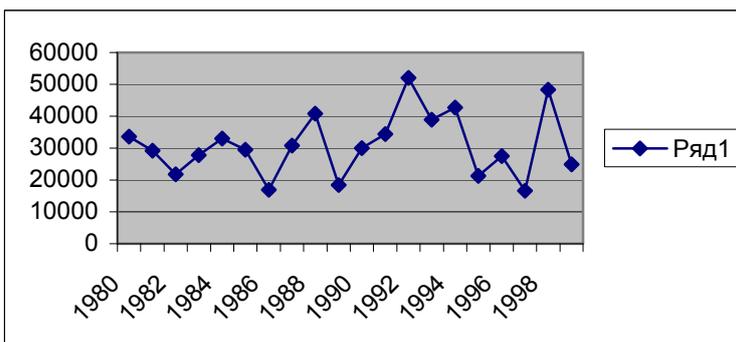
Саманбай



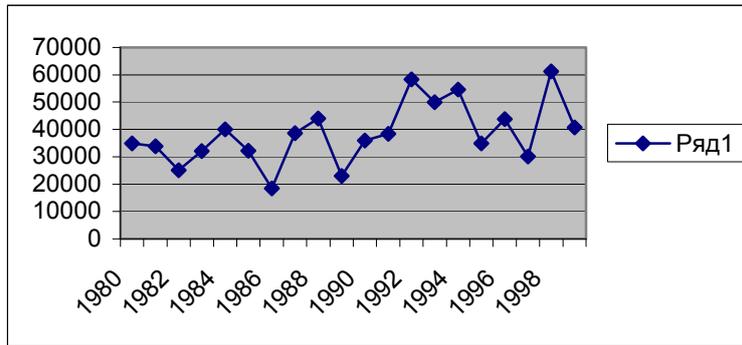
Кипчак



Туямуюн



Дарганата



Все четыре зависимости имеют похожий вид. Их анализ позволил выбрать в качестве маловодных 1986, 1989 и 1995-1997 гг.

Далее приводятся диаграммы кривых потерь в абсолютном и в процентах к стоку выражении, а также рассчитанные величины статьи потерь для указанного ряда лет.

Для участка Дарганата-Туямуюн приводятся также диаграммы среднемесячных значений невязок водного баланса от стока в верхнем створе для участка Ильчик-Туямуюн по данным 1972 и 1975 гг. Ряд лет выбирался по критерию водности года.

Сток для всех графиков дан в млн.м<sup>3</sup>, невязка - в млн.м<sup>3</sup> и в %.

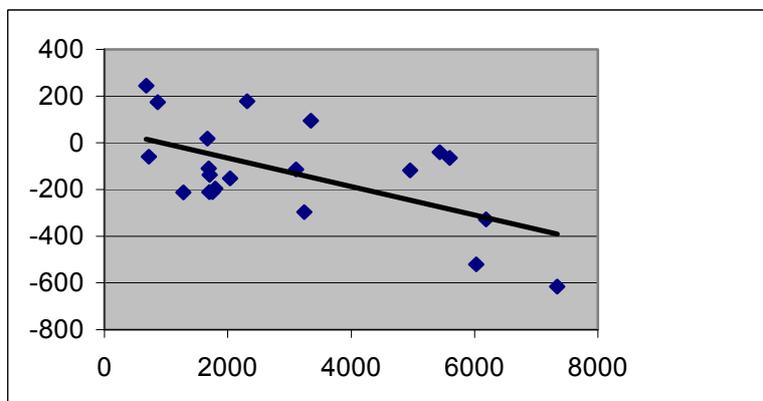
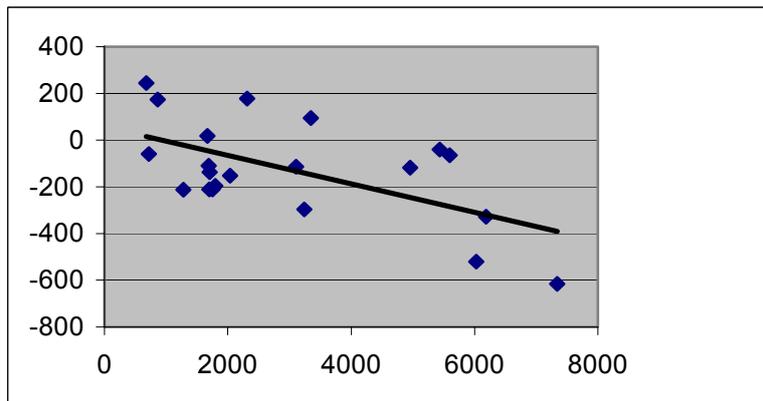


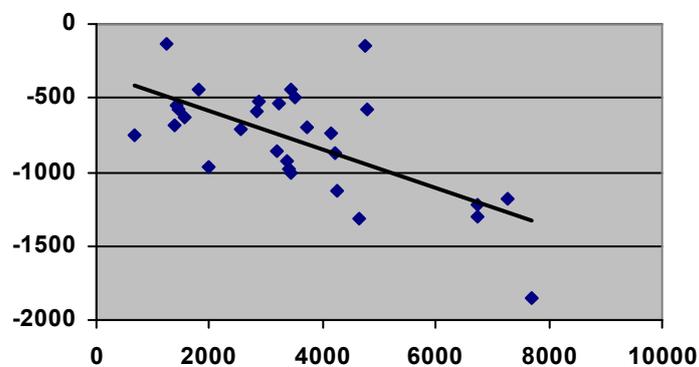
Таблица 1

Величины потерь в абсолютном и процентном к стоку выражении

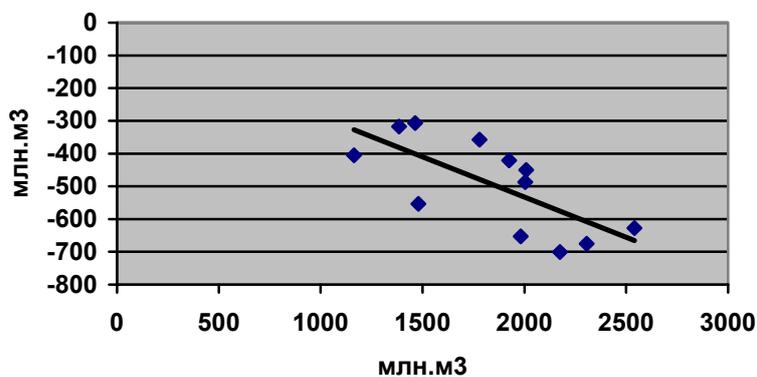
NoteRus	Год	Невязка без потерь	Потери	Нев. до расчета	Проц без потерь	Проц потерь	Проц до расчета
Кипчак - Саманбай	1989	773,01	-1606,01	-833,00	8,70	-18,07	-9,37
Кипчак - Саманбай	1995	391,29	-2636,69	-2245,40	2,78	-18,72	-15,94
Кипчак - Саманбай	1996	-381,88	-2911,62	-3293,50	-2,18	-16,65	-18,83
Кипчак - Саманбай	1997	74,54	-1448,54	-1374,00	0,82	-15,90	-15,08
Дарганата - Туяму-юн	1989	852,87	-5827,67	-4974,80	3,72	-25,40	-21,68
Дарганата - Туяму-юн	1995	952,33	-8046,33	-7094,00	2,73	-23,04	-20,31
Дарганата - Туяму-юн	1996	-584,95	-9414,05	-9999,00	-1,34	-21,51	-22,84
Дарганата - Туяму-юн	1997	-149,82	-7096,28	-7246,10	-0,50	-23,55	-24,04

Зависимости среднемесячных значений невязок водного баланса р. Амударья на участке Дарганата-Туямуюн от стока в верхнем створе по данным за 1986-1997 гг.

Вегетация

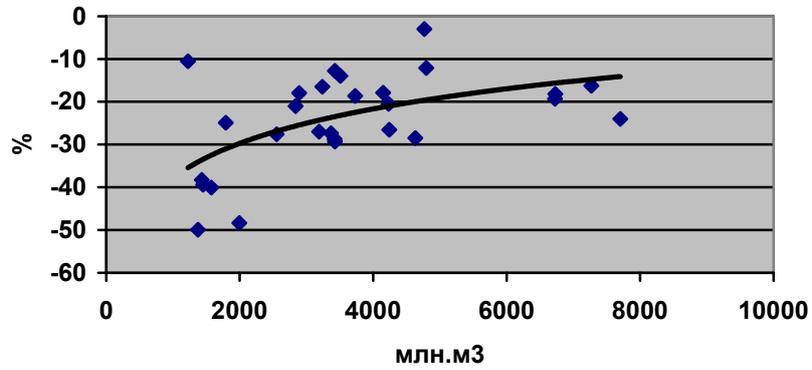


Межвегетация

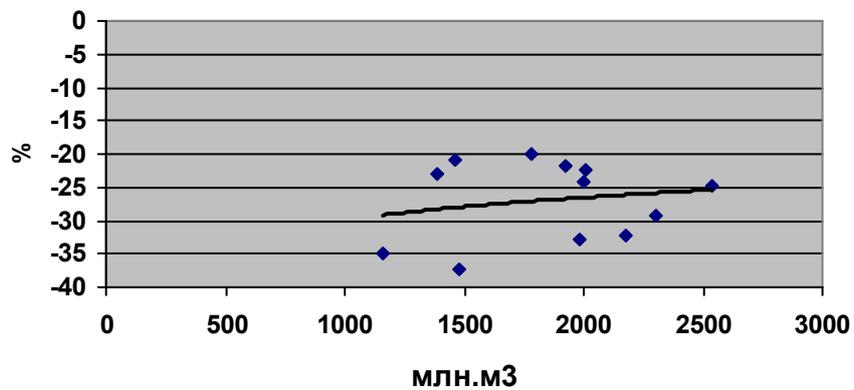


Зависимости среднемесячных значений невязок водного баланса р. Амударья на участке Дарганата-Туямуюн в процентах от стока в верхнем створе по данным за 1986-1997 гг.

Вегетация

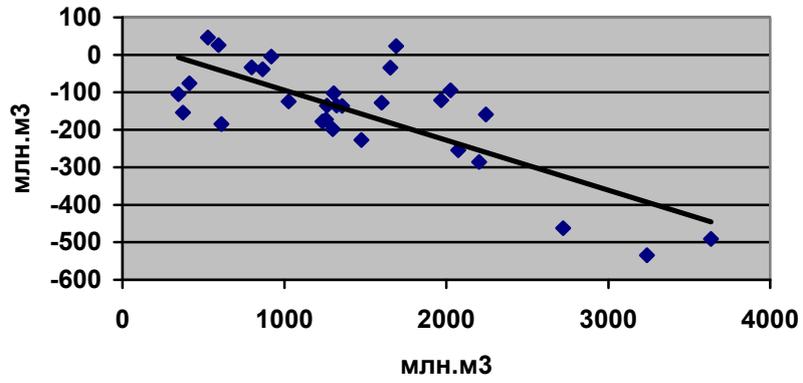


Межвегетация

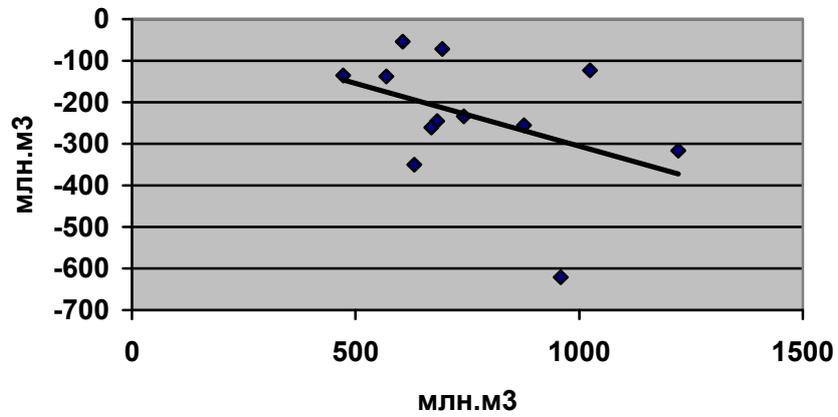


Зависимости среднемесячных значений невязок водного баланса р. Амударья на участке Кипчак-Саманбай от стока в верхнем створе по данным за 1986-1997 гг.

Вегетация

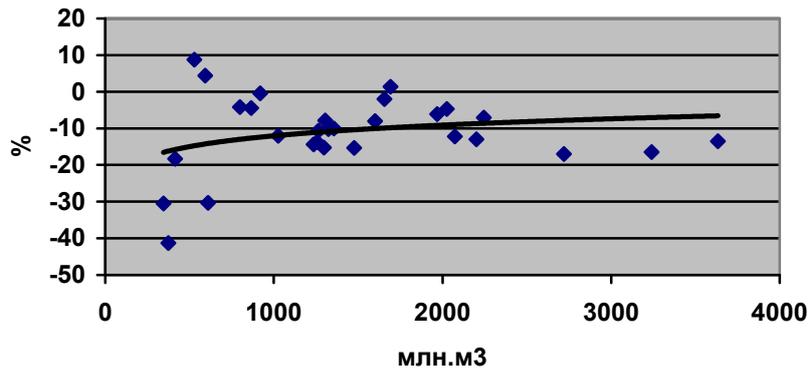


Межвегетация

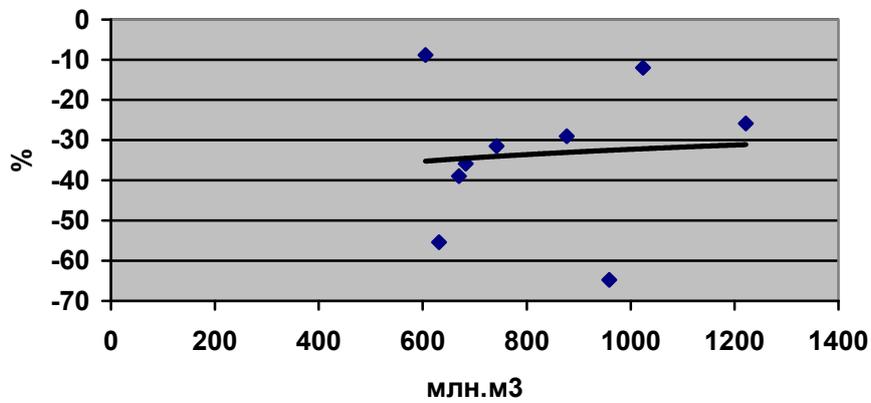


Зависимости среднемесячных значений невязок водного баланса р. Амударья на участке Кипчак-Саманбай в процентах от стока в верхнем створе по данным за 1986-1997 гг.

Вегетация



Межвегетация



#### 1.4. ОЦЕНКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВОДНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОНСОРЦИУМА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СЦЕНАРИЯХ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНО-ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ В РЕГИОНЕ

Аверина Л.А.

Целью исследований является разработка предложений по экономическим, организационным и правовым основам Водно-Энергетического Консорциума стран Центральной Азии.

Идея создания межгосударственного Водно-Энергетического Консорциума в Центральной Азии (бассейн Сырдарьи) уже несколько лет изучается специалистами государств региона и обсуждается в печати. Данной теме уделяется внимание и на межправительственном уровне, что подчеркивает ее актуальность. Но, к сожалению, общая точка зрения о том, что из себя должен представлять консорциум, не выработана до сих пор.

Казахстанские специалисты поддерживают идею создания консорциума как финансового механизма, обеспечивающего установленный порядок водно-энергетического обмена между государствами. Кыргызская сторона видит в консорциуме орган, обеспечивающий, прежде всего, привлечение средств государств региона и иностранных инвестиций для завершения строительства Нарынского каскада ГЭС (Камбарата 1 и 2).

Мы предлагаем не подменять существующие организационные структуры управления (национальные, межгосударственные), а лишь усилить взаимодействие между ними, применяя новые, более эффективные механизмы сотрудничества.

Консорциум должен стать организацией сотрудничества, устанавливающей упорядоченную систему платежей и денежных поступлений между странами и обеспечивающей устойчивое функционирование водно-энергетического комплекса (своевременное выполнение межгосударственных соглашений, решений МКВК по режимам работы водохранилищ), с тем, чтобы не создавать зависимость выполнения установленных режимов попусков от состояния платежеспособности энергопотребителей.

На сегодня все вопросы, связанные с управлением, распределением, использованием водных ресурсов в пределах государств регламентируются Конституциями Узбекистана, Казахстана, Кыргызстана, Туркменистана и Таджикистана, законами или кодексами «О воде и водопользовании», Законами «Об охране окружающей среды» и другими законодательными актами по водным вопросам. Все межгосударственные водные взаимоотношения Республик основываются на них и регулируются соответствующими межгосударственными, межправительственными договорами, соглашениями, протокольными решениями.

В целях предотвращения возможных конфликтов, усилиями пяти государств были достигнуты соглашения о сотрудничестве в сфере использования водных ресурсов региона.

Важными факторами в развитии водных отношений между странами Центрально-Азиатского Региона явилось заключение в 1997г. Договора о создании единого экономического пространства, а также совместное Заявление глав государств Республики Казахстан, Кыргызской Республики и Республикой Узбекистан от 6.05.1996 г. о необходимости ускорения разработки новой стратегии вододелия в регионе. В соот-

ветствие с указанными документами к настоящему времени заключены следующие межправительственные соглашения:

- Соглашение между правительствами Республики Казахстан, Кыргызской Республики и Республики Узбекистан об использовании топливно-энергетических и водных ресурсов, строительстве и эксплуатации газопроводов Центрально-Азиатского региона от 5.04.1996 г.
- Соглашение между Правительством Республики Казахстан, Кыргызской Республики и Республики Узбекистан об использовании водно-энергетических ресурсов бассейна реки Сырдарья от 17.03.1998 г.
- Соглашение между Правительством Республики Казахстан, Кыргызской Республики и Республики Узбекистан о сотрудничестве в области охраны окружающей среды и рационального природопользования от 17.03.1998 г.

Перечисленные выше соглашения являются нормативными правовыми актами рамочного типа, то есть устанавливают основные направления сотрудничества, без нормирования механизмов их реализации и конкретных показателей. Эти меры позволяют снизить остроту проблем, но не устранить их. С укреплением экономического благополучия суверенных государств и совершенствованием социально-политических условий, будут претерпевать изменение и существующие механизмы исполнения решений правовых документов по межгосударственным водно-энергетическим взаимоотношениям.

Существующие международные конвенции (Европейская 1992 г. и ООН 1997 г.) и Декларации по охране и использованию трансграничных водотоков, охране окружающей среды также пока недостаточно помогают в решении спорных межгосударственных водных проблем. Они содержат (в основном декларируют) в общем правильные, но лишь самые общие положения, мало отражающие специфику межгосударственного вододелия и водопользования в дефицитных по воде регионах, и главное не содержат механизма (методов) практической реализации рекомендуемых положений.

Таким образом, наличие объективных противоречий национальных интересов среди стран ЦАР и декларативный характер международных конвенций является основными факторами, затрудняющими формирование региональной правовой базы водных и энергетических отношений. Независимо от того, считает государство водные ресурсы, формируемые на ее территории, своей собственностью или нет, договариваться о совместном ее использовании можно.

Существующие в настоящее время экономические механизмы в использовании и управлении водно-энергетическими ресурсами в бассейне Аральского моря не могут обеспечить надежное бесперебойное энерго- и водоснабжение всех потребителей региона. Важнейшим механизмом налаживания сотрудничества всех государств бассейна Аральского моря по использованию водно-энергетических ресурсов должны стать новые экономические рычаги в условиях рынка.

Одним из реальных в сложившейся схеме управления водно-энергетическими объектами, можно считать введение в водно-энергетические отношения платы за регулирование стока водохранилищами.

Другой подход – это необходимость создания дополнительного механизма, гарантирующего соблюдение принятых договоренностей (решений) по водным ресурсам с учетом представляемых лимитов по топливно-энергетическим ресурсам, который объединит все действующие стороны и заинтересует всех участников, создав для них выгодные условия сотрудничества на основе рыночных отношений.

Для координации совместных действий и организации устойчивого водно-топливно-энергетического обмена рекомендуется создать в регионе Водно-Энерге-

тический Консорциум, выступающий как финансово-страховая организация, имеющая службу по маркетингу и полномочия в назначении цен, оценке ущербов, а также в проведении банковских операций (покупка-продажа и др.) и организации поставок.

В НИЦ МКВК выработаны следующие предложения о международном водно-энергетическом консорциуме:

1. Консорциум – международная организация, которая призвана создать и управлять финансовым механизмом взаимовыгодного и справедливого использования водно-энергетических ресурсов в бассейне р. Сырдарья или всего Аральского моря.

2. Основной целью Консорциума является – создание устойчивого финансового обеспечения деятельности организаций, участвующих в бассейновом водохозяйственном управлении водой в интересах орошаемого земледелия, энергетики и природы, а также других водопользователей.

Консорциум, как финансовый механизм должен обеспечить тот порядок водно-энергетического и топливного обмена, который устанавливается ежегодными Соглашениями между республиками бассейна.

3. Задачами Консорциума являются:

- формирование системы взаимовыгодных совместных действий участников по кооперации и развитию водно-энергетического потенциала региона в условиях углубления Межгосударственных отношений;
- разработка и внедрение оптимальных решений по повышению эффективности использования водных и энергетических ресурсов, направленных на обеспечение рационального и надежного энергоснабжения экономики и населения Государств Центральной Азии.

4. Основными функциями Консорциума являются:

- содействие в проведении согласованной ценовой и налоговой политики, обеспечивающей гарантированное прохождение в рамках соглашений, поставки и транзита электроэнергии и топливно-энергетических и водных ресурсов;
- обеспечение функционирования согласованного механизма взаиморасчетов и оплаты перетоков электроэнергии и поставок топливно-энергетических ресурсов;
- осуществление контроля за реализацией принятых государствами-участниками решений в области водно-энергетических проблем, охватывающих сферу деятельности консорциума;
- содействие разрешению межгосударственных споров в области электроэнергетики и водного хозяйства;
- разработка мер и предложений по дальнейшему развитию топливно-энергетических ресурсов в регионе на взаимовыгодной основе.

5. Консорциум для реализации своих функций имеет право по согласованию с участниками давать предложения по назначению внутрибассейновых рыночных цен на ресурсы, задействованные в межгосударственном и межотраслевом обмене на определенный промежуток времени.

6. Учредителями и гарантами работы консорциума выступают страны бассейна в лице правительств, которые должны обеспечить выделение средств для формирования оборотного фонда (стартового капитала), обеспечивающего обмен водными и топливно-энергетическими ресурсами, с четким выделением каждым государством лимитов газа, угля, электроэнергии.

7. Членами консорциума могут выступать субъекты сельскохозяйственного и топливно-энергетического комплекса, заинтересованные в получении гарантированной выгоды от устойчивого управления водно-энергетическими ресурсами и страховании

от неоперативных действий эксплуатационных служб и поставщиков топлива и энергии.

Таковыми заинтересованными субъектами являются:

- «Кыргызэнерго» с его гидроэлектростанциями Нарынского каскада;
- «Таджикэнерго» с Кайраккумским гидроэнергоузлом;
- Областные хакимияты (акимияты) всех областей вдоль Сырдарьи в Узбекистане, Казахстане и Таджикистане, которые являются представителями сельхозпроизводителей, которые страдают от недополучения воды, и одновременно области, которые недополучают доходы и налоги от переработки недополученной сельхозпродукции.

В настоящее время «Кыргызэнерго» монопольно диктует цены на электроэнергию в летнее время, но проигрывает от затрат на покупку топливно-энергетических ресурсов. Эта разница составляет в среднем за 1995...2000 годы 128 млн. \$ в год, в то время как расчетная выгода в случае согласованного оптимального режима составила бы на 15 млн. \$ меньше - 118 млн. \$. Однако уже сейчас в многоводные годы, когда не добирается до 0,7 млрд. км<sup>3</sup> воды, доход уменьшится до 100 млн. долларов. В дальнейшем при завершении строительства Резаксайского и других водохранилищ эта выгода у Кыргызстана упадет до 60 млн. долларов!

У кыргызских энергетиков уже создано понимание этого уменьшения прибыли, поэтому возникает необходимость и им участвовать в таком Консорциуме с позиций устойчивости своих пусть уменьшаемых, но постоянных прибылей!

8. Консорциум в своей деятельности ни в коей мере не подменяет существующие межгосударственные органы, а лишь усиливает взаимодействие между ними (МКВК, ОДЦ).

9. Консорциум является некоммерческой организацией. Ее оператором может быть ОДЦ «Энергия» с добавлением мощного финансового сектора, который будет строить свою деятельность на следующих принципах:

- использование внутренних энергетических и топливных ресурсов для нахождения наиболее выгодного метода их использования с учетом интересов кыргызских энергетиков и постоянного обеспечения их топливом, особо в зимнее время, а также с учетом интересов всех участников Консорциума;
- на основе оптимизирующих водно-энергетических моделей найти наиболее рациональное сочетание графиков ирригационного и энергетического потребления с минимумом недодачи воды каждому из секторов;
- на этой же основе создать механизм аккумуляции и продажи объемов наполнения по многолетнему регулированию Токтогульского водохранилища;
- вовлечение средств областей для гарантии им водоподдачи на орошение.

Все эти финансовые механизмы могут не создавать прибыль, но должны обеспечивать гарантию выдачи заданных минимальных эффектов их членам и стабильность сохранения оборотных средств. Избытки в отдельные годы должны накапливаться в страховом фонде и фонде накопления.

10. Размер взносов в уставный фонд консорциума определяются стартовым капиталом, необходимым для организации водного и топливно-энергетического обмена между участниками.

11. Оборотный фонд консорциума определяется стоимостью энергии, выработанной на весенне-летних попусках из Токтогульского и Кайраккумского водохранилищ, осуществляемых сверх требований энергетике для нужд орошаемого земледелия Узбекистана и Южного Казахстана. Объем этих денежных средств должен соответствовать стоимости топливно-энергетических ресурсов на покрытие возможного дефици-

та электроэнергии Кыргызстана в зимнее время, достаточной для покупки энергии или топлива (угля, газа) для загрузки ТЭЦ Кыргызстана. Он должен покрывать:

- затраты на закупку топлива, необходимого для загрузки ТЭЦ Кыргызстана в межвегетационный период;
- затраты на эксплуатацию водохранилищ сверх требуемых режимов энергетики на нужды орошаемого земледелия в вегетацию;
- оборотные средства, необходимые для обеспечения бесперебойной работы Консорциума, как самостоятельной организации;

12. Расчеты между членами консорциума осуществляются на основе строго согласованных цен на топливо и электроэнергию, установленных совместным решением совета консорциума на уровне доступных рыночных цен в регионе.

13. На основе решений Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии и электроэнергетического Совета государств Центральной Азии на каждый год утверждаются потребности в воде и электроэнергии по срокам и объемам. Консорциум на основе этих требований разрабатывает оптимальный график работы энергосистем и водохранилищ, а также график поставки энергоносителей и топливных ресурсов для обеспечения этих графиков в интересах достижения наименьших затрат и максимальной водоподачи с соблюдением определенных экологических требований. Эти графики согласовываются с Бассейновыми водохозяйственными организациями и Объединенным диспетчерским центром «Энергия» и передаются им для исполнения.

## **Выводы**

В условиях переходного периода рыночной экономики стран Центрально Азиатского региона, с изменением направлений государственных интересов стран и появлением различных видов собственности, развитие водных и энергетических отношений между странами ЦАР следует охарактеризовать, как нестабильное и недостаточно эффективное.

Важно отметить следующее. В мировой практике нет единых рецептов решения данной проблемы. Существующие в настоящее время правовые документы по межгосударственным водно-энергетическим взаимоотношениям носят больше декларативный характер. В связи с этим необходимо, чтобы соглашения, которые являются нормативными правовыми актами рамочного типа, претерпевали изменения, а именно, устанавливали не только основные направления сотрудничества, но и определяли бы механизмы их реализации, базируясь на конкретных показателях.

В развитии межгосударственных отношений первостепенное значение имеет поиск сфер и форм взаимодействий, представляющих взаимный экономический интерес. Решения должны основываться на общей заинтересованности государств в прибылях от использования стока, применяя компромисс, который заключается в некоторых уступках одних пользователей другим, при обязательном покрытии (компенсации) возможных ущербов. Для достижения консенсуса между государствами, исходя из сложившейся ситуации, разумно на настоящем этапе отказаться от некоторых претензий друг к другу и разработать правила (принципы) совместных действий.

Для координации совместных действий и организации устойчивого водотопливо-энергетического обмена рекомендуется создать в регионе Водно-энергетический Консорциум, выступающий как финансово-страховая организация, имеющая службу по маркетингу и полномочия в назначении монопольных цен, оценке ущербов, взимании штрафов, а также в проведении банковских операций и организации поставок топливно-энергетических ресурсов.

## 1.5. ДОРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАТРАТ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОМПЛЕКСНЫХ ГИДРОУЗЛОВ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПО ЗАМЕЧАНИЯМ ОРГАНИЗАЦИЙ СТРАН ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Сорокин А.Г.

В 2000...2001 годах по полученным замечаниям была уточнена расчетная схема и разработан проект методических указаний по распределению затрат, основанный на оценке объемов и цены регулирования. Дальнейшее усовершенствование предлагаемого метода предполагается в направлении управления ценообразованием, а также учета отрицательных последствий от регулирования стока.

В 2002 году были выполнены следующие работы:

- Разработаны принципы рационального водно-энергетического управления водохранилищными гидроузлами комплексного назначения, учитывающего распределение и покрытие эксплуатационных затрат и формирование цены регулирования стока.
- Разработана система показателей эффективности регулирования стока водохранилищными гидроузлами комплексного назначения,
- Уточнены методы оценки последствий регулирования стока комплексными гидроузлами (на примере бассейна Сырдарьи),
- Внесены соответствующие дополнения в Проект методических указаний по распределению затрат при эксплуатации комплексных гидроузлов межгосударственного использования.

Основными принципами рационального водно-энергетического управления водохранилищными гидроузлами комплексного назначения следует признать:

- Ориентация на региональную кооперацию и применение интегрированного управления,
- Эффективное разделение функций пользователей и потребителей (гидроэнергетика, орошаемое земледелие),
- Внедрение в управление экономических (стоимостных) механизмов, учитывающих все затраты и “упущенные выгоды”,
- Обеспечение участия в управлении всех заинтересованных лиц.

Интегрированное управление комплексными гидроузлами (нацеленное на конкретного пользователя, сектор экономики, государство, бассейн в целом) основывается на наборе показателей и критериев управления, которые должны помочь ответить на вопросы: как лучше (эффективнее, разумнее, справедливее) использовать воду, какие негативные последствия от управления можно предупредить, как избежать конфликта между потребителями, найти компромисс, как сберечь водные экосистемы для будущих поколений.

При этом, решения на национальном уровне должны проверяться на региональных ограничениях с помощью таких инструментов (методология, единые данные, модели), которые в состоянии соизмерять национальные оценки и индикаторы, не допуская взаимоисключающих управлений. Только в этом случае можно ожидать, что результаты на национальном уровне можно будет собрать в единое целое на региональном уровне.

Эффективное использование воды предполагает: эффективное размещение регулирующих емкостей и водопотребителей (водопользователей), рациональное управление (регулирование, распределение) и водопотребление (водопользование). Моделирование процессов управления комплексными гидроузлами (на перспективу, год, сезон, в масштабе реального времени) предполагает наличие целевых функций (при оптимизации), а также набора условий и показателей для выбора рационального решения (при имитационном эксперименте).

Данное разделение требует соответствующей классификации “элементарных” показателей и критериев (состоящих из этих показателей), включая показатели оценки последствий регулирования стока. Расчет показателей основывается на соответствующих методах оценки.

Интегрированное управление водными ресурсами, как правило, направлено на решение многокритериальной задачи. В управлении ирригационно-энергетическими режимами комплексных гидроузлов встречаются элементы взаимного исключения, когда одна цель противоречит или может быть достигнута за счет другой, то есть существует проблема неопределенности цели, характерная для объектов многоцелевого назначения. Можно выделить три основных метода в решении таких задач.

Первый основывается на оптимизации ирригационного регулирования и нахождении максимального эффекта от ирригации, при этом интересы энергетики учитываются как ограничения.

Второй предполагает удовлетворение требований ирригации или их урезку в случае ограниченного ресурса и оптимизацию энергетического режима в области допустимых по ирригации решений. Эти направления есть, по сути, способы сведения многокритериальной задачи к однокритериальной с помощью выделения главного критерия и назначения ограничений.

Третьим способом сведения многокритериальной задачи к однокритериальной является представление цели в виде максимума (или минимума) некоторой суммы показателей, имеющих свои оценки значимости. Обязательным условием такого подхода является сопоставимость показателей (по крайней мере, они должны иметь одинаковую размерность или быть безразмерными).

Основная трудность заключается в оценке чувствительности данных показателей на те или иные изменения внешних факторов и управлений, а также в определении оценок значимости (весов) показателей.

В последнее время все чаще стали внедряться методы, решающие задачи ирригационно-энергетического регулирования стока в сложных системах комплексного назначения, формулируя их как экономико-математические. Результат от регулирования стал представляться на основе экономической оценки водных ресурсов.

Условно можно выделить два основных подхода к такой оценке:

- Цель формируется как выполнение требований потребителей при минимальных затратах; в случае, когда требования не выполняются и возникает дефицит ресурса в состав затрат включается ущерб, наносимый народному хозяйству,
- Цель формулируется как максимум экономического эффекта, полученного по разнице дохода от реализации продукции и произведенных затрат.

Применение того или иного подхода зависит от ряда условий. Так, применение первого подхода может быть оправдано только в случае существования “базы сравнения”, отклонения от которой и определяют “не эффективное” функционирование системы.

Основная трудность заключается в определении экономического выражения (целевой функции), объединяющего в себе противоречивые требования ирригации и гидроэнергетики.

Часто оказывается, что для принятия решения кроме значений целевой функции необходим дополнительный набор экономических показателей, которые “раскрывают” эффекты и ущербы каждого потребителя на уровне государств и отраслей экономики, скрытые в целевой функции.

Можно предложить широкий спектр показателей и критериев, главное - выбрать те, которые соответствуют существующим задачам и устремлениям в будущем.

Применительно к нашей задаче важно выделить:

- Цену регулирования комплексным водохранилищным гидроузлом, учитывающую эксплуатационные затраты и “упущенную выгоду” гидроэнергетического сектора, временной фактор (цена зимней электроэнергии выше, чем летней),
- Последствия регулирования стока в секторах экономики и природном комплексе (через изменение чистого дохода, объемов валовой продукции),
- Интересы всех производителей, поставщиков и потребителей (пользователей), участвующих в водно-топливно-энергетическом обмене и взаиморасчетах между государствами (интересы можно выразить через дополнительные доходы, компенсационные выплаты и др.).

В качестве “элементарных” показателей предлагаются:

- объемы притока воды к гидроузлу за расчетный период ( $W_{into}$  [млн.м<sup>3</sup>]),
- объемы попуска воды из гидроузла за расчетный период ( $W_{out}$  [млн.м<sup>3</sup>]),
- объемы воды в водохранилище на начало  $V_1$  и конец  $V_2$  расчетного периода [млн.м<sup>3</sup>],
- объемы регулирования стока  $W = W_{into} - W_{out}$  [млн.м<sup>3</sup>],
- ежегодные издержки гидроузла на эксплуатацию, ремонт и амортизацию  $E$ , в том числе, отнесенные на ГЭС  $E_h$  [млн \$],
- выработку на ГЭС  $G =$  [млн. кВт.ч],
- удельную выработку на ГЭС  $P = G / W_{out}$  [кВт.ч/м<sup>3</sup>],
- цену регулирования, включающую энергетическую и не энергетическую составляющие  $C = C_i + C_h$  [\$/м<sup>3</sup>],
- цену водных ресурсов, аккумулируемых в водохранилищах для последующего использования (многолетняя составляющая).

Примеры экономических показателей межгосударственного уровня:

- доходы от продажи электроэнергии Нарынских ГЭС (на внутреннем и внешнем рынках),
- доход от использования поставляемых Кыргызстану топливно-энергетических ресурсов в зимний период со стороны Узбекистана и Казахстана,
- ущерб Кыргызстана от дефицита электроэнергии, который возникает из-за недовыработки Нарынских ГЭС,
- ущерб в орошаемом земледелии Узбекистана и Казахстана,
- выгода (доход минус затраты) от использования воды в орошаемом земледелии.

В моделях НИЦ МКВК при решении задач ирригационно-энергетического управления в бассейне Сырдарьи наиболее часто используются следующие критерии (целевые функции):

- Максимизация выработки гидроэлектроэнергии,

- Максимизация чистого дохода в гидроэнергетике,
- Минимизация отклонений объемов расчетных водозаборов от установленных лимитов,
- Максимизация чистого дохода в орошаемом земледелии, при компенсации ущербов в гидроэнергетике,
- Максимизация чистого дохода в орошаемом земледелии, при компенсации ущербов в гидроэнергетике, минус ущербы от недоподачи воды в Приаралье (по экологическим требованиям) и непроизводительных потерь стока.

Методы, оценивающие последствия регулирования стока водохранилищами и применяемые нами в конкретных моделях управления водными ресурсами (в качестве алгоритмов) непосредственно связаны с целями управления, интересами и требованиями пользователей.

Следует выделить два момента, отражающих особенности регулирования стока в бассейне Сырдарьи.

*Первое.* Важно правильно оценивать последствия водно-энергетического регулирования, осуществляемого, главным образом, Токтогульским гидроузлом и каскадом Нарынских ГЭС. Здесь следует учитывать эффекты (валовый доход, чистый доход) и ущербы (рассчитываемые по потере продукции) в орошаемом земледелии и гидроэнергетике, а также компенсационные выплаты, осуществляемые при возникновении дефицита.

При расчете компенсаций, скажем, гидроэнергетике Кыргызстана со стороны ирригационных потребителей Узбекистана и Казахстана, надо ввести ряд ограничений, корректирующих существующую методику расчета, предполагающую определение избыточного (сверх нужд гидроэнергетике) попуска через ГЭС в вегетационный период и расчета на этой основе “излишней” выработки электроэнергии, потерянной для Кыргызстана летом и возвращаемой Узбекистаном и Казахстаном зимой.

Ограничения можно сформулировать следующим образом. Компенсация, рассчитанная на основе вегетационных избытков Токтогульской ГЭС (здесь в качестве расчетного принимается условно оптимальный ирригационно-энергетический режим, обеспечивающий максимальный суммарный эффект в бассейне во всех отраслях) не должна превышать гидроэнергетического ущерба, получаемого в зимний период. Следующее условие – компенсация должна выплачиваться только в случае, если существует рост эффекта в орошаемом земледелии при переходе от бытового режима к ирригационно-энергетическому и он превышает рост эффекта в гидроэнергетике при переходе от бытового режима к ирригационно-энергетическому.

*Второе.* Одним из отрицательных последствий не рационального регулирования стока является не соблюдение санитарных попусков на отдельных участках реки и большие непроизводительные потери стока. Для правильной оценки этих факторов, важно располагать объективной методикой расчета потерь (с выделением антропогенной и естественной составляющих) и расчета санпопусков.

В бассейне Сырдарьи наиболее проблематичной задачей являлась оценка потерь в реке Нарын на участке от Токтогула до Учкурмана, в реке Сырдарье от Кайраккумского водохранилища до Бекабада и ниже Чардаринского водохранилища. Согласно нашим исследованиям, потери в бассейне (реки Нарын, Сырдарья и водохранилища) изменяются в пределах от 3 до 7 км<sup>3</sup>/год. Из них потери в русловых водохранилищах составляли 0.6...1.5 км<sup>3</sup>/год. Наибольшие потери наблюдались в низовьях реки Сырдарьи.

Санитарные попуски по руслу реки должны обеспечивать поддержание самой реки в качестве водного объекта, имеющего природную (экологическую) и социальную ценность и служить (наряду с нормативами качества) важным социально-

экологическим ориентиром и ограничением при управлении водными ресурсами. Величина санпопусков в настоящее время определяется проектными проработками и требует более тщательного обоснования.

Выполненные нами расчеты позволяют оценивать эту составляющую вдоль всей реки Сырдарьи для различных по водности лет. За основу принят подход, применяемый в странах Европейского Союза, когда санитарные попуски определяются исходя из 10% годового расхода естественного стока рек. По рекомендациям НИЦ МКВК для восстановления и устойчивого поддержания хозяйственно-экологических объектов северной части Приаралья и Северного Арала в дельту реки необходимо подавать не менее  $7 \text{ км}^3/\text{год}$ , из них в Приаралье оставлять около  $2,0 \text{ км}^3/\text{год}$  (что соответствует естественному обводнению дельты до 60-х годов).

Данные попуски относят к экологическим, подаваемым для поддержания экосистем (водохранилища, озера и др.). Они не должны входить в лимиты на водозаборы, а должны определяться по договоренности между государствами на паритетной основе.

К экологическим последствиям вызванным изменением режима работы Токтогульского гидроузла следует отнести экологические ущербы природным системам бассейна, вызываемые фактическим переносом летнего паводка на зиму и созданием искусственного маловодья летом.

Пересыхание русла реки летом приводит к тому, что река теряет свою естественную функцию водоотводящего тракта (природной дрены), что ведет за собой в жаркое время года к кризисной эпидемиологической обстановке.

В связи с изменением естественного режима реки, ниже Чардаринского водохранилища необходимо выдерживать режим, обеспечивающий максимально возможные расходы по руслу реки в зимний период и равномерное наполнение данного водохранилища к началу вегетации. Для этого необходимо своевременно создать в низовьях реки “ледовую трубу”, исключаящую подтопление земель, поддерживая попуск из Чардары в октябре не менее  $500\text{-}600 \text{ м}^3/\text{сек}$ , в ноябре-декабре  $400\text{-}600 \text{ м}^3/\text{сек}$ .

Анализ показывает, что фактические попуски из Токтогула за последние 10 лет не соответствуют проектному режиму и находятся ближе к энергетическому режиму. При попусках в вегетацию из Токтогула ниже  $6,0 \text{ км}^3$  наблюдаются дефициты (энергетический попуск в  $3,5 \text{ км}^3$  вызывает дефицит воды в орошаемой земледелии  $\approx 2\text{-}2,5 \text{ км}^3/\text{год}$ ). При этом наблюдается искажение бытового стока – его уменьшение в вегетационный период и увеличение в межвегетацию.

За последние годы (5-6 лет) наблюдается тенденция ежегодной сработки Токтогульского гидроузла, что может в будущем привести к возникновению глубоких дефицитов не только в орошаемой земледелии, но и к значительным потерям мощности ГЭС.

Токтогульский гидроузел по проекту должен (как многолетний и сезонный регулятор) предупреждать возможные перебои в маловодные годы в водообеспеченности расположенных ниже орошаемых земель. Этого как раз и не происходит в последнее время. На лицо снижение гарантированности водообеспечения Узбекистана и Казахстана в целом за год, а также (с большой глубиной) в отдельные вегетационные периоды (так, например, водообеспеченность Южно-Голодностепского канала в июне 1998 года достигала 60%).

Согласно проектным проработкам добиться оптимального ирригационно-энергетического использования в бассейне Сырдарьи можно будет путём ввода новых ГЭС выше Токтогульского гидроузла (первоочередным является каскад Камбаратинских ГЭС), свободных от ирригационных ограничений и работающих в режиме сезонных энергетических компенсаторов.

Энергетической программой Кыргызстана предусмотрены варианты привлечения иностранных и местных источников финансирования для строительства Камбаратинских ГЭС 1 и 2, дающих в сумме прибавку выработки  $\approx 6$  млрд.кВт.ч. В частности, в виде объявления международного тендера на гидроэнергетическое освоение участка реки выше Токтогула (договором может быть предусмотрена временная эксплуатация ГЭС строительной фирмой и только затем передача государству). Как вариант – сдача в аренду частным предприятиям.

Ввод в эксплуатацию новых ГЭС не может сам по себе гарантировать работу Токтогульского гидроузла в интересах ирригации.

В то же время, в регионе в настоящее время ведутся проектные исследования и строительство дополнительных регулирующих емкостей ирригационного назначения. В Узбекистане – Резаксайское, Кенкульсайское и Арнасайское водохранилища (суммарный регулирующий объем около  $1.5 \text{ км}^3$ ), в Казахстане – Коксарайское водохранилища (полезный объем  $2,5 \text{ км}^3$ , при его наполнении с гарантией 50% на  $1,5 \text{ км}^3$ ).

Данные водохранилища, согласно прогнозам развития, должны перерегулировать часть зимних пусков из Токтогульского водохранилища с последующим использованием для нужд орошения в областях Ферганской долины, среднего и нижнего течений Сырдарьи.

По нашим расчетам, перевод Токтогула на энергетический режим наносит ущерб Узбекистану и Казахстану в маловодные годы:

- При оценке по потере чистого дохода  $= 3 \times 0,015 \times 10^3 = 45$  млн.\$.
- При оценке по потере продукции в орошаемом земледелии  $= 3 \times 0,07 \times 10^3 = 210$  млн.\$.
- С учетом потерь в сопредельных отраслях  $= 210 \times 1.5 = 315$  млн.\$.

Выгода Кыргызстана от использования зарегулированного стока реки Нарын в энергетических целях составляет  $\approx 110$  млн. \$, при пропуске бытового (не зарегулированного) стока  $\approx 60$  млн. \$, и соответственно, от регулирования стока Токтогульским водохранилищем  $\approx 110 - 60 = 50$  млн. \$.

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

Поскольку, при пропуске бытового стока объемы в  $6 \text{ км}^3$  обеспечиваются практически полностью, выгода Узбекистана и Казахстана от регулирования стока Токтогульским водохранилищем для не маловодных лет отсутствует. И только в маловодные годы, при условии работы Токтогульского гидроузла в проектном режиме в течение вегетации, выгода от регулирования составит  $\approx 40$  млн.\$.

Анализ показывает, что наибольшую выгоду от регулирования стока самым большим водохранилищем бассейна - Токтогульским уже сегодня получает Кыргызстан.

Это обстоятельство может служить поводом для “ответных действий” со стороны соседних государств, направленных на поиск альтернатив, обеспечивающих перерегулирование искаженного речного стока в своих интересах (и по существу к развалу имеющихся связей и договоренностей).

Перспективный комплекс - Резаксайское, Кенкульсайское и Арнасайское и Коксарайское водохранилища (суммарный регулирующий объем около  $3 \text{ км}^3$ ) предназначен для сезонного перерегулирования стока, но может теоретически выполнять роль многолетнего регулятора, не допуская в маловодные годы ущерба в орошаемом земледелии  $\approx 45$  млн.\$.

Однако многое будет зависеть от того, насколько эффективно будут распределены регулирующие функции между этими емкостями и как изменится в будущем режим Токтогульского водохранилища.

Что может предостеречь государства от “ответных действий” в интересах регионального сотрудничества? Во-первых, региональное сотрудничество имеющее свои преимущества - использование существующей инфраструктуры, кооперация, удовлетворение требований природы с позиций устойчивости и будущих поколений. Во-вторых, диалог между государствами должен быть продолжен, поскольку есть что терять.

В тоже время, Камбаратинская ГЭС 2 (наиболее реальный объект) сможет вырабатывать около 1,1 млрд.кВт.ч. в год, что в два раза ниже продаваемой сегодня электроэнергии Узбекистану и Казахстану и, соответственно, не сможет покрыть потери от прекращения существующих поставок. Для ввода на проектную мощность Камбаратинских ГЭС потребуется около 8 км<sup>3</sup> воды (на заполнение водохранилищ), что, несомненно, скажется на водообеспеченности соседних государств. Строительные затраты оцениваются в 2,2 млрд.\$.

Для ввода в эксплуатацию Коксарайского водохранилища потребуется около 0,2 млрд.\$.

В тоже время, его эффективность может свестись к нулю в случае ирригационно-энергетической работы Токтогула, а ежегодные потери на испарение составить 0,5,км<sup>3</sup>.

Таким образом, ввод новых ГЭС и ирригационных водохранилищ может повысить риск появления новых ирригационно-энергетических конфликтов. Этому может способствовать потеря для отдельных государств энергетического рынка Центральной Азии и как следствие – еще большее искажение естественных (бытовых) режимов рек, а также осложнение экологической ситуации в особо маловодные периоды. Отказ от кооперации и стремление к водно-энергетической независимости может приводит к ситуации, когда предпочтение (в ущерб собственной экономики) отдается менее эффективным решениям.

В тоже время водно-энергетическая кооперация стран Центральной Азии позволила бы не только удовлетворить свои потребности (в рамках единой водно-энергетической системы), но и обеспечивать совместный экспорт энергетических ресурсов в государства дальнего зарубежья.

Можно рассмотреть несколько альтернатив.

*Первый подход.* Попуски из водохранилищ, равно как и поставки топливно-энергетических ресурсов не должны основываться на бартере, а должны подкрепляться валютными взаиморасчетами на основе функционирования структуры “государство – банк”.

Для этого предлагается согласовать между государствами: (1) цену продажи электроэнергии, (2) механизм банковских операций.

При отказе от бартера цена продажи электроэнергии Узбекистану и Казахстану (и соответственно стоимость поставок) должна покрывать возможный ущерб в энергетике и соответствовать затратам Кыргызстана на покупку компенсационных топливно-энергетических ресурсов (исходя из существующих цен). Данное предложение может повысить оперативность выполнения принимаемых решений (договоренностей), если должным образом будут организованы валютные взаиморасчеты и осуществлен финансовый контроль.

*Другой подход* – введение платы за регулирование стока.

При введении платы за регулирование возникает, как минимум, два вопроса, требующих согласования: (1) как определить цену регулирования, (2) за какой объем ресурса должны платить соседние государства, расположенные ниже по течению реки.

По нашему мнению, цена регулирования может представлять собой:

- Величину удельных эксплуатационных затрат на гидроузле, приходящихся на единицу объема регулирования стока,
- Величину удельных эксплуатационных затрат на гидроузле в сумме с “упущенной энергетической выгодой”, приходящихся на единицу объема регулирования стока. Как вариант, годовые издержки можно относить не на объем регулирования а на объем притока воды к водохранилищу и объем сработки многолетних запасов воды водохранилища (с точки зрения математики вариант деления затрат на объем регулирования не корректен, поскольку при нулевом объеме регулирования цена регулирования стремится к бесконечности).

Необходимо различать:

- Перспективные комплексные гидроузлы межгосударственного значения. Участие соседних государств в финансировании и совместной эксплуатации этих гидроузлов. Участие в покрытии эксплуатационных затрат и учет при их распределении доходов, получаемых потребителями (пользователями). В этом случае плата за регулирование по установленной цене может не вводиться.
- Существующие комплексные гидроузлы и принятые по ним соглашения. Плата за регулирование может вводиться.

Для достижения консенсуса между государствами, исходя из сложившейся ситуации, следует отказаться от претензий друг к другу и разработать на настоящем этапе правила (принципы) совместных действий. Например, может быть есть смысл оговорить, что не всякое нарушение бытового стока, приводящее к ущербу у нижних водопользователей, должно компенсироваться той стороной, которая привела к ущербу. В этой связи, можно согласится оплачивать часть затрат по регулированию стока, если ирригационные попуски превышают энергетические (а не бытовой сток). Другой вариант – оплата попусков, осуществляемых *сверх бытового стока*.

В свою очередь, государство, регулирующее сток и имеющее энергетические интересы, должно согласится на изменение своего энергетического режима в интересах орошаемого земледелия и экологии нижерасположенных государств, не настаивая на компенсации ущербов, вызванных затоплением земель водохранилищем и др.

В мировой практике нет единых рецептов решения данной проблемы. В межгосударственных соглашениях рассматриваются только конкретные случаи и отражаются конкретные решения. Однако, первостепенное значение имеет поиск сфер и форм взаимодействий, представляющих взаимный экономический интерес.

Решения основываются на общей заинтересованности государств в прибылях от использования стока.

Таким образом, поиск путей избежания конфликтов в бассейне реки Сырдарья, нахождения компромисса и наиболее выгодных решений диктует необходимость применения интегрированного подхода к управлению (при этом водно-топливно-энергетические ресурсы рассматриваются как товар), отказа от бартера и ввода цены за регулирование стока.

Ниже приводится алгоритм расчета цены регулирования, получаемой с учетом “упущенной выгоды” по двум вариантам:

- при затратах отнесенных на объем регулирования (вариант 1),
- при затратах, отнесенных на объем притока к водохранилищу + сработка многолетнего запаса (вариант 2).

Исходная информация для расчета цены регулирования:

- Приток воды к гидроузлу за расчетный период  $W_{into}$  [млн.м<sup>3</sup>]
- Попуск воды из гидроузла за расчетный период  $W_{out}$  [млн.м<sup>3</sup>]
- Энергетические попуск за расчетный период  $W_p$  [млн.м<sup>3</sup>]
- Ирригационный попуск  $W_{ir}$  [млн.м<sup>3</sup>]
- Объем воды в водохранилище на начало  $V_1$  и конец  $V_2$  расчетного периода [млн.м<sup>3</sup>]
- Зависимость напора на ГЭС от объема воды в водохранилище  $H=f(V)$
- Ежегодные издержки гидроузла на эксплуатацию, ремонт и амортизацию  $E$ , в том числе, отнесенные на ГЭС  $E_h$  [млн \$]
- Цена реализации электроэнергии, вырабатываемой на ГЭС  $Ph$  [\$/кВт.ч]

Порядок расчета по варианту 1:

- Объем регулирования стока  $W = W_{into} - W_{out}$  [млн.м<sup>3</sup>]
- Не энергетическая составляющая цены регулирования  $C_i = (E - E_h) / |W|$  [\$/м<sup>3</sup>]
- Выработка на ГЭС сверх энергетических нужд  $G = f(W_{ir} - W_p, H)$  [млн. кВт.ч]
- Удельная выработка сверх энергетических нужд  $P = G / (W_{ir} - W_p)$  [кВт.ч/м<sup>3</sup>]
- Энергетическая составляющая цены регулирования  $C_h = Ph * P$  [\$/м<sup>3</sup>]
- Цена регулирования  $C = C_i + C_h$  [\$/м<sup>3</sup>]

Порядок расчета по варианту 2:

- Объем сработки водохранилища  
Если  $(W_{into} - W_{out}) < 0$ , то  $V_{out} = |W_{into} - W_{out}|$   
Если  $(W_{into} - W_{out}) \geq 0$ , то  $V_{out} = 0$
- Не энергетическая составляющая цены регулирования  $\times$   
 $C_i = (E - E_h) / |W_{into} + V_{out}|$  [\$/м<sup>3</sup>]
- Далее тоже, что и по варианту 1.

Разработанный проект методических указания по эксплуатации комплексных гидроузлов ирригационно-энергетического назначения включают следующие разделы:

- Предназначение рекомендаций.
- Порядок расчета распределения затрат.
- Примеры расчета для водохранилищных гидроузлов бассейна Сырдарьи.

Согласно рекомендациям, годовые затраты  $C$  (млн.\$) на регулирование стока комплексным гидроузлом ирригационно-энергетического назначения распределяются между ирригацией и гидроэнергетикой (между одним и другим государством или группами государств) следующим образом:

$$C_{эн} = C * P_{эн} / 100 \quad (1)$$

$$C_{ир} = C * P_{ир} / 100 \quad (2)$$

где:  $P_{ир}$ ,  $P_{эн}$  - процентное распределение затрат между потребителями - ирригацией и энергетикой (%).

Для того, чтобы определить значения  $P_{ир}$ ,  $P_{эн}$  необходимо иметь:

- Режим работы гидроузла (приток, наполнение, сработка, динамика уровней воды в водохранилище),
- Требования к попускам воды из водохранилища и уровням воды в водохранилище со стороны потребителей (ирригация, энергетика),
- Эксплуатационные затраты на гидроузле.

Порядок расчета следующий:

- Попуск воды из водохранилища распределяется по составляющим – для энергетических, ирригационных требований и совместного использования,
- Определяется стоимость воды, которая сбрасывается из водохранилища и формируется за счет текущих эксплуатационных затрат на гидроузле (условное название - цена регулирования) и затрат предыдущих лет (многолетняя составляющая цены),
- Определяется процентное распределение затрат между потребителями - ирригацией и энергетикой,
- По зависимостям (1, 2) эксплуатационные затраты распределяются между потребителями.

По оценке НИЦ МКВК цена регулирования стока Токтогульским гидроузлом может изменяться от 0.003 \$/м<sup>3</sup> (без учета “упущенной выгоды”) до 0.014 \$/м<sup>3</sup> (с учетом).

Данные рекомендации (после рассмотрения и согласования на межгосударственном и межотраслевом уровнях) могут быть использованы организациями Министерства сельского и водного хозяйства Республики Узбекистан, БВО «Сырдарья» и другими министерствами и ведомствами государств Центральной Азии, участвующими в управлении водными и энергетическими ресурсами, разрабатывающими основы межгосударственных отношений в сфере эксплуатации комплексных гидроузлов при совместном использовании трансграничного стока.

## Выводы

Один из характерных примеров комплексного управления – управление Нарын-Сырдарьинским каскадом. Фиксирование эксплуатационного режима Токтогульского гидроузла (скажем на 5-летний период) – не решение проблемы. Важно поставить вопрос о необходимости создания *экономического механизма* взаиморасчетов между государствами при эксплуатации комплексного гидроузла, учитывающего интересы каждой стороны (а не только заинтересованность Кыргызстана в оказании услуг по регулированию стока). Здесь могут быть обсуждены принципы долевого распределения эксплуатационных затрат Токтогульского гидроузла, а также необходимость создания Консорциума (отказ от бартерного обмена водно-энергетических ресурсов, оперативность компенсационных поставок, страхование и др.)

На примере данного бассейна разработан проект методических указаний по распределению затрат при эксплуатации комплексных гидроузлов межгосударственного использования.

Мы говорим именно о “Проекте”, поскольку остаются открытыми ряд вопросов, по которым ведутся дискуссии.

Вот некоторые из них:

Что должно приниматься за основу при оценке объемов компенсационных топливно-энергетических поставок Кыргызстану - избыток летней электроэнергии, нехватка зимней электроэнергии, объем продаваемой электроэнергии (как договорятся)?

Правомерно ли вводить цену регулирования и определять ее, учитывая не только эксплуатационные издержки на гидроузле, но и “упущенную энергетическую выгоду” при переходе Токтогульского гидроузла на ирригационный режим?

За какой объем должны платить Кыргызстану соседние государства (при вводе цены за регулирование) - за часть зарегулированного стока, ирригационных попусков выше энергетических требований (для среднего года  $\approx 2,5 \text{ км}^3$ ), только за попуски, превышающие бытовой (естественный) сток?

## РАЗДЕЛ II. РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ АДАПТАЦИИ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ К РЕФОРМАМ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

### 2.1. РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АССОЦИАЦИЙ ВОДОПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ОПЫТА РЕФОРМ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ ГОСУДАРСТВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ С УЧЕТОМ СПЕЦИФИКИ НАЦИОНАЛЬНЫХ ПОДХОДОВ И ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ

Пинхасов М.А.

Проводимая в сельском хозяйстве стран Центральной Азии аграрная реформа вызвала структурную перестройку организации и управления внутриводопользовательской гидромелиоративной сети. Ее необходимость была вызвана тем, что в сельском хозяйстве стран ЦА традиционно крупные хозяйства (колхозы и совхозы) распались на ряд новых мелких хозяйствующих субъектов. И если крупные хозяйства имели свои сложившиеся структуры к эксплуатации внутриводопользовательской сети, то фермерские и дехканские хозяйства столкнулись с проблемами водораспределения, ремонта, поддержания своих ирригационно-мелиоративных систем, финансов и права. Наиболее жизнеспособной формой организации внутриводопользовательского водопользования оказалась ассоциация водопользователей (АВП).

В настоящее время опыт организации АВП имеется в ряде стран Центральной Азии, включая и Узбекистан.

При разработке критериев устойчивой работы АВП были установлены общие факторы устойчивой работы АВП. К ним следует отнести:

- Наличие правовой базы по созданию и функционированию АВП;
- Превышение доходной части бюджета АВП над расходной частью или их равенство;
- Наличие производственной базы АВП;
- Участие в работе АВП профессиональных кадров гидротехников, мелиораторов, экономистов;
- Установка средств водоучета на внутриводопользовательской сети для каждого водопотребителя – члена АВП;
- Организация устойчивой оперативной работы между водохозяйственной организацией и АВП;
- Объективно установленный тариф, утвержденный общим собранием членов АВП;
- Наличие оптимальной организационной структуры АВП;
- Наличие стимулов для работников АВП за выполнение ими показателей:
  - водообеспечения;
  - равномерного распределения между водопользователями;
  - обеспечения благоприятного мелиоративного фонда;
  - повышения урожайности сельхозкультур;

- Внешняя помощь (Минсельводхозов и их структур, местной администрации) и привлечение местных ресурсов для обеспечения нормативно-методической документации, финансовыми и техническими средствами, обучением кадров АВП и водопользователей.

Вопрос, касающийся экономических условий хозяйств – водопользователей и их возможности в содержании и поддержании деятельности АВП на внутрихозяйственном уровне рассмотрен на примере хозяйств- водопользователей Ферганской и Хорезмской областей Узбекистана и Каракалпакстана, хозяйства «Бобо Хамдамова» в Джаббар-Расулевском районе Согдийской области Таджикистана и фермерских хозяйств Карасуйского района Ошской области Кыргызстана.

Предварительный анализ технико-экономических показателей рассматриваемых хозяйств – представителей трех стран (табл.) показывает, что ни в одном хозяйстве нет реальной балансовой стоимости основных оросительно-мелиоративных фондов, которые в основном определяют нормативный объем ремонтно-восстановительных работ. Произведенные эксплуатационные затраты на внутрихозяйственной сети, включающие ремонтно-восстановительные работы, колеблются по странам от 1,42 до 8,9 \$/га, что значительно ниже потребных. Полученный высокий результат в среднем по пяти АВП Каракалпакстана включает в себя фактор машинного водоподъема, где значительный удельный вес приходится на энергетическую составляющую.

Для определения необходимых затрат ремонтно-восстановительных работ необходимо привести в соответствие реальную балансовую стоимость внутрихозяйственной оросительной мелиоративной сети. Действующие нормативы на проведение ремонтов – капитальных и текущих исходят прежде всего из балансовой стоимости основных фондов. Поэтому необходимо ускорить проведение переоценки имеющихся основных фондов хозяйства, включая стоимость ирригационно-мелиоративных фондов.

Другим неперенным условием для проведения ремонтно-восстановительных работ является прибыльность хозяйств – членов АВП или потенциальных членов АВП. Из данных в приведенной таблице видно, что по приведенным хозяйствам разных стран прибыль составляет от 3,1 до 235,9 \$/га, что свидетельствует об имеющихся резервах, связанных с продуктивностью вводно-мелиоративного фактора и проблем ценообразования в аграрном секторе экономики представленных стран. Функционирование АВП, основная производственная программа которой предусматривает поддержание и эксплуатацию внутрихозяйственной ирригационно-мелиоративной системы и создание благоприятного водно-мелиоративного фактора, позволит производить необходимый объем ремонтно-восстановительных работ.

Выполнение обобщение опыта работы ассоциаций сельскохозяйственных водопользователей. Нами даются рекомендации по правовым и экономическим мерам, необходимым для их функционирования на примере создания и функционирования АВП в Казахстане, Кыргызстане и в Узбекистане.

Республика Казахстан одна из первых в Центрально-Азиатском регионе приступила к рыночным отношениям в сельском и водном хозяйстве. В республике появление массы фермерских хозяйств и платное водопользование вызвали ряд проблем в организации водопользования, т.е. в организации водораспределения, водоучета, оплаты водохозяйственных услуг, технического обслуживания внутрихозяйственной ГМС. Все это подтолкнуло фермерские хозяйства на создание АВП, которые начали решать возникшие проблемы.

Таблица

## Удельные на 1 га технико-экономические показатели хозяйств Ферганской долины в 2001 году

№№ п.п.	Наименование показателей	Ед. изм.	Представительные объекты				
			Узбекистан			Таджикистан	Кыргызстан
			Х-во «Навои» Кувинского р-на Ферганской обл.	Средние по 5 <sup>ти</sup> АВП Хорезмской обл	Средние по 5 <sup>ти</sup> АВП республики Каракалпакстан	Х-во «Б. Хамдам» Дж.Расулевского р-на Согдийской обл.	АВП «Жапалак» Карасуйского р-на Ошской обл.
1	Водоподача:						
	план	тыс.м <sup>3</sup> /га	8,94			14,30	7,60
	факт	тыс.м <sup>3</sup> /га	6,63	9,8	14,0	6,90	4,20
2	Протяженность оросительной сети	пм/га	37,5	74,6	57,7	81,0	27,1
3	Протяженность КДС	пм/га	23,8	36,9	45,9	-	2,0
4	Балансовая стоимость внутрихозяйственных ирригационно-мелиоративных фондов	\$/га	38,4	2,1	2,6	1,42	2,38
5	Эксплуатационные затраты внутрихозяйственной ирригационно-мелиоративной сети	\$/га	7,9	6,0	8,9	2,02	1,42
6	Стоимость валовой продукции растениеводства	\$/га	377	н/д	н/д	77,6	453,6
7	Прибыль хозяйств от растениеводства	\$/га	3,1	н/д	н/д	42	235,9

АВП в Джетысайском районе Чимкентской области начали функционировать с 1997 года. Инициатором ее организации стали представители районной администрации (акимияты) и управление водохозяйственных систем, которые располагали проектами учредительного договора по созданию АВП и ее Устава.

АВП создавались вокруг ирригационных каналов, обслуживающих несколько хозяйств. Площадь, обслуживаемая отдельными АВП, различна и зависит от площади массива орошения и расхода оросителя с самостоятельным водовыделом. Основной задачей для АВП были определены по организации водораспределения между фермерами, сбору взносов за водохозяйственные услуги и расчеты по водоподаче с управлениями водохозяйственных систем.

В Казахстане организовано 317 АВП (по состоянию на 1.01.01 г.) с размером от 400 до 3820 га. Все они распространяют свое влияние на внутривладельческую оросительную и коллекторно-дренажную сети. В большей части созданных АВП не имеется необходимого оборудования, техники и механизмов для выполнения ими задач по эксплуатации и поддержанию ГМС.

Другая проблема – слабое техническое оснащение оросительных систем водомерными устройствами. В лучшем случае расход воды замеряется в точках водовыдела второго порядка, а распределение воды между фермерами производится «на глазок».

Существенным недостатком современного ведения орошаемого сельского хозяйства является наличие значительного количества мелких наделов крестьянского хозяйства, где земельный пай составляет от 0,3 до 1,2 га. Между тем, традиционно поливное земледелие строилось на полях с площадью 100 – 400 га, при котором можно наиболее эффективно использовать технику, организовано проводить агротехнические мероприятия и, как показал опыт, получить наилучшие показатели экономической эффективности сельхозпроизводства.

В Кыргызстане АВП создаются по территориальному принципу, т.е. вновь организованные хозяйства объединяются в ассоциации в пределах бывших совхозов и колхозов.

АВП учреждаются как некоммерческая организация, которая призвана содержать и эксплуатировать внутривладельческую сеть, осуществлять отвод дренажных вод и обеспечить оросительной водой владельцев и пользователей земель. В своей деятельности АВП не подчиняется правительственным структурам, но руководствуется действующими Законами и нормативно-правовыми актами Республики и Уставом. В частности, при организации и функционировании АВП водопользователи руководствуются Законом Кыргызской Республики об объединениях (ассоциациях) водопользователей и постановлением Правительства от 13 августа 1997 г., утвердившим «Положение об ассоциациях водопользователей в сельской местности».

Анализ технико-экономических показателей работы АВП в Ошской, Джалалабадской и Бабкентской областях показывает, что большая часть ремонтно-восстановительных работ на внутривладельческой сети проводится в основном с привлечением самих водопользователей. Это делается, во-первых, из-за слабого экономического положения самих водопользователей, рассчитывающихся с АВП преимущественно своей сельхозпродукцией, и, во-вторых, почти полным отсутствием специальной техники и оборудования для производства ремонтных работ в самих АВП.

Штат АВП малочисленный, нуждается в пополнении квалифицированными специалистами. Производимые затраты на содержание и поддержание внутривладельческой сети, штата АВП низкие, они колеблются от 0,74 до 5,6 \$/га.

Во всех АВП нет реальной оценки стоимости ирригационных фондов, которая в постсоветский период из-за изменений обстановки с ценами их размер сильно искажен

в сторону уменьшения и не дает возможность реально обосновать стоимость необходимых ремонтно-восстановительных работ, провести объективный экономический анализ деятельности АВП.

В Уставах АВП не предусмотрены критерии ее деятельности и условия, по которым можно было бы поощрить ее работников или предусмотреть санкции за срыв или выполнение объемов услуг не в полном объеме.

Положительным условием функционирования АВП в Кыргызстане следует считать организацию и функционирование при облводхозах и райводхозах отделов поддержки АВП, которые разрабатывают программу укрепления АВП, оказывают помощь в организации обучения персонала АВП и фермеров, современным методам водосбережения и водообеспечения, оказание технической и нормативно-методической помощи.

Для привлечения в АВП хозяйств-водопользователей необходимо провести большую разъяснительную работу среди водопользователей, показав преимущества и выгоды, которые могут получить хозяйства-водопользователи в условиях ее организации и функционирования.

Экономическая нестабильность хозяйств-водопользователей создает сложности в становлении АВП. Этим объясняется ограниченный характер ремонтно-восстановительных работ, временный отказ от реконструкции внутрихозяйственной ГМС. Это же обстоятельство не позволяет создать хорошо оснащенную техникой и оборудованием производственной базы АВП.

Во многих хозяйствах внутрихозяйственная ГМС нуждается в реконструкции и проведении мероприятий по ремонту, очистке, замене отдельных узлов системы, насосных агрегатов и т.д. Не проводятся мероприятия по очистке, ремонту на дренажных системах, включая СВД. В Уставе, Положениях и в Законе об АВП в Кыргызстане весьма слабо освещены вопросы, связанные с оказанием мелиоративных услуг АВП членам АВП.

В Узбекистане с 1999 года стали создаваться АВП по территориальному признаку в Каракалпакстане, Хорезмской и Сырдарьинской областях, где они создавались по мере формирования фермерских, дехканских хозяйств.

Общая орошаемая площадь, на которой созданы АВП в республике (по состоянию на 1.01.2001 г.), составляет свыше 25 тыс.га. В частности, в Хорезмской области АВП объединяют 8386 единиц фермерских и дехканских хозяйств с общей площадью 9818 га, причем средняя площадь одного фермерского хозяйства составляет 15,2 га, а дехканского - 0,19 га. Из 9818 га орошаемых земель 5120 га, или 54 % орошаются с помощью машинного орошения, обеспечиваемого АВП.

Анализ работы АВП в Хорезмской области и Каракалпакстана позволяет сделать следующие выводы:

- Хотя в АВП имеются определенная техника и механизмы, однако в них отсутствуют специализированные производственные звенья со всеми необходимыми техникой, оборудованием, специализированными передвижными механизмами и т.д. С помощью имеющейся техники производятся в основном работы по очистке внутрихозяйственной сети.
- Основным источником формирования основных фондов АВП являются, с одной стороны, переданная на балансы АВП оросительные и дренажные системы, с другой - техника при расформировании обанкротившихся хозяйств и образовании фермерских хозяйств. Кроме перечисленных источников, источником формирования фондов АВП явились небольшие единовременные взносы членов АВП, необходимые на приобретение материально-технических ресурсов.

- Твердый механизм взаиморасчетов между АВП и членами АВП с определением периодичности взаиморасчетов и видов оплаты не установлен. Из-за слабого экономического потенциала членов АВП возможны перебои с текущими взносами АВП.
- Хотя водозабор АВП фиксируется гидропостами, распределение же воды между членами АВП из-за отсутствия водомерных устройств производится “на глазок”. Это иногда приводит к конфликтной ситуации между АВП и членами АВП, порождает недоверие к действиям работников АВП.
- Между водохозяйственными организациями, хокимиятами и АВП существует определенная, в основном, оперативная связь, связанная с вододелением. АВП имеет право принимать участие в водохозяйственных организациях, отстаивает права своих членов, принимает участие в разборе конфликтных ситуаций между водохозяйственной организацией, АВП и водопользователем.
- Переуступка части лимита другому хозяйству или вознаграждение за экономное использование водных ресурсов не допускается, поскольку эти условия не предусматриваются в “Законе о воде и водопользовании”.
- В Уставе АВП или иных документах не установлены критерии мелиоративных услуг, оказываемых АВП своим членам. В мероприятиях по мелиоративным услугам предусматривается только объем очистки коллекторно-дренажной сети.
- Перед водопользователями стоят следующие проблемные вопросы: водообеспеченность, подача воды в режиме, улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель. Решение этих вопросов частично увязывается с работоспособностью оросительных каналов, коллекторно-дренажной сетью. Между тем, ряд оросительных каналов и коллекторно-дренажной сети не соответствуют своим проектным параметрам, заилены. А водоподача зачастую осуществляется не в режиме, предусмотренном планом водопользования.
- Пока АВП не имеет опыта решения конфликтных ситуаций, связанных с водораспределением. В 2000 году было жесточайшее маловодье, которым объяснялась нехватка воды. Конечно, есть проблема в равномерном распределении воды с учетом специфики структуры орошаемых посевов, мелиоративного состояния орошаемых земель хозяйств-водопользователей членов АВП.
- При наличии различных природных условий: земель с самотечным и машинным орошением, различных земель по мелиоративному состоянию, требующих необходимых усилий по оказанию услуг АВП, тарифы услуг АВП не дифференцированы по хозяйствам-членам АВП.
- За нарушение правил водопользования (забор воды непосредственно из каналов в не предусмотренном месте, установление различных “перемычек” и т.д., перебор воды против установленного лимита) и разрушение части оросительной и коллекторно-дренажной сети и т.д. на водопользователей налагается штраф органами “Инспекции водонадзора” с взысканием необходимой суммы для восстановления сети.
- Не определена конкретная государственная поддержка АВП ни в объеме, ни в направлениях. Поэтому АВП не знают когда, в каких размерах и на какие виды мероприятий государство собирается оказывать поддержку.

Разработаны рекомендации для осуществления благоприятного законодательства в орошаемом земледелии Узбекистана, Кыргызстана и Таджикистана.

Система взаимоотношений между АВП и водохозяйственными организациями основывается прежде всего на основе заключаемых договоров между ними. Эти договора по странам разнятся условиями существования или отсутствия платного водопользования. Если имеется платное водопользование, то АВП обязуется собрать и передать средства с водопользователей за предоставленные водохозяйственные услуги

водохозяйственной организацией. Кроме этого, водохозяйственные организации (облсельводхозы, райсельводхозы) оказывают АВП помощь в обеспечении их методической документацией, финансовыми и техническими средствами, помогают АВП в обучении их кадров управлять водными ресурсами на своем уровне.

Весьма важным вопросом при организации и функционировании АВП является определение роли включаемых оросителей в АВП – межхозяйственной или хозяйственной. Если тот или иной ороситель, включенный в АВП, выполнял роль межхозяйственного канала, то возникает ряд вопросов, которые необходимо решить, а именно: на каких условиях эти оросители передаются АВП? Кроме подобных оросителей, в орбиту АВП включаются водохозяйственные объекты, которые в настоящее время находятся на балансе райсельводхозов и соответственно ими финансируются затраты по их поддержанию и эксплуатации. Так, при организации АВП в Кувинском районе Ферганской области в состав проектируемой АВП включаются межхозяйственные каналы «Акбарбад-2» и «РП-1», а также скважины вертикального дренажа и система закрытого горизонтального дренажа, находящиеся на балансе Кувинского райсельводхоза, и соответственно им финансируется их поддержание и эксплуатация. Спрашивается, на каких условиях эти объекты должны передаваться АВП?

Нам представляется, что можно решить эти вопросы по двум вариантам.

Первый вариант. Временно, в течение пяти лет со дня организации АВП, времени достаточного для укрепления экономических позиций водопользователей (в основном за счет вводно-мелиоративных факторов, которые должны обеспечить АВП) указанные водохозяйственные объекты передаются АВП на договорной основе на временное пользование с ежегодным перечислением средств на поддержание и эксплуатацию этих объектов. Передача водохозяйственных объектов на временную и постоянную эксплуатацию предусматривается в законодательстве как Республики Узбекистан (ст. 31 Закона «О воде и водопользовании»), так и Республики Таджикистан (ст. 10 Водного Кодекса).

Второй вариант. Государственная водохозяйственная организация становится одним из учредителей АВП. Ее вкладом становятся водохозяйственные объекты передаваемые АВП. Более того, водохозяйственная организация как учредитель обязуется финансировать поддержание и эксплуатацию переданных АВП объектов в пределах нормативных потребностей.

Надо учесть, что в любом варианте государственная водохозяйственная организация не вправе рассчитывать на получение дивидендов, поскольку АВП по своему статусу некоммерческая организация. Если в первом варианте АВП полностью является органом только водопользователей, то во втором варианте имеется присутствие государственной водохозяйственной организации, действие которой будет ограничено в управлении АВП, поскольку она (водохозяйственная организация) будет иметь ограниченное место в Правлении АВП. Но вместе с тем это будет совместное управление АВП, т.е. государственной водохозяйственной организации и водопользователей. Право выбора одного из вариантов можно оставить за водопользователями (решение общего учредительного собрания АВП) и решающих ключевых лиц структуры Минсельводхозов (Минводхозов).

## 2.2. РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ НА БАЗЕ ГИДРОГРАФИЧЕСКОГО БАССЕЙНОВОГО ПРИНЦИПА

Белоцерковский К.И.

Организация управления водными ресурсами в странах Центрально-Азиатского региона сложилась в постсоветское время и по своим формам она практически не претерпела существенных изменений. В то же время, в отдельных странах региона, под влиянием рыночных реформ, идет процесс изменения отдельных функций организационных структур, а также характера взаимоотношений, как между ними, так и между ними и водопользователями.

Основными недостатками сложившейся системы управления водными ресурсами на современном этапе являются: ослабление централизованного руководства водохозяйственным комплексом; сохранившаяся система госбюджетного финансирования водохозяйственного комплекса и резкое сокращение его объемов; сохранение и даже увеличение роли местных органов власти в распределении и использовании водных ресурсов; сохранившаяся система взаимоотношений водохозяйственных структур с новыми формами организации фермерских и кооперативных хозяйств, ассоциаций водопользователей, не соответствующая требованиям проводимой реформы в сельхозпроизводстве.

Возникла настоятельная потребность в осуществлении реформ в управлении водными ресурсами, которые позволят в рыночных условиях адаптировать его к реформирующемуся орошаемому земледелию.

Реорганизация управления водными ресурсами, с учетом мирового, должна основываться на использовании гидрографического бассейнового принципа, т.е. создании суббассейновых водохозяйственных систем, образуемых организационно на территории гидрографического суббассейна, с учетом площади водосбора и управления ирригационной системой, на базе существующих структурных подразделений водного хозяйства.

Разработка предложений и рекомендаций проведена на примере водохозяйственных эксплуатационных подразделений Ферганской долины в целом и пилотных систем.

Были проведены следующие предварительные исследования:

- произведено обобщение мирового и отечественного опыта организации управления водными ресурсами на базе гидрографического бассейнового принципа;
- выработаны общие подходы к реструктуризации управления водными ресурсами на новой основе;
- произведено изучение и дана оценка существующих форм организации и технологии управления водными ресурсами, на примере систем Ферганской долины.

В результате проведенных предварительных исследований кратко излагаются принципиальные основные подходы, принятые при разработке предложений по совершенствованию управления водными ресурсами на основе гидрографического принципа на пилотных системах Ферганской долины.

Имея в виду, что переход пилотных систем должен рассматриваться в контексте перспективного перевода на гидрографический принцип Ферганской долины в целом, в

первой части настоящих основных предложений рассмотрены вопросы перехода на указанный принцип долины в целом, во второй части – пилотных систем.

Необходимость перехода к управлению водными ресурсами в Ферганской долине, основанному на гидрографическом принципе, настоятельно вызывается катастрофически нарастающим дефицитом водных ресурсов и одновременно достаточно низким уровнем эффективности их использования.

Немаловажным фактором, требующим перехода в долине к гидрографическому принципу, является и тот факт, что в пределах Ферганской долины территориально расположены орошаемые земли 3-х государств ЦАР: Кыргызстана, Таджикистана и Узбекистана.

Основными источниками водных ресурсов долины являются крупные трансграничные реки (Нарын, Карадарья и Сырдарья), находящиеся в ведении БВО «Сырдарья» и формирующие до 70% водных ресурсов поступающих в долину, остальные трансграничные реки (саи) в количестве более 36 и местные источники формируют до 30% подачи воды в долину.

Немаловажным фактором является и то, что формирование крупных трансграничных рек, равно как и горных рек (саев) происходит на территории Республики Кыргызстан, что вызывает необходимость осуществления межгосударственных соглашений по вододелению в целом по государствам и, в т.ч. по Ферганской долине.

Межгосударственными и межобластными каналами являются и основные магистральные каналы, проходящие по территории Ферганской долины:

- Большой Ферганский канал (БФК) подает воду на орошаемые земли Ферганской, Наманганской и Андижанской областей Узбекистана и Согдийскую область Таджикистана;
- Большой Андижанский канал (БАК) обеспечивает подачу воды на территорию Ферганской, Андижанской и Наманганской областей Узбекистана;
- Южный Ферганский канал (ЮФК) обеспечивает орошаемые земли Ферганской и Андижанской областей Узбекистана и один район Кыргызстана;
- Северный Ферганский канал (СФК) подает воду на орошаемые земли Наманганской области Узбекистана и Согдийской области Таджикистана;
- Большой Наманганский канал (БНК) обеспечивает подачу воды на орошаемые земли Наманганской области Узбекистана и Жалал-Абадской области Кыргызстана.

Для справки:

- Общий годовой объем водозабора на территорию Ферганской долины (на уровне 2000 г.) в объеме 14 566 млн. м<sup>3</sup> распределился по государствам в пропорции: Узбекистан – 69,7 %, Кыргызстан – 18,4 % и Таджикистан – 11,8 %.
- Общая орошаемая площадь (1375,9 тыс. га) аналогично распределилась в пропорции: Узбекистан – 66,2 %, Кыргызстан – 24 % и Таджикистан – 9,8 %.

Приведенная выше краткая характеристика водохозяйственной обстановки в Ферганской долине свидетельствует о наличии значительных проблем, связанных с управлением водными ресурсами долины, до настоящего времени основанном на административно-территориальном принципе.

Такова в целом, водохозяйственная ситуация, которая положена и учитывается при разработке предложений перехода Ферганской долины и пилотных систем, включая и коренную реструктуризацию иерархического построения водохозяйственных структур, основанных на гидрографическом принципе.

Необходимость понимания того, что переход на гидрографический принцип в Ферганской долине является новым подходом в управлении водой, требующим сбалан-

сирования человеческих, отраслевых, экологических и др. факторов, в первую очередь должны быть преодолены существующие препятствия, сдерживающие указанный переход:

- национальные и административные границы и ограничения;
- отраслевая замкнутость;
- разрыв в уровнях иерархии управления;
- отсутствие взаимозаинтересованности водопотребителей, общества, с одной стороны, и органов, управляющих водой, с другой стороны; невозможность открытого обсуждения ими интересующих обе стороны вопросов;
- отсутствие заинтересованности всех участников (и руководителей) водной иерархии в конечной продуктивности водных ресурсов.

В то же время при этом необходимо учитывать приоритеты государств и отдельных регионов в решении как их насущных, так и долговременных социально-экономических и природоохранных задач и целей и особенно нужды природы и экологические требования.

С этих позиций переход к гидрографическому принципу предусматривает отход от прежнего жесткого административного управления водными ресурсами, распределенного между уровнями административной иерархии и разными секторами, в котором главным критерием являлось подчинение деятельности водного хозяйства определенным эгоистическим секторным, местным, сиюминутным интересам, в которых рациональное использование водных ресурсов или игнорируется или отодвигается на второй план. В новых условиях его необходимо заменить намного более эффективным комплексным, целостным подходом, основанным на тесном партнерстве, поддерживаемым жесткой ответственностью друг перед другом всех участников использования, управления, охраны и развития водных ресурсов, основными критериями которых является равномерность водораспределения, повышение продуктивности воды, максимальное снижение непродуктивных потерь и получение максимума конечной продуктивности на единицу воды, определяемой на всех уровнях иерархии водозаборов из источников.

Разработка и внедрение гидрографического принципа в практику Ферганской долины в целом и пилотных систем, требует вовлечения определенных политических сил, местного (областного и районного) руководства, неправительственных организаций для выработки в первую очередь понимания, а затем и определенных решений по плану действий, позволяющих постепенно перейти на новую систему управления. Эта деятельность должна сопровождаться детальным анализом ситуации, доведения ее на понятных примерах и сопоставлениях до решающих лиц, как непосредственно, так и через руководителей водохозяйственных органов и через систему общественного мнения. Настоящая работа должна включать представление:

- необходимости перехода к гидрографическому принципу; выгоды и целесообразность этого перехода, как организация партнерства общества на пути к рациональному использованию воды и других природных ресурсов;
- наличия препятствий и выработка необходимых мер по их устранению в области существующей водной политики, законодательства, регулирования на региональном, республиканском и местном уровне;
- необходимость организационной перестройки и создания условий на всех уровнях по успешному ее осуществлению;
- понимание превращения процесса «принятия решений» в общую совместную деятельность всех участников и заинтересованных лиц путем так называемого «процесса участия» и вовлечения различных слоев водопользователей на бассейновом, суббассейновом, системном и общественном уровне;

- создание условий открытости и доступности для всех водопользователей;
- создание базы и потенциала для улучшения обслуживания водопользователей;
- создание финансовой и экономической основы этого перехода с привлечением не только государства, но общественных и частных средств.

Основными гидрографическими уровнями Ферганской долины должны стать:

а) Региональный уровень:

- Бассейновый (Р. Нарын, Карадарья, Сырдарья), находящийся в ведении БВО «Сырдарья».
- Водораспределение на этом уровне осуществляется решениями МКВК;
- Бассейны малых горных рек (саев), практически находящихся в ведении водохозяйственных органов Кыргызстана.  
Водораспределение по указанным рекам осуществляется двухсторонними межгосударственными соглашениями.
- Суббассейны крупных трансграничных магистральных каналов, организованные по гидрографическому принципу

б) Национальный уровень:

- Суббассейны крупных межобластных и областных магистральных каналов, основанных на гидрографическом принципе;
- Управления отдельными каналами (системные управления, Управления межрайонных каналов), являющиеся гидрографической единицей.

В общей системе управления национальными водными ресурсами имеют место негосударственные организации – АВП, ширкаты и др. водопользователи.

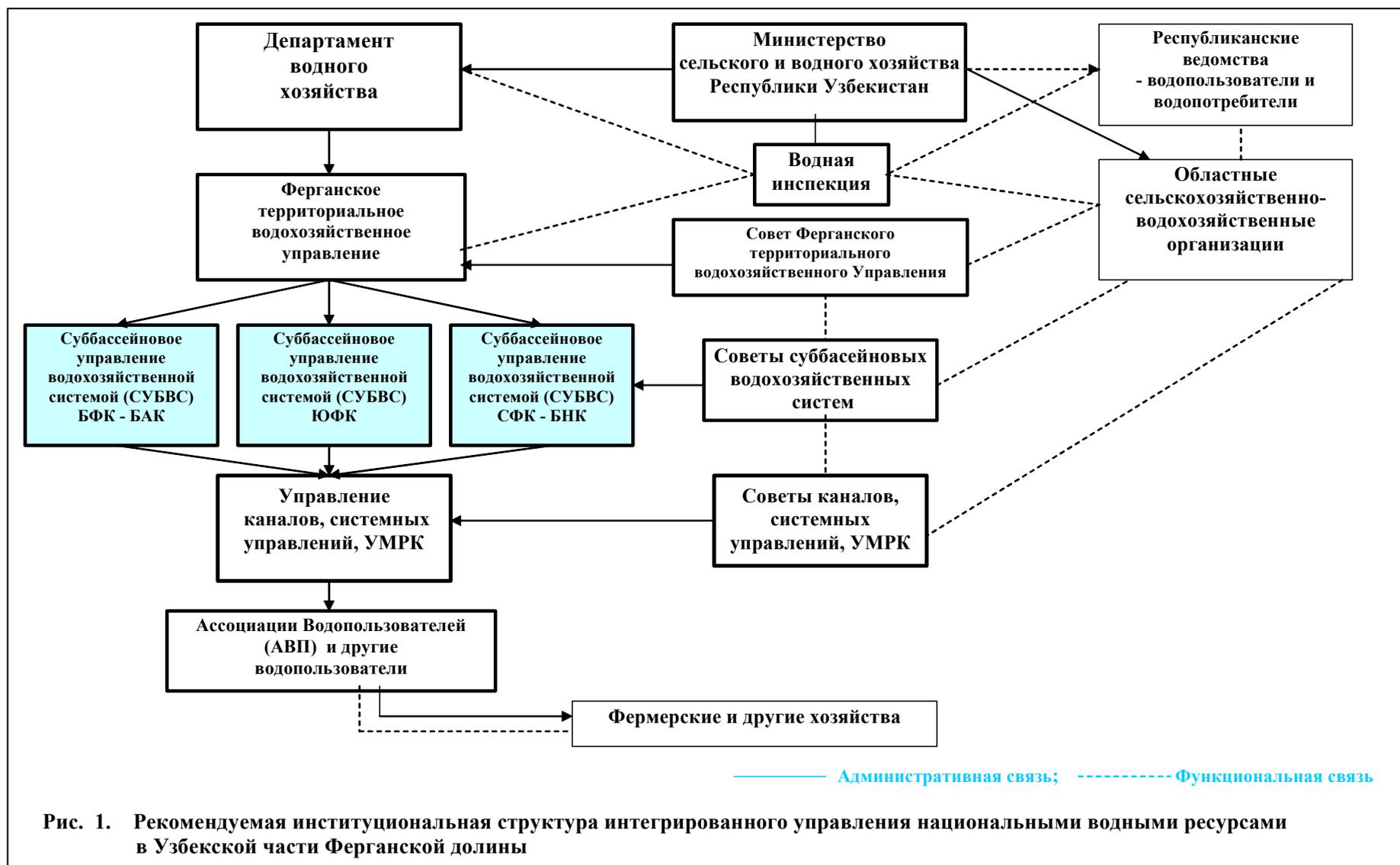
Этот вопрос нами не рассматривается, т.к. их водохозяйственная инфраструктура является их собственностью, а затраты производятся за их счет, при возможной поддержке государства.

С целью достижения демократического принципа в новой системе управления водными ресурсами на всех иерархических уровнях водохозяйственных структур создаются общественные комитеты (советы), в состав которых включаются представители, как водопользователей различных категорий, так и других сторон, заинтересованных в равномерном распределении, использовании и повышении продуктивности водных ресурсов. Состав комитета (совета) определяется для каждого иерархического уровня с учетом специфических особенностей. Количественный и качественный состав определяется конкретно для каждого уровня иерархии.

Учитывая вышеизложенное, на примере Узбекистана (рис.) предлагается следующая схема организационных структур ИУВР на национальном уровне: Ферганское территориальное водохозяйственное управление (ФТВУ) – Управление суббассейновых водохозяйственных систем (УСБВС) – Управление ирригационных систем (УИС).

В качестве суббассейновых систем, основанных на гидрографических принципах, предлагается:

- суббассейн БФК – БАК;
- суббассейн ЮФК;
- суббассейн СФК – БНК.



Структурными подразделениями УСБВС, в пределах указанных суббассейнов, являются Управления ирригационных систем (УИС), в качестве которых могут выступать, как Управления отдельных пилотных каналов, так и Управления межрайонных каналов, формируемые также по гидрографическому принципу.

Если в состав УСБВС по технологическим особенностям необходимо включение объектов, являющихся собственностью другого государства, то в этом случае либо объект передается временно в состав УСБВС, либо он остается в ведении другого государства, но его функционирование определяется особым межгосударственным соглашением, в котором устанавливается порядок взаимоотношений, степень участия, мера ответственности, с учетом законов, действующих на территории государств.

Основной водозабор УСБВС может осуществляться из трансграничных, национальных и др. водных источников.

В этих условиях возникает необходимость установления узаконенного и согласованного порядка взаимоотношений между УСБВС и БВО, УСБВС и национальных водохозяйственных ведомств, в первую очередь, по вопросам подачи и приема воды из водных источников.

Основой таких взаимоотношений может стать либо система договоров между ними, регламентирующая порядок выполнения взаимных обязательств по объемам воды, забираемой из водных источников, либо передача УСБВС части объектов во временную эксплуатацию.

Создание УСБВС, как единого водохозяйственного органа на территории одной и более административных областей и десятков административных районов, коренным образом изменяет их взаимоотношения с местными (областными и районными) органами исполнительной власти.

Новая организационная структура управления водными ресурсами, основанная на гидрографическом принципе, как бы выводит вопросы водораспределения из юрисдикции местных органов власти. Между тем по существующему в республиках водному законодательству местные органы власти имеют право участвовать в распределении и использовании воды.

В качестве альтернативного варианта может быть предложена организация отдела (сектора) водного хозяйства при исполнительных комитетах, с приданием им ограниченного числа функций.

Как было отмечено выше, низовой иерархической структурой водохозяйственного комплекса в Ферганской долине являются пилотные системы – Управления отдельными каналами (системные управления; управления межрайонных каналов), построение которых соответствует гидрографическому принципу.

В рамках настоящей работы, в качестве пилотного объекта для эксперимента по переходу к управлению, основанному на гидрографическом принципе, определен Южно-Ферганский канал.

Для удобства восприятия в дальнейшем используется единая аббревиатура УИС (Управление ирригационной системой). Организационно УИС формируются на базе существующих водохозяйственных структур, в пределах подкомандных орошаемых площадей.

Базовой основой УИС являются магистральные и крупные распределительные каналы, соответствующие гидрографическому принципу.

Управление каналом (УИС) осуществляется по двум основным направлениям:

- Организационная деятельность является функцией Совета УИС, имеющего полномочия управления, состоящего из представителей всех заинтересованных в исполь-

зовании водных ресурсов сторон. Председатель Совета выбирается демократическим путем.

Совет разрабатывает краткосрочные и долгосрочные планы, осуществляет контроль и корректировку всей деятельности УИС, включая вопросы организационного построения внутренних структур; утверждает смету, бюджет и долевые взносы учредителей.

Естественно, что в зависимости от параметров и специфических особенностей конкретного УИС (канала) соотношение представителей в составе Совета может изменяться.

Однако обязательным условием определения состава Совета является присутствие, наряду с водохозяйственниками, представителей АВП и др. водопользователей; органов исполнительной местной власти, экологических организаций, представителей общественности – неправительственных организаций и др.

- Техническая деятельность является функцией Исполнительного менеджера (Начальника) УИС и его аппарата, основной задачей которого является техническая эксплуатация канала, его поддержание в рабочем состоянии и реабилитация, в целях создания равномерного и справедливого водораспределения и обеспечения водой всех водопользователей в соответствии с установленными планами (лимитами).

Перспективной задачей формирования управления УИС должна стать передача управления каналами II и III порядка Ассоциациям Водопользователей.

Задача эта должна решаться исходя из реальной обстановки на каждом пилотном канале (УИС).

В правовом отношении, в перспективе, пилотные УИС должны быть преобразованы в автономные организации, учредителями которых являются, водохозяйственные структуры, водопользователи, местные органы власти и другие юридические и физические лица.

Финансовую основу деятельности УИС в этих условиях, составляют взносы учредителей, плата за воду и услуги, определенные государственные субсидии, банковские и др. займы.

Реальные на этот период взаимоотношения между УИС и водопользователями могут быть построены по следующей схеме: водопользователи через АВП взаимодействуют с УИС (или его структурными подразделениями) в части водопотребления, лимитов и сроков водоподачи, а также оказания различных услуг на контрактной (договорной) основе. Функционирование и развитие ирригационных систем внутри АВП обеспечивается самими АВП за их счет.

Имея в виду продолжительность и сложность осуществления необходимых организационных, технических и иных мероприятий, с учетом общегосударственной важности кардинального изменения всей иерархии водохозяйственных структур при их построении по гидрографическому принципу, при необходимости принятия ряда правительственных решений, изменения правового статуса новых водохозяйственных структур, принятия и исполнения ряда дополнительных решений, в полном отчете рассмотрены вопросы поэтапности реорганизации существующих организационных структур всех иерархических уровней.

## **РАЗДЕЛ III. РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ УСТОЙЧИВОСТИ РЕГИОНАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ О ВОДНЫХ И ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСАХ БАССЕЙНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ**

### **3.1. ОБОСНОВАНИЕ УСТОЙЧИВОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ БАЗЫ ДАННЫХ В УВЯЗКЕ С РАЗВИТИЕМ НАЦИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ**

Соколов В.И.

Цель работы - создание условий для объективного анализа состояния и использования водных и земельных ресурсов на основе надежной и достоверной информации в Республике Узбекистан путем развития прежних работ Минсельводхоза в данном направлении в увязке с формами и структурой единой информационной системы Аральского региона.

Устойчивое функционирование любой информационной системы (базы данных) зависит от ряда факторов, среди которых наиболее важными являются:

- Бесперебойная работа компьютерного оборудования.
- Соответствие программного обеспечения (СУБД) объему данных в базе и решаемым задачам.
- Соответствие квалификации персонала задачам сопровождения и развития базы данных.
- Наполнение базы данными и качество их в ней должно соответствовать задачам, которые она призвана решать.

Деятельность в рамках данной темы была направлена на выработку рекомендаций и конкретные шаги по обеспечению вышеуказанных факторов устойчивого функционирования региональной базы данных WARMIS, а также дальнейшего ее развития на национальном уровне. В 2000 и 2001 году была усовершенствована компьютерная база (обновлена техника) и программное обеспечение системы в НИЦ МКВК, а также в национальных филиалах НИЦ МКВК (Алматы, Бишкек, Душанбе). Для нормальной эксплуатации информационной системы и ее устойчивого развития, а также в связи с конвертацией базы данных из MS Access-2 в современную и более удобную систему MS Access-97, возникла необходимость использовать более мощные средства управления базой. Осуществлено внедрение (2001 год) новой системы управления базами с использованием программных средств MS SQL Server. За счет средств проекта IWRM-Fergana закуплена техника для электронной почты (2002 год), которая установлена в Департаменте водного хозяйства министерства и в Облводхозах, что позволяет осуществлять обмен информацией по электронным каналам (e-mail) между:

- базой данных Облводхозов и Департаментом водных ресурсов (Азимов У.)
- базой данных Облводхозов и НИЦ МКВК - базой данных IWRM-Fergana.

Целью дальнейшей работы является создание интегрированной информационной базы данных в Департаменте водных ресурсов Министерства водного и сельского хозяйства Республики Узбекистан. Достижение поставленной цели позволяет создать условия для объективного анализа состояния и использования водных и земельных ресурсов на основе надежной и достоверной информации о водохозяйственном секторе республики в увязке с формами и структурой единой информационной системы Аральского региона.

Этапом практических работ проводимых в данной НИР является создание информационной базы «Интегрированное управление водными ресурсами» в Департаменте водных ресурсов Минсельводхоза Республики Узбекистан, как конечного программного продукта. Проведены работы по усовершенствованию структуры базы данных для Департамента водных ресурсов Минсельводхоза Узбекистана по хранению оперативной (периодической) информации с учетом сложившейся системы классификации и кодирования информации в БД «WARMIS» и базе данных IWRM-Fergana. Следует отметить, что при развитии новых, дополнительных блоков информации (для более низких уровней иерархии управления водными ресурсами), которые отличаются структурой и детализацией данных – это может отразиться негативным образом на устойчивости работы единой системы. Поэтому надежнее не расширять структуру уже имеющейся базы данных, а создать новую базу (или под-базу), которую необходимо состыковать с существующей не с помощью системы кодов, а посредством программных запросов (в среде MS Access-97). Таким образом, было принято решение создать отдельную базу «Интегрированное управление водными ресурсами Ферганской долины» (IWRM-Фергана), сохранив в ней систему кодирования объектов, но массивы данных стыковать с данными базы WARMIS не по этим кодам, а посредством запросов.

Структура базы данных IWRM-Fergana предусматривает хранение и обработку данных по распределению воды через системы магистральных каналов и далее по межрайонным каналам до уровня хозяйств, а также по использованию воды в хозяйствах с агрегированием по районам и областям.

Осуществлен сбор информации за период 1998-2002 годов и наполнение базы данных IWRM-Fergana в электронном виде, согласованном НИЦ МКВК со специалистами облводхозов и Департамента водных ресурсов. Информация собиралась по всем областям, входящим в Ферганскую долину (Узбекистан – Андижанская, Наманганская и Ферганская, Кыргызская Республика - Ошская, Джалалабадская и Баткентская, и Таджикистан - Согдийская).

Проведено обучение технического персонала облводхозов (Ферганский и Андижанский) и Департамента водных ресурсов основным правилам работы: с компьютером и модемом (модулятор-демодулятор телефонной сети), с программным обеспечением компьютера, с операционной средой Windows, с реляционной базой данных СУБД Access97. Персонал облводхозов и Департамента водного хозяйства ознакомлен с принципами работы региональной базы данных «WARMIS» и базы данных IWRM-Fergana, с принятой в базах данных системой классификации и кодирования и правилам составления запросов между базами.

Таким образом, в 2002 году созданы предпосылки для развития интегрированной информационной системы, объединяющей базу WARMIS (региональный и областной уровень данных) и новую базу данных IWRM-Fergana (уровень системы – АВП - хозяйства). В этой системе задействованы соответствующие базы данных бассейновые (БВО), УВБС (УМПК), АВП – фермерских хозяйств. При этом формирование информационной системы идет снизу вверх по принципу агрегирования и информационного сита с организацией доступности и обмена базой данных между партнерами по горизонтали и вертикали по единой методической основе (по запросам).

Система в целом многоуровневая, т.е. строится по уровням иерархии управления водными и земельными ресурсами и связанными с ними объектами водопользования, а также уровнями формирования и использования водных ресурсов. Система унифицированная, т.е. обеспечивает единство (либо совместимость) технических средств, технологий и методик сбора, обработки и анализа информации, сроков и параметров оценки расходных и качественных характеристик наличных и используемых земельных и водных ресурсов, а также идентичность программных и табличных продуктов, форм сбора и передачи различного вида информации по иерархическим уровням. Система позволяет осуществлять контроль соответствующих показателей основных четырех уровней иерархии существующего водохозяйственного управления:

Уровень 1 - Фермерские хозяйства;

Уровень 2 - Ассоциация водопользователей (АВП) и коллективные хозяйства;

Уровень 3 - Оросительная система (УМРК);

Уровень 4 - Бассейн (Ферганская долина – бассейн Сырдарьи).

Следует отметить, что третий уровень является связующим для двух баз данных - региональной базы данных "WARMIS" и базы данных IWRM-Fergana. Здесь же происходит стыковка и с базой данных БВО.

Каждый уровень содержит соответствующую базу данных, предназначенную для централизованного хранения и управления совокупностью взаимосвязанных данных, адекватно отображающих состояние объектов данного уровня и отношения между ними.

Уровень 1 - база данных включает все основные параметры водопользования и сельскохозяйственного производства. В качестве основных используются показатели характеризующие водохозяйственную деятельность и мелиоративное состояние орошаемых земель в разрезе административных единиц и хозяйствующих субъектов, водозабор в оросительные системы и использование водных ресурсов на уровне хозяйств, показатели отражающие структуру посевных площадей, показатели сельхозпроизводства на орошаемых землях, показатели технического уровня внутрихозяйственной и межхозяйственной оросительной сети. Также база данных содержит информацию наземных наблюдений для оценки уровня продуктивности земель с использованием ГИС и дистанционных методов. Основное назначение базы данных – способствовать выработке оценок по эффективному использованию водных и земельных ресурсов на хозяйственном уровне в сопоставлении с потенциальным уровнем продуктивности воды и земли.

Уровень 2 – база данных включает все основные параметры функционирования существующих ассоциаций водопользователей. В качестве основных используются показатели финансового обеспечения эксплуатационных затрат оросительной и коллекторно-дренажной сети, показатели равномерности подачи воды по хозяйствам (вегетационный, межвегетационный периоды), показатели по орошаемой и дренируемой площадям, показатели отражающие состояние и динамику мелиоративного состояния орошаемых земель и технических средств в типичных хозяйствах и т.п. Основное назначение базы данных - способствовать выработке оценок эффективности функционирования существующих АВП и обоснованию эффективности вновь создаваемых АВП.

Уровень 3 - база данных включает все основные параметры функционирования водохозяйственных организаций (систем). В качестве основных используются показатели отражающие объемы водозаборов из источников орошения в разрезе административных единиц и основных каналов, показатели характеризующие объемы водоподачи на орошение (потребные объемы водоподачи, выделенные лимиты, фактические объемы) в разрезе административных единиц и источников водных ресурсов, технические КПД оросительных систем и размеры организационных потерь, показатели характери-

зующие финансово-экономическую деятельность водохозяйственных систем в разрезе основных структурных подразделений. Основное назначение базы данных - способствовать выработке оценок эффективности функционирования водохозяйственных организаций (систем).

Уровень 4 - база данных включает все основные параметры, характеризующие регион (Ферганскую долину и бассейн реки Сырдарьи) в целом.

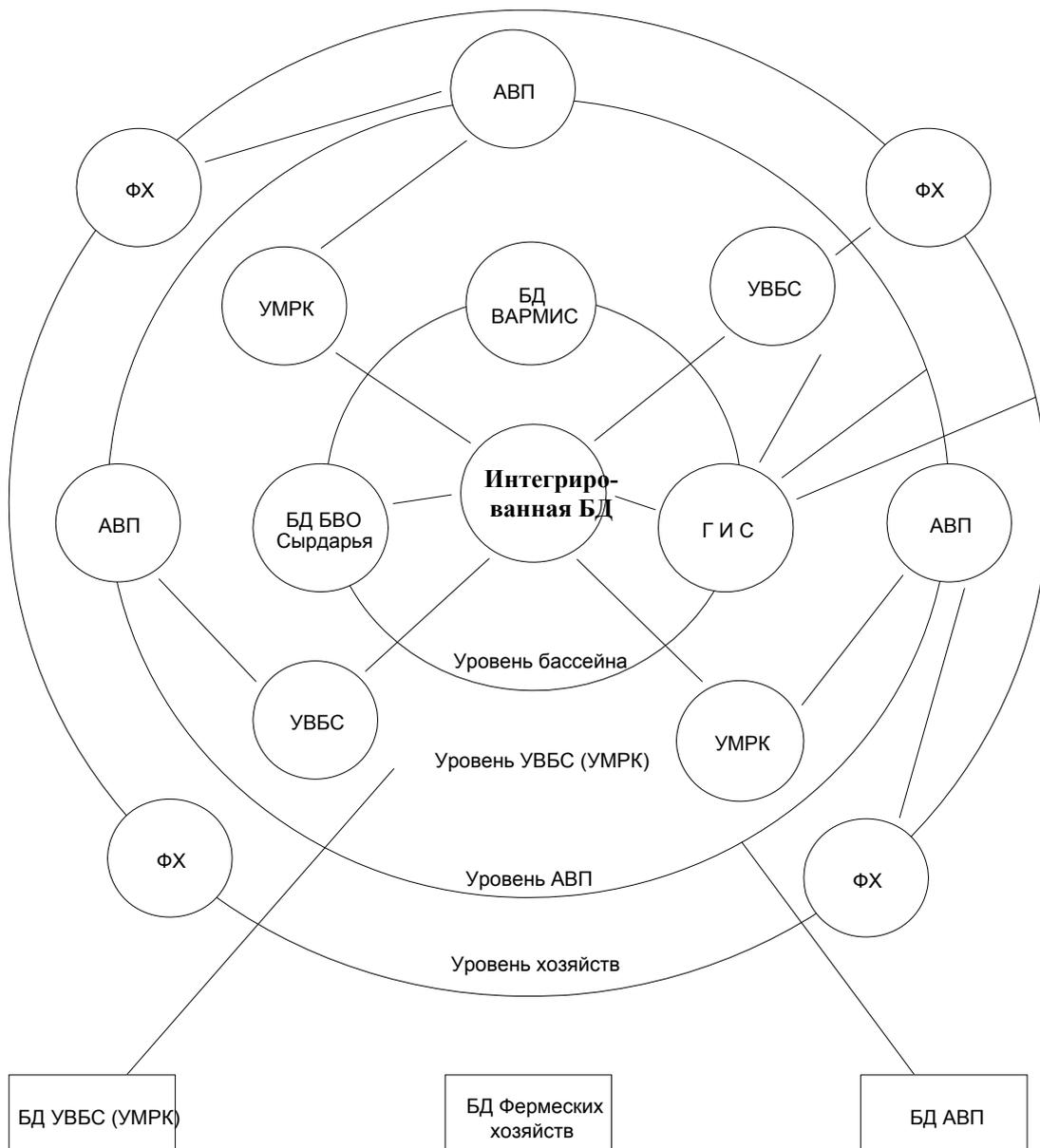
Базы данных каждого уровня информационной сети логически представляют собой единое целое, несмотря на то, что территориально разнесены на значительные расстояния (организации - участники сами собирают, осуществляют первичную обработку, контроль достоверности и накопление данных) - т.е. базы данных являются распределенными, а сама информационная система – интегрированной.

Дальнейшие работы по повышению устойчивости созданной системы будут направлены на совершенствование движения и обработки основных информационных потоков в системе. Это должно происходить по так называемому принципу «информационного сита». Движение данных характеризуется тем, что соответствующие информационные потоки (информация по таким параметрам как водоподача, водопотребление, качество воды, мелиоративное состояние орошаемых земель и др.), формирующиеся на самом нижнем уровне иерархии (фермерские хозяйства, АВП, райсельхозы, управления КДС, каналы, ОГМЭ и др.), проходя через вышестоящие иерархические уровни, могут подвергаться агрегированию и в таком состоянии поступают на верхний уровень иерархии информационной системы. В то же время система должна обеспечивать партнерам доступ к информации на всех уровнях иерархии и обмен данными по всем направлениям (по вертикали и горизонтали).

В силу того, что система информационной сети является интегрированной, т.е. объединяет базы данных всех выше рассмотренных уровней иерархии, включая бассейновые базы данных (БВО), она должна отвечать определенным требованиям, а именно:

- вся система должна рассматриваться как открытая, развивающаяся структура, которая в принципе может включать неограниченное число партнеров и объектов исследования;
- для нормального функционирования системы на всех уровнях должна быть выдержана стандартизация компьютерного оборудования, программного обеспечения, единство кодов, унифицированные входные и выходные формы и т.д.;
- пользователями и участниками системы будут различные организации стран-участниц, каждая из которых имеет собственный национальный язык, а также иностранные специалисты - это должно быть учтено при выборе и разработке прикладного программного обеспечения;
- информационная система должна позволять содержать в себе значительный объем информации различного вида: текстовую, графическую, цифровую и т.д.;
- система должна реализовывать модель «Клиент-Сервер» при работе пользователей с распределенными базами данных, с использованием языка структурированных запросов – SQL. Такая модель позволяет повысить надежность и уменьшить нагрузку на вычислительную сеть в целом, дает возможность централизованного управления данными, обеспечивает более быструю разработку прикладных программ и значительно упрощает работу пользователей с базами данных;
- удовлетворять актуальным информационным потребностям внешних пользователей;
- обеспечивать возможности централизованного хранения, модификации и управления большими объемами многоаспектной информации, удовлетворение выявленным и вновь возникающим потребностям внешних пользователей;

- обеспечивать заданный или приемлемый уровень достоверности хранимой информации, ее непротиворечивости;
- обеспечивать доступ к данным только пользователей с соответствующими полномочиями;
- удовлетворять заданным требованиям производительности при обработке запросов (общепризнанной является реакция на выполнение запроса в пределах 1-3 секунд);
- обеспечивать возможность реорганизации и расширения при изменении границ предметной области;
- обеспечивать возможность получения информации пользователем в различной форме (цифровой, символьной, графической) (рис. 1).



**Рис. 1. Схема информационных связей между уровнями интегрированной информационной системы комплексного управления**

### 3.2. РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО РАЗВИТИЮ ПОДБАЗЫ «ЭКОЛОГИЯ – АРАЛ И ПРИАРАЛЬЕ» И ЕЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ НАПОЛНЕНИЕ

Дегтярев Д.С., Рощенко Е.М.

Цель работы - создание концепции подбазы «Экология: Арал и Приаралье» - сбор информации из различных источников, ее систематизация и разработка для всех накопленных в подбазе данных единой структуры хранения информации.

Объектом исследований является территория Приаралья (зона экологического кризиса, часть обсохшего дна Аральского моря). Данный объект исследований характеризуется, с точки зрения возможности сбора по нему рядов данных, ассоциированных с его качественными характеристиками глобальным и в то же время нестабильным перечнем характеристик экологического состояния, отражающих динамическое изменение направления процессов ландшафтного и экологического состояния территории объекта. Данная обстановка является производной совокупных процессов гидротехнической и хозяйственной деятельности на территории современной и древней дельты р. Амударьи, обсыхания Аральского моря и измененного водного режима р. Амударьи в ее среднем и особенно нижнем течении. Подобное состояние и поведение объекта вынуждает реагировать, а также предусматривать такую реакцию как на предсказуемые, циклические изменения состояния объекта, так и на катастрофические, т.е. внезапные по времени и вызванные сочетанием природных и антропогенных факторов, каждый из которых по отдельности не является основным ландшафтно и рельефообразующим фактором. Невозможность предугадать составляющие комплексов экологических факторов вынуждает осуществлять сбор информации по каждому из доступных для информационного анализа, что, принимая во внимание многогранность качественной оценки явления, ведет к появлению множества форм отображения одного и того же явления.

Тип и уровень используемой информации являются статичным набором при устоявшихся информационных системах. Это означает, что для получения доступной и, что еще более важно, наименее энергоемкой с точки зрения предварительной, первичной обработки информации целесообразным и необходимым является унификация потока информации о явлении или процессе во времени. Процесс унификации информационных рядов в каждом конкретном случае является выборкой из набора потоков наиболее оптимального по качественному и количественному составу. Процесс выборки требует наличие хотя бы одного информационного потока, описывающего явление с определенной частотой, что позволит избежать статического отображения сущности динамических процессов. Все множество потоков информации, множества представлений явлений различного направления на начальном этапе представляется как статическое отображение потоков, и лишь по мере накопления информации и нахождения когерентных потоков можно определить вероятностную выборку информационных потоков, среди которых будет проведена выборка следующего уровня и определен унифицированный формат входного потока информации, описывающего данное явление. Тип используемой информации необходимо рассматривать в увязке с уровнем детальности, т.к. это определяет ценность и востребованность информации. Возможна ситуация, при которой будут существовать два или более потоков информации ассоциированных с одним явлением. Существование подобной ситуации связано с описанием явлений,

происходящих с объектом исследований на различных степенях детальности и временных интервалах, а также степени абстрагирования от второстепенных факторов и выделения главенствующих в поведении объекта.

Учитывая вышесказанное, был произведен анализ структуры и состава таблиц, корректировка структуры подбазы "Экология Арал и Приаралье", пополнение подбазы информацией. В результате проведенных работ часть таблиц претерпела изменения, также в подбазу были добавлены новые таблицы для сбора и хранения информации, таким образом, на протяжении всего года велись работы по оптимизации подбазы "Экология Арал и Приаралье".

Проведено расширение подбазы "Экология Арал и Приаралье" данными, характеризующими качество речного стока. Данные собраны в Главгидромете Республики Узбекистан за четыре года. Собрана следующая информация, характеризующая качество речного стока - минерализация, расход, информация об основных составляющих ионах - Na, K, Mg, Cl, SO<sub>4</sub>.

Подбаза "Экология Арала и Приаралья" была пополнена таблицами:

### G\_Gidrohim\_vetland

№	Наименование поля	Тип данных	Содержание
1	Year	Text	Местоположение метеостанции
2	Kvartal	Text	Площадь озера, км <sup>2</sup>
3	Range	Float	Длина озера, км
4	Object_name	Text	название объекта(озеро, коллектор, река)
5	Object_code	Text	код объекта
6	HCO <sub>3</sub> _ekv	Float	содержание HCO <sub>3</sub> (мг/экв)
7	HCO <sub>3</sub> _l	Float	содержание HCO <sub>3</sub> (мг/л)
8	HCO <sub>3</sub> _ekv%	Float	содержание HCO <sub>3</sub> (мг/экв (%))
9	Cl_ekv	Float	содержание хлора (мг/экв)
10	Cl_l	Float	содержание хлора (мг/л)
11	Cl_ekv%	Float	содержание хлора (мг/экв (%))
12	SO <sub>4</sub> _ekv	Float	содержание SO <sub>4</sub> (мг/экв)
13	SO <sub>4</sub> _l	Float	содержание SO <sub>4</sub> (мг/л)
14	SO <sub>4</sub> _ekv%	Float	содержание SO <sub>4</sub> (мг/экв (%))
15	Sum_anion_ekv	Float	Сумма анионов (мг/экв)
16	Sum_anion_ekv%	Float	Сумма анионов (мг/л)
17	Sum_anion_ekv%	Float	Сумма анионов (мг/экв (%))
18	Ca_ekv	Float	содержание Ca (мг/экв)
19	Ca_l	Float	содержание Ca (мг/л)
20	Ca_ekv%	Float	содержание Ca (мг/экв (%))
21	Mg_ekv	Float	содержание Mg (мг/экв)
22	Mg_l	Float	содержание Mg (мг/л)
23	Mg_ekv%	Float	содержание Mg (мг/экв (%))
24	Na&K_ekv	Float	содержание Na&K (мг/экв)
25	Na&K_l	Float	содержание Na&K (мг/л)
26	Na&K_ekv%	Float	содержание Na&K (мг/экв (%))
27	Sum_kation_ekv	Float	Сумма катионов (мг/экв)

№	Наименование поля	Тип данных	Содержание
28	Sum_kation_l	Float	Сумма катионов (мг/л)
29	Sum_kation_ekv%	Float	Сумма катионов (мг/экв (%))
30	Sum_total_ekv	Float	Сумма анионов и катионов (мг/экв)
31	Sum_total_l	Float	Сумма анионов и катионов (мг/л)
32	Sum_total_ekv%	Float	Сумма анионов и катионов (мг/экв (%))
33	Hard_water_ekv	Float	жесткость воды (мг/экв)
34	Hard_water_l	Float	жесткость воды (мг/л)
35	Hard_water_ekv%	Float	жесткость воды (мг/экв (%))
36	pH_ekv	Float	содержание pH (мг/экв)
37	pH_l	Float	содержание pH (мг/л)
38	pH_ekv%	Float	содержание pH (мг/экв (%))
39	NH4_ekv	Float	содержание NH4 (мг/экв)
40	NH4_l	Float	содержание NH4 (мг/л)
41	NH4_ekv%	Float	содержание NH4 (мг/экв (%))
42	NO2_ekv	Float	содержание NO2 (мг/экв)
43	NO2_l	Float	содержание NO2 (мг/л)
44	NO2_ekv%	Float	содержание NO2 (мг/экв (%))
45	NO3_ekv	Float	содержание NO3 (мг/экв)
46	NO3_l	Float	содержание NO3 (мг/л)
47	NO3_ekv%	Float	содержание NO3 (мг/экв (%))
48	Mineralizatin_ekv	Float	Минерализация (мг/экв)
49	Mineralizatin_l	Float	Минерализация (мг/л)
50	Mineralizatin_ekv%	Float	Минерализация (мг/экв (%))

**Smeteo**

№	Наименование поля	Тип данных	Содержание
1	Station	Text	Метеостанция
2	Year	Text	Год
3	Month	Text	Месяц
4	avg, C	Float	Среднемесячная температура воздуха, C
5	max, C	Float	Максимальная температура воздуха, C
6	min, C	Float	Минимальная температура воздуха, C
7	soil avg, C	Float	Среднемесячная температура почвы, C
8	soil max, C	Float	Максимальная температура почвы, C
9	soil min, C	Float	Минимальная температура почвы, C
10	humidity, avg %	Float	Среднемесячная влажность, %
11	humidity min, %	Float	Минимальная влажность, %
12	pressure station,gPA	Float	Атмосферное давление (уровень метеостанции)
13	pressure sea level, gPA	Float	Атмосферное давление (уровень моря)

№	Наименование поля	Тип данных	Содержание
14	wind avg, m/c	Float	Средняя скорость ветра, м/с
15	total rainfall, mm	Float	Общее кол-во осадков, мм

### RQV

№	Наименование поля	Тип данных	Содержание
1	name	Text	Наименование гидроствора
2	code	Text	Код гидроствора
3	year	Text	Год
4	month	Text	Месяц
5	day	Float	День
6	mineralisation	Float	Минерализация, мг/л
7	discharge	Float	Расход, м/с
8	Mg	Float	Магний, мг/л
9	K	Float	Калий, мг/л
10	pH	Float	РН
11	CL	Float	Хлор, мг/л
12	SO4	Float	Сульфаты, мг/л
13	Na	Float	Натрий, мг/л

### R\_LakeName

№	Наименование поля	Тип данных	Содержание
1	CodeLake	Text	Код закрытого водоема (Аральское море и его части, дельтовые озера)
2	NameLake	Text	Наименование закрытого водоема

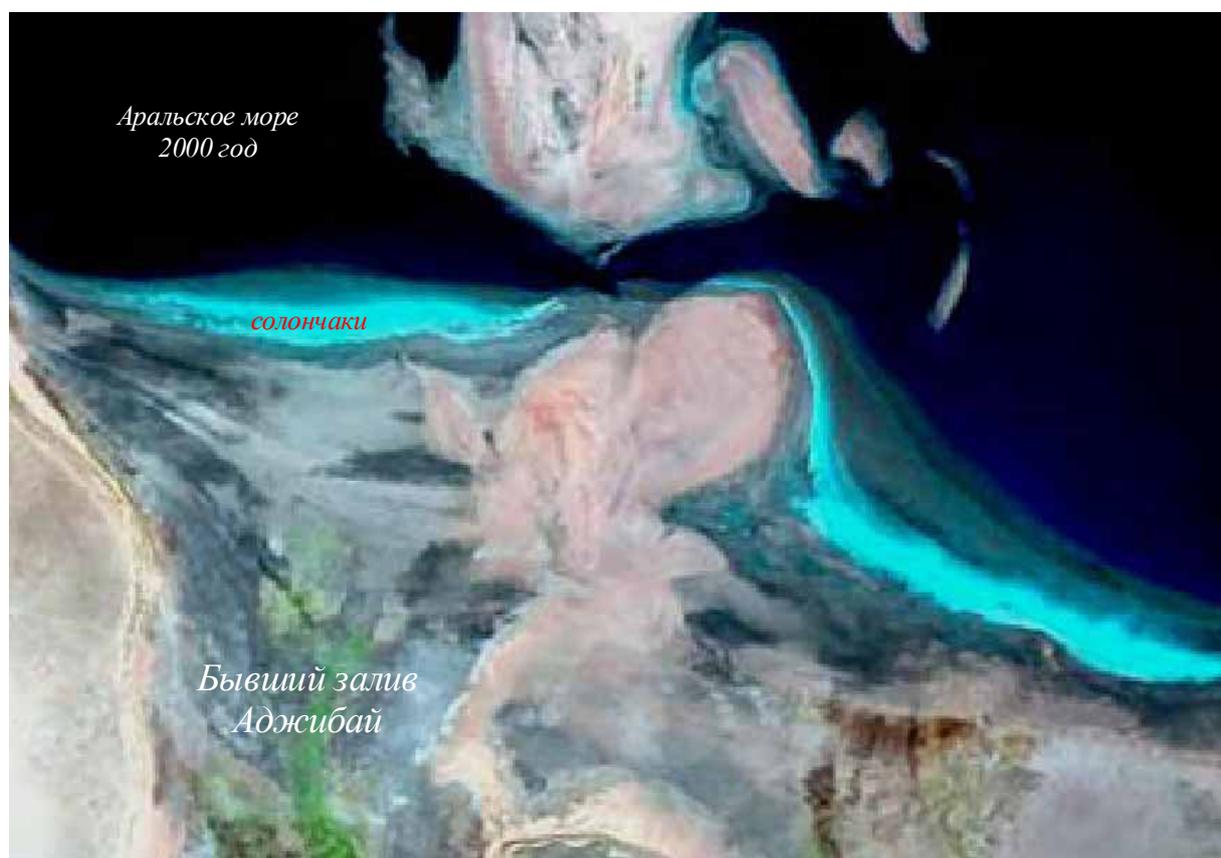
### D\_SEFactors

№	Наименование поля	Тип данных	Содержание
1	RepCode	Text	Код республики
2	OblastCode	Float	Код области
3	RayonCode	Float	Код района
4	Year	Float	Год
5	Dead	Float	Смертность (на 1000 человек):Deceased number (per 1000 alife)
6	InfantMortality	Float	Уровень младенческой смертности (на 1000 новорожденных)
7	Population	Float	Население:thous.people
8	Migration	Float	Миграция

**D\_Yield**

№	Наименование поля	Тип данных	Содержание
1	RayonCode	Text	Код района
2	Year	Text	Год
3	CropCode	Text	Код культуры
4	TotalProd	Float	Валовый сбор, тыс.тн.
5	Yield	Float	Урожайность, ц/га

Собранная в подбазу "Экология Арал и Приаралье" информация позволила провести предварительный сравнительный анализ состояния местности 1960 года и 2000 года и рассмотрены масштабы происходящих в дельте генетико-эволюционных преобразований почв. Предварительный сравнительный анализ состояния местности 1960 года и 2000 года показал, что на региональном уровне непосредственные интенсивные изменения геологической среды обнаруживаются на ландшафте морского побережья занимающего Приаральскую низменность с солончаковыми пустынями, являющимися новообразованным типом, где интенсивно идет процесс засоления. В настоящее время он легко обнаруживается на обширных площадях обсыхающей части дна Арала. Этот ландшафт представляет собой плоскую первичную морскую равнину, сложенную песками и супесями с близким залеганием высокоминерализованных грунтовых вод (рис. 1.).



**Рис. 1**

Экосистемы дельты Амударьи характеризуются своей тесной взаимосвязью с поверхностными водами. Это либо экосистемы территории дельтовых озер, либо экосистемы территорий периодического затопления. Сравнительный анализ состояния местности 1960 года и 2000 года показал, что на региональном уровне непосредственные интенсивные изменения геологической среды обнаруживаются на ландшафте морского побережья занимающего Приаральскую низменность с солончаковыми пустынями, являющимися новообразованным типом, где интенсивно идет процесс засоления. В настоящее время он легко обнаруживается на обширных площадях обсыхающей части дна Арала. Этот ландшафт представляет собой плоскую первичную морскую равнину, сложенную песками и супесями с близким залеганием высокоминерализованных грунтовых вод.

Несколько иная картина наблюдается в экосистеме на ландшафтах современной дельты равнин реки Амударьи. Процессы опустынивания, происходящие здесь, имеют преимущественно необратимый характер. Активизировались процессы засоления и такырообразования. Облик ландшафта в целом изменился на 80-90%. На суглинках и глинах формируются такырные почвы, местами с остаточными болотными признаками, а на песках и супесях – пустынные песчаные почвы.

Для представления масштабов происходящих в дельте генетико-эволюционных преобразований почв и оценки положительных и отрицательных последствий аридизации региона обратимся к материалам, по которым можно проследить изменения почвенного покрова за 20-30 лет. При сопоставлении данных Н.В. Кимберг, М.И. Кочубея и С.А. Шувалова (1964) (рис. 2.) с данными новой почвенной карты нижней части дельты Амударьи (В.Г. Попов, В.Е. Сектименко, А.А. Турсунов, 1987) установлено, что под влиянием антропогенной аридизации здесь сильно увеличилось распространение солончаков (рис.3.).

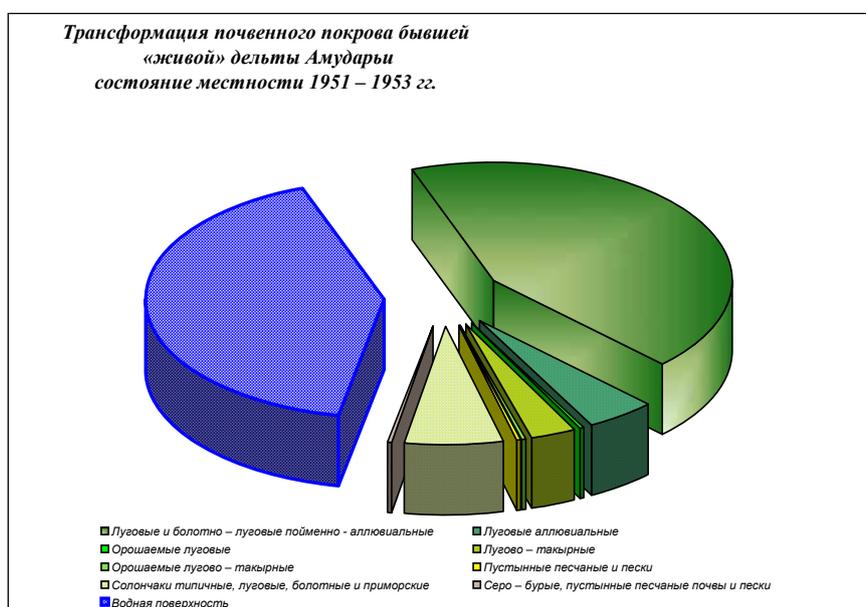


Рис. 2

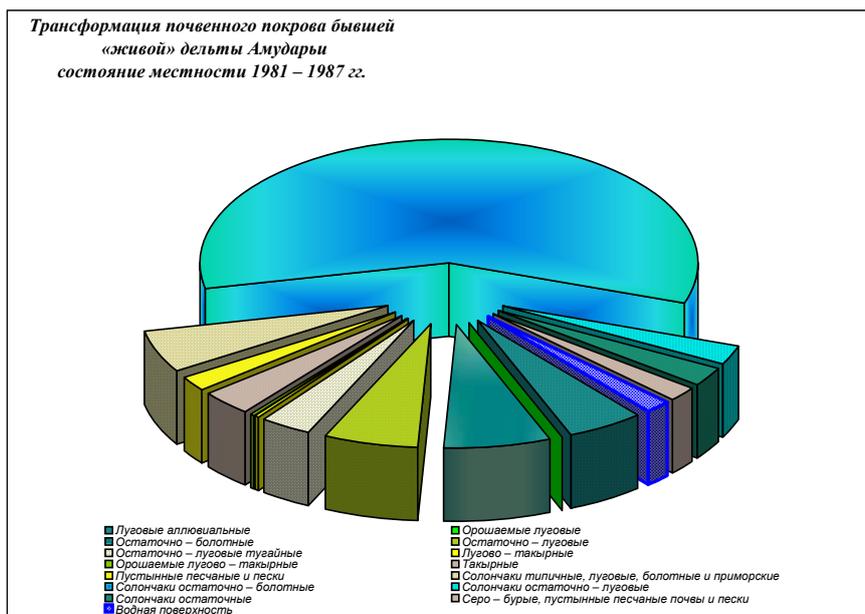


Рис. 3

Если в период пойменно-аллювиального и частично аллювиального режимов увлажнения почв, гидроморфные солончаки занимали 85 тыс. га, или около 7% от общей площади «живой» дельты, то к концу стадии почти полного ее обсыхания площадь всех категорий увеличилась только в нижней ее части до 273 тыс.га, или до 34% от площади нижней части бывшей «живой» дельты. В значительной мере это связано с высыханием озер и болот, что наблюдалось также Н.В. Кимберг и Т.П. Попова в 1975 г. в восточной части дельты. Но в целом усиление солончакового процесса в нижней части дельты Амударьи явилось главным результатом опустынивания в условиях высокого насыщения почвенно-грунтовой толщи водно-растворимыми, в том числе токсичными, солями. Обследованная территория представляет собой самую нижнюю ступень четвертичных аллювиальных равнин Средней Азии. До недавнего времени она контактировала с Аральским морем и в связи с этим являлась концевой зоной твердого и жидкого стоков бассейна Амударьи.

По почвенно-мелиоративным условиям территория нижней части дельты Амударьи является сложной и неблагоприятной. С прекращением паводковых затоплений, действовавших как периодические промывные поливы, произошло интенсивное засоление почв. Преобладают солончаки, сильнозасоленные и средnezасоленные почвы с солончаковым солевым профилем. Почти третью часть территории стали занимать остаточные-луговые тугайные, остаточные-луговые и остаточные-болотные почвы, имеющие полуавтоморфный, полугидроморфный и даже автоморфный режимы увлажнения. Наряду с этими почвами появились такырные, заметно увеличилась площадь пустынных песчаных почв и песков, подстилаемых аллювиальными отложениями.

В нижней части дельты Амударьи в настоящее время около 30 % территории занято автоморфными почвами с глубиной залегания грунтовых вод более пяти метров, не влияющих на процессы почвообразования и не обеспечивающих дальнейшее развитие древесно-кустарниковой растительности. Формы проявления физической деградации почв, вызванной опустыниванием, обусловлены литологическим строением почвогрунтов. При тяжелых почво-грунтах образуются мощные трещины усыхания, на основе которых формируются карстово-суффозионные ниши и воронки. Почвы легкого ме-

ханического состава, особенно супесчаные и песчаные, подвергаются ветровой эрозии, в результате чего образуются крупные очаги дефляции и бугристые пески. Почвы характеризуются сравнительно высоким потенциальным плодородием. В процессе опустынивания происходит минерализация органического вещества и утрата запасов питательных элементов.

Одним из негативных последствий усыхания Аральского моря является формирование на осушенном морском дне песчанно-солончаковой пустыни. Площадь осушенного морского дна уже превышает 2,3 млн. га. Почвогрунты формирующейся пустыни засоленные  $5-20 \text{ кг/м}^3$ , слабо закрепленные растительностью и подвергаются интенсивной дефолиации. Содержащиеся в них соли выносятся на окружающие их районы. Осушающееся дно Аральского моря является примером аридного соленакопления, где проявляется различный характер солончаков и засоленных почв.

Близкое залегание высокоминерализованных грунтовых вод на пляжных участках осушки дна, способствует сплошному и маршевому засолению дна моря. Обсохшая часть дна моря, особенно Восточная и Северная, стали основными источниками зарождения крупных пыльных бурь и очагами выноса пылесоли ветром на окружающую территорию.

Анализ данных по розе ветров и наблюдений при помощи искусственных спутников земли показывают, что направление выноса солепылевых частиц с осушенного дна моря и солончаков дельты Амударьи, совпадает с розой ветров построенной для Приаралья. Это направление преобладает в Приаралье с северо – востока и севера на юго-запад и юг Аральского моря (рис. 4.), таким образом засоленная пыль направляется главным образом в Хорезмский оазис (Республика Каракалпакия и Хорезмская область).

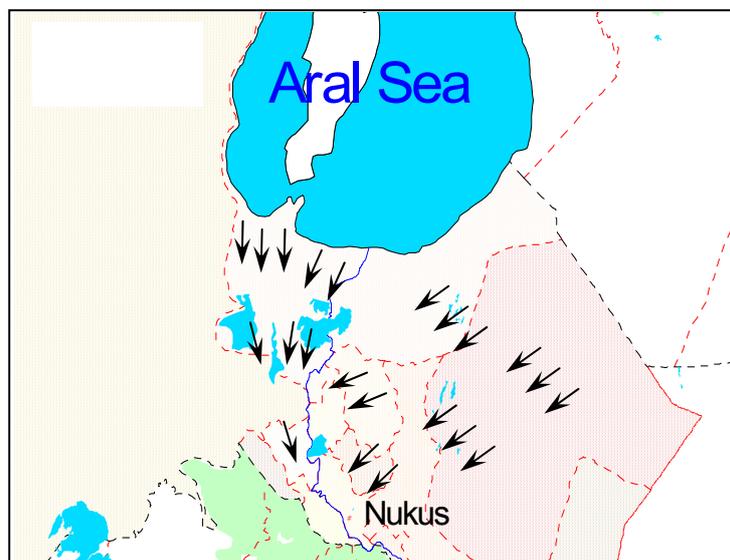


Рис. 4

Абсолютное значение растворимых солей в аэрозольных выпадениях на территории Каракалпакии составляет в среднем 165-600 кг/га, а на осушенном дне моря до 1000 и больше кг/га, с максимальным значением в зоне побережья моря, в орошаемой зоне выпадений в 2-5 раз меньше. Анализ выпадения аэрозолей по сезонам показывает, что в дельте Амударьи, в основном их максимальное количество приходится на летнее и весеннее (в период максимальной ветровой активности) время. Изменение выпадения аэрозолей по годам приводится в таблице 1.

Таблица 1

**Общие выпадения аэрозолей, т/га**

	1982	1983	1984	1985	1986	1987
На осушенном дне	4,11	11,7	15,92	8,01	9,35	9,40
Нижняя част дельты Амударьи	5,71	5,21	8,80	6,78	8,42	8,5
Орошаемая зона	1,14	1,64	1,84	0,92	1,21	1,25

Таким образом, в настоящее время определен набор основных параметров для определения современного состояния экосистемы Южного Приаралья. Сложность в заполнении базы данных заключается в том, что в Южном Приаралье не ведутся систематические мониторинговые наблюдения поэтому часть информации носит отрывочный характер.

**3.3. РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО РАЗВИТИЮ ПОДБАЗЫ  
«СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ» И ЕЕ  
ИНФОРМАЦИОННОЕ НАПОЛНЕНИЕ**

Рощенко Е.М., Дегтярева А.С.

В настоящее время существует две составные части подбазы "Социально-экономические аспекты", которые необходимо объединить. Для этого необходимо выполнить следующие работы по созданию реляционной базы данных:

- разработать структуры базы данных, включающую в себя показатели в целом по государству и по отдельным областям государства;
- заполнить таблицы информацией;
- создать запросы;
- подготовить отчеты и формы представления информации;
- разработать и создать пользовательский интерфейс.

Подбаза "Социально-экономические аспекты" была создана с целью накопления и хранения информации, характеризующей уровень социально-экономического развития каждого государства Центральной Азии и анализа тенденций развития демографической ситуации в государствах. Ценность, разрабатываемого нами подбазы заключается в том, что в процессе ее создания мы пользовались не только методами социальной экономики, также в состав подбазы входят, индикаторы устойчивого развития, разработанные ООН. Нами выделены следующие формы представления информации на макроэкономическом уровне (макроэкономический уровень подбазы характеризует ситуацию в целом по государству):

- ежегодный прирост населения;
- динамика изменения численности населения за ряд лет;
- половозрастная структура населения;
- ВВП на душу населения;
- ВВП в долларах США;

- реальное ежегодное изменение ВВП, %;
- распределение ВВП по отраслям экономики (структура ВВП);
- занятость по секторам экономики;
- население и его структура;
- экономическая активность населения;
- элементы платежного баланса;
- государственные финансы;
- структура расходов государственного бюджета;
- социальные показатели на макроэкономическом уровне и другие.

На последующих этапах работы степень детализации наших исследований изменилась, был разработан национальный уровень подбазы, включающей социально-экономические и социально-демографические показатели на уровне областей (на примере Республики Узбекистан):

- Население
- Показатель ВВП
- Индекс человеческого развития
- Плотность населения
- Рождаемость
- Смертность
- Естественный прирост
- Численность трудовых ресурсов
- Численность экономически активного населения
- Уровень жизни населения
- Производство промышленной продукции
- Производство сельскохозяйственной продукции.

Разработана единая для регионального и национального уровня структура подбазы "Социально-экономические аспекты", включающая в себя показатели (таблицы с информацией) по каждому государству Центрально-Азиатского региона в целом и по отдельным областям государств.

Социально-экономическую и демографическую ситуацию в регионе на уровне государств (региональный уровень подбазы) характеризует информация из таблиц:

- **Таблица AgroIndProd** - Объем производства промышленной продукции и продукции сельского хозяйства в стоимостном выражении. Также в этой таблице содержится информация о ВВП на душу населения, приросте ВВП и ВВП на душу населения.
- Таблица GDP - Изменение валового внутреннего продукта.
- Таблица Population\_Number - Численность населения в государствах Центрально-Азиатского региона.
- Таблица EmploymentSectors - Занятость населения по секторам экономики.
- Таблица Employment - Структура трудовых ресурсов республики.
- Таблица Investment - Инвестиции в основной капитал.
- Таблица MainMacroEcFactors - Индексы основных макроэкономических показателей.
- Таблица Wages - Средняя заработная плата.
- Таблица Production\_Cattle - Производство продукции животноводства в натуральном выражении.

- Таблица Production\_CattleNorm - Норма производства продукции животноводства.
- Таблица Production\_Plant - Производство продукции растениеводства в натуральном выражении.
- Таблица Production\_PlantNorm - Норма производства продукции растениеводства в натуральном выражении.
- Таблица TradeTurnover - Розничный товарооборот.
- Таблица GNP - Изменение валового национального продукта.
- Таблица Population\_Demogr - Основные демографические показатели по республике.

Национальный уровень подбазы "Социально-экономические аспекты" включает в себя таблицы, отражающие уровень социально-экономического развития по каждой области и социально-демографические показатели на уровне областей. Национальный уровень состоит из следующих таблиц:

- Obl\_MainIndicators - Общие показатели по области.
- Obl\_Population - Население области.
- Obl\_Employment - Занятость населения.
- Obl\_LivingStandardsIndicators - Уровень жизни населения.
- Obl\_EducationCulture - Основные показатели образования и культурного развития.
- Obl\_Health - Основные показатели охраны здоровья населения.
- Obl\_Dwelling - Основные показатели жилищных условий населения.
- Obl\_TradeServices - Торговля и услуги.
- Obl\_Industry - Основные показатели промышленного производства.
- Obl\_Agriculture - Основные показатели сельскохозяйственного производства.
- Obl\_Transport - Транспорт.

В настоящее время база данных "Социально-экономические аспекты" пополнена доступной информацией за 2001 год. В базу данных введена информация по Узбекистану, Казахстану и Кыргызстану. При заполнении базы данными по Казахстану мы столкнулись с некоторыми сложностями, так как различные источники информации по целому ряду показателей предоставляют достаточно противоречивые данные.

Исполнителями велись работы по совершенствованию пользовательского интерфейса, созданы новые формы представления информации:

- Формы по каждому из государств Центрально-Азиатского региона (включающие в себя как информацию по государству в целом - "В целом по республике", так и информацию на уровне областей государства - "В разрезе областей");
- Специальные формы по различным индикаторам устойчивого развития.

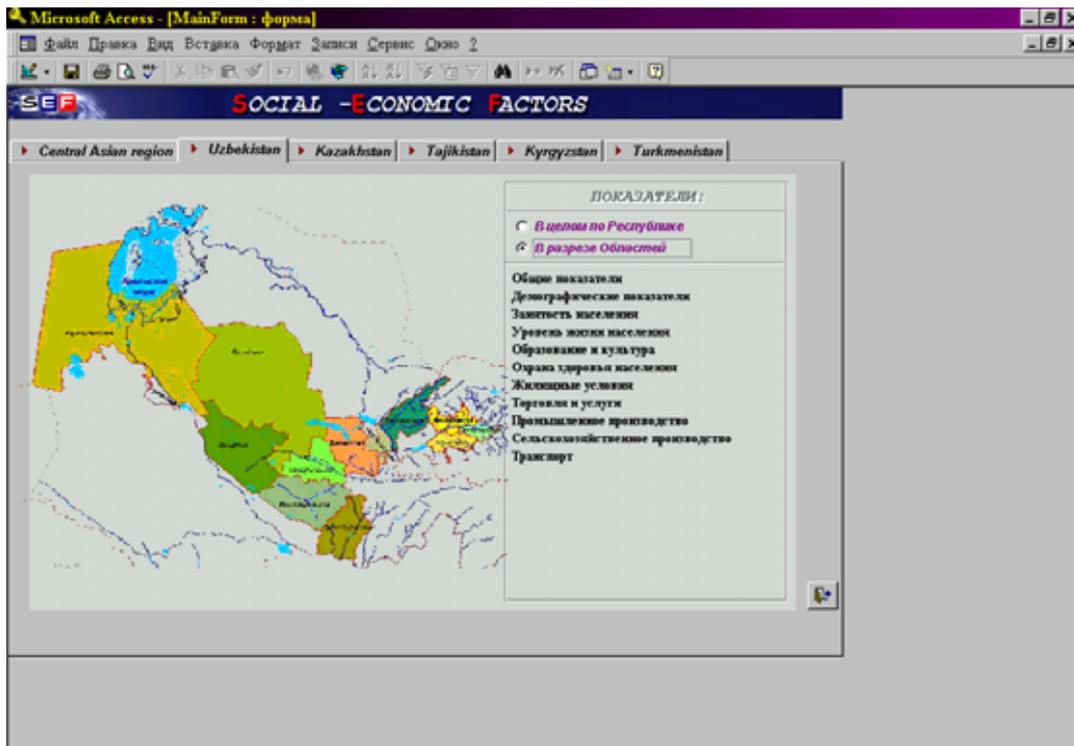
На сегодняшний день, наиболее полно представлена информация по Республике Узбекистан. На примере Республики Узбекистан приводим некоторые формы представления информации.

Подбаза "Социально-экономические аспекты" реализована в среде MSAccess 97. Системные требования: PC 486DX/4, 16Mb, Windows 95 или выше, MSOffice 97 и примерно 1 Mb свободного места на жестком диске. Для иллюстрации, разработанного интерфейса приводим несколько форм представления информации.

Все формы и страницы форм подбазы "Социально-экономические аспекты" очень информативны. При разработке пользовательского интерфейса подбазы использовался инструмент ГИС - географическая информационная система. Для каждого государства Центрально-Азиатского региона была подготовлена карта с административ-

ным делением государства. Таким образом, пользователь, работающий с подбазой "социально-экономические аспекты", имеет возможность получения дополнительной информации.

Вся информация, накопленная в подбазе "социально-экономические аспекты", представлена в виде цифр и их графической обработки (графики, диаграммы, гистограммы). Тип представления информации, т.е. вид графика выбирался с учетом принятых стандартов при представлении подобного рода информации, а также с учетом психологической восприимчивости, наглядности и интереса для пользователя. Интерфейс данного блока демонстрирует насколько важно не просто предоставить информацию, но и то, как именно и в каком виде предоставить эту информацию.



**Рис. 1. Подраздел базы данных "Узбекистан"**

В данной форме реализована возможность просмотра информации по Узбекистану в целом - региональный уровень подбазы "Социально-экономические аспекты" и по каждой области Республики Узбекистан - национальный уровень подбазы. По остальным Республикам формы сделаны в том же виде.

В каждой форме пользовательского интерфейса реализована возможность выбора информации, по которой пользователь хотел бы получить информацию. Кроме того, существует реальная возможность просматривать данные, как в целом по республике Узбекистан, так и по каждой области отдельно. Для этого в форме имеются элементы с названиями показателей (общие демографические показатели, уровень жизни населения и др.). Щелчок указателем мыши на таком элементе перемещает пользователя к странице, на которой он имеет возможность выбрать для просмотра, анализа или изменения данные по интересующей его тематике. Для этого необходимо выбрать из списка возможных тем, расположенного в правой части формы ту, с которой предполагается работать и щелкнуть на ней указателем мыши.

После этого на экране появится следующая форма, в которой пользователю предлагается сделать выбор временного интервала, по которому ему требуется инфор-

мация (за ряд лет или же по годам). При выборе пункта «по годам» далее будет предложено выбрать из списка доступных годов необходимый, а при выборе пункта «за ряд лет» будет представлена информация за все года, по которым имеется информация и никакого дополнительного выбора делать не придется.

На рис. 2 приведена форма "Общие показатели", в которой пользователь базы данных или лицо принимающее решение может просмотреть информацию о плотности населения, индексе ВВП и т. п.

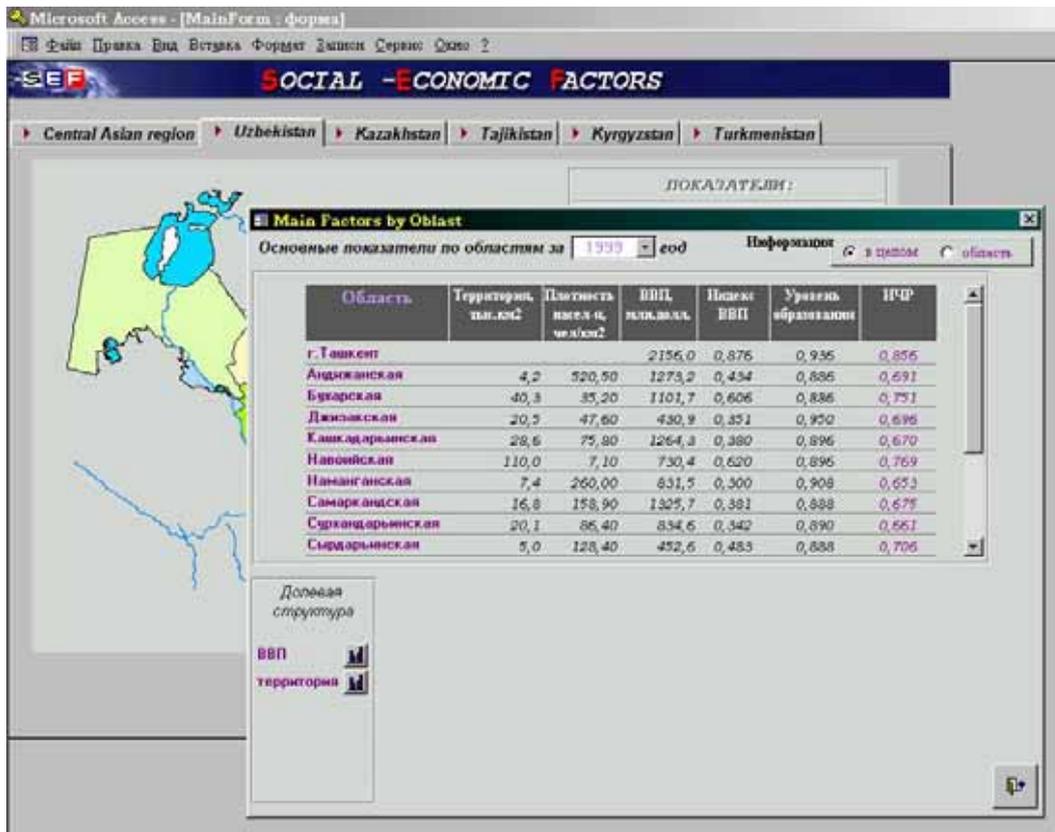


Рис. 2. Основные социально-экономические показатели развития Республики Узбекистан, в разрезе областей - национальный уровень подбазы

В каждой из форм представления информации содержится перечень показателей, которые можно просмотреть, выбрав из списка, хотелось бы отметить, что структура базы данных разрабатывалась в соответствии со структурой информационных потоков официальной статистической информации. Кроме того, исполнителями учитывались стандартные требования, предъявляемые к разработчикам интерфейса для любой базы данных:

- Наглядность;
- Простота в обращении с информацией и другие.

Далее, в качестве иллюстрации проделанной работы, приводим несколько слайдов, демонстрирующих формы представления информации подбазы "Социально-экономические аспекты".

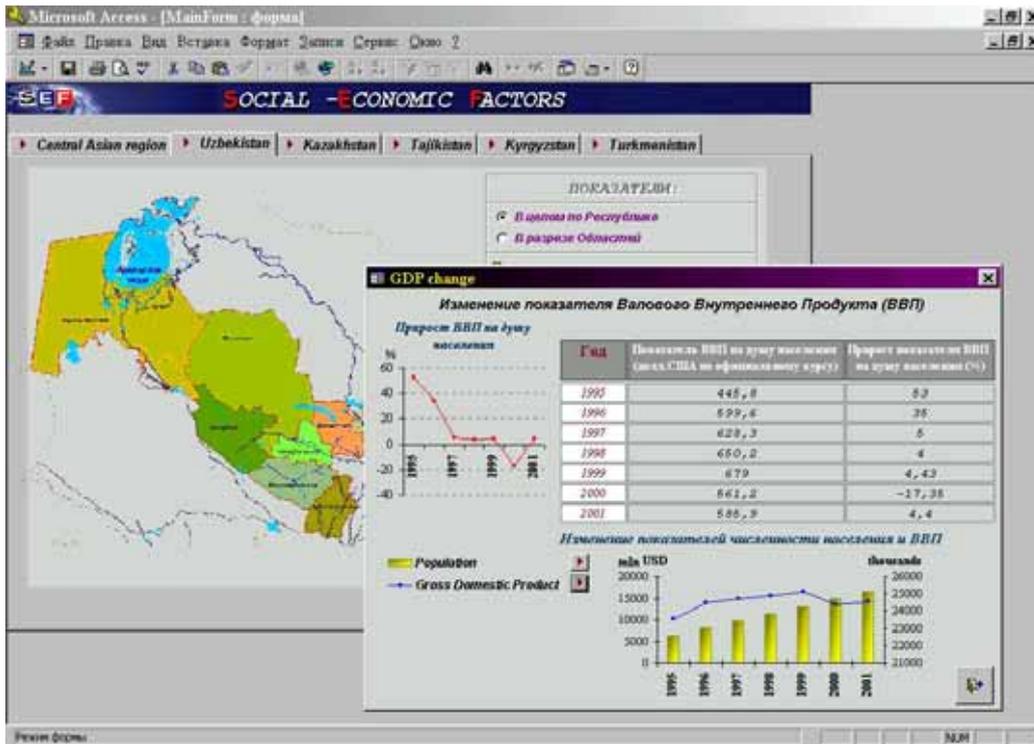


Рис. 3. Изменение показателя ВВП по республике

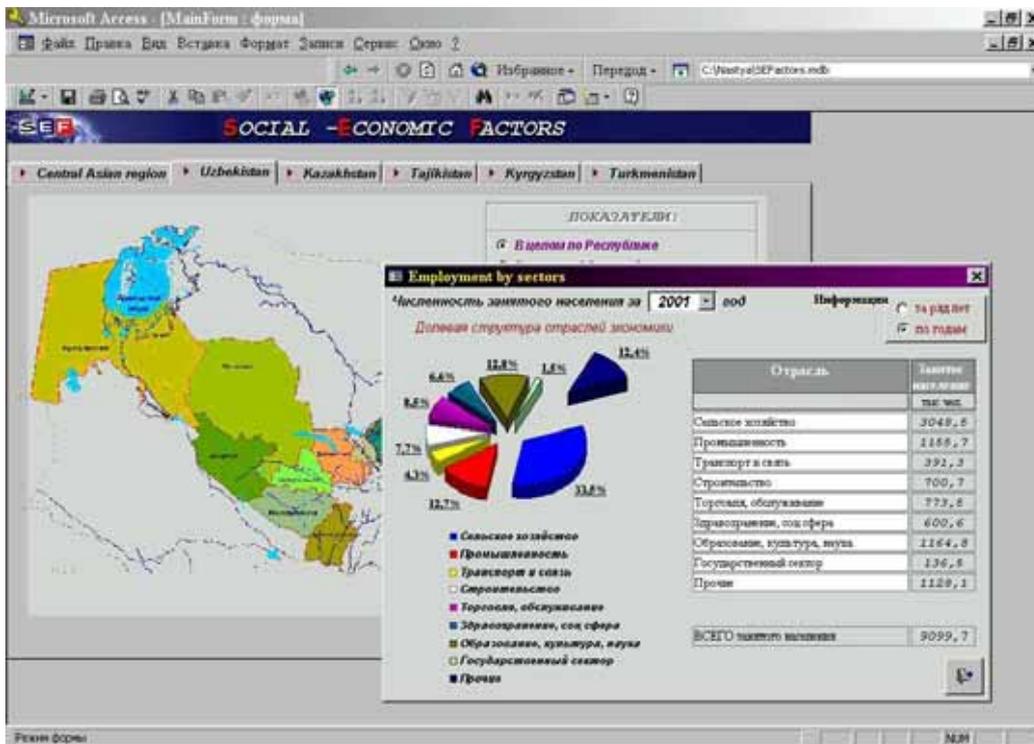


Рис. 4. Структура занятого населения по секторам экономики

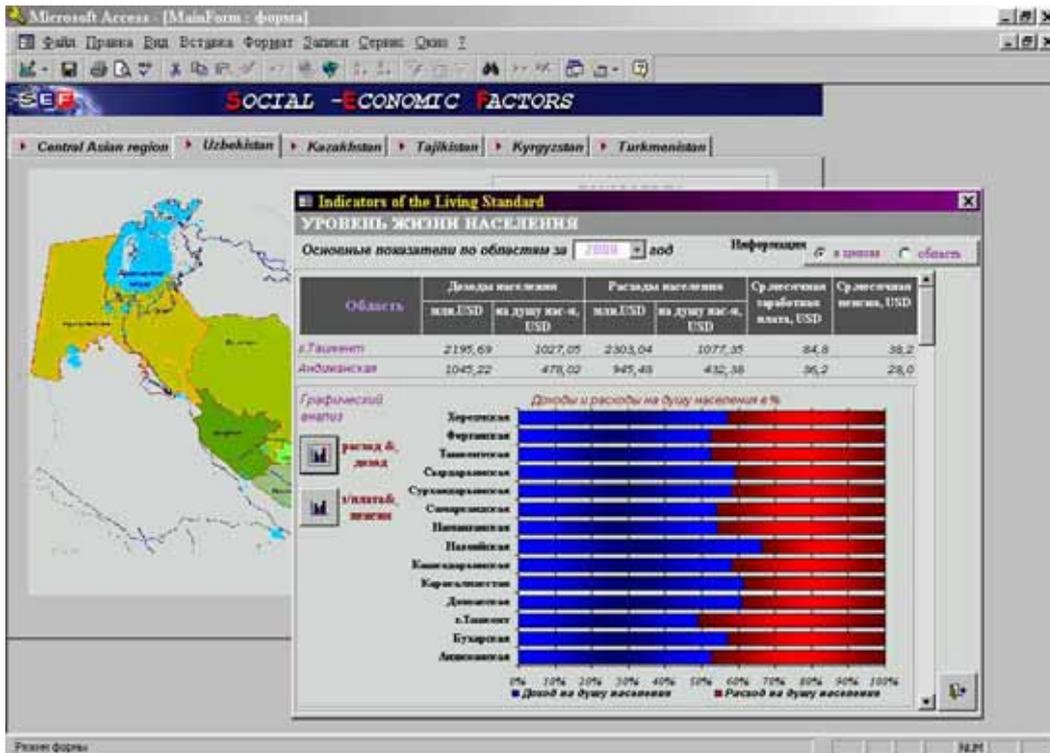


Рис. 5. Уровень жизни населения (сравнительный анализ по всем областям за один отдельно взятый год)

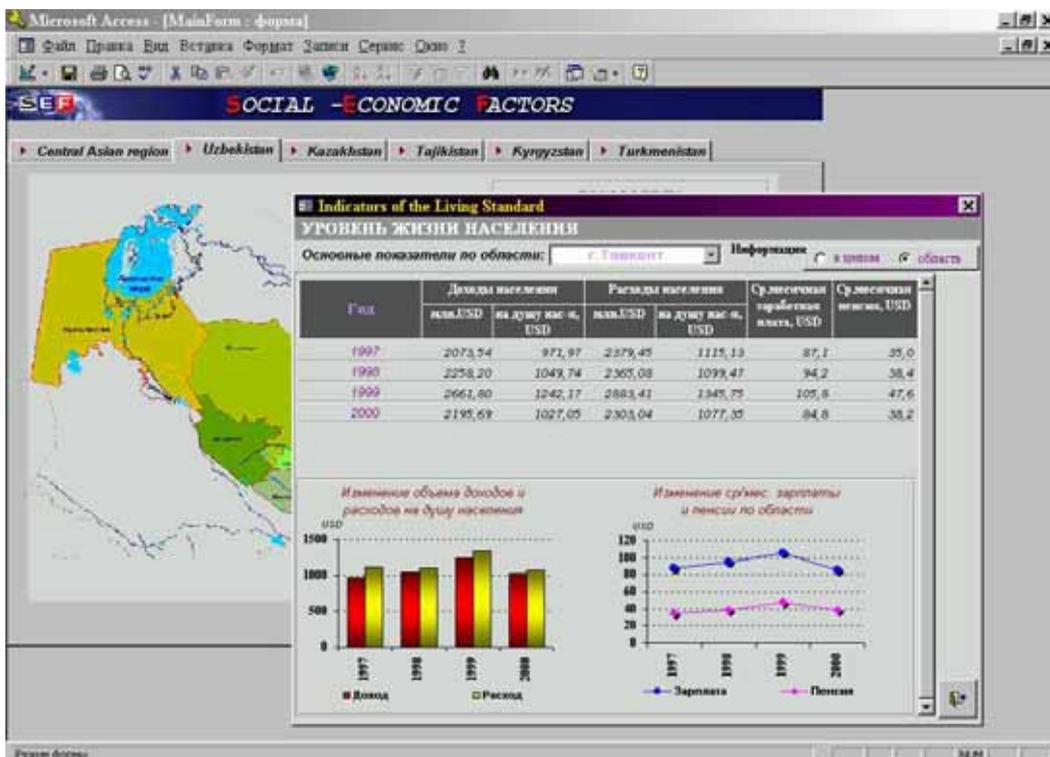


Рис. 6. Уровень жизни населения (сравнительный анализ по одной области за ряд лет)

Таким образом, на сегодняшний день исполнителями разработан внешний вид интерфейса и все основные формы представления информации на примере Республики Узбекистан.

### 3.4. РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО РАСШИРЕНИЮ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ И СОЗДАНИЕ НАБОРА ПРИКЛАДНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ГИС ДЛЯ РЕШЕНИЯ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗАДАЧ

Жерельева С.Г., Платонов А.Е.

Цель работы - развитие сфер применения ГИС в увязке с базой данных ЕИС КИОВР БАМ бассейна Аральского моря.

Произведен подбор материалов по Ферганской области, которые были предоставлены Ферганским облводхозом.

На предыдущих этапах исследований все работы по созданию географической информационной системы (ГИС) проводились на уровне – область, район. В настоящее время работы по созданию ГИС проводятся и на уровне хозяйств.

На протяжении всего года велись работы по созданию тематических слоев информации для создания географической информационной системы национального уровня и уровня водопользователя.

Было произведено развитие наборов тематических слоев информации по следующим определенным направлениям:

- Административные направления:
  1. Область;
  2. Район (рис.1);
  3. Хозяйство (рис. 2)

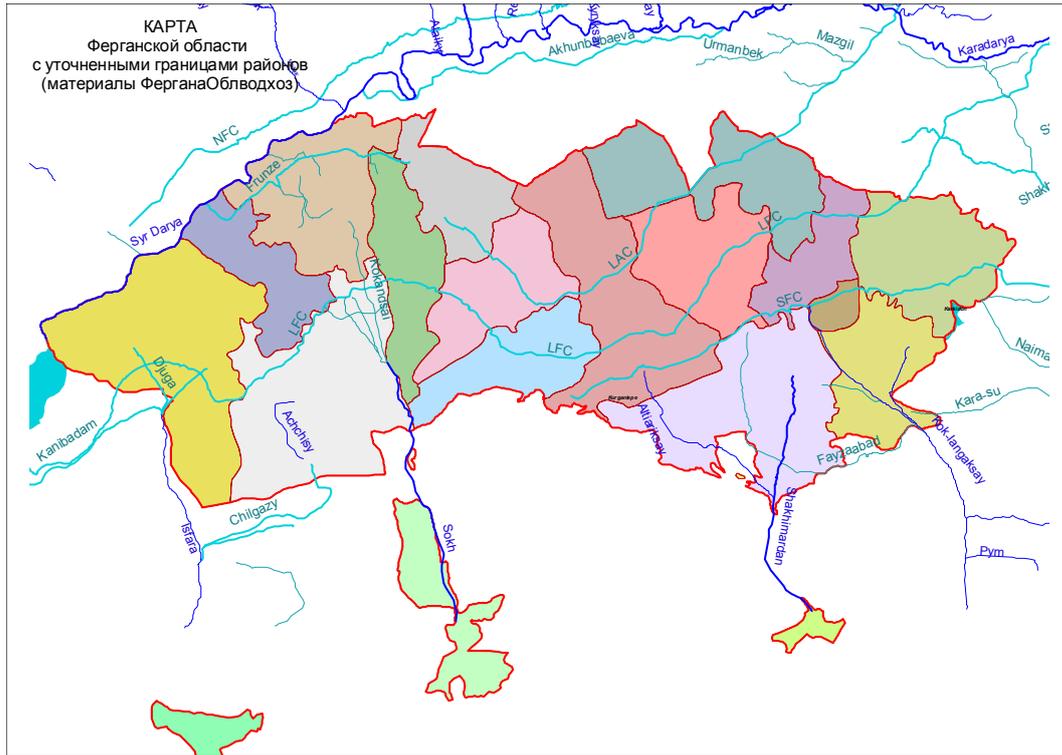


Рис. 1

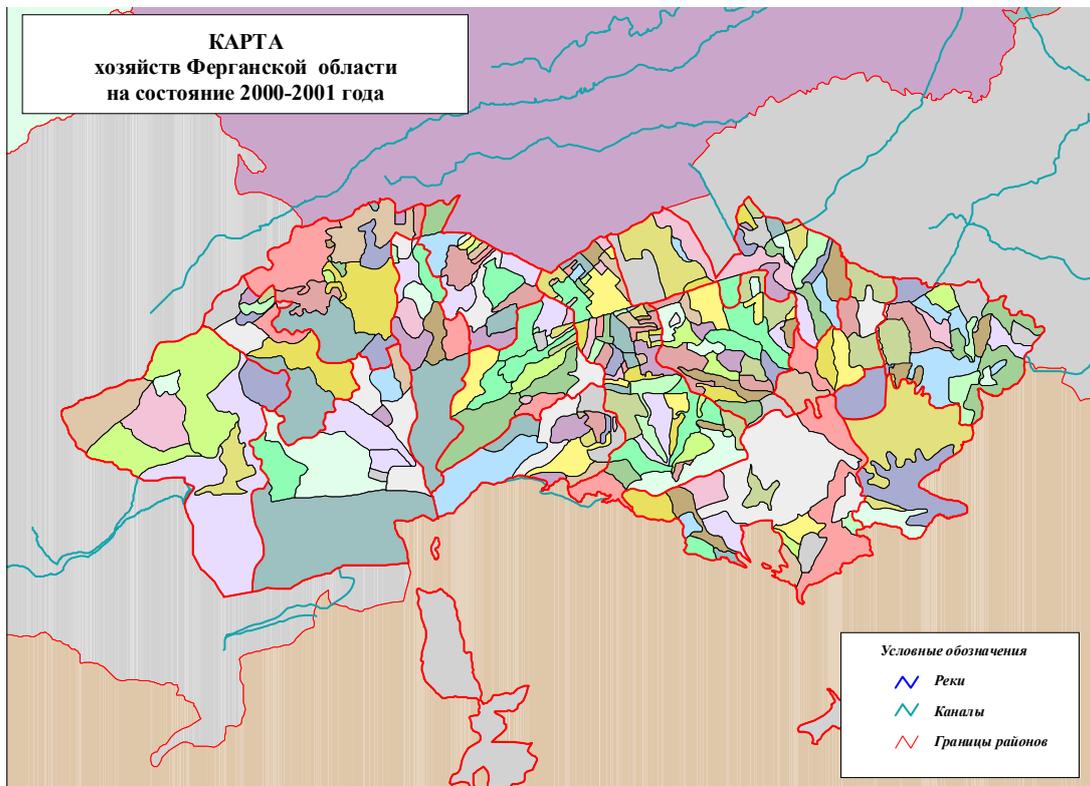


Рис. 2



3. Агроклиматические зоны (рис. 5)

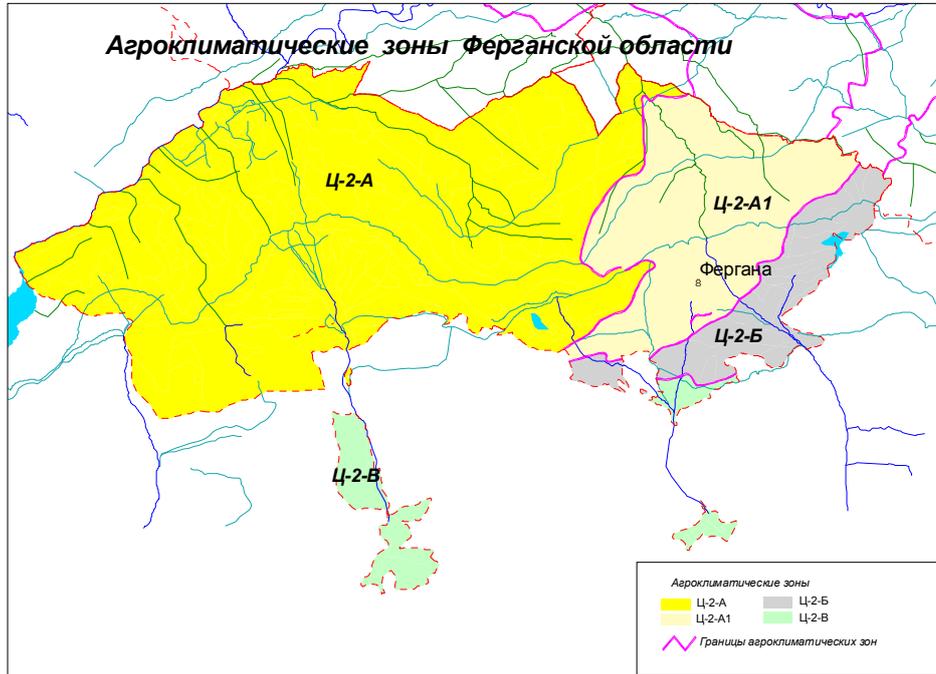


Рис. 5

- Водная инфраструктура (оросительная и коллекторно-дренажная сеть) (рис.6)
  1. Каналы;
  2. Коллекторы

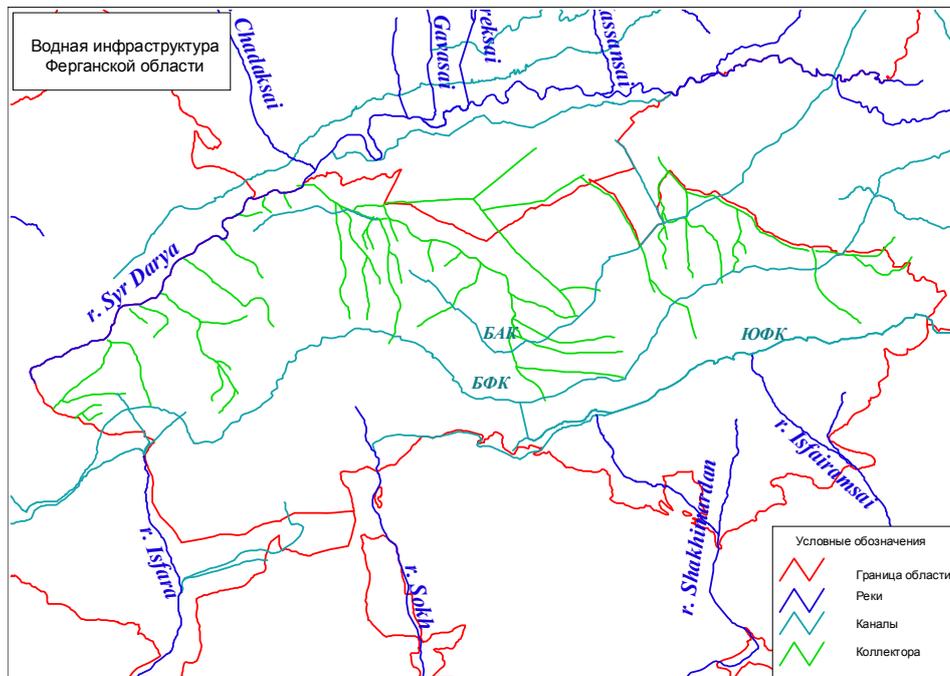


Рис. 6



- топографические карты, применяемые для создания географической базы данных должны иметь масштаб 1: 25 000;
- источником для создания тематических карт, должны быть детальные крупномасштабные карты.

В качестве иллюстраций национального уровня и уровня водопользователя приводим рис. 8-10.

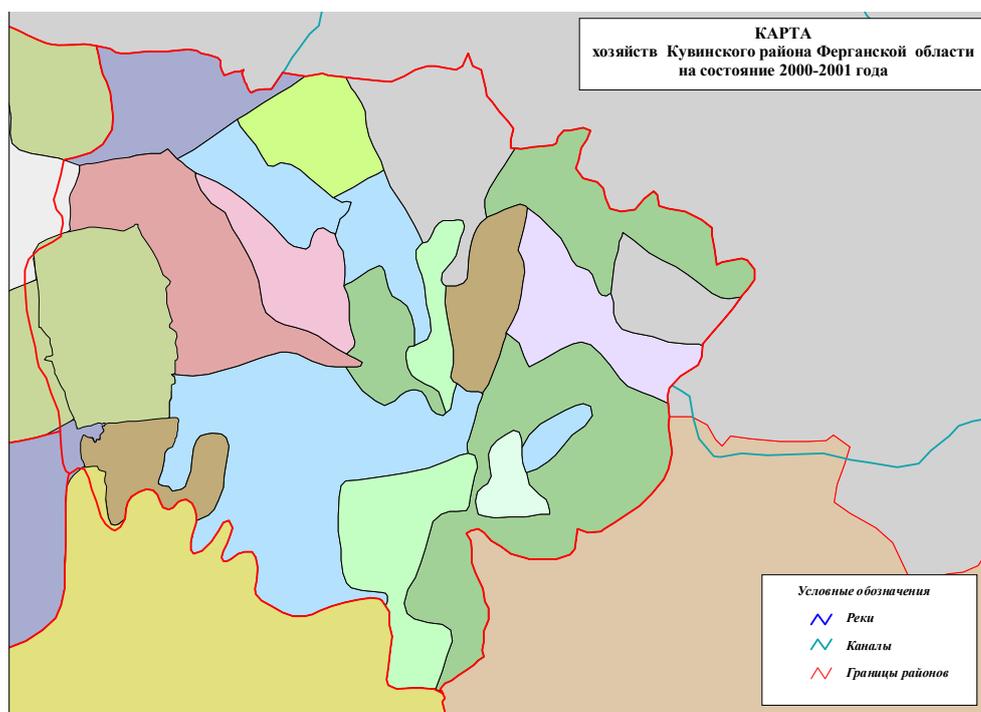


Рис. 8

Проведено детальное отображение каналов и коллекторов с отводами (Ферганская область, Кувинский район, АВП Акбарабад). Это позволит правильно расположить фермерские хозяйства и определить от какого водного объекта будет подаваться орошаемая вода.

### Ретроспективное состояние дельты Амударьи

В согласованной МКВК программе в качестве отдельной задачи выделено создание тематической карты, характеризующей ретроспективное состояние дельты реки Амударьи. Карты являются вкладом МКВК в проект SFP 974357 по программе НАТО – «Наука для мира».

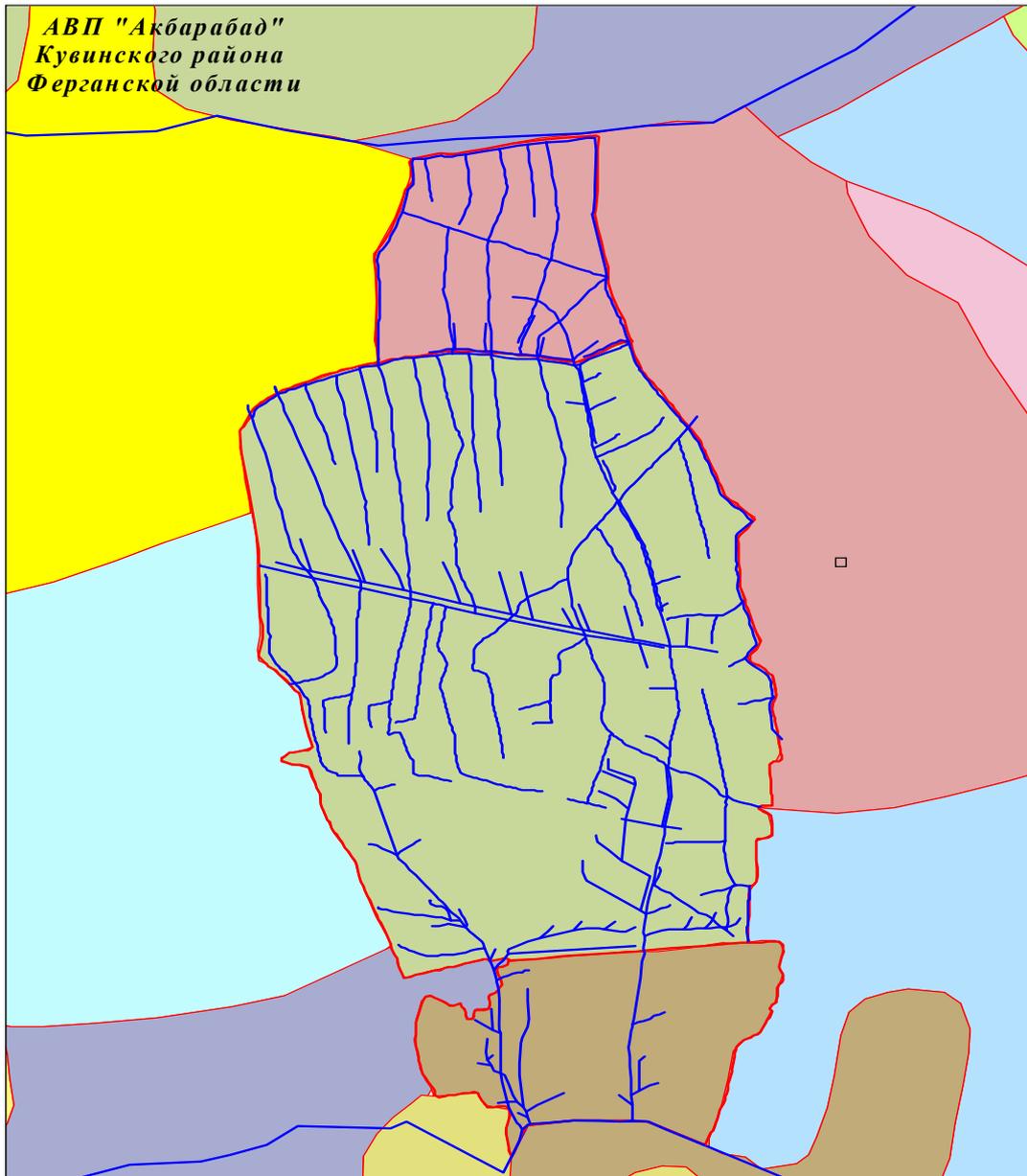


Рис. 9

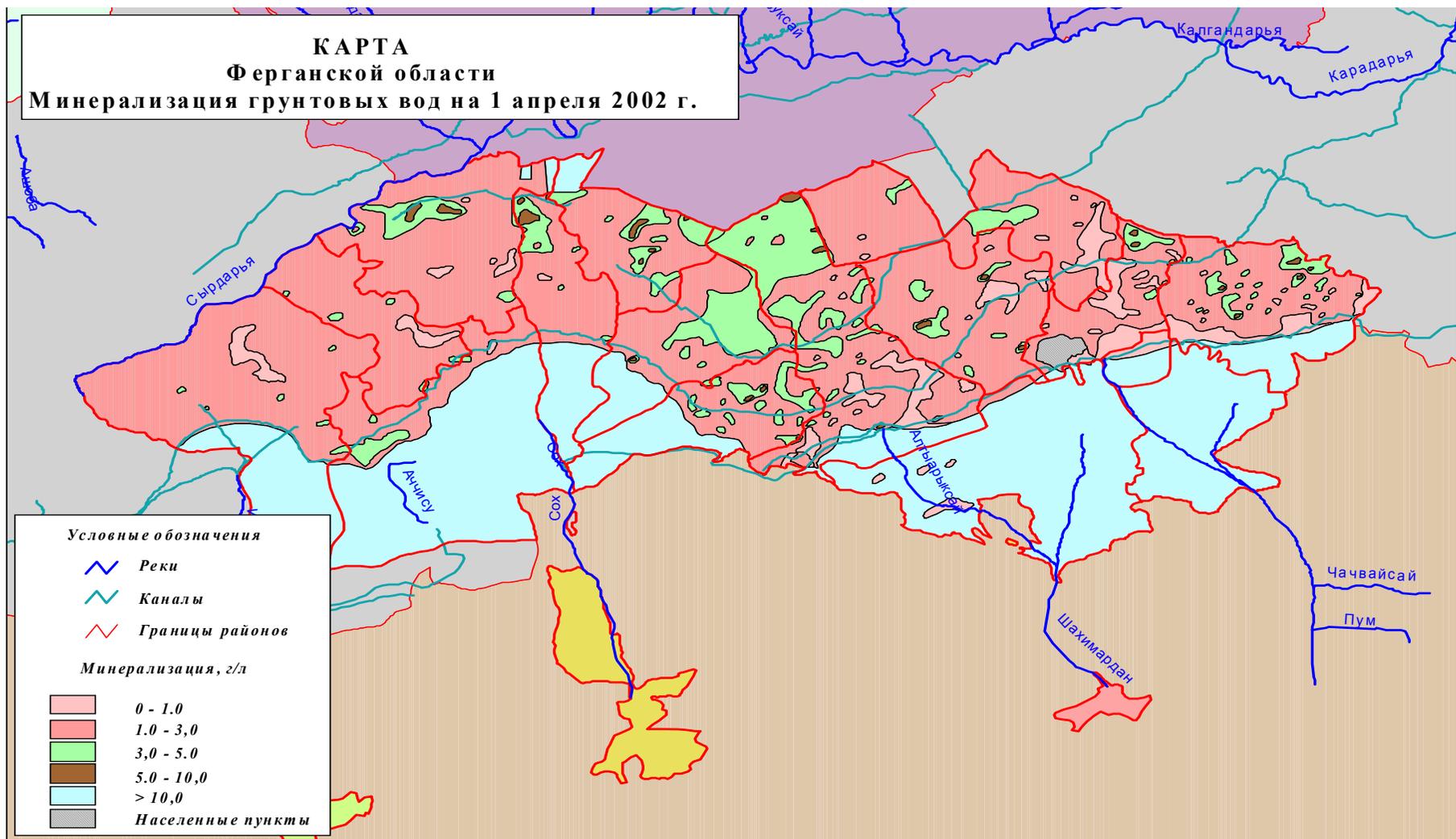
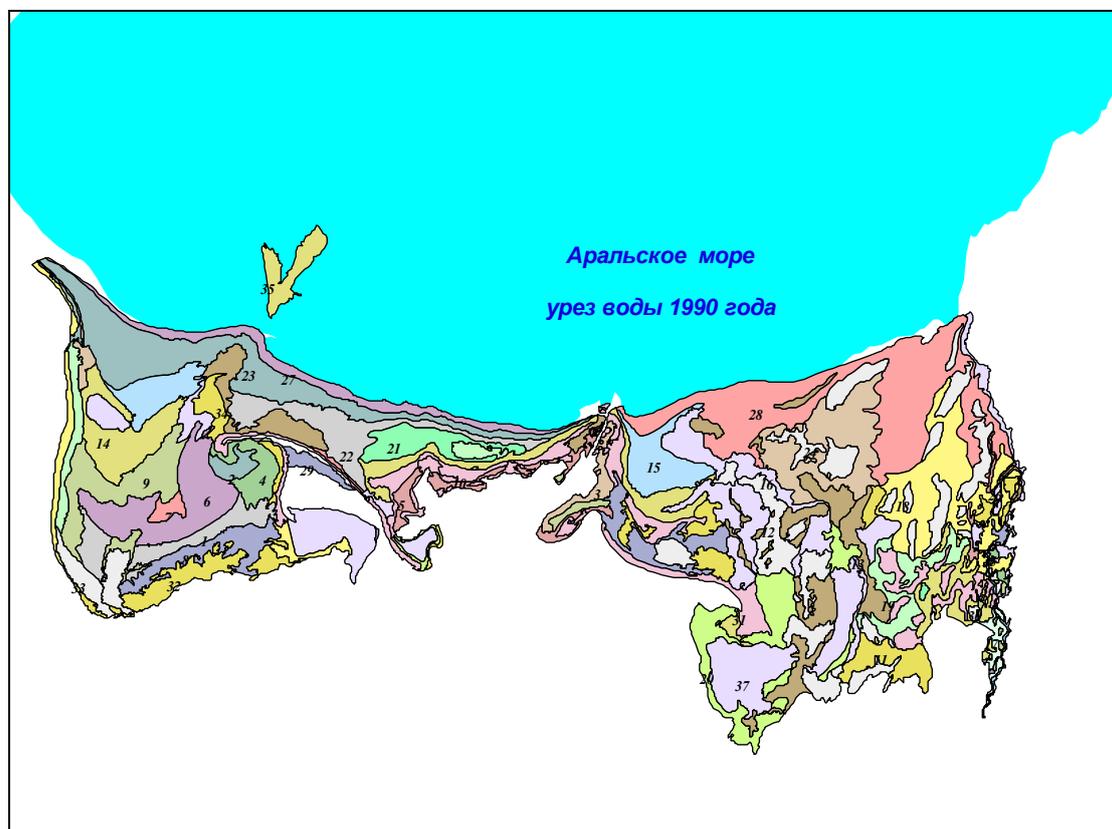


Рис. 10

В качестве иллюстрации проделанной работы по оценке - *ретроспективного состояния дельты реки Амударьи*, мы приводим тематическую карту "Южного Приаралья" по состоянию местности на 1990 год. На рис. 11 представлены результаты проделанной работы. Для полноты представления работы приводим описание некоторых полигонов карты "Южного Приаралья" (табл. 1.)



**Рис. 11. Южное Приаралье**

**Таблица 1**

**Описание полигонов тематической карты "Южного Приаралья"**

Номер полигона на карте	Описание полигона
37.	Водная поверхность, либо поверхность с глубиной воды от 0,5 до 1,5 метров заросшая тростником.
1.	Солончаки приморские автоморфные.
2.	Солончаки приморские автоморфные корковые.
3,4 ...	Солончаки приморские автоморфные корковые-пухлые и корковые.
18	Песчаные донные обнажения.
24.	Солончаки приморские гидроморфные непрочно корковые.
30.	Пески грядово-ячеистые.
31.	Пески барханно-бугристые.
35.	Пески равнинно -мелкобугристые незакрепленные.

В таблице приведены общие характеристики только некоторых наиболее характерных для Южного Приаралья полигонов, полное описание полигонов будет приведено в заключительном отчете за 2002 год). Таким образом, приведенный материал показывает, что исполнителями произведена оценка состояния Южного Приаралья на 1990 год, то есть ретроспективная оценка местности.

Далее в процессе работы нами было проанализировано состояние местности на 2002 год, из-за отсутствия материальных средств на приобретение спутниковых снимков, мы использовали материалы, имеющиеся в интернете. С помощью этих материалов, нами была произведена оценка площади ветландов Южного Приаралья. Результаты обработки представлены на рис. 12 .



Рис. 12

В таблице 2 приведены полученные после дигитайзирования (оцифровки) численные значения площадей ветландов.

Таблица 2

**Площади ветландов в дельте реки Амударьи,  
по состоянию местности на 4.08.2002 г.**

Наименование ветланда		Площадь, га
1.	Судочье	6497,2
2.	Междуреченское	18375,21
3.	Рыбачье	5513,1
4.	Муйнакское	5163,2
5.	Джылтырбас	27620,5
6.	Быв. зал. Аджибай	6784,7
7.	Думалак	6784,9
8.	Машан Караджар	2813,9
	Итого	79552,71

Хотелось бы отметить, что нами приводятся только общие положения рекомендаций по созданию географической информационной системы, так в настоящее время разработка рекомендаций находится в стадии завершения. Вообще, правильное управление земельно-водными ресурсами и окружающей средой требует интегрированного отображения, мониторинга и управления ресурсами. ГИС уже несколько десятилетий используется в практике распределения водных ресурсов. Для нас ГИС сравнительно новое понятие. Это относится к лежащей в основе методологии, которая требует междисциплинарного подхода, где объединены знания и опыт различных дисциплин. Многие из текущих проблем возникают из-за отсутствия междисциплинарного мышления и комплексного видения управления обширными земельно-водными ресурсами. Здесь необходима ГИС и она может способствовать работе мультидисциплинарных команд, которые выходят за традиционные границы отрасли, и содействовать повышению осведомленности о необходимости интегрирования других областей экспертизы в анализ.

С помощью топографических карт, спутниковых снимков и тематической картографической информации существует возможность комплексного отображения, мониторинга и управления земельно-водными ресурсами. Все это требует единой информационной системы, способной эффективно обрабатывать географическую справочную информацию совместно со статистическими данными.

Геоинформационная база данных должна иметь следующие возможности:

- Отцифровывать картографические данные;
- Хранить созданные слои информации.
- База данных ГИС должна взаимоувязывать визуальное представление объектов и статистические данные;
- Интерпретировать и компоновать данные дистанционного зондирования орошаемой территории.

Методический подход к созданию геоинформационной базы национального уровня и уровня водопользователей заключается в следующем:

1. Создание географической базы данных.

Для ввода пространственных данных следует:

- Подобрать карту-основу хорошего качества;
- Определить последовательность действий;
- Провести подготовку карт;
- Оцифровать карту.
- Провести исправление ошибок;
- Провести трансформацию покрытия в нужную систему координат.

2. Создание статистической базы данных;

3. Анализ спутниковых изображений.

### 3.5. УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПЕРСПЕКТИВНОГО РАЗВИТИЯ ЗОНЫ ПЛАНИРОВАНИЯ

Тучин А.И.

Цель исследований - разработка методической основы и программного обеспечения для моделей использования водных ресурсов на орошение и рекомендаций по оптимальному развитию зон планирования в увязке с национальными и межгосударственными приоритетами.

В качестве объекта исследований принимается «Зона планирования», как наиболее представительный элемент оросительных и дренажных систем. В соответствии с существующей классификацией базы данных WARMIS, вся территория бассейна Аральского моря, разделена на 45 условных единиц, именуемых зоны планирования, например, бассейн р. Сырдарья разделен на 22 зоны планирования. Зона планирования является географической единицей в пределах гидрографического бассейна, с единством систем питания и геоморфологического строения ирригационной сети (оросительные системы и сочетание дренажных систем). Одна зона планирования обязательно расположена в пределах (административных границах) одной области, но одна область может быть разделена на несколько зон планирования. Одна зона планирования может состоять из одного или нескольких административных районов. Вся территория зоны планирования имеет единые гидрологические условия для формирования водных ресурсов и единые экономические показатели для осуществления сельскохозяйственной деятельности. Водные ресурсы, формирующиеся внутри зоны планирования, называются - местными, водные ресурсы, получаемые зоной планирования из трансграничных источников, - трансграничными. Отработанные зоной планирования водные ресурсы, повышенной минерализации – коллекторно-дренажным стоком. В данной работе планирование перспективного использования водных ресурсов на орошение осуществляется через мероприятия или действия, выражаемые финансовыми параметрами объемов инвестиций и затрат в зону планирования при известных гидрографах трансграничных и местных водных ресурсов. Эти мероприятия, действия, проекты могут быть направлены на создание новых мощностей или улучшение производительности существующих и в целом обеспечивают рост валовой продукции и хозяйственного дохода в зоне планирования. Следует особо подчеркнуть, что методология и удельные экономические показатели зоны планирования, являются общими для всех государств Центральной Азии, тогда как внешние экономические показатели зоны планирования, строго соответствуют государству, которому она принадлежит, т.е. сравнение зон планирования по внешним экономическим показателям может осуществляться только на внутригосударственном уровне.

#### **Элементы зоны планирования**

С точки зрения водохозяйственного комплекса зона планирования рассматривается, как сосредоточенный объект, потребляющий некоторый объем водных ресурсов, с дальнейшим перераспределением последних в пространстве и во времени, и с изменением их качества. В данной работе управление зоной планирования осуществляется через объемы инвестиций, направляемых на реконструкцию и развитие ее элементов, на

существующем фоне трансграничных и местных водных ресурсов. Результат потребления водных ресурсов выражается некоторым объемом сельскохозяйственной продукции, по которому определяется доход в зоне планирования. Внутренняя структура зоны планирования в сельскохозяйственном разрезе состоит из Зон орошения с соответствующими наборами культур, оросительных систем (системы каналов магистральных, межхозяйственных, внутривладельческих и поливных), и отводящих систем (коллекторно-дренажная сеть). В свою очередь, каждая зона орошения, характеризуется набором физико-химических показателей, отражающих состояние плодородия почвы на текущий момент времени. Изменение объема и качества водных ресурсов имеет прямое влияние на объем сельскохозяйственной продукции через водообеспеченность посевов и косвенное влияние, через изменение мелиоративного состояния почв за счет изменения их засоленности и возможности выполнения промывок земель, поэтому моделированию подлежат обе характеристики развития сельскохозяйственных культур, связанные с изменениями в объемах водных ресурсов. Таким образом, зона планирования формализуется в виде открытой системы с сосредоточенными параметрами, на входе которой, задается гидрограф и качество поступления трансграничных водных ресурсов, а на выходе расчетным путем получают доход, гидрограф и минерализацию коллекторно-дренажного стока, а также рекомендации по использованию инвестиций в реконструкцию и развитие. Внутренняя структура зоны планирования представляется упорядоченным набором объектов: зон орошения, сельскохозяйственных культур, оросительных и коллекторно-дренажных систем, отражающих процессы перераспределения водных ресурсов на сельскохозяйственных площадях, процессы изменения объема производства сельскохозяйственных культур, процессы изменения технологических параметров зоны планирования под воздействием инвестиций. В свою очередь, каждый объект характеризуется собственным набором переменных и функций, отражающих его пространственные и технологические свойства.

На рисунке приведены четыре зоны планирования: Наманган-Нарынская, Наманган-Сырдарьинская, Андижанская и Ферганская.



Для описания функционирования зоны планирования принят следующий набор объектов:

**Площадь орошения**

Орошаемая территория зоны планирования, используемая под выращивание сельскохозяйственных культур, характеризуется:

- значениями существующей площади и доступной в перспективе (га),
- бонитетом почвы,
- степенью засоленности почвы,
- удельными объемами воды для промывки почв,
- стоимостью нового освоения одного гектара.

**Оросительные системы**

Системы, обеспечивающие подачу водных ресурсов на орошаемую территорию в требуемом объеме и в заданные промежутки времени. Оросительные системы характеризуется:

- средневзвешенным коэффициентом полезного действия,
- стоимостью эксплуатационных затрат,
- функцией реконструкции в зависимости от времени и объема инвестиций.

**Коллекторно-дренажные системы**

Системы, поддерживающие требуемый баланс солей и необходимый уровень грунтовых вод на территории орошения, и отводящие избыток воды через коллекторно-дренажную сеть в реку, замкнутые водоемы или обратно в оросительные системы для повторного использования. Дренажные системы характеризуются следующими параметрами:

- дренажным модулем,
- площадью дренирования,
- стоимостью эксплуатационных затрат,
- функцией реконструкции в зависимости от времени и объема инвестиций.

**Сельскохозяйственные культуры**

Набор сельскохозяйственных культур, выращиваемых в зоне планирования, характеризуется следующими параметрами:

- функцией распределения набора культур по площади орошения,
  - удельными значениями продуктивности культуры с единицы площади
  - стоимостью единицы данной культуры, включая дополнительную стоимость от вторичной переработки.
  - удельными объемами водных ресурсов на единицу площади
  - удельными объемами затрат, необходимых для производства данной культуры,
  - функциями стресса недостатка водных ресурсов,
  - функциями стресса от и степени засоленности почвы,
- Функции стресса отражают снижение урожайности каждой культуры в зависимости от отклонений, соответствующего параметра (вода, соль), от нормативных значений.

**Внутренние водные ресурсы**

Водные ресурсы, которыми располагает зона планирования, за счет внутренних источников, не учитываемые в объемах трансграничных вод, характеризуются:

- гидрографом поступления,
- минерализацией,
- стоимостью единицы объема.

## Экономические показатели зоны планирования

### Годовой доход

Главный экономический показатель зоны планирования составляет валовой продукт, получаемый как суммарный годовой доход, получаемый от каждой сельскохозяйственной культуры, с учетом дополнительной стоимости от переработки ее во вторичную продукцию. Пусть  $\{R\}$  – множество сельскохозяйственных культур в зоне планирования, а  $\{R2_r\}$  – множество видов вторичной продукции от культуры “ $r$ ”, имеющие коэффициенты выхода  $\alpha_{r,k}$ , и стоимость  $p_{r,k}$ ,  $r \in \{R\}$ ,  $k \in \{R2_r\}$ , тогда фактическая стоимость единицы культуры  $r$ , определяется как:

$$P_r = p_r + \sum_{k \in \{R2_r\}} \alpha_{r,k} \times p_{r,k}, \quad \forall r \in \{R\}; \quad (1)$$

где:  $p_r$  – стоимость единицы основной культуры “ $r$ ”.

Введем вектор  $\xi^r(H)$  размерности  $|R|$ , отражающий распределение сельскохозяйственных культур по орошаемой территории, в рассматриваемой зоне планирования. Компоненты этого вектора  $\xi^r$ , определяются соотношениями:

$$\xi^r = H_r / H; \quad \forall r \in \{R\} \quad ; \quad (2)$$

где:  $H_r$  – площадь, занятая культурой “ $r$ ”.

В результате хозяйственной деятельности, на одном гектаре орошаемой территории выращивается некоторый объем  $y_r(c_r, s, \Delta w, b)$  культуры “ $r$ ”, который зависит, как от внутренних факторов,  $s, b$  – засоленности и бонитета почвы, так и внешних:  $c_r, \Delta w$ , - затрат на выращивание конкретной культуры и дефицита воды в зоне планирования. Многочисленные исследования влияния этих факторов на изменение урожайности [3, 4] показывают, их слабую кросс-корреляцию, что позволяет фактическую урожайность представить в виде произведения: потенциальной урожайности и понижающих функций (стресса) от остальных факторов  $y_r(c_r, s, \Delta w, b) = b \times y_r(c_r) \times f^{r,w}(\Delta w) \times f^{r,s}(s)$ . В качестве потенциальной урожайности выбрана урожайность культуры  $y_r(c_r)$  от фактических затрат на ее производство, а понижающие функции определяются согласно [1]. Учитывая что, распределение всех культур задается вектором  $\xi^r$ , получим выражение годового дохода зоны планирования:

$$D = H \times \sum_{r \in \{R\}} P_r \times \xi_r \times y_r; \quad (3)$$

### Годовые затраты

Фактический объем  $y_r$ ,  $r$ -ой культуры с одного гектара площади, зависит, как от средств выделяемых Зоне планирования на выращивание конкретных сельскохозяйственных культур, так и от реально складывающейся водохозяйственной обстановки в конкретной Зоне орошения. Пусть Зоне планирования на ежегодное выращивание сельскохозяйственных культур выделяются средства в объеме  $c_r$ , ( $\$/ha$ ) которые регламентируют получение с одного гектара занятой площади некоторого объема  $y_r(c_r)$ ,  $r$ -ой культуры. Общие сельскохозяйственные затраты зоны планирования будут:

$$C^R = H \times \sum_{r \in \{R\}} c_r \times \xi_r \quad (4)$$

Помимо сельскохозяйственных затрат зона планирования должна оплачивать водные ресурсы, потребляемые при выращивании сельскохозяйственных культур. Водные ресурсы в зоне планирования формируются из трех составляющих: - поверхностный приток из местных источников, осадки и поверхностный приток из трансграничных источников. Две первые составляющие неуправляемы, задаются в виде гидрографа и формируют  $w^{lc}$

$$w^{lc} = w^L \times \eta^* + w^E \quad (5)$$

здесь:  $\eta^*$  - приведенный к.п.д. оросительных систем.  
 $w^L$  - ресурс поступающий из местных источников,  
 $w^E$  - ресурс сформированный осадками ( $w^E = q^E \times H^N$ )  
 $q^E$  - норма осадков на единицу площади  
 $H^N$  - площадь орошения (нетто)

Объемы воды вычисляются через нормы водопотребления, дифференцированные по сельскохозяйственным культурам. Обозначим через  $w_r^N$  удельное водопотребление культуры “г”, в этом случае объем оросительной воды, для зоны планирования, вычисляется как:

$$W = (H \times \sum_{r \in \{R\}} w_r^N \times \xi_r) / \eta^* ; \quad (6)$$

Величина  $W$  отражает весь объем водных ресурсов, требуемых для выращивания сельскохозяйственных культур. Этот объем покрывается двумя составляющими: местными водными ресурсами и трансграничными т.е.

$$W = W^{lc} + W^{tr} \Rightarrow W^{tr} = W - W^{lc} ; W^{tr} \geq 0; \quad (7)$$

Вторая часть выражения (7) фактически означает, что каждая зона орошения максимально использует собственные водные ресурсы и лишь в случае их недостатка обращается к трансграничным. Обозначим через  $\Delta W$ ,  $0 \leq \Delta W \leq W^{tr}$ ; дефицит воды, возникающей вследствие недостатка трансграничных водных ресурсов, тогда объем за использование водных ресурсов, получим в виде:

$$C^W = p^{w,lc} \times W^{lc} + p^{w,tr} \times (W^{tr} - \Delta W); \quad (8)$$

где:  $p^{w,lc}$ ,  $p^{w,tr}$  - стоимость единицы местных и трансграничных водных ресурсов, соответственно.

Следующий вид затрат в зоне планирования обусловлен необходимостью поддержания функциональной способности оросительных и коллекторно-дренажных систем. Эти, так называемые, эксплуатационные затраты зависят от стоимости технологического комплекса, которая, в свою очередь, определяются полной стоимостью внутрихозяйственной сети, стоимостью техники орошения внутри контура зоны орошения и частью стоимости магистральных каналов и межхозяйственной сети, перенесенной на конкретную зону орошения. Полную стоимость оросительной сети “ $\eta$ ”, конкретной Зоны орошения, определим как:

$$C^C_{\eta} = \beta_{\eta} \times C^M_{\eta} + C^V_{\eta} + C^{pr}_{\eta}, \quad \forall \eta \in \{\eta\}; \quad (9)$$

здесь:  $\{\eta\}$ - множество оросительных систем в зоне планирования,  
 $\beta_{j,\eta}$  - доля стоимости межхозяйственной и магистральной части “ $\eta$ ” оросительной сети, переносимая на зону планирования,  
 $C^M_{\eta}$  - стоимость межхозяйственной и магистральной части “ $\eta$ ” оросительной сети,  
 $C^V$  – стоимость внутрихозяйственной оросительной сети,  
 $C^{pr}$  - стоимость оросительной сети поля.

Естественно, что должно выполняться обязательное условие, отражающее возможность орошения зоны планирования с помощью выделенного  $\{\eta\}$ - множества оросительных систем. Ежегодные эксплуатационные затраты “ $c^{ns}$ ” зоны планирования на поддержания функциональной способности оросительной сети складываются из отчислений на восстановление и техническое обслуживание всех составляющих:

$$C^s_{\eta} = \beta_{\eta} \times C^{s,M}_{\eta} + C^{s,V}_{\eta} + C^{s,pr}_{\eta}, \quad \forall \eta \in \{\eta\}; \quad (10)$$

$$c^{ns} = \left( \sum_{\eta \in \{\eta\}} C^s_{\eta} \times H_{\eta} \right) / \sum_{\eta \in \{\eta\}} H_{\eta}; \quad (11)$$

Выражения (10) и (11) отражают тот факт, что эксплуатационные затраты “ $c^{ns}$ ” зоны орошения, устанавливается для каждого вида сети в зависимости от величины амортизационных отчислений, технической оснащенности и нормативных затрат на обслуживание, также зависящих в свою очередь от срока службы и методов самого поддержания сети.

Аналогично, для коллекторно-дренажных систем по каждой зоне орошения введем множество дренажных систем  $\{D\}$ ,  $H_d$  – площади дренирования. Нормируя по ним фактические стоимости коллекторно-дренажных систем, получим величины “ $c^{dc}$ ” и “ $c^{ds}$ ”.

$$C^C_d = \beta_d \times C^K_d + C^{pr}_d, \quad \forall d \in \{D\}; \quad (12)$$

$$c^d = \left( \sum_{d \in \{D\}} C^C_d \times H_d \right) / \sum_{d \in \{D\}} H_d; \quad (13)$$

$$C^s_d = \beta_d \times C^{s,K}_d + C^{s,pr}_d, \quad \forall d \in \{D\}; \quad (14)$$

$$c^{sd} = \left( \sum_{d \in \{D\}} C^s_d \times H_d \right) / \sum_{d \in \{D\}} H_d; \quad (15)$$

здесь:  $\beta_d$  – доля стоимости коллекторов, относимых к зоне планирования.  
 $C^K_d$  – стоимость коллекторов,  
 $C^{pr}$  - стоимость дренажной сети.

### Приведенные затраты

Для исследования процессов функционирования зоны планирования в многолетнем разрезе введем фактор времени “ $t$ ”,  $t \in \{T\}$ , и рассмотрим изменения технологическом комплексе оросительных и коллекторно-дренажных систем под воздействием

инвестиций. Ограничимся мероприятиями, время осуществления которых заведомо меньше времени исследуемого периода  $\{T\}$ . В этом случае, любые инвестиции в реконструкцию и развитие элементов зоны планирования, можно трансформировать в так называемые приведенные затраты, которые отражают фактическую нагрузку на формирование чистого дохода и будут использоваться для определения суммарных затрат в многолетнем разрезе. Суммарные затраты складываются из эксплуатационных затрат и дополнительных затрат, обусловленных возвратом инвестиций, вложенных в технологический комплекс (оросительные и дренажные системы) и (переспециализация сельскохозяйственных культур), в некоторый момент времени "t". Для определения приведенных затрат воспользуемся известным выражением, например [2].

Пусть  $C^0 = C(t^0)$  – объем инвестиций в какой либо элемент зоны планирования в момент времени  $t^0$ ,  $T^*$  – период окупаемости проекта,  $t^0 \in T^* \subset \{T\}$ , а  $\rho$  – годовая норма прибыли, тогда суммарные приведенные затраты в любой момент времени  $t$ , определяются выражением:

$$C^*(t) = k(t) \times C^0 + C(C^0), t \in \{T\}; \quad (16)$$

где:  $k(t)$  – функция дисконтирования, определяемая выражением:

$$k(t) = \rho \times (1 + \rho)^{T^*} / [(1 + \rho)^{T^*} - 1] \text{ при } t \in T^*; \quad k(t) = 0 \text{ при } t \notin T^*; \quad (17)$$

Запись  $C(C^0)$  – ежегодных эксплуатационных затрат, в виде функции от инвестиций обусловлено тем, что повышение состояния технического уровня оросительных и коллекторно-дренажных систем приводит к изменению (повышению или понижению) и эксплуатационных затрат  $C$ , тогда как переспециализация сельскохозяйственных культур в технологическом комплексе, нет. В свою очередь, изменение стоимости технологического комплекса не влияет на структуру затрат, требуемых для выращивания и переработки сельскохозяйственной продукции, а переспециализация изменяет "с<sub>r</sub>". Выполняя нормирование выражения (16) по площади соответствующего показателя и складывая с его годовым значениям, получим:

$$c_{\eta}^*(t) = c_{\eta}^s + [k_{\eta}(t) \times C_{\eta}^0 + C_{\eta}(C_{\eta}^0)] / H(t), \quad (18)$$

$$c_d^*(t) = c_d^s + [k_d(t) \times C_d^0 + C_d(C_d^0)] / H(t), \quad (19)$$

$$c_r^*(t) = [k_r(t) \times C_r^0 + C_r(C_r^0)] / H_r(t), \quad (20)$$

где:  $C_r^0$ ,  $C_{\eta}^0$ ,  $C_d^0$  – инвестиции в реконструкцию и развитие оросительных систем, коллекторно-дренажных систем и переспециализацию сельскохозяйственных культур, соответственно.

### Чистый доход

Чистый доход зоны планирования определяется как разница между общим доходом от сельскохозяйственного производства и затратами на его получение:

$$N = H \times \left[ \sum_{r \in \{R\}} \xi_r \times (P_r \times y_r - c_r) - c^{\eta} - c^d \right] - W^{lc} \times p^{w,lc} - W^{tr} \times p^{w,tr}; \quad (21)$$

$N$  – чистый годовой доход (\$);

$H$  - площадь зоны планирования (га);  
 $P_r$  – стоимость единицы культуры “ $r$ ”, с учетом вторичной продукции (\$/tn);  
 $y_r$  – фактическая урожайность “ $r$ ”- ой культуры (tn/ha);  
 $W^{w,lc}$ ,  $W^{w,lr}$  – объемы местных и трансграничных водных ресурсов (m3);  
 $p^{w,lc}$ ,  $p^{w,lc}$  – средневзвешенные цены единицы местных и трансграничных водных ресурсов для ЗП (\$/m<sup>3</sup>);  
 $c_r$  -удельные затраты на выращивание сельскохозяйственной культуры (\$/ha);  
 $c^n$  - удельные затраты на поддержание функционирования систем орошения (\$);  
 $c^d$  - удельные затраты на поддержание функционирования дренажных систем, (\$);

При исследованиях функционирования зоны планирования в многолетнем разрезе, кроме вышеперечисленных статей затрат, возникает составляющая, обусловленная колебаниями общей площади зоны планирования, как в связи с возможным развитием площадей орошения, так в связи с выводом части площадей из сельскохозяйственного производства. Согласно рекомендациям [3], процесс развития площадей орошения можно описать функцией опирающейся на понятие комплексного гектара, который включает весь перечень технологических элементов, необходимых для организации сельскохозяйственного производства и сбалансированных в соответствии с условиями конкретной зоны планирования. Процесс вывода существующих площадей из сельскохозяйственного производства имеет две экономические составляющие, первая связана с выводом из оборота технически оснащенных земель и описывается аналогично оросительным и дренажным системам в условиях старения элементов, вторая, обусловлена социальным эффектом из-за различной стоимости рабочего места в селе и в городе. Полагая, что уменьшение сельскохозяйственных площадей выталкивает часть трудоспособного населения в город получим выражение для затрат, возникающих в связи с необходимой компенсацией. Процесс развития площадей орошения описывается с помощью расширения множества  $\{J\}$ ,  $\{J\} = \{J^0\} \cup \{J^N\}$ . Необходимость подобного разделения обусловлена следующим причинами: подъем урожайности до проектного уровня на вновь вводимых площадях, происходит в течение длительного промежутка времени  $\Delta t \approx 10 \div 15$  лет, следовательно, при использовании формулы (21) для правильного вычисления  $y_r(c_r, s, \Delta w)$ , необходим отдельный учет старых и новых площадей орошения. Обозначая через  $c^H$  – комплексную стоимость развития одного гектара новых площадей, а через  $\Delta H^\pm(t)$  изменение площади орошения на интервале времени  $\{t-I; t\}$ , здесь знак “+” подразумевает развитие площади орошения, а знак “-” вывод из производственной деятельности, тогда выражение для чистого дохода Зоны планирования в многолетнем разрезе можно записать в виде:

$$\aleph(t) = N(t) - c^H \times \Delta H^+(t) - (\Delta H^-(t) - \Delta H^+(t)) \times c^c; \quad (22)$$

Здесь  $c^c$  – удельные социальные затраты обусловленные компенсациями вследствие изменения количества рабочих мест в селе,  $t \in \{T\}$  – исследуемый период времени,  $N(t)$  – выражения определяемые формулой чистого дохода (21), с заменой простых затрат их приведенными аналогами. Выражение (22) является основным при исследованиях функционирования зоны планирования в перспективе. Однако при сравнении различных зон планирования требуются различные удельные показатели, которые получаются путем нормирования значения чистого дохода по различным показателям, таким как: площадь зоны планирования, объем потребляемых водных ресурсов, численность населения в зоне планирования, капиталоемкость оросительных и коллекторно-дренажных систем и т.п. Эти показатели во многом будут зависеть от объема капи-

тальных вложений в ту или иную зону планирования, что порождает задачу сопряжения этих капитальных вложений с возможностью и приоритетностью развития той или иной зоны планирования, в перспективе национальной программы государства. Следовательно, возникает вопрос увязки совокупности зон планирования в пределах каждого государства, с перспективой всего национального развития. В зависимости от наличия природного или промышленного потенциала, и показателей динамики населения, национальный план может ставить различные задачи. Например, равномерное повышение национального дохода в целом по государству и в отдельных ее зонах. В этом случае очень важно определить следующие факторы:

- ожидаемый прирост национального дохода от каждой зоны планирования на расчетную перспективу в сельскохозяйственном секторе,
- ожидаемый прирост национального дохода на душу населения за счет несельскохозяйственного сектора с учетом динамики населения в зоне планирования за тот же период.

### Компоновка зоны планирования

Зона планирования рассматривается как совокупность зон орошения, представляющих собой самостоятельный объект, в пределах которого, выполняется увязка всех составляющих зоны планирования. Для этого зону орошения рассмотрим как поверхность, с площадью  $H$ , которая плотно покрыта оросительными системами  $H_\eta, \cup H_\eta = H$ ;  $\eta \in \{\eta\}$  – множество оросительных систем. На этой поверхности выращивается множество сельскохозяйственных культур  $\{R\}$ , имеющих площади  $H_r, \cup H_r \leq H$ ;  $r \in \{R\}$ . И часть этой поверхности дренируется коллекторно-дренажной сетью с площадью  $H_d, \cup H_d \leq H$ ;  $d \in \{d\}$  – множество коллекторно-дренажных систем. Кроме этого, в начальный период времени, известны функции: распределения площадей по бонитету и степени засоленности почв, а также уровню залегания грунтовых вод. Используя условия однородности, используем понятие комплексного гектара, который представляет собой гектар, отражающий в статистическом смысле, все характеристики исследуемой зоны орошения, тогда векторы распределения  $\xi^b(b, t)$ ,  $\xi^s(s, t)$ ,  $\xi^h(h, t)$  для комплексного гектара, сохраняют тот же смысл, что и для поверхности Зоны орошения. При определении объема продукции сельскохозяйственных культур, использовался вектор распределения  $\xi^r$ , с компонентами:

$$\xi_r = H_r / H; \quad \forall r \in \{R\}; \quad (23)$$

Аналогичные векторы введем для определения оросительных и коллекторно-дренажных систем:

$$\xi_\eta = H_\eta / H; \quad \forall \eta \in \{\eta\}; \quad (24)$$

$$\xi_d = H_d / H; \quad \forall d \in \{d\}; \quad (25)$$

Теперь удельные параметры комплексного гектара зоны орошения можно определить в виде скалярного произведения собственных характеристик каждого элемента, на соответствующий ему вектор  $\xi$  распределения, а именно:

а) оросительные системы:

$$\text{к.п.д. "Т"} \quad \eta^{T, \eta} = \eta^T \bullet \xi^\eta \equiv \sum_{\eta \in \{\eta\}} \eta_\eta^T \times \xi_\eta; \quad (26)$$

- к.п.д. “U”  $\eta^{U,\eta} = \eta^U \cdot \xi^\eta;$  (27)

- удельная капиталоемкость оросительной сети

$$c^\eta = c^\eta \cdot \xi^\eta; \quad (28)$$

- удельные эксплуатационные затраты по оросительной сети

$$c^{\eta,s} = c^{\eta,s} \cdot \xi^\eta; \quad (29)$$

- удельная максимальная подача водных ресурсов

$$q^{max} = q^{max} \cdot \xi^\eta; \quad (30)$$

б) коллекторно-дренажная сеть:

- удельное водопотребление на промывку

$$q^N = q^N(s) \cdot \xi^s \equiv \sum_{s \in \{s\}} q^N(s) \times \xi_s(s); \quad (31)$$

здесь  $q^N(s)$  – промывная норма в зоне орошения при засоленности почвы “s”.

- приведенный дренажный модуль

$$q^d = q^d \cdot \xi^d \equiv \sum_{d \in \{d\}} q_d \times \xi_d; \quad (32)$$

- удельная капиталоемкость коллекторно-дренажной сети

$$c^d = c^d \cdot \xi^d; \quad (33)$$

- эксплуатационные затраты по коллекторно-дренажной сети

$$c^{d,s} = c^{d,s} \cdot \xi^d; \quad (34)$$

в) сельскохозяйственные культуры:

- удельная продуктивность культуры “r”

$$y_r = y_r(b) \cdot \xi^b \equiv \sum_{b \in \{b\}} y_b^r \times \xi_b(b); \quad (35)$$

- удельное водопотребление на орошение сельскохозяйственных культур

$$q^R(\tau) = q^r(\tau) \cdot \xi^r; \quad (36)$$

- удельный доход сельскохозяйственных культур

$$d^R = (y_r \times P^r) \cdot \xi^r; \quad (37)$$

- удельные затраты на выращивание сельскохозяйственных культур

$$c^R = c^r \bullet \xi^r; \quad (38)$$

здесь  $y_r(b)$  – удельная продуктивность культуры “r” при бонитете почвы “b”,  
 $P^r$  – вектор фактической стоимости единицы культуры, с учетом вторичной продукции,

$\tau$  - время внутри одного года,

“•” – оператор скалярного умножения.

Полученная система показателей (29)-(41) совместно с шестью векторами распределения, завершает компоновку зоны орошения и устанавливает недостающие связи между компонентами, определяющими функционирование зоны планирования.

- водные ресурсы,
- оросительные системы,
- коллекторно-дренажные системы,
- набор сельскохозяйственных культур,
- поверхность зон орошения,
- приведенные затраты;

Эта система является базовой для дальнейших исследований, поскольку она позволяет с одной стороны достаточно строго определить текущее состояние любой зоны орошения, а с другой – сравнивать параметры зон орошения с различными характеристиками поверхности, оросительных и коллекторно-дренажных систем, а также оценивать степень влияния изменений отдельных элементов на комплексное изменение функционирования этой зоны.

### **Зона планирования в системе региональных моделей**

#### **Концепция модели “Зона планирования”**

Комплекс моделей “Зона планирования”, по своему замыслу, предназначен для заполнения ниши, имеющей место, между моделями бассейна реки и моделями национального развития государств, участников бассейна Аральского моря. Этот комплекс моделей опирается в основном, на четыре источника информации:

База данных WARMIS, компоненты которой, с одной стороны являются источником формирования исходной информации для разрабатываемого комплекса, а с другой – сами являются подконтрольными со стороны комплекса моделей, в смысле проверки и корректности числовых значений, периодически поступающих в базу данных.

Национальная база данных перспективного развития и планирования, часть которой разрабатывается в рамках модели “ASB-ММ”.

Модель бассейна реки, из которой, в модель “Зона планирования” поступает информация о доступном объеме трансграничных водных ресурсах, а из модели “Зона планирования” в модель бассейна реки поступает информация о величине дохода зоны планирования, как функции от объема доступных трансграничных водных ресурсов. Кроме этого, из модели “Зона планирования” поступают гидрографы сбросов и коллекторно-дренажного стока, сформировавшегося внутри этой зоны в результате сельскохозяйственной деятельности, с учетом изменения технического состояния оросительных и коллекторно-дренажных систем.

Модель государства ASB-ММ, из которой в модель “Зона планирования” поступает информация о доступном объеме инвестиций и затрат, а из модели “Зона планирования” в модель государства ASB-ММ, поступает информация о фактическом урожае, в разрезе сельскохозяйственных культур, и относительные показатели сельскохозяйственной деятельности, с учетом изменения технического состояния оросительных и коллекторно-дренажных систем.

### Зона планирования в национальной модели “Государство”

В национальной модели “Государство”, модель «Зона планирования», является динамическим элементом орошаемого земледелия, через который формируется раздел, обеспечивающий сельскохозяйственное производство. Каждая зона планирования строго принадлежит определенному государству. Государство, как главный менеджер, управляет развитием зон планирования через механизмы распределения финансовых и водных ресурсов. Обратное влияние зоны планирования на государство, проявляется через объемы сельскохозяйственной продукции, социальные и экологические условия населения, проживающего в сельской местности. Следует сразу отметить, что совокупность всех зон планирования, каждого государства, не полностью покрывают так называемую «потребительскую корзину», которая дополнительно включает продукты богары и импорта. Кроме этого, моделируемый чистый доход зоны планирования, является лишь частью национального дохода, получаемого с рассматриваемой территории, поскольку в нем не участвует доля промышленности и обслуживания. Несмотря на отмеченные ограничения, исследования развития совокупности зон планирования, как части государства, сохраняют свою важность, и как по причинам выбора оптимального распределения инвестиций в сельское хозяйство, так и по причинам оценки изменений экологических параметров региона в целом. Теперь, с учетом выше сказанных ограничений, сформулируем поставленную задачу целиком. Для этого, каждому государству - участнику бассейна Аральского моря, определим принадлежащее ему множество  $\{J\}$  - Зон планирования, а также горизонт моделирования  $\{T\}$ ,  $\{T\} \equiv \{2001, 2002, \dots, T-1, T\}$ , в отличие от модели «Река», здесь минимальной временной единицей служит один год. Каждая зона планирования формализуется в виде конечного автомата четверкой векторов,  $[Y(t), X(t), Z(t), Z(t-1)]_j$ , Которую следует понимать как: зона планирования “j”, находящаяся в момент времени “t” в состоянии  $Z_j(t-1)$  реагирует на входной сигнал  $X_j(t)$ , выходным сигналом  $Y_j(t)$ , и переходит в новое состояние  $Z_j(t)$ . Входной сигнал  $X_j(t)$  имеет трех компонентную структуру  $(\lambda, W, C)_j$ , где:  $\lambda$  – значимость “j”-ой зоны планирования в государстве ( $\lambda \in [0;9]$ , вариант  $\lambda_j = 1, \forall j \in \{J\}$  – означает равноправие всех зон планирования),  $W$  – водные ресурсы для зоны планирования (структура  $W$  - рассматривается в следующем разделе),  $C$  - инвестиции в зону планирования. Выходной сигнал  $Y_j(t)$  – имеет четырех компонентную структуру  $(V, W, \aleph, p)_j$ , где:  $V$  – объемы сельскохозяйственной продукции в разрезе выращиваемых культур, в данной постановке размерность  $|V| = |\{R\}|$ , и принята равной 8,  $W$  – возвратный сток, размерность  $|W|$  определяется как:  $2 \times K_j$ ,  $K_j$  - количество коллекторов, уходящих из “j”-ой зоны планирования,  $\aleph$  - чистый доход от сельскохозяйственного производства,  $p$  - показатели эффективности использования воды и орошаемых площадей. Параметры “ $\lambda_j$ ” – задаются пользователем в процессе игры. Кроме этого в качестве обязательных неравенств на уровне государства должны выполняться ограничения на объемы инвестиций и минимальные объемы сельскохозяйственной продукции:

$$\sum_{j \in \{J\}} C_j(t) \leq C(t); \forall t \in \{T\} \quad (39)$$

$$\sum_{j \in \{J\}} V_j^r(t) \geq V^r(t); \forall t \in \{T\}; r \in \{R\} \quad (40)$$

В рамках государства динамика развития совокупности зон планирования под воздействием инвестиций, выполняется на фоне текущего состояния трансграничных и местных водных ресурсов.

### Стыковка модели «Зона планирования» с моделью «Река»

В предыдущем разделе модель «Зона планирования» описывалась в рамках отдельного государства. В этом разделе зона планирования рассматривается как элемент водохозяйственного комплекса совместно с моделью «Река». С точки зрения модели «Река», модель «Зона планирования» рассматривается как точка, наделенная определенными свойствами по потреблению и трансформации водных ресурсов, в результате чего выдается некая величина, определяемая как потенциально возможный национальный доход, полученный за один год, относительная продуктивность единицы водных ресурсов и некоторый объем возвратного стока с измененным качеством. Для модели «Река» существуют только трансграничные ресурсы, поэтому любое перемещение водных ресурсов на уровне модели «Река» рассматривается как трансграничное. Взаимодействие моделей «Река»  $\Leftrightarrow$  «Зона планирования» осуществляется итеративно через базу данных ASB MM, по следующим переменным:

Пусть  $\{T\}$  – временной ряд моделирования, состоящий из водохозяйственных лет “ $t$ ”, разделенных на два периода  $v \in \{\text{«не вегетация»}, \text{«вегетация»}\}$ , т.е.  $\cup_v t^v = t$ ,  $\forall t \in \{T\}$ ,  $\{J\}$  – множество всех вершин в модели «Река», а  $\{J^P\}$  – подмножество вершин, соответствующих зонам планирования ( $\{J^P\} \subset \{J\}$ ). Следует отметить, что множество  $\{J^P\}$ , в модели «Река», содержит зоны планирования, принадлежащие разным государствам, следовательно, прямое суммирование чистых доходов по всему  $\{J^P\}$  невозможно, поэтому, представим его в виде  $\{J^P\} = \cup_g \{J^P\}_g$ , где “ $g$ ” – индекс государства. Каждая вершина из  $\{J^P\}$ , в результате первой итерации модели «Зона планирования», содержит заявку на водный ресурс  $[w_j^0(t^v)]$  и величину ожидаемого дохода  $S_j^0(t)$ ,  $\forall j \in \{J^P\}$ ,  $t \in \{T\}$ . Модель «Река», в соответствии с заявками и фактическим наличием водных ресурсов, выполняет распределение воды исходя из неравенств:

$$\sum_{k \in \{J^J\}} w_{k,j}(t^v) = w_j^t(t^v) \leq w_j^0(t^v); \forall j \in \{J^P\}, t \in \{T\} \quad (41)$$

Минерализация воды, поступающей в модель «Зона планирования» определяется, как средневзвешенная по составляющим.

$$s_j^v(t^v) = [ \sum_{k \in \{J^J\}} s_k(t^v) \times w_{k,j}(t^v) ] / w_j^t(t^v); \forall j \in \{J^P\}, t \in \{T\} \quad (42)$$

здесь:  $w_j^t(t^v)$  – объем трансграничных водных ресурсов, получаемых Зоной планирования,  $\{J^J\}$  – множество водных объектов модели «Река», подающих воду в зону планирования с индексом “ $j$ ”,  $\{J^J\} \subset \{J\} \setminus \{J^P\}$ ,

Обратное взаимодействие модель «Зона планирования»  $\Rightarrow$  модель «Река», происходит через объемы возвратного стока, сформированного в зоне планирования, по фактическому гидрографу трансграничных водных ресурсов, влияние возвратного сто-

ка на водные объекты модели «Река», вычисляется с циклической перестановкой  $\{J^p\}$  и  $\{J^j\}$ . Это преобразование является общим для обеих моделей на каждой итерации.

### Обобщенные параметры состояния зоны планирования

Формальное описание состояния зоны планирования “ $Z(t)$ ” основывается на представлении ее, в виде однородной, в статистическом смысле, поверхности площадью “ $H(t)$ ”, имеющей бонитет “ $b(t)$ ” и степень засоленности “ $\xi^s(t)$ ”, на которой выращиваются сельскохозяйственные культуры в соответствии с “ $\xi^r(t)$ ”. Орошение поверхности выполняется ирригационными система с обобщенным коэффициентом полезного действия “ $\eta(t)$ ”, а дренирование, с обобщенным дренажным модулем “ $d(t)$ ”. Таким образом, состояние зоны планирования “ $Z(t)$ ” определяется структурой, состоящей из четырех скалярных функций и двух векторных функций распределения. Каждая функция распределения задается дискретно, с помощью векторов, отражающих распределение значений соответствующего параметра, по площади орошения зоны планирования. Компоненты этих функций подчиняются условиям нормировки:

$$\sum_H \xi_H^s(t) \equiv \sum_H \xi_H^r(t) \equiv 1, \forall t \in \{T\}; \quad (43)$$

Под траекторией зоны планирования понимается изменение этой структуры “ $Z(t)$ ” во времени. Размерность векторных функций  $\xi^s(t)$ ,  $\xi^r(t)$ , определяется базой данных, используемой при моделировании, в частности, если опираться на базу данных “WARMIS”, то вектор  $\{s\}$  имеет пять компонент, а вектор  $\{r\}$ , согласно базе данных ASB MM, имеет девять компонент (восемь сельскохозяйственных культур + пустая площадь).

### 3.6. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ РАСЧЕТА КАЧЕСТВА ВОДЫ (НА ПРИМЕРЕ РЕКИ АМУДАРЬИ)

Сорокин А.Г.

В 2000...2001 годах был разработан программный модуль расчета качества речного стока реки Амударья и на его основе проведена проверка полноты и достоверности данных по качеству, имеющихся в региональной базе данных.

В 2002 году решены следующие основные задачи:

- Усовершенствована структура информационных блоков программного модуля и их наполнение исходными данными БВО “Амударья”.
- Осуществлена корректировка интерфейса и подключение модуля качества речной воды к региональной базе данных.
- Разработаны рекомендации по эксплуатации программного модуля в составе информационной системы БВО “Амударья”

Программный модуль основывается на существующей в региональной базе данных компьютерной модели трансформации соли по длине реки Амударья, обладает возможностью рассчитывать гидрохимический режим реки (показатели по основным

ионам) в среднем и нижнем течениях, сравнивать расчетные параметры с фактическими.

Соответственно задачам и возможностям модуля предъявляются требования к его информационному наполнению.

Требования к информации, необходимой для анализа и управления качеством речного стока реки сводятся к следующему:

- (1) наличие периодической информации по расходам и качеству воды (минерализация, основные ионы) на гидропостах,
- (2) наличие периодической информации по расходам и качеству воды (минерализация) в точках сброса коллекторного стока в реку,
- (3) наличие периодической информации по объемам и минерализации воды в водохранилищах Тюямуюнского гидроузла.

Согласно файловой структуры модуля и его информационного обеспечения из региональной базы данных для работы модуля могут быть использованы следующие месячные данные:

- по объемам воды в гидропостах (таблица GAUGE\_MON),
- по объемам водозабора (INTAKE\_MON),
- по объемам сбросов коллекторов (OUTFALL\_MON),
- по объемам воды в водохранилищах (RESVOLUME\_MON),
- по минерализации воды в гидропостах (GAUGE\_MIN\_MON),
- по минерализации воды в коллекторах (OUTFALL\_MIN\_MON).

Для осуществления связи с табличными данными, содержащими информацию о качестве воды, рекомендуется создать таблицы с данными (названия взяты из подбазы “качество воды”):

- по замерам качества воды на гидропостах (RIVERWATQUALITY),
- по замерам качества воды водозаборов (INTAKEWATQUALITY),
- по замерам качества сточной воды (OUTFALLWATQUALITY),
- по замерам качества воды в водохранилищах Тюямуюнского гидроузла.

В настоящее время для гидрохимических расчетов по модулю качества воды из региональной базы данных можно использовать информацию Гидрометслужбы о минерализации воды и ионном составе реки Амударья, которая собрана в последние годы и хранится в отдельных таблицах.

В данных таблицах состояние качества воды по гидрохимическим показателям (прозрачность, вкус, запах, сухой остаток, общая жесткость,  $\text{HCO}_3$ , Cl, Ca, Mg,  $\text{SO}_4$ , O, PH, K+Na) оценивается за каждую декаду месяца по основным гидропостам (Келиф, Керки, Чарджоу, Дарган-Ата, Тюямуюн, Кипчак, Тахиатац, Саманбай), каналам и сбросам.

Однако, таблицы заполнены не полностью, требуют корректировки по объектам и параметрам (отсеивание объектов, данные по которым отсутствуют полностью и др.) и включения в общую структуру подбазы “качество воды”.

Подобные таблицы с измеренной информацией существуют в базе данных БВО “Амударья” (они были созданы при размещении БВО “Амударья” системы ВАРМИС). Они и были приняты нами за основу информационного обеспечения.

В дополнении к этой информации база данных БВО “Амударья” содержит информацию по водохранилищам ТМГУ (Русловое, Капарас), а также расчетную информацию:

- по расчетам качества воды в гидропостах (название БВО “Амударья”).

- по расчетам качества воды в точках водозаборов (название БВО “Амударья”).

Модуль позволяет формировать расчетные значения параметров качества речной воды по структуре, соответствующей формам, принятым для хранения информации в БВО “Амударья”.

Экспорт данной информации можно организовать через интерфейс разработанного комплекса в базу данных БВО “Амударья” в формате Access. Для этого рекомендуется предусмотреть в базе данных БВО “Амударья” набор данных (в соответствующих таблицах), описывающих новые объекты (расчетные характеристики). Данная работа может быть выполнена при внедрении комплекса в БВО “Амударья” силами НИЦ МКВК.

Выходная информация по водным ресурсам, рассчитываемая модулем, также формируется под требования информационной системы БВО “Амударья”. Учитывалось следующее.

Обработку и обобщение информации в декадном и месячном разрезах БВО “Амударья” осуществляет по нескольким отчетным формам.

В главной форме отчетности по водозаборам дается информация по основным системам и крупным каналам, с указанием их государственной принадлежности, в дополнительной – в таблицах по системам нижнего течения дается расшифровка водозаборов по отдельным оросительным каналам, включая водозабор из ТМГУ.

Такая информация, принятая нами за основу, наиболее полно учитывает структуру водоучета и одновременно планирования распределения воды из ствола реки, принятой БВО “Амударья”.

Структура информационных блоков модуля качества воды предполагает размещение данных по минерализации воды, ее мутности и гидрохимическим показателям (макрокомпонентам): хлоридные ионы ( $Cl^-$ ), сульфатные ионы ( $SO_4^{2-}$ ), гидрокарбонатные ионы ( $HCO_3^-$ ), ионы натрия ( $Na^+$ ) и калия ( $K^+$ ), ионы кальция ( $Ca^{2+}$ ) и магния ( $Mg^{2+}$ ). Содержание первых трех ионов (анионов) определяет класс речной воды по преобладающему аниону: хлоридный, сульфатный, гидрокарбонатный. Содержание остальных ионов (катионов) определяет группу речной воды (по преобладающему катиону): Ca, Mg, Na.

Пример таблицы БВО “Амударья”.

Таблица 1

**Состояние качества воды по гидрохимическим показателям по основным гидростам и каналам на реке Амударья за сентябрь 1995 года.**

Наименование створа, участка	Показатели, г/л							
	Сухой остаток	Общая жесткость	$HCO_3$	Cl	Ca	Mg	PH	Мутность
<b>Река Амударья</b>								
Створ Келиф	0,63			0,09		0,05	7,4	
Г/п Керки	0,62	5,15	0,053	0,11	0,06	0,05	7,6	
Г/п Чарджоу	0,62	6,63	0,054	0,15	0,07	0,07	7,6	
Г/п Дарганата	0,79	8,12	0,055	0,16	0,08	0,08	7,3	
Тюямунский г/у верхний бьеф	0,78	9,41	0,061	0,15	0,09	0,03	7,3	4
Тюямунский г/у нижний бьеф	0,82	7,5	14	0,15	0,82	0,04	7,2	4

Наименование створа, участка	Показатели, г/л							
	Сухой оста- ток	Общая жест- кость	НСО <sub>3</sub>	Сl	Са	Mg	РН	Мут- ность
Водохранилище Капарас	0,81	7,5	0,13	0,14	0,08	0,04	7,3	
Султансанжар вход	0,80	7,9	0,14	0,14	0,09	0,06	7,3	
Султансанжар выход	0,82	7,9	0,14	0,15	0,09	0,05	7,3	
Г/п Кипчак	0,92	8,2	0,15	0,15	0,09	0,05	7,2	
Створ Тахиаташ верхний бьеф	1,12	8,3	0,16	0,15	0,08	0,05	7,1	
<b>Каналы</b>								
Таш-Сака	0,86	7,8	0,14	0,15	0,08	0,04	7,2	4,9
ЛБК	0,94	9	0,15	0,16	0,09	0,04	7,1	
Шават	0,95	7,8	0,15	0,15	0,09	0,05	7,1	
Палван	0,84	7,7	0,15	0,15	0,09	0,05	7,1	
Газават	0,84	7,7	0,15	0,15	0,09	0,05	7,2	
Октябрь-Арна	0,84	7,6	0,15	0,15	0,09	0,04	7,2	5,1
Ургенч-Арна	0,86	7,6	0,15	0,05	0,09	0,04	7,2	5,2
Клычбай	0,86	7,7	0,15	0,16	0,09	0,05	7,2	4,9
Байрамсака	0,86	7,7	0,15	0,15	0,09	0,05	7,2	5
Карамазысака	0,87	7,6	0,15	0,15	0,09	0,05	7,2	5
Кипчак-Бозсу	0,85	7,9	0,16	0,17	0,09	0,05	7,2	5,1
Рисовый	1,07	8,7	0,17	0,14	0,1	0,04	7,2	
Кызкеткен	1,07	8,4	0,17	0,14	0,1	0,04	7,2	
Имени Ленина	1,06	8,4	0,17	0,15	0,1	0,04	7,2	
Совет-Яб	1,05	8,7	0,17	0,14	0,1	0,04	7,3	
Параллельный	1,05	8,7	0,17	0,14	0,1	0,05	7,2	
Джумабай-Сака	1,05	8,6	18	0,14	0,1	0,06	7,4	
<b>КДС</b>								
Берунийский	2,89	16	0,18	0,25	0,15	0,08	7,2	
Озёрный	2,90	17	0,21	0,27	0,13	0,08	7,2	
Дарьялык	2,94	17	0,21	0,27	0,15	0,09	7,5	

Для установки программного комплекса на винчестере компьютера необходимо на диске **c:** создать директорию **c:\bvo\_amu** и разместить в ней (скопировать) файлы, основные из которых - разместить три файла: **bvo\_q.exe** - выполняемый файл, **bvo\_1.dat**, **bvo\_2.dat** - файлы с исходными данными. Необходимые условия: компьютер 486 и выше, Windows 3.1 и выше, Access-2 и выше. Для полной графической иллюстрации информации необходимо приложение Microsoft Graph 7.0. Язык программирования интерфейса – Visual Basic.

Запуск комплекса осуществляется в Access автоматически после открытия в рабочей директории файла **bal\_amud.mdb**. Или с помощью команды:

>c:\amud\bvo\_q.exe

В результате работы программы формируется файл с именем **bvo\_q.dat**, содержащий результаты расчетов.

**Расчет химического состава речной воды (файл bvo\_q.dat)**

Показатели	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Сток реки, млн.м <sup>3</sup>	2898	2417	2826	3382	3948	6912	6003	7322	4458	2959	2822	2877
Минерализация, г/л	.80	.70	.61	.61	.55	.45	.45	.35	.61	.61	.61	.64
Группа анионов												
Сульфат SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	.30	.26	.23	.23	.21	.17	.17	.13	.23	.23	.23	.24
Хлорид Cl <sup>-</sup>	.18	.16	.13	.13	.12	.10	.10	.08	.13	.13	.13	.14
Гидрокарбонат HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	.13	.11	.10	.10	.09	.07	.07	.06	.10	.10	.10	.10
Группа катионов												
Калиций Ca <sup>+2</sup>	.09	.08	.07	.07	.06	.05	.05	.04	.07	.07	.07	.07
Магний Mg <sup>+2</sup>	.06	.05	.04	.04	.04	.03	.03	.02	.04	.04	.04	.05
Натрий Na <sup>+</sup> + Калий K <sup>+</sup>	.04	.04	.04	.04	.03	.03	.03	.02	.04	.04	.04	.04
Общая жесткость	.15	.13	.11	.11	.10	.08	.08	.06	.11	.11	.11	.12

Интерфейс (Д.А.Сорокин) предназначен для управления процессами подготовки исходной информации, вычисления, интерпретации результатов и для установления взаимосвязи между базой данных БВО “Амударья” и основными программами:

- расчета руслового водного баланса реки Амударьи,
- расчета солевого баланса реки Амударьи,
- расчета гидрохимического режима реки Амударья,
- расчета водно-солевого баланса водохранилищ Тюямуюнского гидроузла,
- оценки обеспеченности стока реки Амударьи в расчетных створах.

Интерфейс можно рассматривать как базу данных, состоящую из двух файлов:

- основного bal\_amud.mdb, содержащего в себе формы, отчеты, запросы и макросы, необходимые для работы интерфейса,
- вспомогательного bal\_dat.mdb, подключенного к основному и содержащего таблицы, в которых хранятся и накапливаются первичные данные.

Эти два файла связаны между собой и не могут работать отдельно. Запускающим является файл bal\_amud.mdb.

Через интерфейс пользователь может:

- Проводить выборку из первичной информации базы данных необходимую для расчета информации, агрегировать ее по требованиям моделей,
- Просматривать подготовленную для расчетов информацию в табличной форме и в виде графиков, корректировать ее (при необходимости) и экспортировать в тексто-

вом формате в отдельные файлы для дальнейшего использования основными программами,

- Иметь доступ к дополнительной информации, необходимой для расчетов, которая отсутствует в базе данных и ее корректировать (при необходимости),
- Запускать основные программы и трансляторы для подготовки результатов расчетов к импорту в базу данных,
- Импортировать расчетную информацию и создавать на ее основе отчеты и графики.

Компьютерная балансовая модель Тюямуюнского гидроузла (А.С. Никулин, А.Г. Сорокин) позволяет рассчитывать водно-солевого баланса каждого водохранилища Тюямуюнского гидроузла в двух режимах: (1) в режиме оценки фактического наполнения и сработки водохранилищ и (2) в режиме планирования работы гидроузла.

Солевой баланс водохранилищ Тюямуюнского гидроузла рассчитывается по специальному алгоритму, учитывающему степень водообмена в емкостях, на основании водного баланса водоемов.

Так для руслового водохранилища уравнение водного баланса имеет вид:

$$Q_{\text{п}} + X - Q_{\text{с}} - Q_{\text{в}} \pm Q_{\text{РК}} \pm Q_{\text{РС}} - P_{\text{с}} - E + \Delta W + S = 0$$

где  $Q_{\text{п}}$  - поверхностный приток в водоем,

$X$  - осадки,

$Q_{\text{с}}$  - поверхностный сток из водоема,

$Q_{\text{в}}$  - водозабор из водоема,

$Q_{\text{РС}}$  - водообмен со Султанджаром,

$Q_{\text{РК}}$  - водообмен с Капарасом,

$P_{\text{с}}$  - подземный водообмен водоема,

$E$  - испарение,

$\Delta W$  - изменение объема воды в водоеме за расчетный период

$S$  - невязка уравнения водного баланса водоема.

Для водохранилища Капарас :

$$X - Q_{\text{в}} \pm Q_{\text{РК}} - P_{\text{с}} - E + \Delta W + S = 0$$

где  $X$  - осадки,

$Q_{\text{в}}$  - водозабор из водоема,

$Q_{\text{РК}}$  - водообмен с Капарасом,

$P_{\text{с}}$  - подземный водообмен водоема,

$E$  - испарение,

$\Delta W$  - изменение объема воды в водоеме за расчетный период

$S$  - невязка уравнения водного баланса водоема.

Для водохранилища Султанджар:

$$X - Q_{\text{в}} \pm Q_{\text{РК}} \pm Q_{\text{СК}} - P_{\text{с}} - E + \Delta W + S = 0$$

где  $X$  - осадки,

$Q_{\text{в}}$  - водозабор из водоема,

$Q_{\text{РС}}$  - водообмен с Русловым,

$Q_{\text{СК}}$  - водообмен с Кошбулаком,

$P_c$  - подземный водообмен водоема,  
 $E$  - испарение,  
 $\Delta W$  - изменение объема воды в водоеме за расчетный период  
 $S$  - невязка уравнения водного баланса водоема.

Для водохранилища Кошбулак:

$$X \pm Q_{СК} - P_c - E + \Delta W + S = 0$$

где  $X$  - осадки,  
 $Q_{СК}$  - водообмен со Султанджаром,  
 $P_c$  - подземный водообмен водоема,  
 $E$  - испарение,  
 $\Delta W$  - изменение объема воды в водоеме за расчетный период  
 $S$  - невязка уравнения водного баланса водоема.

Ионный состав реки Амударья закономерно связан с минерализацией воды, поэтому увеличение минерализации воды в реке сопровождается изменением ее ионного состава.

$$И = a * \sum И + b$$

где:  $И$  - ион, г/л,  $\sum И$  - сумма ионов (минерализация), г/л,  $a$ ,  $b$  - коэффициенты.

В таблице 2 приводятся значения коэффициентов  $a$ ,  $b$  для двух участков:

- Для среднего течения (коэффициенты получены по измерениям на постах Келиф, Керки),
- Для нижнего течения (коэффициенты получены по измерениям на постах Дарганата, Тюямуюн, Кипчак, Саманбай).

**Таблица 2**

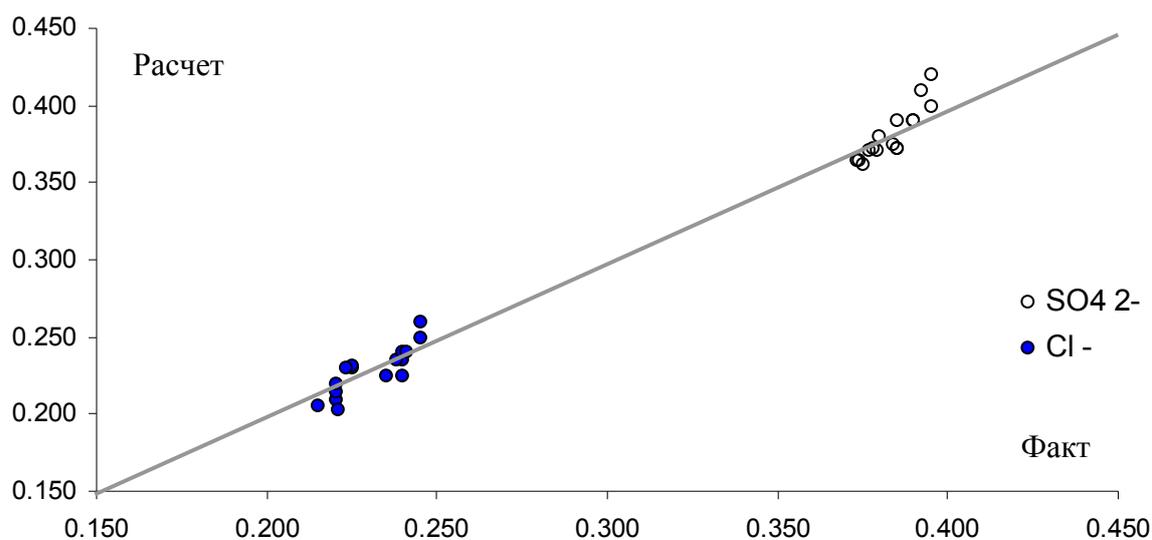
**Значения коэффициентов  $a$ ,  $b$  в зависимостях связывающих концентрацию отдельных ионов  $И$  от их суммы  $\sum И$**

Ионы ( $И$ )	Участок 1		Участок 2	
	$a$	$b$	$a$	$b$
$SO_4^{2-}$	0.38	-0.002	0.39	-0.001
$Cl^-$	0.23	-0.005	0.24	-0.002
$HCO_3^-$	0.15	0.005	0.13	0
$Na^+ + K^+$	0.06	0	0.07	0
$Mg^{2+}$	0.07	0	0.07	0.001
$Ca^{2+}$	0.11	0.002	0.10	0.002

Для доминирующих анионов  $SO_4^{2-}$  и  $Cl^-$  на рисунке 1 приводится сравнение значений показателя  $И/\sum И$ , рассчитанного по модулю и по данным фактических измерений (выборка из ряда 1997-1999 годов – материал БВО “Амударья”).

Значения показателя  $I/\sum I$ , полученные по результатам численных расчетов и данным измерений, близки между собой, что свидетельствует о хорошей корреляции расчетных данных с натурными данными (таблицы БВО “Амударья”). Среднее за период отклонение (ошибка) расчетных значений показателя  $I/\sum I$  от измеренных составило для сульфатов 0.005 и для хлора 0.004 или соответственно 5% и 4% от суммарной концентрации ионов.

Таким образом, можем утверждать, что информация, собранная в БВО за последние годы по качеству воды в реке Амударья достоверна. Достаточно полно (в диапазоне главных ионов) она характеризует динамику изменения качества воды в створах реки.



**Рис.1 Сравнение расчетных и фактических данных по показателю  $I/\sum I$  для ионов  $SO_4^{2-}$  и  $Cl^-$**

## Выводы

Разработанный “модуль расчета качества речного стока реки Амударья” имеет определенный иерархический уровень - региональное управление количеством и качеством речного стока. Модуль обладает возможностью рассчитывать водно-солевые балансы и гидрохимический режим реки (показатели по основным ионам) в среднем и нижнем течениях, сравнивать расчетные параметры с фактическими (если такие имеются), а также водно-солевые балансы водохранилищ Тюямуянского гидроузла.

Основой “модуля расчета качества речного стока реки Амударья” являются две имитационная компьютерные модели: (1) русловая модель водно-солевого баланса реки на участке Келиф – Саманбай, (2) балансовая модель водохранилищ Тюямуянского гидроузла. В модели включены специфичные для реки Амударьи элементы: русловые фильтрационные потери и выклинивание подруслового потока. Они позволяют выполнять как ретроспективные, так и перспективные расчеты.

Соответственно предъявляемым к информационному наполнению модуля требованиям была поставлена задача усовершенствования структуры его информационных блоков. Структура откорректирована под требования информационной системы БВО “Амударья”, которая сегодня наиболее эффективно и полно обеспечивает необхо-

димой информацией процесс принятия решений по управлению водой и солью реки Амударья.

Осуществлена корректировка интерфейса и подключение “модуля расчета качества речного стока реки Амударья” к региональной базе данных (по таблицам БВО “Амударья”).

Через интерфейс к модулю подключены две новые компьютерные программы, реализующие модели:

- расчета водно-солевого баланса водохранилищ Тюямуюнского гидроузла,
- оценки обеспеченности стока реки Амударья в расчетных створах (многолетние среднемесячные данные).

Разработаны рекомендации по эксплуатации программного модуля в составе информационной системы БВО “Амударья”. Основа рекомендаций - наличие периодической информации по расходам и качеству воды (минерализация, основные ионы) на гидропостах, информации по расходам и качеству воды (минерализация) в точках сброса коллекторного стока в реку периодической информации по объемам и минерализации воды в водохранилищах Тюямуюнского гидроузла.

Ионный состав реки Амударья закономерно связан с суммой ионов и (с близкой к ней по величине) минерализацией воды, под которой понимают сумму всех найденных при анализе минеральных веществ. Поэтому увеличение минерализации воды в реке сопровождается изменением ее ионного состава. Графический анализ показал, что в наблюдаемом диапазоне зависимости отдельных ионов от минерализации линейны. Однако они могут и должны периодически уточняться при появлении данных новых измерений.

### 3.7. СИСТЕМНАЯ УВЯЗКА В ЕДИНЫЙ ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ БАССЕЙНА И ЗОН ПЛАНИРОВАНИЯ С ОБЩИМ ИНТЕРФЕЙСОМ

Ухалин Ю.С., Сорокин Д.А.

Целью работы является расширение функциональных возможностей совместного интерфейса модели реки и зоны планирования, путем интегрирования их с моделью социально-экономического развития, взаимной увязки всех моделей и информационной базы данных.

Основное назначение анализа пользовательских интерфейсов существующих моделей заключалось в выявлении функциональных ключевых блоков, которые без изменений будут включены в совместный пользовательский интерфейс, в определении дополнительных функциональных элементов, необходимых для взаимной информационной увязки моделей, а также корректировки основных принципов и требований к разработке и функционированию совместного пользовательского интерфейса. Анализ существующих информационных потоков предназначался для выявления направления, областей пересечения информационных потоков и уточнения их структуры на полноту и взаимную дополняемость.

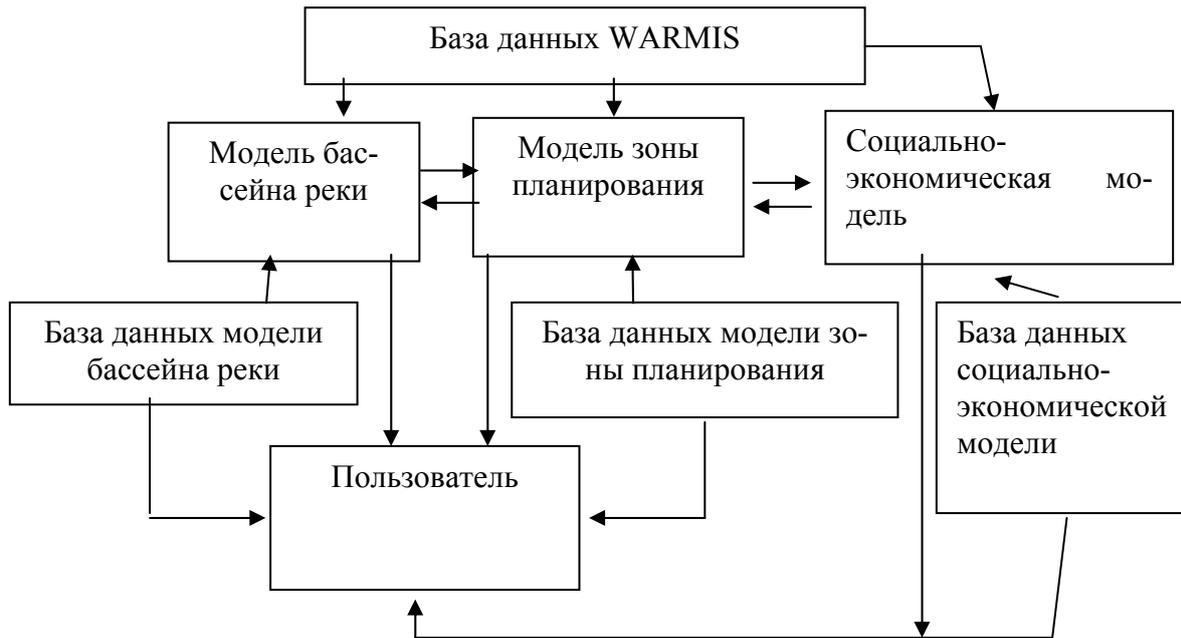
Анализ показал, что существующие пользовательские интерфейсы модели бассейна реки, модели зоны планирования и социально-экономической модели предназна-

чены для программной и информационной взаимосвязи между основными функциональными блоками программ, реализующих математические алгоритмы модели, управления процессами подготовки и корректировки исходной информации, алгоритмических вычислений, анализа и вывода результатов расчета. Пользовательские интерфейсы моделей бассейна реки и зоны планирования были разработаны в среде MS Access97 на платформе Windows, и их можно рассматривать как самостоятельные программные комплексы (базы данных), состоящие из основных файлов, содержащих формы, отчеты, запросы, макросы, вычислительные модули и вспомогательных, подключенных к основным и содержащим информационные таблицы, в которых хранятся исходные данные. Интерфейсы этих моделей были увязаны с совместным пользовательским интерфейсом на предыдущих этапах данной работы. Кроме того, было определено, что практически все функциональные блоки социально-экономической модели работают с разными форматами представления данных, а именно: текстовые файлы, таблицы Excel и с частичным использованием VBA Excel97.

Анализ показал, что существующие информационные структуры данных:

- отражают основные результаты работы функциональных блоков программ «Модель зоны планирования», «Модель бассейна реки», «Социально-экономическая модель»;
- основные структуры данных «Модель зоны планирования» и «Модель бассейна реки» представлены в формате СУБД MS Access97, структуры данных «Социально-экономической модели» представлены в основном в текстовом формате MS DOS и в виде таблиц Excel. Следовательно, потребуются работы связанные с дополнительным преобразованием файлов текстового формата (и формата Excel) в единый формат общего интерфейса, в данном случае в формат СУБД MS Access97;
- структуры данных «Социально-экономической модели» содержат кодировку практически всех объектов (например, республики, зоны планирования, основные культуры и т.д.) отличную от кодировки аналогичных объектов, принятой в БД ВАРМИС. Следовательно, потребуется создание дополнительных (вспомогательных) таблиц с целью перекодировки кодов объектов и установления взаимного соответствия между однородными объектами;
- структуры данных «Социально-экономической модели», как правило, не содержат описательной части исследуемых объектов. Следовательно, потребуется установить связи на логическом и физическом уровнях с соответствующими таблицами БД ВАРМИС, описывающими эти объекты;

На основе анализа существующих интерфейсов модели бассейна реки, зоны планирования и социально-экономической модели были разработаны функциональные схемы: схема информационных потоков между базами данных и моделями, которые формируются через совместный интерфейс (рис. 1), и схема увязки основных информационных и расчетных блоков трех моделей, управляемых через совместный интерфейс (рис. 2).

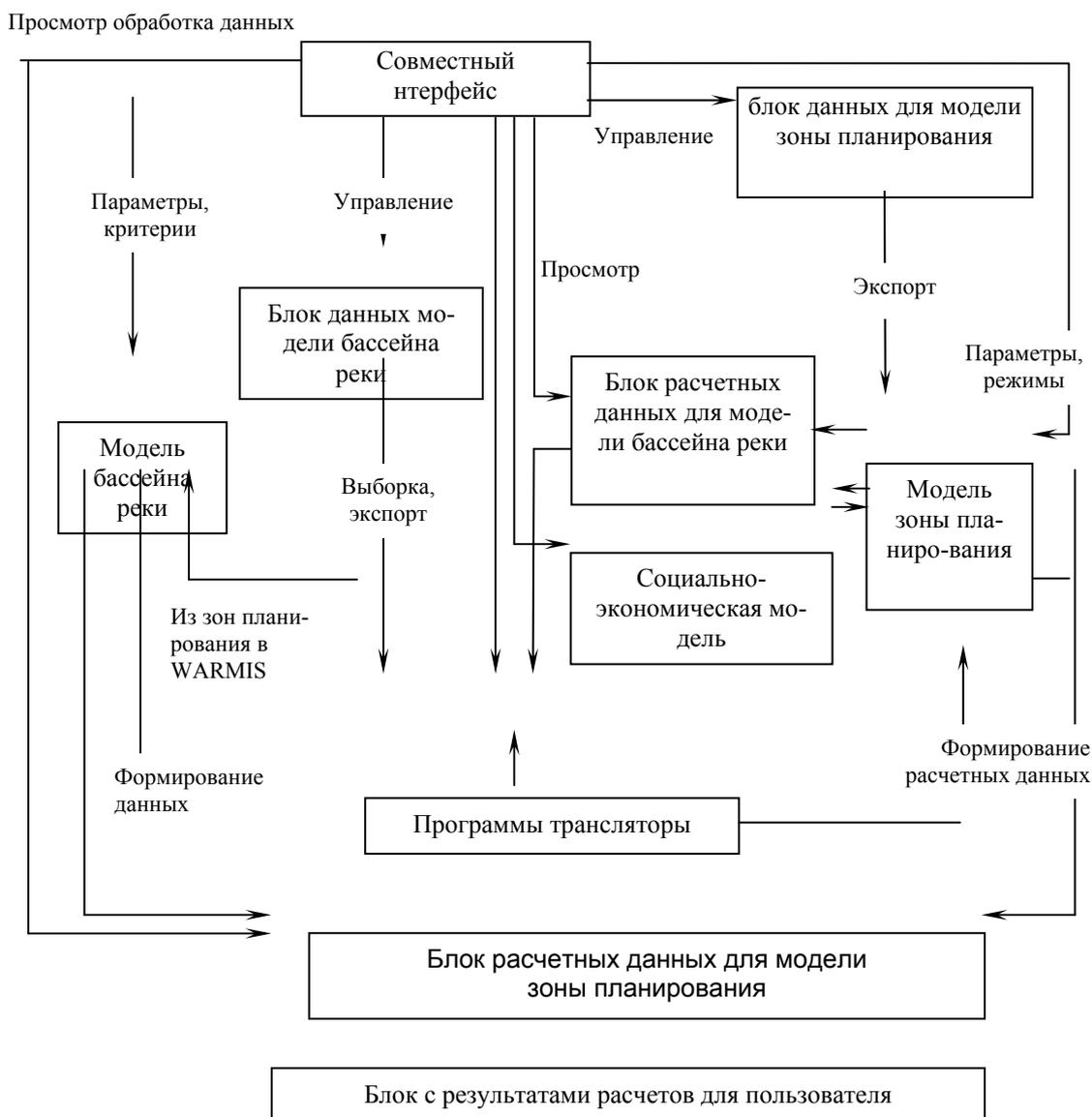


**Рис. 1. Схема основных информационных потоков между базами данных и моделями бассейна реки, зоны планирования социально-экономической моделью, которые формируются через совместный интерфейс**

Основным информационным потоком является информация, поступающая из эталонных баз данных на вход всех соответствующей модели и непосредственно пользователю.

Этот информационный поток является однонаправленным и его нельзя корректировать напрямую, поскольку он непосредственно связан с реальной базой данных. Информационный поток служит для отбора и просмотра информации, которая впоследствии будет участвовать в расчетах моделей. Если пользователю необходимо откорректировать какую-либо часть информации, то он должен изменить ее статус, т.е. зафиксировать ее в качестве базовой для расчета (во внутренней базе данных соответствующей модели), а затем уже корректировать в соответствии с потребностями.

Информационные потоки, поступающие из внутренних баз данных в модели, служат непосредственно для проведения расчетов, а поступающие на вход пользователю, для визуального просмотра и возможной корректировки.



**Рис. 2. Схема увязки основных информационных и расчетных блоков трех моделей, управляемых через совместный интерфейс**

Вышеприведенная схема отражает функциональную увязку основных информационных и расчетных блоков трех моделей и управление ими с помощью совместного пользовательского интерфейса. Основными структурными компонентами схемы являются: совместный интерфейс, включающий в себя набор управляющих диалоговых формы, как например: главная форма, отвечающая за выбор и загрузку выбранной пользователем модели и трех основных управляющих диалоговых форм (для каждой модели своя), отвечающих за управление функционированием соответствующей модели. Например, управляющая диалоговая форма для модели бассейна реки отвечает за работу с блоком данных WARMIS для модели реки, позволяя осуществлять выбор и визуальный просмотр (контроль) данных из базы данных, а также за работу с блоком расчетных данных для модели бассейна реки (внутренняя база данных модели).

Кроме этого данная форма осуществляет загрузку, в соответствии с логикой функционирования комплекса, необходимых программных модулей-трансляторов, реализующих конвертацию (преобразование форматов) данных используемых в расчетах блока модели бассейна реки и передаваемых (часть из них) в модель зоны планирования.

И последняя функция, возложенная на рассматриваемую управляющую диалоговую форму, заключается в обработке (предварительное форматирование, просмотр) информационных потоков, связанных с результатами расчетов модели бассейна реки и предназначенного в основном для визуального просмотра и анализа результирующих данных. Управляющие диалоговые формы для модели зон планирования и социально-экономической модели осуществляют аналогичные функции, но с учетом специфики информационных потоков, используемых этими моделями. Рассмотренная схема функциональной увязки основных информационных и расчетных блоков модели бассейна реки, модели зон планирования и социально-экономической моделью, а также управление ими с помощью совместного пользовательского интерфейса ляжет в основу при разработке алгоритмов и программного обеспечения модулей интерфейса комплекса.

Осуществлены следующие работы:

- уточнение и корректировка структуры информационных потоков, отражающих взаимодействие между моделями;
- уточнение перечня внешних форм представления существующих выходных структур данных трех моделей;
- разработаны структурные и функциональные алгоритмы обработки и отображения данных этими формами;
- разработано соответствующее программное обеспечение с использованием Visual Basic for Application (VBA) для СУБД MS Access97 и начата независимая отладка программных компонентов;
- проведена соответствующая корректировка информационных структур и программного обеспечения моделей и совместного интерфейса.

Ввиду того, что информационные структуры совместного программного комплекса представлены в формате СУБД MS Access97, а входные и выходные структуры данных «Модели зоны планирования» и «Модели бассейна реки» представлены в основном в текстовом формате MS DOS, были разработаны программные модули по дополнительному преобразованию файлов текстового формата в единый формат общего интерфейса, в данном случае в формат СУБД MS Access97.

Так как входные и выходные структуры данных «Модели бассейна реки», «Модели зоны планирования», «Социально-экономической модели» содержали кодировку некоторых объектов (например, код Зоны планирования, код объекта-водозабора, код республики, код с/х культуры и т.п.) отличную от кодировки аналогичных объектов, принятой в БД ВАРМИС были созданы дополнительные (вспомогательные) таблицы с целью перекодировки кодов объектов и установления взаимного соответствия между однородными объектами.

Для того чтобы выходные структуры данных обеих моделей отражали описательную (смысловую) часть исследуемых объектов осуществлена установка связей на логическом уровне с соответствующими таблицами БД ВАРМИС, описывающими эти объекты.

На данном этапе были спроектированы и частично реализованы программные алгоритмы по загрузке (заполнению) соответствующих информационных структур информацией из эталонных баз данных. Были спроектированы и частично реализованы основные диалоговые управляющие формы совместного пользовательского интерфейса.

са, отражающие основные технологические шаги (этапы) работы пользователя с программным комплексом. Так, например, спроектирован и реализован шаг создания нового проекта на основе базовых значений моделей (в частности модели реки Амударья и Сырдарья). Этот шаг включает процедуры загрузки информационных структур моделей, их просмотра и корректировки (при необходимости), а также пошаговое выполнение этих моделей в виде законченного технологического цикла, а именно: выборка соответствующей информации их базы, преобразование ее в соответствующие текстовые входные файлы, запуск программы на выполнение, с использованием пакета GAMS, отслеживание процесса завершения запущенного приложения ввиду асинхронности работы Windows на уровне отдельных приложений, по окончании работы модели преобразование текстовых файлов результатов и обмена с другими моделями в соответствующие таблицы комплекса моделей, для последующего анализа и обмена информацией с другими компонентами комплекса моделей.

Ниже приведены основные формы интерфейса.

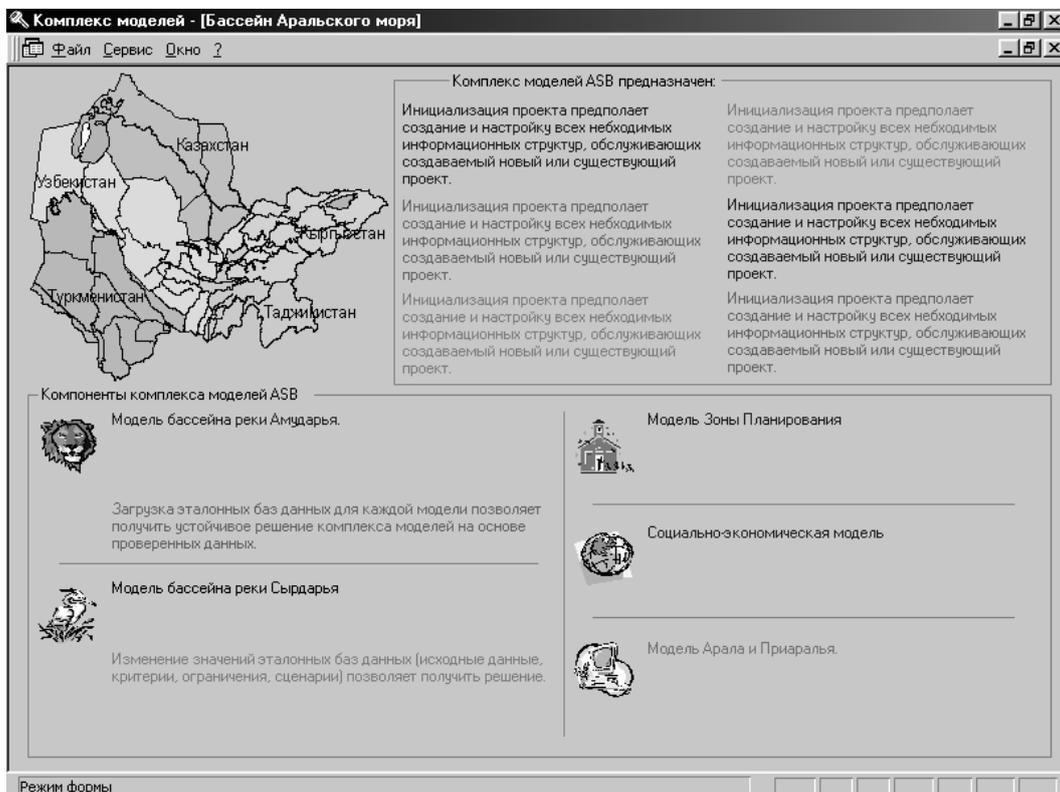


Рис. 3. Главная форма интерфейса комплекса моделей ASB-MM

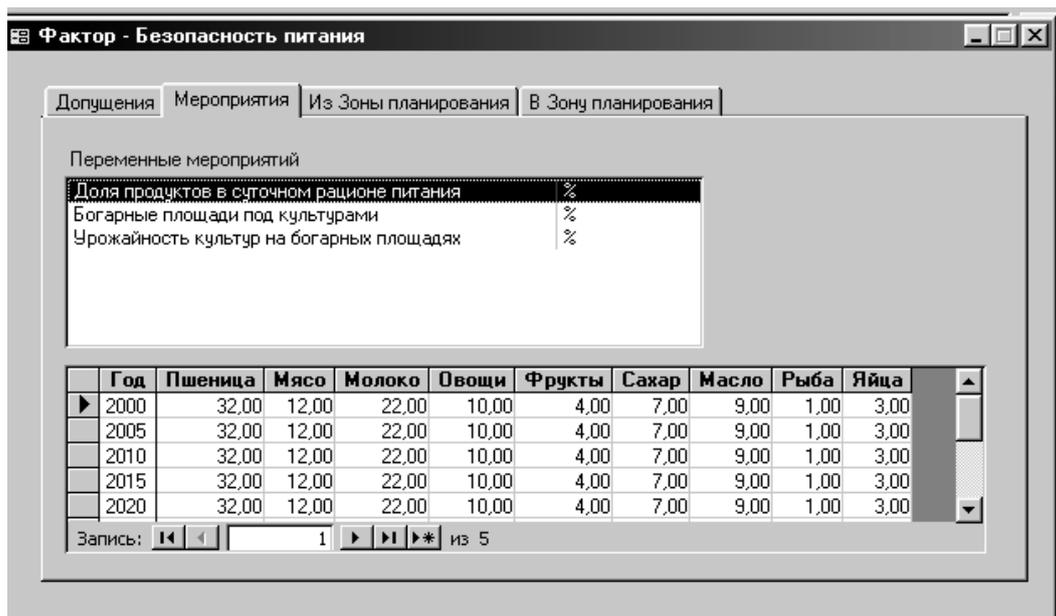
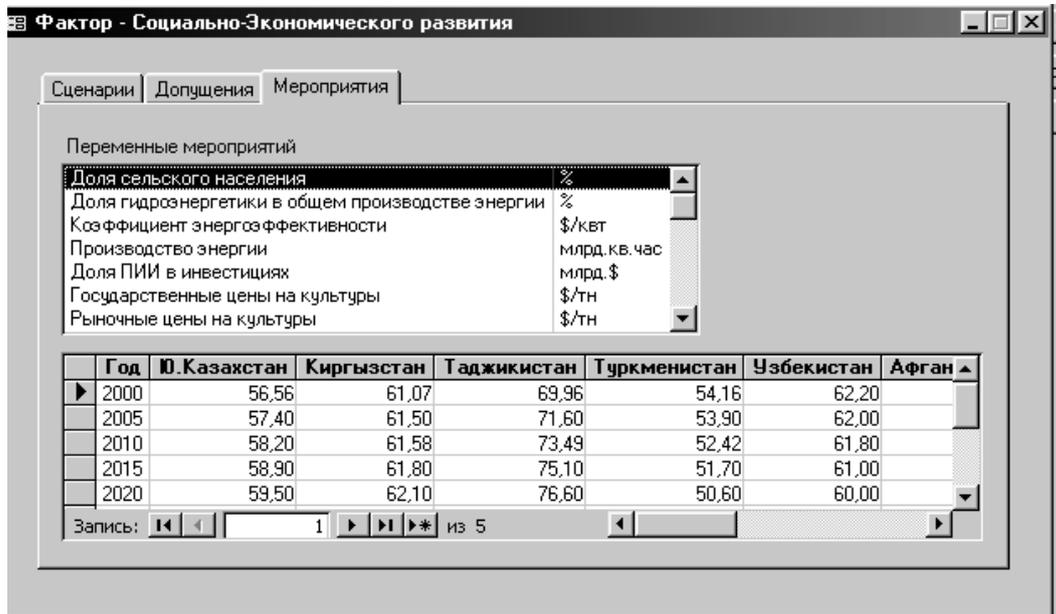


Рис. 4. Формы интерфейса социально-экономической модели

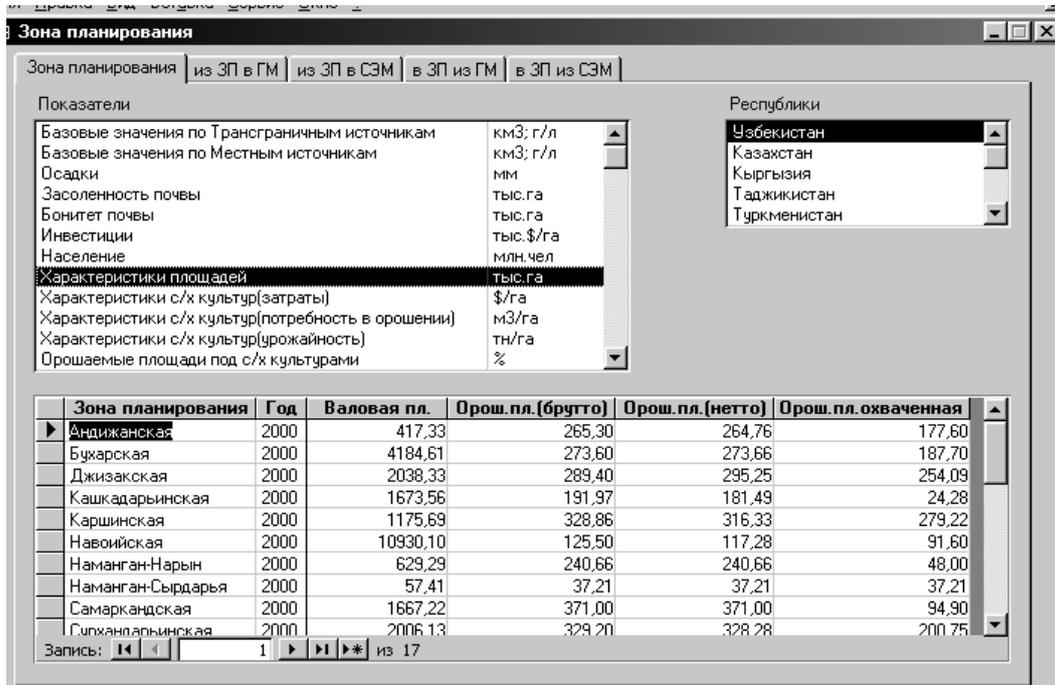


Рис. 5. Форма интерфейса модели зоны планирования

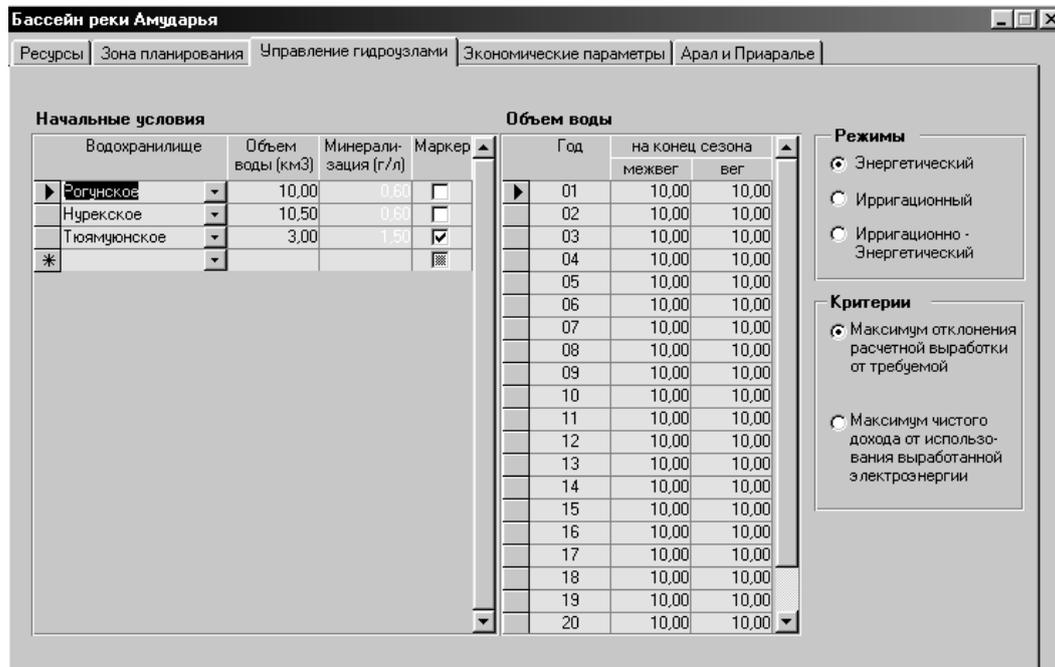


Рис. 6. Форма интерфейса гидрологическая модель (бассейн р. Амударья)

Проведена системная увязка и отладка общего интерфейса с моделями и базой данных ВАРМИС с учетом внесенных изменений, разработано руководство пользователя

Увязка осуществлена с моделями:

- Социально-экономическая модель;
- Модель зоны планирования;
- Гидрологические модели бассейнов рек Амударья и Сырдарья;
- Модель Приаралья и Аральского моря.

### 3.8. РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-СОВЕТУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ НА ТРАНСГРАНИЧНЫХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЯХ

Полтарева Т.В., Гловацкий О.Я.

Цель работы - разработка функционирования информационно-советующей системы на трансграничных насосных станциях в условиях лимитирования водоподдачи с использованием аналитических методов.

Выбран состав комплекса SCADA для внедрения информационно-советующей системы (ИСС) при существующих лимитах водоподдачи.

Разработан перечень датчиков системы SCADA или аналогичной системы (табл. 1):

**Таблица 1**

№	Наименование оборудования	Количество
1	Датчик температуры TZ - 125	12
2	Датчик уровня LZ - 300	5
3	Контроллер АЦП SM - 201	11
4	Датчик давления МЭД (6,3 кГ/см <sup>2</sup> )	12
5	Прибор для измерения напряжения, тока, потребляемой мощности	14
6	Моноблок процессора (сервер)	1
7	Компьютер диспетчера	1

Проведена доработка интерфейса для работы с ИСС НС на основе принципа, когда вся НС и все ее основные параметры отображаются на «мнемосхеме» насосной станции. Пользователь получает информацию путем выбора любой части или параметра из мнемосхемы, визуальнo углубляясь или детализируя запрос по информации.

Доработка интерфейса, проведенная учетом сведений о наличии датчиков на рассматриваемой типовой НС с осевыми насосами, включает параметры НА, подлежащие дискретному контролю:

- зазоры по камере рабочего колеса (КРК)
- зазоры по подшипникам насоса (ВНП, НПП)
- вибрация
- спектральный анализ вибрации опорных конструкций НА
- измерение уровня вибрации трубопровода.

Разработана программа мониторинга по контролю за состоянием основного оборудования НС и обнаружению отклонений от нормативного состояния некоторых технологических элементов насосного агрегата.

Программа мониторинга базируется на основных понятиях технического состояния, введенных акад. Мирцхулава Ц.Е. и отказов насосного агрегата, разработанных проф. Гловацким О.Я..

На основании этого был разработан перечень причин отказов снижающих надежность работы насосного агрегата и мероприятия по их устранению.

Перечень причин отказов:

1. Гидравлические.
2. Механические.
3. Энергетические.

Своевременное выявление отказов позволяет предотвратить снижение эффективности эксплуатации насосов и особенно возможные аварийные ситуации, ведущие к прекращению водоподачи. С этой целью было построено дерево отказов. Далее был собран большой статистический материал по отказам НС Каршинского и Аму-Бухарского каналов за 1981-2001 гг.

Исходя из известной теоремы сложения вероятностей, составили диаграмму Венна отказов системы по всем выявленным причинам в соответствии с их вероятностями (площадями на единичном квадрате).

Следующим этапом работы было применение вышеизложенной информации в ИСС. Для этого была создана форма «Контроль над отказами основного насосно-энергетического оборудования крупных насосных станций».

В этой форме пользователь может, выбрать любой из подпунктов:

- классификация отказов – дерево отказов;
- диаграмма Венна;
- классификация отказов – режим мониторинга.

Выбрав первый из вышеперечисленных подпунктов - «классификацию отказов» пользователь получит теоретическую информацию о причинах отказов (рис. 1).

Второй подпункт «диаграмма Венна». Если пользователю необходимо получить информацию по методам устранения отказов, то он должен выбрать подпункт «диаграмма Венна» (рис. 2).

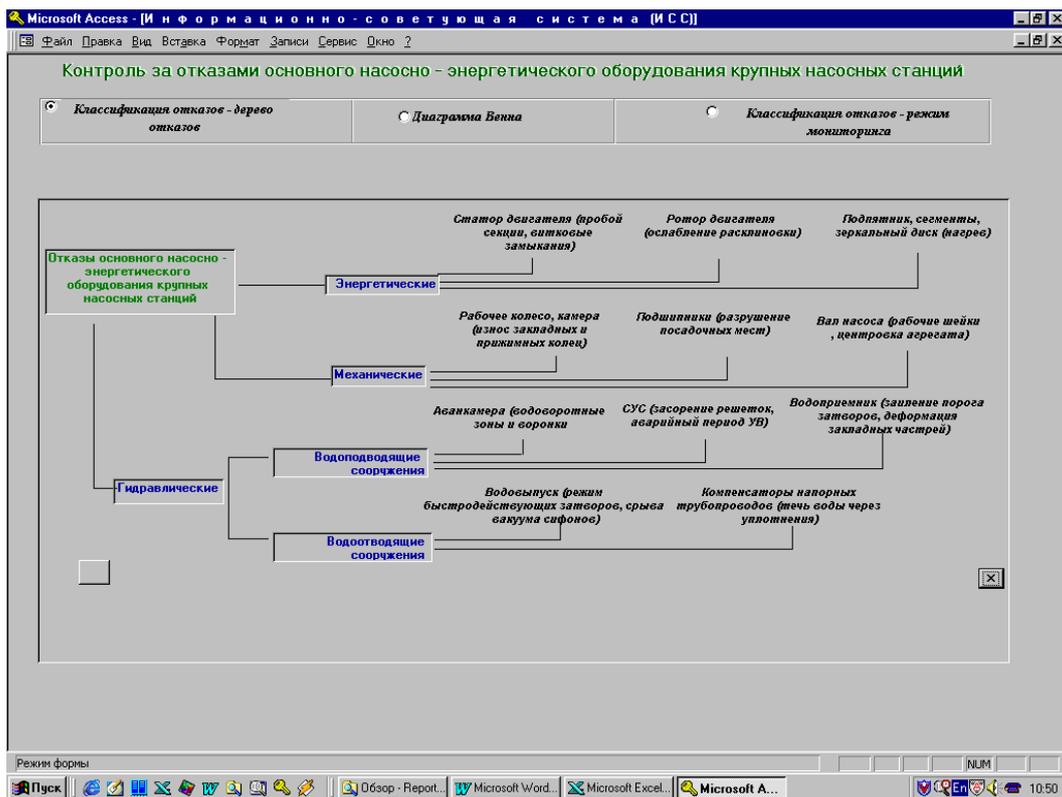


Рис. 1. Выбор подпункта «Классификация отказов – дерево отказов»

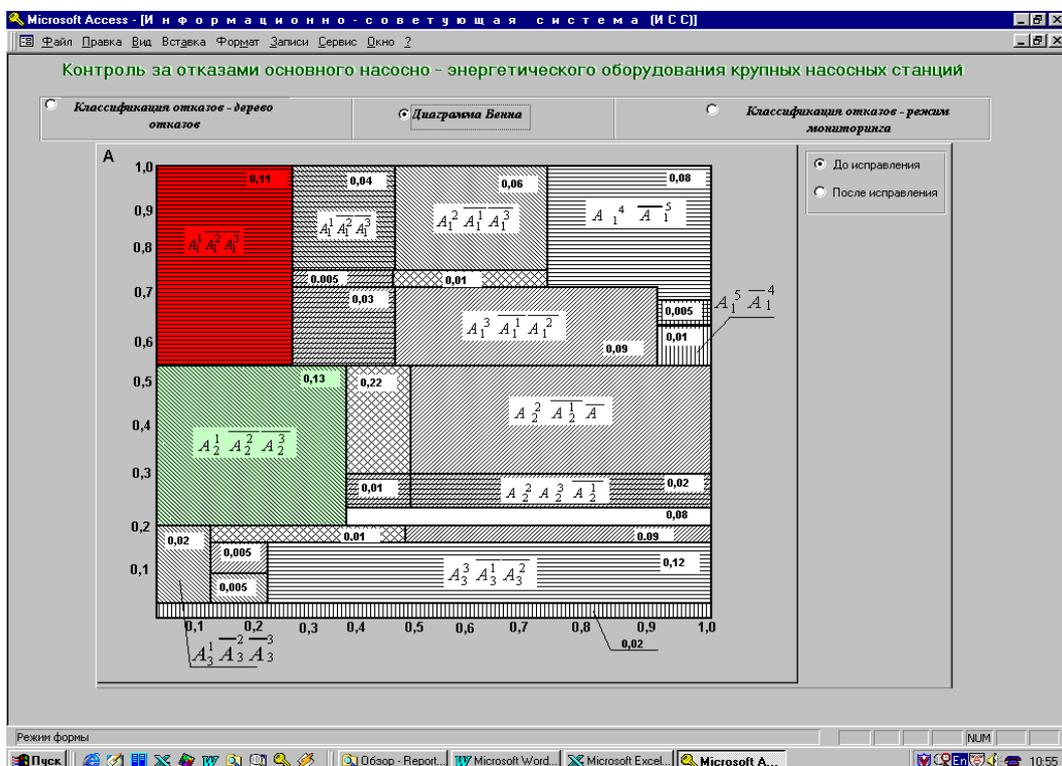


Рис. 2. Выбор подпункта «диаграмма Вейна»

Третий подпункт «классификация отказов – режим мониторинга» необходим для визуального контроля над насосно-энергетическим оборудованием насосной станции и является очень важным фактором своевременного устранения отказов. Выбрав этот подпункт, пользователь получит информацию о любом из отказов. Нажав мышкой на необходимый ему датчик, и введя в появившееся окошко необходимые сведения он получит информацию об интересующем его отказе (рис. 3).

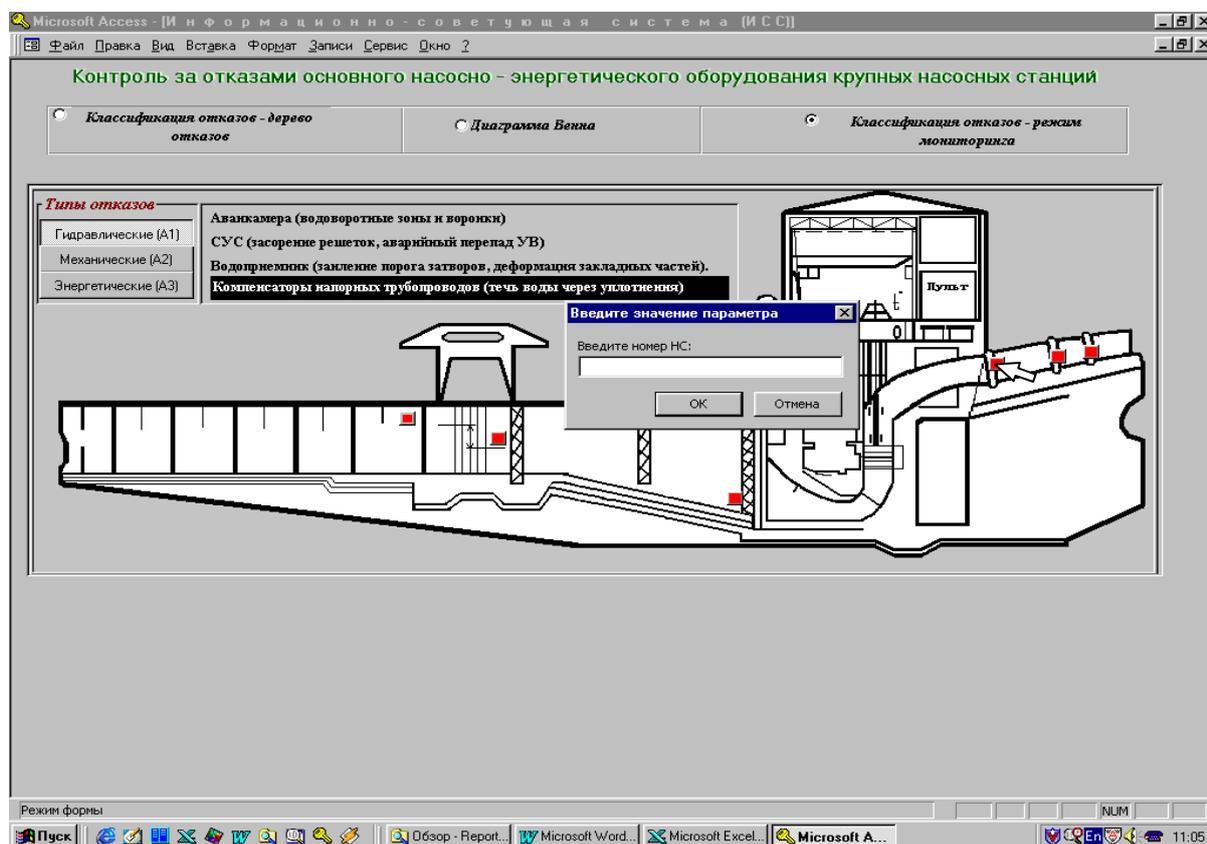


Рис. 3. Выбор подпункта «классификация отказов – режим мониторинга»

Была проведена апробация информационной системы параметров насосных станций в увязке с развитием национальных баз данных.

Увязка информационно-советующей системы (БД PUMPS) с национальными базами данных обеспечивает целостность информации, позволяет производить быструю обработку данных, исключает дублирование данных. В связи с этим была разработана структура таблиц позволяющих произвести увязку с национальными базами данных (увязка производилась с таблицами БД WARMIS). Ниже приведена структура таблиц, разработанных и добавленных в БД «PUMPS».

Также было проведено кодирование НС «Хамза-1» и «Кую-Мазар»:

НС «Хамза-1» - 101082700490000

НС «Кую-Мазар» - 101082701690000

**Таблица 2**

**Machine channels - Машинные каналы**

<b>Поле</b>	<b>Формат поля</b>	<b>Примечание</b>
RayonCode	Текстовый	Код района
ChannelCode	Текстовый	Код канала
PumpCode	Текстовый	Код Насосной Станции
TypeCode	Текстовый	Код типа водоисточника
Src	Текстовый	Тип ресурсов
LinePodChannel	Числовой	Длина подводящего канала, км
LineOtvChannel	Числовой	Длина отводящего канала, км
NoteRus	Поле МЕМО	Примечание на русском
NoteEng	Поле МЕМО	Примечание на английском

**Таблица 3**

**Machine channels\_Monthly - Машинные каналы - объем водоподачи  
(помесячные данные)**

<b>Поле</b>	<b>Формат поля</b>	<b>Примечание</b>
RayonCode	Текстовый	Код района
ChannelCode	Текстовый	Код канала
PumpCode	Текстовый	Код насосной станции
Year	Текстовый	Год замеров объемов водоподачи
Month1	Числовой	Замер в январе, млн. м3
Month2	Числовой	Замер в феврале, млн. м3
Month3	Числовой	Замер в марте, млн. м3
Month4	Числовой	Замер в апреле, млн. м3
Month5	Числовой	Замер в мае, млн. м3
Month6	Числовой	Замер в июне, млн. м3
Month7	Числовой	Замер в июле, млн. м3
Month8	Числовой	Замер в августе, млн. м3
Month9	Числовой	Замер в сентябре, млн. м3
Month10	Числовой	Замер в октябре, млн. м3
Month11	Числовой	Замер в ноябре, млн. м3
Month12	Числовой	Замер в декабре, млн. м3
CorMap	Текстовый	Карта изменений
CorDate	Дата/время	Дата изменения

**Таблица 4**

**Machine channels \_Podacha - Машинные каналы - подача НС**

<b>Поле</b>	<b>Формат поля</b>	<b>Примечание</b>
RayonCode	Текстовый	Код района
ChannelCode	Текстовый	Код канала
PumpCode	Текстовый	Код Насосной Станции
Year	Текстовый	Год замера
Month	Текстовый	Месяц замера
	Числовой	Подача, м3/с (л/с)
NoteRus	Поле МЕМО	Примечание на русском
NoteEng	Поле МЕМО	Примечание на английском

**Таблица 5**

**MCh\_Inake\_Line\_Channel - Машинные каналы - водозабор по длине канала**

<b>Поле</b>	<b>Формат поля</b>	<b>Примечание</b>
ChannelCode	Текстовый	Код канала
PumpCode	Текстовый	Код насосной станции
Intakecode	Текстовый	Код водозабора
FromEscapeCode	Текстовый	Код точки забора из канала
PlanCode	Текстовый	Код зоны планирования
TypeManage	Текстовый	Код типа управления
IntakeRus	Текстовый	Наименование водозабора на русском
IntakeEng	Текстовый	Наименование водозабора на английском
NoteRus	Поле МЕМО	Примечание на русском
NoteEng	Поле МЕМО	Примечание на английском

Таблица 6

**MCh\_Intake\_Line\_Channel\_Volume - Машинные каналы – водозабор  
по длине канала - объем**

Поле	Формат поля	Примечание
ChannelCode	Текстовый	Код канала
PumpCode	Текстовый	Код насосной станции
IntakeCode	Текстовый	Код водозабора
Year	Текстовый	Год замеров объемов
Month1	Числовой	Замер в январе, млн.м3
Month2	Числовой	Замер в феврале, млн.м3
Month3	Числовой	Замер в марте, млн.м3
Month4	Числовой	Замер в апреле, млн.м3
Month5	Числовой	Замер в мае, млн.м3
Month6	Числовой	Замер в июне, млн.м3
Month7	Числовой	Замер в июле, млн.м3
Month8	Числовой	Замер в августе, млн.м3
Month9	Числовой	Замер в сентябре, млн.м3
Month10	Числовой	Замер в октябре, млн.м3
Month11	Числовой	Замер в ноябре, млн.м3
Month12	Числовой	Замер в декабре, млн.м3
CorMap	Текстовый	Карта изменений
CorDat	Дата/время	Дата изменений

Таблица 7

**MCh\_Intake\_Line\_Channel\_Rashod - Машинные каналы – водозабор  
по длине канала - расход**

Поле	Формат поля	Примечание
ChannelCode	Текстовый	Код канала
PumpCode	Текстовый	Код насосной станции
EscapeCode	Текстовый	Код водозабора
Year	Текстовый	Год замеров
Month	Текстовый	Месяц замера
	Числовой	Расход, м <sup>3</sup> /с (л/с)
NoteRus	Поле МЕМО	Примечание на русском
NoteEng	Поле МЕМО	Примечание на английском

Таблица 8

**Intake - Водозабор**

Поле	Формат поля	Примечание
IntakeCode	Текстовый	Код водозабора
RiverNodeCode	Текстовый	Код верхнего створа реки
IrrZoneCode	Текстовый	Код зоны орошения
TypeManage	Текстовый	Код типа управления
TypeCode	Текстовый	Код типа водоисточника
Src	Текстовый	Тип ресурсов
IntakeRus	Текстовый	Наименование водозабора на русском
IntakeEng	Текстовый	Наименование водозабора на английском
Qmax	Числовой	Форсированная пропускная способность в/з, м <sup>3</sup> /сек
Qnorm	Числовой	Проект. норм. пропускная способность в/з, м <sup>3</sup> /сек
EffMain	Числовой	КПД магистральных каналов, %
EffSecond	Числовой	КПД межхозяйственных каналов, %
EffFarm	Числовой	КПД внутрихозяйственных каналов, %
CCAGross	Числовой	Площадь, подвешенная к каналу, брутто (тыс.га)
CCANet	Числовой	Площадь, подвешенная к каналу, нетто (тыс.га)
NoteRus	Поле МЕМО	Примечание на русском
NoteEng	Поле МЕМО	Примечание на английском

Таблица 9

**Intake\_Monthly - Водозабор – объем (помесячные данные)**

Поле	Формат поля	Примечание
IntakeCode	Текстовый	Код водозабора
Year	Текстовый	Год замеров
Month1	Числовой	Замер в январе, млн.м3
Month2	Числовой	Замер в феврале, млн.м3
Month3	Числовой	Замер в марте, млн.м3
Month4	Числовой	Замер в апреле, млн.м3
Month5	Числовой	Замер в мае, млн.м3
Month6	Числовой	Замер в июне, млн.м3
Month7	Числовой	Замер в июле, млн.м3
Month8	Числовой	Замер в августе, млн.м3
Month9	Числовой	Замер в сентябре, млн.м3
Month10	Числовой	Замер в октябре, млн.м3
Month11	Числовой	Замер в ноябре, млн.м3
Month12	Числовой	Замер в декабре, млн.м3
CorMap	Текстовый	Признаки изменений
CorDate	Дата/время	Дата изменений

**Таблица 10**

**Intake\_Q - Водозабор - минерализация**

Поле	Формат поля	Примечание
IntakeCode	Текстовый	Код водозабора
Year	Текстовый	Год замера
Month	Текстовый	Месяц замера
SO4	Числовой	Сульфатов, мг/л
CO3	Числовой	Карбонатов, мг/л
Cl	Числовой	Хлоридов, мг/л
Ca	Числовой	Кальция, мг/л
Mg	Числовой	Магния, мг/л
Na+K	Числовой	Натрия и калия, мг/л
SusMater	Числовой	Минерализация, мг/л
NoteRus	Поле MEMO	Примечание на русском
NoteEng	Поле MEMO	Примечание на английском

**Таблица 11**

**River - Река**

Поле	Формат поля	Примечание
RiverCode	Текстовый	Код реки
RiverRus	Текстовый	Наименование реки на русском
RiverEng	Текстовый	Наименование реки на английском
BasinCode	Текстовый	Код бассейна реки (А - Амударья, S - Сырдарья)
Src	Текстовый	Код источника (L - местный, T-трансграничный)
NoteRus	Поле MEMO	Примечание на русском
NoteEng	Поле MEMO	Примечание на английском

**Таблица 12**

**RiverNode - Створы рек**

Поле	Формат поля	Примечание
RiverNodeCode	Текстовый	Код створа реки
PlanCode	Текстовый	Код зоны планирования
TypeCode	Текстовый	Код типа объекта
Src	Текстовый	Тип ресурсов (Т-трансгран., L-местн.)
TypeManage	Текстовый	Код типа принадлежности
TypeNode	Текстовый	Тип створа (G-гидропост, N-створ)
RiverRus	Текстовый	Наименование реки на русском
RiverEng	Текстовый	Наименование реки на английском
RiverNodeRus	Текстовый	Наименование створа на русском
RiverNodeEng	Текстовый	Наименование створа на английском
NoteRus	Поле MEMO	Примечание на русском
NoteEng	Поле MEMO	Примечание на английском

Таблица 13

**RiverNode\_Monthly - Створы рек (помесячные данные)**

Поле	Формат поля	Примечание
RiverNodeCode	Текстовый	Код створа реки
Year	Текстовый	Год замеров
Month1	Числовой	Замер в январе, млн м <sup>3</sup>
Month2	Числовой	Замер в феврале, млн.м <sup>3</sup>
Month3	Числовой	Замер в марте, млн.м <sup>3</sup>
Month4	Числовой	Замер в апреле, млн.м <sup>3</sup>
Month5	Числовой	Замер в мае, млн.м <sup>3</sup>
Month6	Числовой	Замер в июне, млн.м <sup>3</sup>
Month7	Числовой	Замер в июле, млн.м <sup>3</sup>
Month8	Числовой	Замер в августе, млн.м <sup>3</sup>
Month9	Числовой	Замер в сентябре, млн.м <sup>3</sup>
Month10	Числовой	Замер в октябре, млн.м <sup>3</sup>
Month11	Числовой	Замер в ноябре, млн.м <sup>3</sup>
Month12	Числовой	Замер в декабре, млн.м <sup>3</sup>
CorMap	Текстовый	Карта изменений
CorDate	Дата/время	Дата изменения

Таблица 14

**RiverNode\_Q - Створы рек – минерализация (помесячные данные)**

Поле	Формат поля	Примечание
RiverNodeCode	Текстовый	Код створа реки
Year	Текстовый	Год
Month	Текстовый	Месяц
Day	Текстовый	День
WaterTemp	Числовой	Температура воды, градусов Цельсия
Discharge	Числовой	Расход воды, м <sup>3</sup> /с
NoteRus	Поле МЕМО	Примечание на русском
NoteEng	Поле МЕМО	Примечание на английском

Таблица 15

**RiverReach - Участки основных рек с параметрами**

Поле	Формат поля	Примечание
ReachCode	Текстовый	Код участка
UpNode	Текстовый	Код верхнего створа
DnNode	Текстовый	Код нижнего створа
LossesNorm	Числовой	Норма потерь воды на участке, л/с на 1 км
NoteRus	Текстовый	Примечание на русском
NoteEng	Текстовый	Примечание на английском

Таблица 16

**Reservoir - Водохранилище**

Поле	Формат поля	Примечание
RepCode	Текстовый	Код республики
ReservoirCode	Текстовый	Код водохранилища
TypeCode	Текстовый	Код типа водохранилища
StationCode	Текстовый	Код климатической станции
ReservoirRus	Текстовый	Наименование в/х на русском
ReservoirEng	Текстовый	Наименование в/х на английском
MaxVol	Числовой	Максимальный объем, млн. м <sup>3</sup>
DeadStor	Числовой	Мертвый объем, млн. м <sup>3</sup>
Map	Текстовый	Карта - источник
NoteRus	Поле МЕМО	Примечание на русском
NoteEng	Поле МЕМО	Примечание на английском

Таблица 17

**Reservoir\_H\_V\_S - Водохранилище – объем, уровень, площадь поверхности**

Поле	Формат поля	Примечание
ReservoirCode	Текстовый	Код водохранилища
H1	Числовой	Точка1 - Уровень воды, м
V1	Числовой	Точка1 - Объем воды, млн м <sup>3</sup>
S1	Числовой	Точка1 - Площадь поверхности, кв.км
H2	Числовой	Точка2 - Уровень воды, м
V2	Числовой	Точка2 - Объем воды, млн. м <sup>3</sup>
S2	Числовой	Точка2 - Площадь поверхности, кв.км
H3	Числовой	Точка3 - Уровень воды, м
V3	Числовой	Точка3 - Объем воды, млн. м <sup>3</sup>
S3	Числовой	Точка3 - Площадь поверхности, кв.км
H4	Числовой	Точка4 - Уровень воды, м
V4	Числовой	Точка4 - Объем воды, млн. м <sup>3</sup>
S4	Числовой	Точка4 - Площадь поверхности, кв.км
H5	Числовой	Точка5 - Уровень воды, м
V5	Числовой	Точка5 - Объем воды, млн. м <sup>3</sup>
S5	Числовой	Точка5 - Площадь поверхности, кв.км
H6	Числовой	Точка6 - Уровень воды, м
V6	Числовой	Точка6 - Объем воды, млн. м <sup>3</sup>
S6	Числовой	Точка6 - Площадь поверхности, кв.км
H7	Числовой	Точка7 - Уровень воды, м
V7	Числовой	Точка7 - Объем воды, млн. м <sup>3</sup>
S7	Числовой	Точка7 - Площадь поверхности, кв.км
H8	Числовой	Точка8 - Уровень воды, м
V8	Числовой	Точка8 - Объем воды, млн. м <sup>3</sup>
S8	Числовой	Точка8 - Площадь поверхности, кв.км
H9	Числовой	Точка9 - Уровень воды, м
V9	Числовой	Точка9 - Объем воды, млн. м <sup>3</sup>
S9	Числовой	Точка9 - Площадь поверхности, кв.км
H10	Числовой	Точка10 - Уровень воды, м

Поле	Формат поля	Примечание
V10	Числовой	Точка10 - Объем воды, млн. м <sup>3</sup>
S10	Числовой	Точка10 - Площадь поверхности, кв.км
NoteRus	Поле МЕМО	Примечание на русском
NoteEng	Поле МЕМО	Примечание на английском

Таблица 18

**ReservoirHeight\_Monthly - Водохранилище – замер высоты (помесячные данные)**

Поле	Формат поля	Примечание
ReservoirCode	Текстовый	Код водохранилища
Year	Текстовый	Год замеров высоты
Month1	Числовой	Замер в январе (м)
Month2	Числовой	Замер в феврале
Month3	Числовой	Замер в марте
Month4	Числовой	Замер в апреле
Month5	Числовой	Замер в мае
Month6	Числовой	Замер в июне
Month7	Числовой	Замер в июле
Month8	Числовой	Замер в августе
Month9	Числовой	Замер в сентябре
Month10	Числовой	Замер в октябре
Month11	Числовой	Замер в ноябре
Month12	Числовой	Замер в декабре
CorMap	Текстовый	Карта изменений
CorDate	Дата/время	Дата изменения

Таблица 19

**ReservoirVolume\_Monthly - Водохранилище – замер объема (помесячные данные)**

Поле	Формат поля	Примечание
ReservoirCode	Текстовый	Код водохранилища
Year	Текстовый	Год замеров объема
Month1	Числовой	Данные в январе (млн. м <sup>3</sup> )
Month2	Числовой	Данные в феврале
Month3	Числовой	Данные в марте
Month4	Числовой	Данные в апреле
Month5	Числовой	Данные в мае
Month6	Числовой	Данные в июне
Month7	Числовой	Данные в июле
Month8	Числовой	Данные в августе
Month9	Числовой	Данные в сентябре
Month10	Числовой	Данные в октябре
Month11	Числовой	Данные в ноябре
Month12	Числовой	Данные в декабре
CorMap	Текстовый	Карта изменений
CorDate	Дата/время	Дата изменений

Таблица 20

**Transfer - Список створов передачи воды между зонами планирования с параметрами**

Поле	Формат поля	Примечание
PlanCode	Текстовый	Код зоны планирования (куда)
FromPlanCode	Текстовый	Код зоны планирования (откуда)
TransferCode	Текстовый	Код объекта
ZoneCode	Текстовый	Код зоны орошения / дренажа
TypeCode	Текстовый	Код типа объекта
TypeManage	Текстовый	Код типа управления
Src	Текстовый	Код типа ресурсов
TransferRus	Текстовый	Наименование объекта на русском
TransferEng	Текстовый	Наименование объекта на английском
Qmax	Числовой	Форсированная пропускная способность (м <sup>3</sup> /сек)
Qnorm	Числовой	Проект. норм. пропускная способность (м <sup>3</sup> /сек)
CCAGross	Числовой	Площадь, подвешенная к объекту, брутто (тыс.га)
CCANet	Числовой	Площадь, подвешенная к объекту, нетто (тыс.га)
NoteRus	Поле МЕМО	Примечание на русском
NoteEng	Поле МЕМО	Примечание на английском

Таблица 21

**Transfer\_Monthly - Объемы воды на створах между зонами планирования**

Поле	Формат поля	Примечание
TransferCode	Текстовый	Код объекта
Year	Текстовый	Год замеров объемов
Month1	Числовой	Замер в январе (млн. м <sup>3</sup> )
Month2	Числовой	Замер в феврале
Month3	Числовой	Замер в марте
Month4	Числовой	Замер в апреле
Month5	Числовой	Замер в мае
Month6	Числовой	Замер в июне
Month7	Числовой	Замер в июле
Month8	Числовой	Замер в августе
Month9	Числовой	Замер в сентябре
Month10	Числовой	Замер в октябре
Month11	Числовой	Замер в ноябре
Month12	Числовой	Замер в декабре
CorMap	Текстовый	Карта изменений
CorDate	Дата/время	Дата изменений

**Transfer\_Q - Створы передачи воды между зонами планирования – минерализация**

Поле	Формат поля	Примечание
TransferCode	Текстовый	Код объекта
Year	Текстовый	Год замера
Month	Текстовый	Месяц замера
SusMater	Числовой	Минерализация (мг/л)
NoteRus	Поле МЕМО	Примечание на русском
NoteEng	Поле МЕМО	Примечание на английском

**3.9. РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ  
ПО ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОМУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ  
РЕГИОНАЛЬНОГО УЗЛА МЕЖДУНАРОДНОЙ СЕТИ IPTRID**

Пулатов А.Г., Турдыбаев Б.К., Ананьева Н.Д.

Региональный центр IPTRID работает в НИЦ МКВК с 1995 г. Главной задачей регионального центра является организация информационного обмена в контексте следующих целей сформулированных IPTRID: синтез знаний; развитие национальных исследований; создание национального потенциала развития; распространение знаний в информационной сети.

За последние годы деятельность регионального узла сети IPTRID осуществлялась по следующим направлениям:

1. Издательская деятельность - подготовка и распространение в регионе информационных изданий (бюллетень МКВК, тематические сборники по проблемам водного хозяйства на примере опыта зарубежных стран, реферативные обзоры иностранных публикаций, юридические сборники).

2. Создание библиографической базы данных по проблемам бассейна Аральского моря.

Все это дает уже реально существующую базу знаний, которую надо сделать доступной всем участникам сети IPTRID.

Рекомендации по организационно-техническому совершенствованию регионального узла международной сети IPTRID дадут возможность применения передового опыта, позволяющего повысить эффективность использования природных ресурсов (воды и орошаемых земель), что позволит увеличить производство продовольствия и других продуктов сельского хозяйства.

Задача состоит в том, чтобы организовать эту базу знаний таким образом, чтобы она была доступна для исследователей и для людей, занимающихся внедрением нового. При этом нужно иметь в виду, что практики (проектировщики и пользователи проектов) не имеют такой возможности как исследователи подробно и детально изучать уже накопленные наукой и практикой результаты и им нужно преподнести информацию в таком виде, чтобы она была удобна и понятна для пользователей.

**Выяснение закономерностей, присущих предметной области, условий достоверности и истинности утверждений, структурирование за счет введения отношений и т. п.**

**Определение семантических связей в структуре (дереве) БЗ по земельным и водным ресурсам бассейна Аральского моря**

В информационной базе между информационными единицами предусмотрена возможность установления связей различного типа. Прежде всего, эти связи характеризуют отношения между информационными единицами. Семантика отношений носит декларативный или процедурный характер. Две или более информационные единицы связаны отношением "одновременно", две информационные единицы - отношением "причина - следствие" или отношением "быть рядом". Приведенные отношения характеризуют декларативные знания. Определены семантические связи в дереве БЗ по земельным и водным ресурсам бассейна Аральского моря (рис. 1).

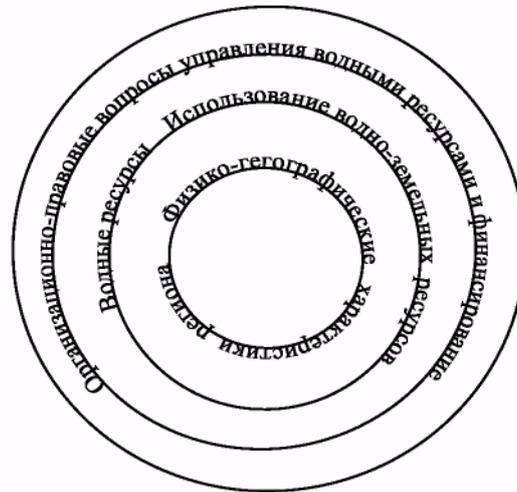


Рис. 1

**Рекомендации по построению своеобразной модели знаний эксперта в данной области в форме гипертекстовой базы знаний**

Выбор типа программной системы для создания модели знаний обусловлен тем, что если у нас есть некоторый набор знаний, в основном в форме эвристик-рекомендаций по действиям в некотором круге ситуаций, и при этом наш набор знаний не настолько крупный и ценный, чтобы было можно и имело бы смысл делать на его базе автоматизированную систему, то часто имеет смысл оформить эти знания так, чтобы ими можно было пользоваться "вручную", без специального механизма автоматизированных рассуждений, просто просматривая эти знания в удобной форме, например, в форме гипертекста.

Предлагаемая модель гипертекстовой базы знаний выглядит следующим образом:

1) Основу гипертекстовой базы знаний составляет набор правил-эвристик. Эти правила имеют отношение к некоторой общей ситуации и описывают те или иные рекомендации или возможности в конкретных ситуациях.

2) Помимо набора правил-эвристик могут быть и другие, дополнительные формы знаний, например - некоторые классификации и иерархии, описание сложных причинно-следственных связей и т.п.

3) Кроме набора правил-эвристик и возможных дополнительных форм знаний в базе знаний должны присутствовать вспомогательные информационные структуры: определения для используемых понятий, общее описание предметной области, для которой предназначается база знаний, описание структуры гипертекста и т.д.

Вся база знаний в целом представляет собой гипертекст, т.е. и система правил-эвристик, и дополнительные формы знаний и вспомогательная информация - все они должны оформляться как текстовые единицы гипертекста и связываться ссылками в единый гипертекст.

Единственное использование правил в гипертекстовой базе знаний - это чтение их пользователем-читателем, поэтому их представление можно максимально подчинить этой одной цели. Правила удобно записывать в виде фраз обычного естественного языка, с небольшой структуризацией, выделяя другим шрифтом, цветом или большими буквами ключевые слова.

Различные наборы ключевых слов задают логику фрагмента знаний. Мы называем такие фрагменты правилами в некоторой степени условно, т.к. набор разнотипных фрагментов знаний больше всего похож именно на набор правил-эвристик; кроме того, большинство фрагментов знаний можно уложить в форму правил, в форму ЕСЛИ - ТО.

Если же говорить более строго, то это набор идей-советов, причем одни из них имеют вид "в ситуации  $X$  лучше всего сделать  $Y$ " - т.е. по сути, форму правил, а другие идеи-советы имеют форму "в ситуации  $X$  можно сделать либо  $X1$ , либо  $X2$  ..." - т.е. форму списка альтернатив.

Так как правила (в широком смысле слова) предназначены только для чтения и понимания человеком, то все эти тонкие различия важны не для читателя-пользователя, а для разработчика базы знаний. Понимание этих различий может помочь разработчику при формализации правил.

Ориентация представления правил на понимание человеком дает еще один эффект: в гипертекстовых базах знаний можно пользоваться такими фразами и оборотами, которых обычно избегают при формализации знаний в системах искусственного интеллекта.

Следующий вопрос, связанный с набором правил, это - как их представлять в гипертексте. Есть следующие возможные варианты: (1) каждое правило представлять как одну информационную единицу-тему, (2) разбить правила на группы и каждая группа - отдельная тема или (3) хранить все правила в одной теме. Этот вопрос тесно связан с вопросом - как человек-пользователь должен искать нужные правила в базе знаний.

Рассмотрим эти альтернативы по порядку. В первом случае мы должны иметь некоторое оглавление для всех правил, каждое правило должно иметь некоторое представительное имя, частично описывающее его смысл. При этом просмотр каждого правила - это переход от одного изображения на экране (оглавление) к другому (правило). Если оказывается, что данное правило не подходит, то мы должны вернуться в оглавление, снова по именам правил, частично их описывающих, попытаться найти нужное правило и повторить операцию.

Таким образом, поиск нужных правил сводится к попытке угадать по оглавлению, структуре оглавления и по частичным именам правил то правило, которое будет нужно пользователю-читателю.

Это позволило оглавление правил сделать небольшим и обозримым - правила разбиты на смысловые группы по ситуациям, каждая ситуация - это ссылка на одно или несколько правил. Ситуации перечислены в отдельной теме и сами сгруппированы в несколько "суперситуаций" (в два уровня иерархии).

По сути, некоторые технические понятия - это "имена" идей, а большинство эвристических правил - это и есть идеи (что "можно" или "нужно" делать в той или иной ситуации). Правда, не все правила-эвристики можно назвать идеями. Иногда полезно просто напомнить и в явном виде написать какую-нибудь достаточно тривиальную возможность. Давая имена правилам-эвристикам, мы помогаем пользователю пользоваться этими правилами. Для того, что бы человек смог часто пользоваться той или иной мыслью, необходимо иметь компактное понятие-название. Если разработчик базы знаний не дает имена-термины эвристикам, он тем самым вынуждает пользователя, если тому понравится данный прием, придумывать понятие самому. По этой причине какое-то обозначение правилам давать надо.

Ссылки на те или иные правила могут встречаться в различных местах гипертекста: в других правилах, в определениях понятий, в дополнительных формах знаний, во вспомогательной информации. Так как мы "находимся" в среде гипертекста, а не в среде, скажем, научно-технической монографии или справочника, издающихся обычным полиграфическим способом, то вопрос - как называть правила - имеет естественный ответ - так, чтобы читатель при помощи гипертекстовых ссылок мог легко посмотреть на это правило.

Если правила разбиты по способу (1) - каждое правило в своей отдельной теме, то ссылки на правила организуются очень просто, само "имя" может быть любым, вплоть до специальных непечатаемых символов, которые в разных местах гипертекста могут ссылаться на разные правила. Если же правила разбиты по способу (2) - в одной теме-ситуации одно или несколько правил, то "имя" правила - это гипертекстовая ссылка на данную группу правил плюс какой-то идентификатор.

Тот факт, что система правил представляется в гипертексте, а не в традиционной печатной форме, может сыграть свою роль еще одним важным способом. Описывая правила, мы очень легко можем делать ссылки/объяснения для терминов, используемых в правилах. Это позволяет нам часть контекста, в котором "лежит" правило/идея, вынести в описания используемых понятий и сделать правила более лаконичными, более четко описывающими суть идеи. Таким образом, контекст правила приобретает некоторую структуру: явная часть, которая описывается условием ЕСЛИ (или ПРИ), а также иерархией ситуаций, и неявная часть, описываемая совокупностью используемых понятий. Неявная часть контекста в правилах играет двойную роль: с одной стороны это средство сделать текст правила лаконичнее, с другой это еще один способ (помимо правил-советов) передать знания пользователю.

Описывая формы знаний, используемые в гипертекстовой базе знаний, мы выделили список правил-эвристик как основную, типовую форму представления знаний потому, что фактически это наименее структурированная форма. Вообще говоря, правило-эвристика - это "что угодно", снабженное контекстом: "ЕСЛИ у Вас ситуация X, я Вам советую Y".

Все остальные формы представления знаний мы назвали дополнительными не потому, что они "менее важные", а потому, что число потенциально возможных форм представления знаний очень велико; какие дополнительные формы знаний будут использоваться - существенно зависит от конкретной темы базы знаний.

Можно использовать две дополнительные формы знаний: классификация ситуаций, разбитая на "суперситуации" и классификация используемых понятий.

Классификация ситуаций предоставляет пользователю возможность выбрать интересующую его ситуацию и перейти к соответствующей группе правил, т.е. она служит указателем при просмотре базы знаний. Данная классификация имеет определенную структуру: близкие по смыслу ситуации собраны в макрогруппы, каждая макрогруппа имеет имя - "суперситуация". Суперситуации расположены в определенном порядке, и классификация ситуаций в целом дает представление о том, какие вообще ситуации могут быть. Классификация ситуаций как форма знаний играет двоякую роль: с одной стороны она помогает пользоваться базой знаний поэлементно - если пользователь попадает в какую-либо нетривиальную ситуацию, то при помощи классификации ситуаций он ищет тот фрагмент знаний, который ему нужен. С другой стороны, если посмотреть на классификацию ситуаций вообще, безотносительно к какой-либо конкретной ситуации, то она помогает пользоваться базой знаний целостно - какие вообще могут быть ситуации в данной предметной области.

Если в базе знаний используется достаточно много специфичных понятий, то разработчик гипертекста может собрать эти понятия в некоторый план/оглавление, расклассифицировать их. Классификация понятий не связана напрямую с поиском правил. Она помогает пользоваться базой знаний целостно - она описывает общий понятийный контекст данной предметной области, в совокупности с темами-определениями, играет роль своеобразного учебника по теме базы знаний.

Гипертекстовые базы знаний можно рассматривать не только как соперника автоматизированным системам, но и как один из возможных способов организации подсистемы объяснений для экспертных систем, для систем, основанных на знаниях, для обучающих систем. Основное, чему подчинена гипертекстовая база знаний, - это как максимально нагляднее показать, объяснить пользователю ту или иную совокупность знаний, сложных информационных единиц.

**Определения для используемых понятий; общее описание предметной области, раскрытие раздела базы знаний «Физико-географические характеристики Центрально-Азиатского региона» в обзорной статье с выделением причинно-следственные связей для тем верхнего уровня БЗ**

### **Физико-географические характеристики Центрально-Азиатского региона**

Бассейн Аральского моря расположен в центре Евразии и охватывает всю территорию Таджикистана, Узбекистана, большую часть Туркменистана, три области Кыргызской Республики (Ош, Джалалабад, Нарын), южную часть Казахстана (две области: Кызыл-Орда и Южный Казахстан) и северную часть Афганистана и Ирана.

Территория бассейна Аральского моря может быть разделена на две основные зоны: Туранскую равнину и горную зону. Западная и северо-западная части бассейна Аральского моря в пределах Туранской равнины покрыты пустынями Кара-Кум и Кызыл-Кум. Восточная и юго-восточная



**Рельеф**, совокупность форм земной поверхности, различающихся по очертаниям, размерам,

части относятся к высокогорной зоне хребтов Тянь-Шаня и Памира. Оставшаяся часть бассейна включает аллювиальные и межгорные долины, сухую и полусухую степи. Различные формы **рельефа** в этих странах создали определенные условия, которые отражаются во взаимосвязи между водой, землей и населенной областью региона. Около 90% территории Кыргызской республики и Таджикистана занимают горы. Большая часть территории Казахстана, Туркменистана и Узбекистана покрыта пустынями (более 50%) и только 10% территории представлена горами.

Закрытое расположение Центральной Азии в Евро-Азиатском континенте определяет резко континентальный **климат** с малым количеством неравномерно распределенных **осадков**. Для региона типична большая амплитуда суточных и сезонных **температур**, с высокой солнечной радиацией и относительно низкой **влажностью**. Большие различия географического положения и высотных отметок от 0 до 7500 м над уровнем моря объясняют разнообразие микроклимата. Горы расположены на востоке и юго-востоке и являются центром формирования водных ресурсов и их стока. Хотя данная область нередко находится под воздействием влажных **ветров**, большая часть влаги забирается горами, для остальной же части бассейна остается небольшое количество осадков.

Средняя температура июля на низких высотных отметках, в долинах и пустынях, изменяется от 26°C на севере до 30°C на юге, с максимальной температурой 45-50°C. Среднеянварская температура изменяется от 0°C на юге до -8°C на севере с абсолютным минимумом -38°C. Количество осадков в низинах и долинах 80-200 мм в год, осадки в основном выпадают зимой и весной. В то же время в предгорьях выпадает 300-400 мм осадков, а на южной и юго-западной стороне горных цепей - 600-800 мм. Климат региона изменяется в зависимости от географических и геоморфологических условий, что определяет разницу в спросе на воду для орошения. Большие различия во влажности воздуха в летнее время между старыми оазисами и новыми орошаемыми землями (50-60% и 20-30%) являются причиной значительно

происхождению, истории развития. Рельеф образуется главным образом в результате длительного одновременного воздействия на земную поверхность тектонических, вулканических и других процессов, деятельности воды, ветра, солнца, ледников и др. Развитие и формирование рельефа изучает геоморфология.

**Климат**, многолетний режим погоды, свойственный той или иной местности на Земле и являющийся одной из ее географических характеристик. При этом под многолетним режимом понимается совокупность всех условий погоды в данной местности за период в несколько десятков лет; типичная годовая смена этих условий и возможные отклонения от нее в отдельные годы; сочетания условий погоды, характерные для различных ее аномалий (засухи, дождевые периоды, похолодания и прочее). Около середины 20 в. понятие К., относившееся ранее только к условиям у земной поверхности, было распространено и на высокие слои атмосферы. Далее...

**Осадки атмосферные**, вода в жидком и твердом состоянии, выпадающая из облаков или образующаяся непосредственно на земной поверхности и на наземных предметах в результате конденсации водяного пара, находящегося в воздухе.

Выпадение атмосферных осадков из облаков происходит в результате укрупнения части уже существующих облачных элементов (капель или кристаллов) до размеров, при которых они приобретают заметную скорость падения. Наиболее крупные кристаллические элементы, выпадая из облака, сталкиваются с переохлажденными каплями, примораживая их к себе, или смерзаются между собой, образуя хлопья. Перейдя в атмосферные слои с температурами выше 0 °C, твердые частицы тают, образуя капли дождя. При низких температурах воздуха (около 0 °C и ниже) твердые частицы достигают земной поверхности, не растаяв (снег, крупа и др.).

Далее...

большого спроса на воду в бывшей пустыне (теперь орошаемой) по сравнению с оазисом. Вторым фактором, влияющим на сельскохозяйственное производство, является нестабильная весенняя погода, что выражается в температурных колебаниях, осадках и даже поздних заморозках (иногда в начале мая) и граде (в июне - иногда повреждает побеги хлопка и овощей на больших площадях).

**Республика Казахстан.** Отдаленность от океанов, обширность территории и особенности географии обуславливают резкую континентальность и зональность климата. Зимы бывают от холодных и продолжительных (на севере) до мягких (на крайнем юге). Средняя температура января повышается от  $-18^{\circ}\text{C}$  на севере до  $-3^{\circ}\text{C}$  в самой южной части равнинного Казахстана. Абсолютная минимальная температура зимой  $-45^{\circ}\text{C}$ . Лето продолжительное, сухое; на севере республики оно теплое, а на юге жаркое. Средняя температура июля возрастает с  $19^{\circ}\text{C}$  на севере до  $28-30^{\circ}\text{C}$  на юге. В горных районах лето короткое, умеренное; зима сравнительно теплая. Осадков почти везде мало. Их величина колеблется от 100 мм и менее на юге и юго-западе республики до 1600 мм в год в предгорных и горных районах. На севере и в центре максимум осадков приходится на летние месяцы, на юге - на раннюю весну.

**Кыргызская Республика.** Климат континентальный: холодная зима и жаркое лето, с большими местными отклонениями в зависимости от высоты. В июле средняя температура в низинах колеблется от  $17^{\circ}\text{C}$  до  $27^{\circ}\text{C}$  (самая высокая температура может превышать  $40^{\circ}\text{C}$ ), в то время как на высоте 3000 м над уровнем моря температура может достигать не более  $10^{\circ}\text{C}$ . Зимой во всех регионах наблюдаются морозы. Наибольший уровень осадков достигается в горах, в основном, в виде снега, с максимальным уровнем 1000 мм на склонах Ферганской долины. Уровень осадков в Таласской области колеблется в пределах от 250-500 мм. На Иссык-Куле - от 200 мм осадков на западе, до 600 мм на востоке. Дождь и снег выпадают обычно осенью, зимой и весной, иногда снег может выпасть в мае. Лето обычно сухое. Потенци-

**Температура,** физическая величина, характеризующая состояние термодинамического равновесия системы. Температура всех частей изолированной системы, находящейся в равновесии, одинакова. Если система не находится в равновесии, то между ее частями, имеющими различные температуры, происходит теплообмен. В равновесных условиях температура пропорциональна средней кинетической энергии составляющих систему частиц (молекул, ионов, атомов и т.п.). Измеряют температуру термометрами на основе зависимости какого-либо свойства тела (объема, электрического сопротивления и т.п.) от температуры; единица температуры в СИ — кельвин (К). Для каждого вещества при нормальном давлении существуют характерные значения температуры (точки кипения, плавления и др.), при которых в нем происходят фазовые переходы.

**Влажность,** содержание в физических телах воды. Влажность зависит от относительной влажности окружающей среды, от природы вещества, а в твердых телах, кроме того, от степени измельченности или пористости, точнее, от общего размера внутренних и внешних поверхностей тела. Содержание химически связанной, так называемой конституционной воды, например гидроокисей, выделяющейся только при химическом разложении, а также воды кристаллогидратной не входит в понятие влажность. Влажность обычно характеризуется количеством воды в веществе, выраженным в процентах от первоначальной массы влажного вещества (влажность по массе) или её объёма (объёмная влажность). Влажность можно характеризовать также влагосодержанием, или абсолютной влажностью — количеством воды, отнесённым к единице массы сухой части материала. Установление степени влажности многих продуктов, материалов и т.п. имеет важное народно-хозяйственное значение. Только при определённой влажности многие тела (зерно, цемент и др.) являются пригодными для той цели, для которой они предназначены. Жизнедеятельность животных и растительных организмов возможна только при определённых границах влажности и относительной влажности окружающей атмосферы.

**Ветер,** движение воздуха в атмосфере, почти параллельное земной поверхности. Обычно под ветром подразумевается горизонтальная составляющая этого движения. Иногда

альный годовой уровень испарения изменяется в пределах от 200 мм на большой высоте (более 3500 м) до 1600 мм в низинах (менее 500 м). Испарение в орошаемых районах варьирует от 1200 мм до 1600 мм, намного превышая средний уровень выпадения осадков (400 мм).

**Республика Таджикистан.** Климат континентальный, с малым количеством осадков, сухостью воздуха и малой облачностью. Средняя температура января колеблется от  $-2$  до  $2^{\circ}\text{C}$  на юго-западе и севере республики до  $-20^{\circ}\text{C}$  и ниже на Памире. Абсолютный минимум температуры достигает  $-63^{\circ}\text{C}$  на Памире. Средняя температура июля от  $30^{\circ}\text{C}$  на юго-западе до  $0^{\circ}\text{C}$  и ниже на Памире. Абсолютный максимум температуры  $48^{\circ}\text{C}$ . Безморозный период длится от 230 дней (северный Таджикистан) до 60 дней (восточный Памир). Максимальное количество осадков (1600 мм в год) выпадает на южных склонах Гиссарского хребта. Меньше всего осадков на Восточном Памире - 72 мм. Максимум осадков приходится на март-апрель, за исключением Восточного Памира, где он приходится на июль-август. Продолжительность солнечного сияния в течение года 2100-3165 часов.

**Туркменистан.** Климат равнинной территории страны - резко-континентальный и исключительно сухой. Среднегодовая температура воздуха колеблется от  $11-13^{\circ}\text{C}$  на севере до  $15-18^{\circ}\text{C}$  на юго-востоке. Самый холодный месяц - январь (средняя температура от  $-6$  до  $+5^{\circ}\text{C}$ ). Максимального значения температура воздуха достигает в июле (средняя месячная температура  $27-30^{\circ}\text{C}$ ). В прибрежных районах самым жарким месяцем бывает август. В Репетеке и Учаджи зарегистрирован абсолютный максимум температуры воздуха  $+50^{\circ}\text{C}$ . В среднем за год на территории Туркменистана выпадает от 76 (побережье Карабогазгол) до 30 мм осадков (Копендаг, м.Койне-Кесир). По годовому количеству атмосферных осадков на территории Туркменистана выделяются 4 района: Зангузские Каракумы и залив Карабогазгол с количеством осадков менее 110 мм; низменные Каракумы с суммой осадков до 150 мм; предгорная зона юга и юго-востока - до 200-250 мм и горные районы

говорят также о вертикальной составляющей ветра, которая, как правило, в сотни раз меньше горизонтальной. Вертикальная составляющая ветра достигает значительной величины лишь в особых случаях: в облаках при сильно развитой конвекции либо в горах, когда воздух опускается по склону. Возникает ветер вследствие неравномерного горизонтального распределения давления, которое, в свою очередь, обусловлено неравенством температур в атмосфере. Под действием перепада давления воздух испытывает ускорение, направленное от высокого давления к низкому. Однако вместе с возникновением движения воздуха на него начинают действовать др. силы: отклоняющая сила вращения Земли, сила трения, а при криволинейных траекториях и центробежная сила. Влияние трения существенно лишь в нижних сотнях м (в слое трения). С высотой действие трения постепенно убывает и скорость ветра растёт. В свободной атмосфере, выше слоя трения, ветер является почти геострофическим ветром. Далее...

**Аридный климат,** климат пустынь и полупустынь. Для аридного климата характерны: большие суточная и годовая амплитуды температуры воздуха; почти полное отсутствие или незначительное количество осадков (100-150 мм в год). Вся получаемая влага быстро испаряется. Реки, протекающие через пустыню из соседних более влажных областей, здесь мелеют и часто заканчиваются бессточными котловинами с солёными озёрами. Обнажённая земная поверхность испытывает резкие колебания температуры в течение суток, из-за чего даже плотные горные породы разрушаются и превращаются в песок. Ветер беспрепятственно переносит массы сухого песка, создавая волнистый рельеф песчаных барханов и дюн. А. к. в своих наиболее ярких формах характерен для тропических и субтропических широт (Сахара, пустыни Аравийского полуострова, Австралии). В более высоких широтах аридный климат связан или с защитным действием горных хребтов, препятствующих приносу влаги с океана (пустыни Северной и Южной Америки), или с удалённостью от океанов (пустыни Центральной Азии).

- более 250 мм. Годовое количество суммарной радиации изменяется по территории в пределах 6000-6800 Мдж/кв.м, что является максимумом для Средней Азии.

**Республика Узбекистан.** Территория Узбекистана характеризуется континентальным субтропическим климатом; продолжительным сухим знойным летом, прохладной влажной осенью и нехолодной малоснежной зимой. Зимний период в равнинных и низких предгорных районах длится от 1,5-2 месяцев на крайнем юге до 5 месяцев на крайнем севере. Средняя температура января в зависимости от района колеблется от  $-8^{\circ}\text{C}$  до  $+3,6^{\circ}\text{C}$ . Абсолютный минимум температуры  $-37^{\circ}\text{C}$ . Средняя температура июля в северных районах до  $26^{\circ}\text{C}$ , на юге более  $30^{\circ}\text{C}$ . Абсолютный максимум температуры для равнинных и предгорных районов  $42^{\circ}\text{C}$ . Наименьшее количество осадков выпадает в равнинной части - 80-90 мм в год. К востоку и югу с увеличением высоты количество осадков растет и достигает 890-1000 мм в год. Свыше 70% осадков выпадает в зимнее (в виде дождя и снега) и весеннее время. Снежный покров образуется почти ежегодно, но на равнинах и в предгорьях он часто неустойчив, держится всего несколько дней. Мощность его колеблется от нескольких сантиметров на западе (в равнинных и предгорных частях) до 60-80 см на востоке (в предгорьях и горах), местами в горных районах снежный покров превышает 100 см.

## Выводы

В настоящее время деятельность ИПТРИД направлена на разработку механизма, который даст прямой доступ к широкому диапазону знаний в области мелиорации и водного хозяйства. Таким механизмом будет WCA-Infonet – новая, современная система в интернете. WCA-Infonet - международная платформа в интернете, которая даст возможность специалистам во всем мире размещать информацию о результатах своих исследований в единой интегрированной системе.

Вкладом НИЦ МКВК в развитие этой глобальной информационной системы является создание базы знаний по использованию земельных и водных ресурсов бассейна Аральского моря.

Мы исходим из того, что мир накопил в настоящее время больше знаний, чем он может переварить и использовать. Следовательно, проблема состоит не только и не столько в пассивном накоплении сведений, что уже делается во все нарастающих объе-

мах, сколько в создании средств получения быстрых и квалифицированных ответов на возникающие в различных сферах водохозяйственной деятельности вопросов. Существует огромное количество знаний практически по любым вопросам, касающимся водного хозяйства и использования вод, в частности в орошаемом земледелии. Однако использование этих знаний в достаточной степени затруднено из-за их бессистемности, разбросанности, сложности использования и неприспособленности к использованию компьютерной техникой.

Можно ли сделать так, чтобы знания специалистов стали доступны широкому кругу потенциальных потребителей, как этого добиться и как использовать для этого компьютер? В самом деле, если компьютер успешно справляется с функцией хранителя данных, то почему не превратить его и в хранителя знаний? На этом пути сделано уже множество шагов. Мы можем хранить в виде файлов текстовые и графические материалы, статьи и книги, видеоматериалы и т. д., мы можем превратить наш компьютер в справочник, учебник и даже библиотеку. Все это осуществляется с успехом, однако работа с таким хранилищем знаний отличается от традиционных приемов использования печатной продукции лишь технически. Конечно, сегодня с помощью интернета мы можем приобщиться к сокровищам библиотеки Британского музея или Конгресса США, но для этого нужно, как минимум, четко знать, что ищешь.

Основная идея подобной системы состоит в том, чтобы взять опыт человека-эксперта в области мелиорации и водного хозяйства и, по возможности, с минимальными добавлениями, перенести его на более формальный язык программирования (или специальный язык представления знаний), реализовать в виде базы знаний, которая будет ядром системы поддержки принятия решений в интегрированном управлении водными ресурсами способствующему скоординированному развитию и управлению водой, землями и связанными с ним ресурсами с целью максимизации экономического и социального благополучия общества без ущерба устойчивости жизненных экосистем бассейна Аральского моря. Такая информационная система формализуют опыт конкретного человека-эксперта путем построения своеобразной модели знаний эксперта в данной области в форме системы эвристик. В основу гипертекстовой базы знаний положен набор правил-эвристик. Эти правила имеют отношение к некоторой общей ситуации и описывают те или иные рекомендации или возможности в конкретных ситуациях. Кроме набора правил-эвристик и возможных дополнительных форм знаний в базе знаний присутствует вспомогательные информационные структуры: определения для используемых понятий, общее описание предметной области, для которой предназначается база знаний, описание структуры гипертекста и т.д.

Вся база знаний в целом представляет собой гипертекст, т.е. и система правил-эвристик, и дополнительные формы знаний и вспомогательная информация - все они оформляются как единицы гипертекста и связываются ссылками в единую гипертекстовую базу знаний размещенную в Интернете.

Работа над БЗ "Использование земельных и водных ресурсов бассейна Аральского моря", совпадает по целям с международной программой "Диалог о воде, производстве продовольствия и окружающей среде" в части создания базы знаний, но только сконцентрирована на информационной составляющей, а цели БЗ "Диалога" формулируются следующим образом: развить общепринятые определения и совместно используемые базы данных; установить знание, приемлемое для клиентуры в области сельского хозяйства и экологии, особенно по альтернативным путям или сценариям развития, а также их последствиям и воздействиям; пополнять процесс диалога достоверной и надежной информацией.

Следует отметить, что тема "создание базы знаний" сегодня приобрела характер насущной потребности мирового сообщества для решения тех проблем, с которыми сталкивается человечество в XXI веке.

Дальнейшее развитие БЗ "Использование земельных и водных ресурсов бассейна Аральского моря" предполагает наполнение информацией в соответствии с разработанным деревом знаний и предложенными методами извлечения знаний.

### 3.10. УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В РЕЖИМЕ ОПЫТНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ SCADA НА ПРИМЕРЕ ГОЛОВНОГО СООРУЖЕНИЯ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО КАНАЛА ДУСТЛИК И ПРОВЕДЕНИЕ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ С ДРУГИМИ СИСТЕМАМИ

Тучин А.И.

Выполнено исследование программного обеспечения в режиме опытной эксплуатации автоматизированной системы контроля и управления SCADA на примере головного сооружения межгосударственного канала «Дустлик». Произведено необходимое усовершенствование программного комплекса. Проведены соответствующие сравнительные испытания с другими системами.

Организованы базы данных для оценки результатов опытной эксплуатации автоматизированной системы контроля и управления SCADA на головном сооружении межгосударственного канала «Дустлик». Проведен сравнительный анализ работы автоматизированных систем управления головного сооружения канала «Дустлик» (SCADA), головного сооружения ЮГК (СИГМА) и Верхнечирчикского гидроузла.

Автоматизированные системы управления головного сооружения канала «Дустлик» (SCADA), головного сооружения ЮГК (СИГМА) и Верхнечирчикского гидроузла введены в опытную эксплуатацию.

Усовершенствовано программное обеспечение в режиме опытной эксплуатации автоматизированной системы контроля и управления SCADA на примере головного сооружения межгосударственного канала «Дустлик» и проведены сравнительные испытания с другими системами.

Инженерной фирмой UMA за счет средств и технической поддержки Канадского агентства международного развития была разработана и установлена прототипная автоматизированная система контроля и управления SCADA головным сооружением межгосударственного канала «Дустлик», подающим воды на 150 тыс. га орошаемых земель Казахстана и Узбекистана.

Разработанная система позволяет оператору дистанционно за 56 км наблюдать и управлять головным сооружением канала «Дустлик».

Головное сооружение канала «Дустлик», находящееся на балансе БВО Сырдарья, предназначено для водозабора воды в межгосударственный канал «Дустлик» (бывший канал им. Кирова) из отводящего канала Фархадской ГЭС, сбрасывающего воду в Сырдарью.

Объекты, обслуживаемые прототипной системой SCADA:

1. Головное сооружение канала Дуслик, состоящее из 5 затворов для забора воды в канал Дуслик и 5 затворов для сброса воды в Сырдарью.
2. Диспетчерский центр Территориального управления БВО Сырдарьи в г. Гулистане.
3. Центральный диспетчерский центр в БВО Сырдарья в г. Ташкенте.

Основной пульт управления оператора и центр коммуникаций системы SCADA расположены в Территориального управления БВО Сырдарья в г. Гулистане. С помощью специализированной радиосвязи оператор из этого центра может осуществлять наблюдение и управление головным водозаборным сооружением канала Дуслик. На головном сооружении канала Дуслик используется персональный компьютер Intel Pentium-II/300, который позволяет оператору наблюдать за работой сооружения и управлять всеми его затворами для регулирования расхода воды.

Система управления на головном сооружении канала Дуслик состоит из следующих основных компонентов:

- персональный компьютер с программным обеспечением Wonderware для осуществления наблюдения и управления затворами сооружения непосредственно на месте;
- источник бесперебойного питания (ИБП);
- два программируемых логических контроллера (ПЛК) Modicon Quantum и десять блоков разъемов ввода/вывода Modicon, используемых для наблюдения и управления 5-ю водозаборными затворами на канале и 5-ю затворами на сбросе в р. Сырдарью;
- мостовой мультиплексор Modbus Modicon VM85 для дистанционной и местной связи между ПЛК;
- датчики положения затворов типа “Celesco”;
- оборудование радиосвязи MDS, используемое для коммуникации между диспетчерским центром в г. Гулистан и пультом управления на сооружении.
- три датчика уровня типа “Celesco”;
- датчик электропроводимости воды, установленный в успокоительном колодце в верхнем бьефе.

Диспетчерский пульт управления системы состоит из персонального компьютера Hewlett Packard Vectra XU 6/200, работающего на Windows NT (версия 4.0), и программного обеспечения системы управления InTouch. Компьютер пульта управления обладает специальным программным обеспечением, которое гарантирует безопасность и предотвращает несанкционированный доступ к системе управления сооружением.

В самой основе системы связи SCADA лежат два мультиплексора типа Modicon VM85 (один находится в диспетчерской на первом этаже, другой находится в радиокмнате наверху здания). Эти устройства обеспечивают взаимосвязь между пультом управления оператора и системой радиосвязи с головным сооружением канала Дуслик.

Основными функциями системы являются:

- телеизмерения уровней, расходов и электропроводимости (минерализации) воды, а также открытия затворов гидротехнических сооружений;
- непрерывный сбор, хранение и обработка измеренных данных на компьютерах головного сооружения и диспетчерского пункта г. Гулистан;
- автоматическое регулирования уровней и расходов воды гидротехнических сооружений;

- дистанционное и ручное управление отдельными затворами и группами затворов на головном сооружении и с диспетчерского пункта г. Гулистан;
- непрерывная связь головного сооружения с диспетчерским пунктом г. Гулистан посредством радиосвязи и компьютерная связь по телефонной линии диспетчерского пункта г. Гулистане с БВО Сырдарья в г. Ташкенте;
- дистанционное обнаружение и устранение неисправностей оборудования SCADA и гидротехнических сооружений.

Все функции системы SCADA реализованы на удобном для оператора программном обеспечении INTOUCH фирмы Wonderware.

Система эксплуатируется с начала 1999 г. по настоящее время, выполняя все основные функции.

Основными достоинствами автоматизированной системы контроля и управления SCADA головным сооружением канала «Дустлик» являются:

- повышение точности измерения уровней, расходов и электропроводимости (минерализации) воды, а также открытия затворов гидротехнических сооружений, за счет применения современных технических средств измерения и учета водных ресурсов (снижение погрешности измерения по расходу от 5-10% до 2-3%);
- улучшение информационного обеспечения, за счет непрерывного сбора, хранения и обработки измеренных значений уровней и расходов воды в компьютерах;
- повышение оперативности и точности управления водными ресурсами за счет увеличения скорости получения и обработки информации о технологическом процессе и принятие решения;
- повышение оперативности обнаружения и устранения неисправностей оборудования системы управления и гидротехнических сооружений;
- облегчение труда эксплуатационного персонала и др.

Применение автоматизированной системы контроля и управления SCADA головным сооружением канала "Дустлик" намного облегчает нелегкий труд эксплуатационного персонала и позволяет повысить эффективность управления водными ресурсами за счет указанных выше достоинств.

Разработана база данных на Microsoft Access по обработке измеренных данных, данных визуального наблюдения и формированию архива измеренных системой параметров за сутки, пятидневку, декаду и месяц.

Отметим то, что автоматизированная система контроля и управления SCADA головным сооружением канала "Дустлик" является работоспособной и пригодной для применения в водохозяйственных объектах бассейна Аральского моря. Считаю необходимым распространить полученный опыт в других объектах региона, например, дальнейшее расширения системы для всего канала "Дустлик" и на объектах БВО Амурдарья.

Оценка эффективности автоматизированной системы контроля и управления SCADA головным сооружением канала "Дустлик" составляет 59,6 млн. куб.м. сэкономленной воды или 3,5 млн. долларов США за год.

Была разработана база данных для обработки информации системы автоматизации и диспетчеризации (системы SCADA) Учкурганского гидроузла на реке Нарын.

Назначение. База данных для обработки информации системы автоматизации и диспетчеризации (системы SCADA) Учкурганского гидроузла на реке Нарын предназначена для импорта, хранения, переработки и выдачи информации о работе данной системы.

База данных позволяет решать следующие задачи:

- импорт информации системы автоматизации и диспетчеризации (системы SCADA) в базу данных Microsoft Access с целью хранения и обработки информации для решения эксплуатационных задач;
- вычисление и хранение среднесуточных, среднедекадных и среднемесячных значений измеренных данных;
- ввод данных трехразового суточного визуального наблюдения (обычного метода), вычисление и хранение среднесуточных, среднедекадных и среднемесячных значений данных наблюдения;
- определение отклонения (ошибки) трехразового суточного наблюдения по сравнению с информацией системы телеизмерения (системы SCADA);
- составление отчетов о работе системы телеизмерения (прототипа системы SCADA) и обработки данных.

Техническое обеспечение: ПЭВМ типа Pentium и работающая система системы автоматизации и диспетчеризации (системы SCADA) Учкурганского гидроузла на реке Нарын. Программное обеспечение. Windows-98, Деконт Конфигуратор, Деконт Разработчик, MicSis и база данных Microsoft Access-97.

1. Принцип работы базы данных:

1.1. Открывается база данных Microsoft Access и база данных Учкурган.mdb.

1.2. На экране появляется «Главная кнопочная форма» базы данных по обработке информации системы автоматизации и диспетчеризации (системы SCADA) Учкурганского гидроузла на реке Нарын.

1.2.1. В главной кнопочной форме имеются следующие разделы (рис.1.).

Ввод/просмотр формы «Данные наблюдения и импорт данных SCADA»
Просмотр запросов
Просмотр отчетов
Изменение элементов кнопочной формы
Выход

Активируется форма для ввода и обработки суточного визуального наблюдения (рис. 2);

Активируется кнопочная форма для вызова запросов базы данных (рис.3);

Активируется кнопочная форма для просмотра выходных отчетных документов (рис.4);

Производится изменение элементов кнопочной формы;

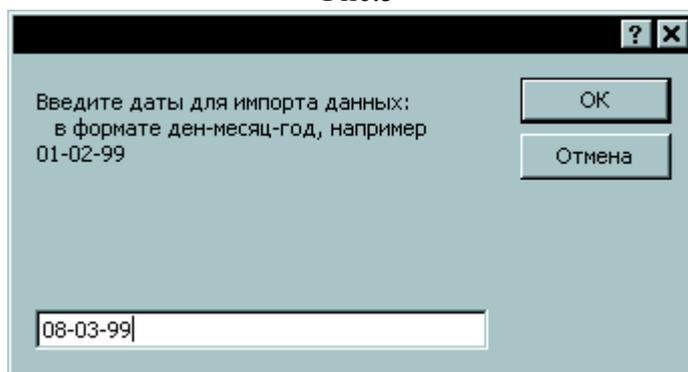
Выход из Access;

1.2.1.1. В форме «Данные наблюдения и импорт данных SCADA» (рис.2), оператор вводит данные трехразового суточного визуального наблюдения (обычного метода), импортируются измеренные информации системы автоматизации и диспетчеризации (системы SCADA) Учкурганского гидроузла на реке Нарын. Вычисляются среднесуточные, среднедекадные и среднемесячные значения наблюдаемых и измеренных данных и данных наблюдения при нажатии соответствующих кнопок в данной форме, путем запуска соответствующих запросов.

Измеренные данные системы автоматизации и диспетчеризации (системы SCADA) Учкурганского гидроузла на реке Нарын находится в файлах электронной таблицы Excel в каталоге datas. Разработан модуль для импорта измеренных данных из текстовых файлов в базу данных Microsoft Access и запросы для дальнейшей обработки измеренных данных и данных наблюде-

ния. Импорт данных осуществляется нажатием кнопки «Импорт измеренных данных в Access и их обработка». После нажатие этой кнопки появляется сообщение о вводе даты импортируемых измеренных данных в виде (рис. 5). Оператор вводит необходимую дату в формате год-месяц-день (например, **05.06.2002** вводится как **02-06-05**) для импорта измеренных данных по указанному формату и нажимает кнопку enter и программа импортирует данные в Access и их обрабатывает.

Рис.5



Далее появляются результаты выполнения импорта измеренных данных, т.е. появляется в виде таблицы измеренные данные за введенную дату. Структура измеренных данных приведена на рис.6. Оператор должен посмотреть на импортированные данные и соответствие с введенной датой и закрыть таблицу кнопкой с крестиком наверху таблицы. Кроме этого появляются результаты обработки суточных измеренных данных. Оператор должен, подтвердить изменения и закрыть все таблицы, проявившиеся в результате выполнения модуля и подтвердить добавление информации в среднесуточных измеренных данных. Необходимо ввести данные визуального наблюдения за прошедшие сутки. Структура данных визуального наблюдения приведена на рис.7. В кнопочной форме для запросов (рис.3) имеются следующие кнопки:

- Запрос «Среднесуточные измеренные данные»
- Запрос «Среднесуточные данные наблюдения»
- Запрос «Среднедекадные измеренные данные»
- Запрос «Среднедекадные данные наблюдения»
- Запрос «Ошибки трехразового наблюдения»

Запускается запрос для вычисления среднесуточных измеренных данных системы автоматизации и диспетчеризации (системы SCADA) Учкурганского гидроузла на реке Нарын (рис.8);

Запускается запрос для вычисления среднесуточных данных наблюдения (рис.9);

Запускается запрос для вычисления среднедекадных измеренных данных системы автоматизации и диспетчеризации (системы SCADA) Учкурганского гидроузла на реке Нарын (рис.10);

Запускается запрос для вычисления среднедекадных данных наблюдения (рис. 10);

Запускается запрос для вычисления среднедекадных данных наблюдения (рис. 11);

<p>Переход в главную кнопочную форму</p>	<p>Переход в главную кнопочную форму базы данных.</p>
<p>1.2.1.2. В кнопочной форме для отчетов (рис. 4) имеются следующие кнопки:</p>	
<p>1 2 1 3 Отчет «Телеметрические данные»</p>	<p>Просмотр отчета о суточных данных телеизмерения системы автоматизации и диспетчеризации (системы SCADA) Учкурганского гидроузла на реке Нарын (рис. 12);</p>
<p>Отчет «Данные визуального наблюдения»</p>	<p>Просмотр отчета для среднесуточного визуального наблюдения (рис. 13);</p>
<p>Отчет «Среднесуточные измеренные данные»</p>	<p>Просмотр отчета для среднесуточных измеренных данных (рис. 14);</p>
<p>Отчет «Среднесуточные данные наблюдения»</p>	<p>Просмотр отчета для среднесуточных данных наблюдения (рис. 15);</p>
<p>Отчет «Среднедекадные измеренные данные»</p>	<p>Просмотр отчета для среднедекадных измеренных данных (рис. 16);</p>
<p>Отчет «Среднедекадные данные наблюдения»</p>	<p>Просмотр отчета для среднедекадных данных наблюдения (рис. 17);</p>
<p>Отчет «Ошибки визуального наблюдения»</p>	<p>Просмотр отчета «ошибок данных визуального наблюдения» (рис. 18);</p>
<p>Переход в главную кнопочную форму</p>	<p>Переход в главную кнопочную форму базы данных.</p>

Разработанная база данных позволяет импортировать данные системы автоматизации и диспетчеризации (системы SCADA) Учкурганского гидроузла на реке Нарын в базу данных Microsoft Access с целью хранения и обработки информации для решения эксплуатационных задач; вычисление и хранение среднесуточных, среднедекадных и среднемесячных значений измеренных данных; ввод данных суточного визуального наблюдения (обычного метода) в форме «Данные наблюдения и импорт данных SCADA»; вычисление и хранение среднесуточных, среднедекадных и среднемесячных значений данных наблюдения; определение отклонения (ошибки) визуального суточного наблюдения по сравнению с данными системы автоматизации и диспетчеризации (системы SCADA) Учкурганского гидроузла на реке Нарын; составление отчетов о работе системы телеизмерения (системы SCADA) и обработку данных.

### 3.11. РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ДЛЯ БВО «АМУДАРЬЯ» ПО ОПТИМАЛЬНОМУ РАСПРЕДЕЛЕНИЮ И ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЮ СТОКА РЕКИ АМУДАРЬЯ В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНОЙ ВОДНОСТИ

Сорокин А.Г., Никулин А.С.

Цель работы - разработка математической модели и комплекса компьютерных программ и баз данных, обеспечивающих выполнение оптимизационных расчетов по распределению стока реки Амударья в условиях различной водности (при отклонении от нормальной водности).

Была собрана и проанализирована информация, включающая ретроспективные данные по стоку реки Амударья (формирование, распределение, использование) и предложения БВО «Амударья» по механизму урезки лимитов на водозаборы из реки в условиях маловодья.

При сборе информации был проведен ее критический анализ. Отобранная информация была строго разделена по принципу ее формирования: режимная и оперативная.

В том и другом случаях сток учитывается по гидрометрическим данным, но их интерпретация принимает разные формы. Режимные характеристики стока вычисляются по истечении годового цикла, так сказать "задним числом", имея в распоряжении всю совокупность выполненных измерений и сведений о характере совершившихся гидрологических процессов. Оперативный же учет стока ведется в условиях изменяющейся гидрологической обстановки и пропускной способности русла, что приводит к необходимости прогнозировать (экстраполировать) эти изменения на интервал времени от состоявшегося до очередного измерения расходов воды. Существует разрыв между режимным и оперативным учетом стока, да и ведутся они в разных организациях: режимный - в центрах обработки и хранения гидрологических данных, оперативный - в Гидрометцентре и отделах прогнозов. Оперативные данные о расходах воды, как выясняется по истечении года, нередко до 60%, а среднемесячные до 20%, отличаются от величин, публикуемых в гидрологических ежегодниках и отчетах [1].

Как известно, распределение стока рек Амударья и Сырдарья осуществляется на основе средней многолетней величины лимит водозабора, утвержденной МКВК. Перед началом вегетационного сезона производится оценка располагаемыми водными ресурсами, включающими в себя:

- прогноз стока в створе Амударья - Керки на вегетацию;
- оценка возвратного стока в бассейне;
- запасы воды в Нурекском и Тюнмунском водохранилищах;
- оценка возможных потерь воды в русле реки и в емкостях водохранилищ.

На основе проведенной оценки происходит корректировка величины лимита водозабора в зависимости от имеющихся ресурсов на данный сезон. Контроль над исполнением водозабора лимитов возложен на бассейновые водохозяйственные организации "Амударья" и "Сырдарья".

Далее были определены основные принципы и критерии распределения и перераспределения стока реки Амударья. Основным принципом их работы в распределении и перераспределении стока реки является его управление в реальном времени. Это под-

разумеает перераспределение допущенных переборов водозабора из реки в пользу тех водопользователей, которые недополучили воду.

В случае перебора лимита по водозаборам, совершенного водопотребителем, его лимит на следующий период времени урезается.

БВО «Амударья» имеет право на сокращение величины водозабора у конкретного водопотребителя до 10% от установленного ранее лимита. Период корректировки лимита и контроля за величиной водозабора составляет одну декаду.

При превышении допущенного перебора по водозаборам свыше 10% корректировка лимита может быть проведена в следующие 2...3 декады, но таким образом, чтобы лимит не урезался в период плодообразования.

В период плодообразования (по средним метеоусловиям с 25 июня по 10 августа) сокращение водозабора у водопотребителя не допустимо. Все мероприятия, компенсирующие допущенный перебор водозабора, должны проводиться до или после периода плодообразования.

В других случаях решение по компенсации допущенных переборов лимитов по водозаборам из реки требует согласования между государствами-членами МКВК.

Критерием же распределения стока реки является водность года. В средний по водности год происходит перераспределение переборов по лимитам водозаборам. В маловодные годы перераспределение по урезанным лимитам водозаборов. В многоводные годы - по скорректированным лимитам водозаборов.

С целью оптимизации расчетов по распределению стока реки Амударьи в условиях различной водности была осуществлена компьютерная реализация комплекса программы и базы данных по расчетам обеспеченности стока по шести гидрологическим постам реки Амударья (Керки, Дарганата, Тюямуюн, Кипчак, Саманбай, Кызылджар). База содержит месячные значения величины расхода воды по данным гидрологических ежегодников, издаваемых Гидрометслужбой. Программа позволяет получать гидрологический ряд обеспеченности стока в месячном и годовом разрезе и ранжировать их по времени или обеспеченности. Обеспеченность стока по месяцам и годам рассчитывалась на основании формулы Крицкого-Менкеля:

$$p=(i-0,3)/(n+0,4), \quad (1)$$

где  $p$  - обеспеченность ряда,

$i$  - порядковый номер числа ряда, ранжированного по убыванию,

$n$  - длина ряда.

Для лучшего управления водными ресурсами предложена классификация попусков воды по руслу реки в зависимости от их назначений:

- санитарный;
- экологический;
- для орошения;
- для питьевых целей населения;
- аварийные.

Санитарные попуски по руслу реки, обеспечивают поддержание самой реки в качестве водного объекта, имеющего природную ценность. Их величина вычисляется на основе принципа, применяемого в странах Европейского Союза, когда величина санитарного попуска определяется как 10% от средней многолетней нормы стока. На основе компьютерной программы, рассчитывающей обеспеченность месячного стока можно легко определить гидрограф санитарного попуска (рис. 1, 2).

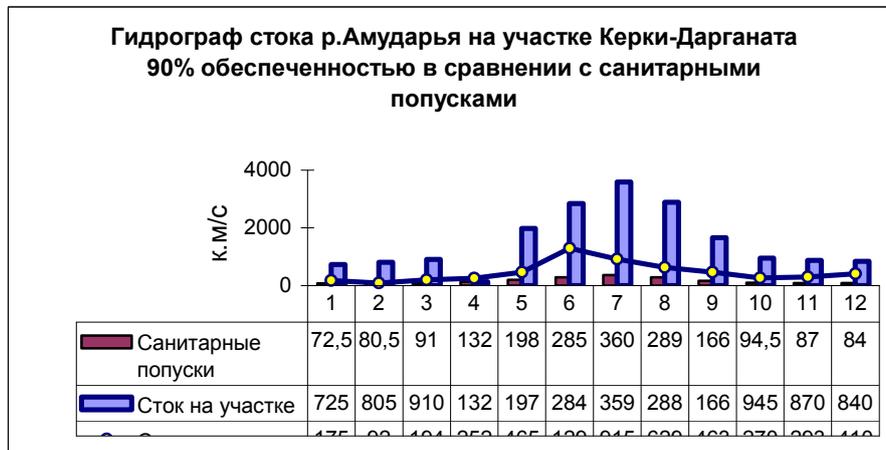
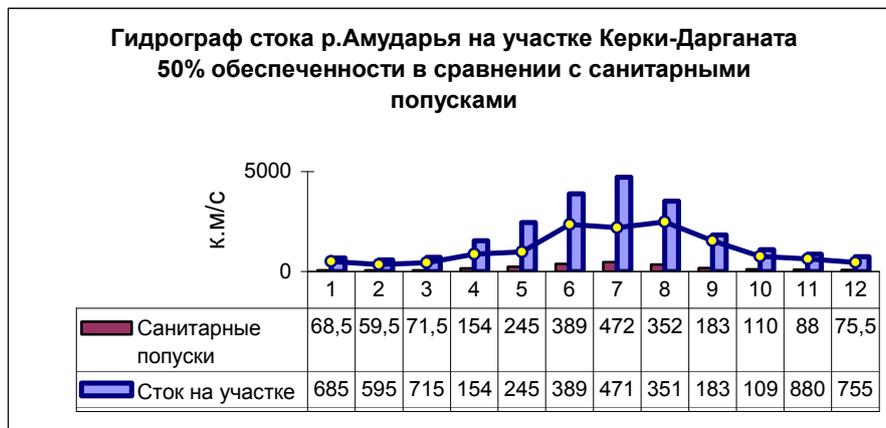
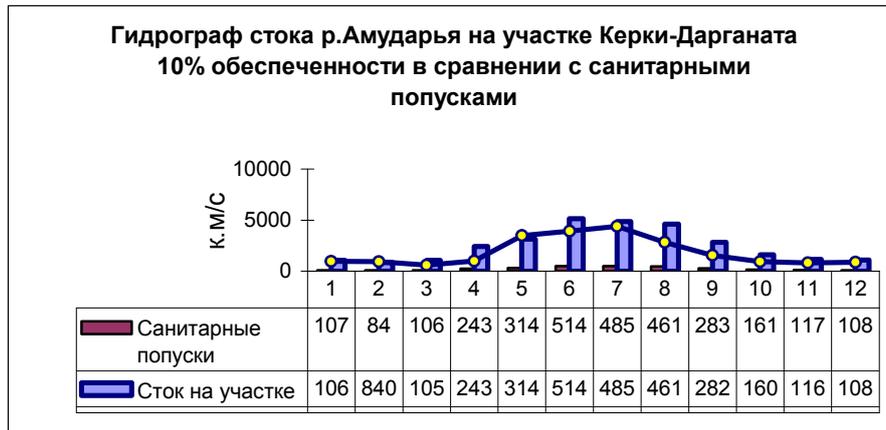


Рис. 1

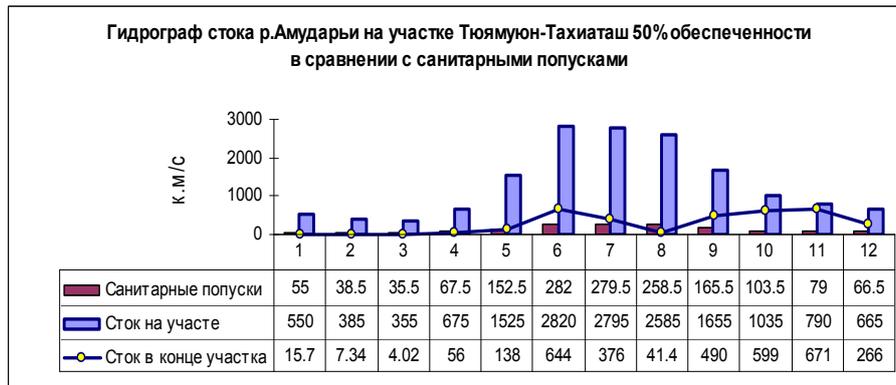


Рис. 2

Конечно, вниз по руслу реки должно подаваться только та часть воды, которой не хватает для достижения величины рассчитанного санитарного попуска по створу. Если сток на данном участке превышает величину рассчитанного санитарного попуска, то и дополнительные попуски по руслу реки не совершаются.

Экологические попуски, подаваемые в Приаралье (дельту) для поддержания экосистем (водохранилища, озера и др.), не входят непосредственно в лимиты на водозаборы, а должны определяться по договоренности между государствами на паритетной основе. В годовом разрезе основная часть попуска в Приаралье (около 50%) лучше всего подавать в осенний период, чтобы избежать больших потерь на испарение.

Величины санитарного попуска по реке и экологического в дельту реки могут перекрываться. То есть если величина одного из двух попусков превышает другой, то второй попуск не подается. Данные расходы попусков взаимно учитываются. Величины обоих попусков в величину лимитов на водозаборы не входят.

Расходы попусков в ирригационную сеть для питьевых нужд должны входить в лимиты на водозаборы, но являться величиной постоянной и корректировке в зависимости от водности года не подлежать. Их значения можно показывать отдельным пунктом в составе лимитов на водозаборы.

Для определения величины водозабора на питьевые нужды населения, изымаемой из реки Амударья в нижнем ее течении в ирригационную сеть необходимо организовать на наш взгляд компетентную специальную комиссию МКВК, поскольку существующие объемы подачи воды из реки для якобы питьевых целей (0,8 куб. км. в год) завышены. По предварительным расчетам НИЦ МКВК современная потребность в питьевой воде не превышает и половины величины существующих попусков (400 млн. куб. метров в год). Ведь если население нижнего течения реки Амударьи, включая Хорезм, Дашговуз и Каракалпакстан не превышает 5 млн. человек, а потребность для хозяйственных целей по международным стандартам оценивается в 200 литров в сутки, то общая потребность воды составит 365 млн. куб. метров в год. Однако для покрытия данных объемов вода подается не только из реки, но и из подземных горизонтов и Капараского водохранилища Тюямуюнского гидроузла по водоводам Тюямуюн - Ургенч, Тюямуюн - Нукус.

Специальная комиссия МКВК по уточнению санитарно-экологических попусков в ирригационную сеть в нижнем течении реки Амударья в ходе своей работы должна решить следующие задачи:

- Определить зоны и количество потребителей, необеспеченные системами постоянного водопользования (водопроводы, колодцы, скважины);
- Определить систему каналов, по которым могут быть покрыты потребности питьевого снабжения из реки;
- Определить количество необходимой воды для данных зон и подаваемые объемы по каналам;
- Определить время и частоту попусков через ирригационную сеть для обеспечения населения питьевой водой.

Данные попуски должны носить дискретный характер, а не быть стабильными в течение всего года, т.е. определенный объем воды должен подаваться в нижний бьеф гидросооружения при закрытых шлюзах и в течение некоторого времени вода из каналов может быть использована для питьевых целей населения. Определенные комиссией величины данных попусков могут в дальнейшем корректироваться только с изменением численности населения или ввода в строй новых водопроводов или скважин.

Аварийно-экологические попуски осуществляются при появлении паводков по согласованию между государствами и БВО «Амударья». Этот попуск предназначен для размещения излишней паводковой воды в ирригационных системах в целях предотвращения затопления территорий и других негативных явлений, а также для удовлетворения потребностей экологии озера и понижений, имеющих к конечным частям оросительных систем.

Аварийные попуски зависят непосредственно от расхода воды в русле реки, наполнения водохранилищ и пропускной способности каналов. Поэтому говорить о каких-то конкретных цифрах следует только исходя из сложившейся ситуации на реке. Оценивать данную ситуацию должны специально создаваемые комиссии. Учитывая состояние водных объектов низовья реки Амударьи, аварийные расходы должны обеспечивать снижение расходов по реке до 2500 куб. м/с ниже Тюямуонского гидроузла.

По предварительным оценкам, каналы нижнего и среднего течения Амударьи способны пропустить до 3700 куб. м/с и 1600 куб. м/с соответственно. Однако средне-месячные расходы однопроцентной обеспеченности по реке могут достигать 8300 куб. м/с. С учетом полезной емкости Тюямуонского водохранилища на данный момент (4300 млн. куб. м.) и пропускной способности ирригационной сети реки Амударьи можно гарантировать не превышение ниже Тахиаташского гидроузла речных расходов однопроцентной обеспеченности в 1500-2000 куб. м/с. Только при водности реки ниже пятипроцентной обеспеченности существующая схема позволяет бороться с паводками на реке Амударья.

Следует заметить, что аварийные сбросы по ирригационной сети следует проводить в крайних случаях, когда существует реальная угроза для водохозяйственных объектов в низ по течению. Ведь прохождения максимальных расходов по ирригационной сети приводит к ее быстрому заилению, что снижает в последствии ее пропускную способность.

Инструментом контроля над распределением и перераспределением стока является метод руслового водного баланса, условия корректного применения которого сформулированы в [2, 3]. С этой целью был реализован комплекс компьютерных программ и баз данных для управления водными ресурсами реки Амударьи на основе руслового водного баланса.

Полное уравнение руслового водного баланса (РВБ) определяется в следующем виде:

$$Q_v - Q_n + Q_{б.п} + Q_{ск} - Q_{вз} + Q_c - Q_{и.т} + Q_{ос} \pm Q_{л} \pm Q_{с.р} \pm Q_{р.р} \pm Q_{б.р} \pm Q_{ф} \pm Q_{п.с} \pm Q_0 = 0, \quad (2)$$

- где  $Q_v$  - расходы воды в верхнем створе;  
 $Q_n$  - расходы воды в нижнем створе;  
 $Q_{б.п}$  - расходы воды боковых притоков;  
 $Q_{ск}$  - расходы воды со склонов;  
 $Q_{вз}$  - расходы водозаборов;  
 $Q_c$  - расходы сбросных вод на коллекторно-дренажной сети (без подземного возврата с орошаемых массивов);  
 $Q_{и.т}$  - испарение и транспирация воды влаголюбивой растительностью в зоне затопления и подтопления;  
 $Q_{ос}$  - поступление воды от осадков;  
 $Q_{л}$  - потери воды на ледообразование или ее поступление от таяния льда;  
 $Q_{с.р}$  - поступление воды от таяния снеготазов в русле;  
 $Q_{р.р}$  - расходы руслового регулирования, обусловленные потерей воды на аккумуляцию в емкостях русла или возвратом из них при паводках и попусках;

расходы берегового регулирования – фильтрационный отток в берега или приток из них при изменении наполнения русла;

$Q_{\phi}$  - расходы фильтрационного оттока или притока подземных вод в русло при установившемся режиме, в том числе и возврат оросительных вод подземным путем;

$Q_{п.с}$  - забор или сброс воды в связи с промышленным производством;

$Q_0$  - остаточный член.

Как видим, детальный русловой водный баланс включает три группы данных: гидрометрическую, гидрофизическую и гидрогеологическую. Если значения элементов первой группы могут быть определены по данным гидрологической сети, то для получения сведений двух других групп необходимы специальные наблюдения. Поэтому наиболее доступным оказывается составление так называемых гидрометрических русловых водных балансов. Для среднего и нижнего течения реки Амударьи вид данного уравнения будет иметь следующий вид:

$$Q_{в}-Q_{п}-Q_{вз}+Q_{с}-Q_{п.г}+Q_{ос}\pm Q_{р.р}\pm Q_0=0. \quad (3)$$

В приведенном выше уравнении остаточный член компенсирует неучтенные элементы или невязки руслового водного баланса. Как известно, многие водные балансы вообще не могут считаться замкнутыми, а тем более гидрометрические русловые водные балансы. Выделение остаточного члена  $Q_0$  в явном виде исключает какую-либо подгонку баланса. В этом смысле предпочтительна именно незамкнутая форма уравнения водного баланса, которая включает остаточный член  $Q_0$ , нацеливающий на изучение скрывающихся за ним естественных потерь или приращений стока.

Надежность расчета руслового водного баланса определяется точностью исходных данных: чем короче расчетный период и чем больше число элементов водного баланса, тем точнее должны быть исходные данные. В противном случае погрешности расчета становятся соизмеримыми с самой величиной определяемого элемента, решение уравнения водного баланса сводится к некорректной задаче определения малой величины по разности больших, заведомо неточных величин.

Точность руслового водного баланса оценивается средней квадратичной погрешностью определения его остаточного члена по совокупности  $n$  составляющих:

$$\sigma_0=\sqrt{\sum\sigma_i^2}. \quad (4)$$

Природа остаточного члена (является ли его значение случайным или отражает некоторые физические факторы, непосредственно не учтенные русловым водным балансом) оцениваются методами статистической проверки гипотез о значимости различия результатов и погрешности расчета. В простейшем варианте при нормальном распределении погрешности  $\sigma_0$  для надежной оценки  $Q_0$  (с достоверностью  $P=0,95$ ) необходимо соблюсти условие

$$|Q_0|\geq 1,96\sigma_0. \quad (5)$$

По данным Ю.Н. Иванова и А.Х. Туляганова [4] погрешность измерения расходов воды в гидростоворах среднего и нижнего течения реки Амударьи составляет 6-8%, погрешность вычисления месячного расхода в паводочный период - 5-6%, а в межень - 8%. Точность определения среднего месячного водозабора оценивается ошибкой 5-6%,  $\sigma_0$  составит  $\approx 8\%$ . Таким образом, определение потерь стока на участке (невязок балан-

са) можно с достоверностью определить методом руслового водного баланса в том случае, если они составляют не менее 15% от расхода в верхнем створе.

Анализ невязок руслового водного баланса за предшествующий 30-летний период наблюдений в нижнем течении реки Амударья, проведенный НИЦ МКВК, показал, что в особо маловодные годы, повторяющиеся друг за другом и особо многоводные годы потери могут достигать в отдельные месяцы 20-25%. Но в основном потери не превышают 10-15% от расхода в створе гидропоста Тюямуюн (рис. 3-10).

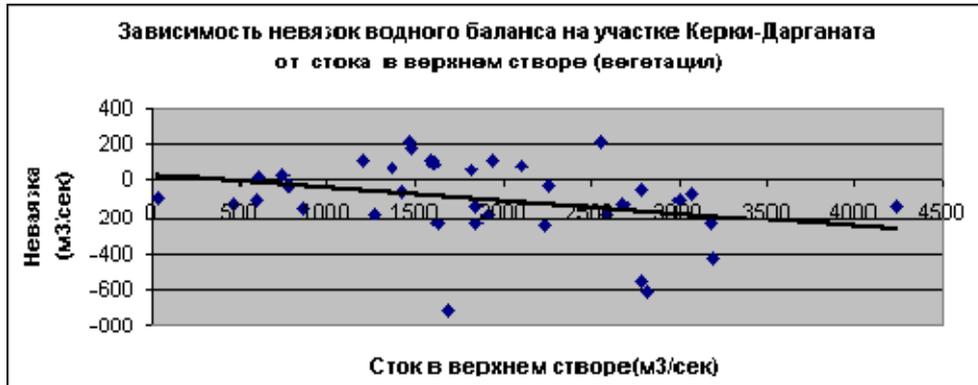


Рис. 3

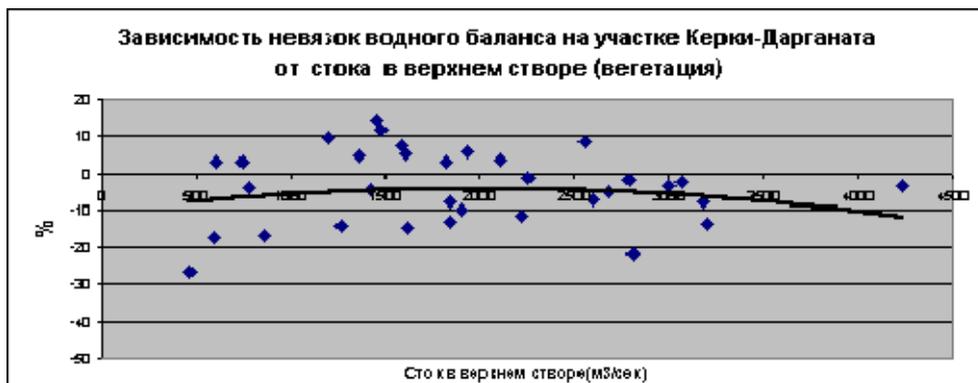


Рис. 4

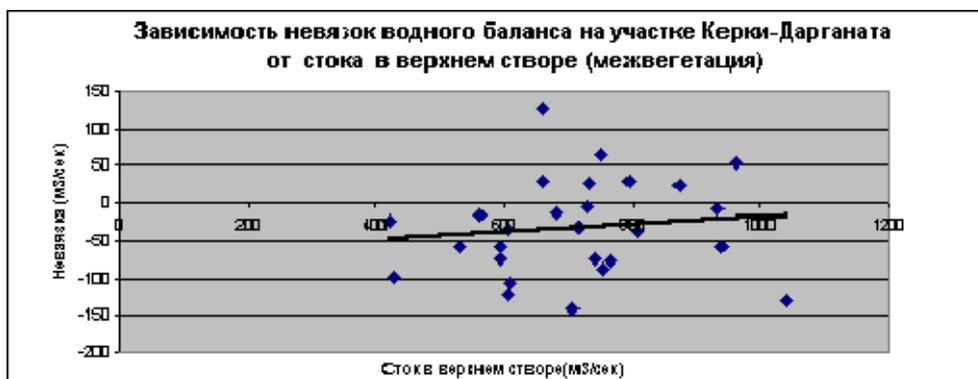


Рис. 5



Рис. 6

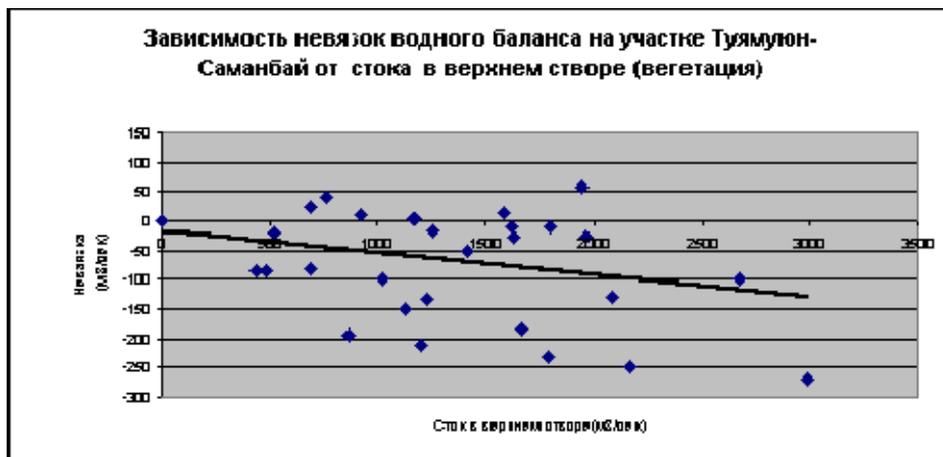


Рис. 7

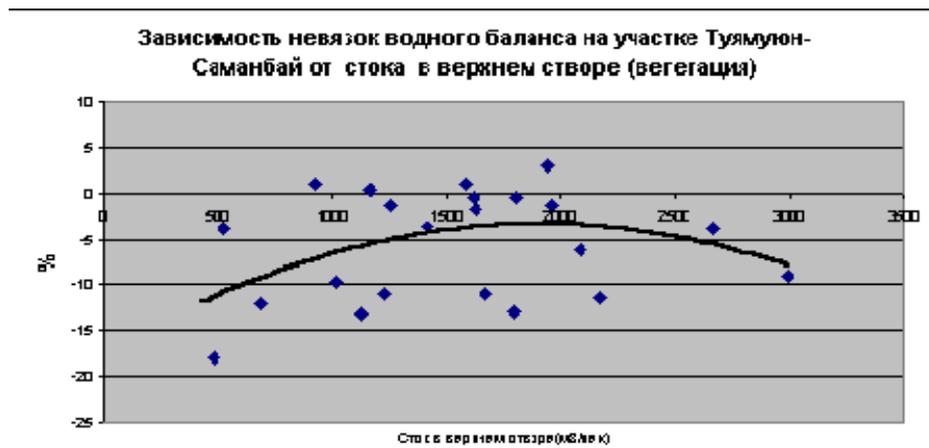


Рис. 8

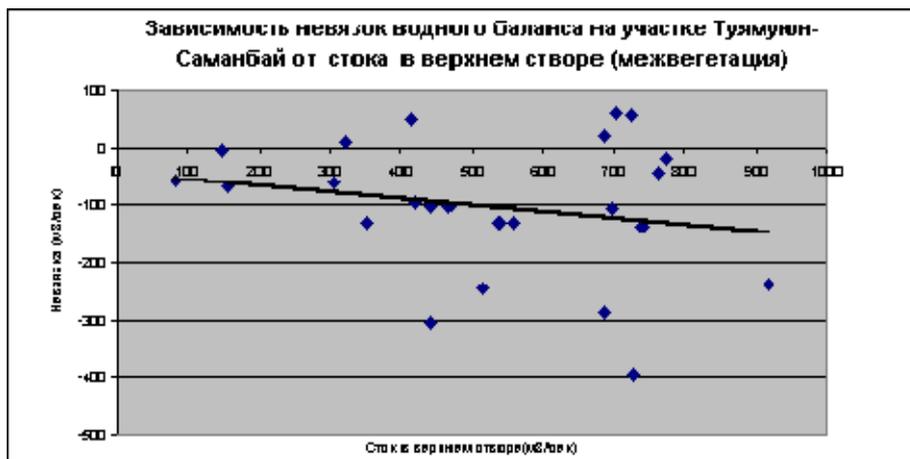


Рис. 9



Рис. 10

Русловой водный баланс реки Амударья составляется по участкам, ограничивающими гидростаями: Керки, Дарганата, Тюямун, Кипчак, Саманбай. Баланс рассчитывается за декаду. Размерность составных частей баланса выражается в тысячах кубических метров воды. Исходными данными для расчета руслового водного баланса являются значения поверхностного расходов верхнего и нижнего створа, водозабор, коллекторно-дренажный сброс в реку и величины испарения и осадков.

С учетом существования на реке Амударья Тюямунского гидроузла и для лучшего оперативного управления водными ресурсами реки была создана компьютерная реализация комплекса программ и базы данных по расчетам водного баланса Тюямунского гидроузла, позволяющая определить запасы и потери стока р. Амударьи на участке Тюямунского водохранилища, определяемые во многом величину располагаемых водных ресурсов.

Уравнение водного баланса водоема аридной зоны в общем виде выглядит так:

$$Q_{п} + P_{п} + B + X - Q_{с} - P_{с} - E - T + \Delta W + S = 0, \quad (6)$$

где  $Q_{\text{п}}$  - поверхностный приток в водоем,  
 $P_{\text{п}}$  - подземный приток в водоем,  
 $B$  - береговой сток,  
 $X$  - осадки,  
 $Q_{\text{с}}$  - поверхностный сток из водоема,  
 $P_{\text{с}}$  - подземный водообмен водоема,  
 $E$  - испарение,  
 $T$  - транспирация воды влаголюбивыми растениями,  
 $\Delta W$  - изменение объема воды в водоеме за расчетный период  
 $S$  - невязка уравнения водного баланса водоема.

При разработке модели водного баланса водоема некоторыми статьями уравнения баланса за счет трудности определения их значения и небольшим весовым коэффициентом при расчетах можно пренебречь. Для Тюямуюнского гидроузла водный баланс рассчитывается для каждого водоема в отдельности. Так для Руслового водохранилища уравнение водного баланса примет следующий вид:

$$Q_{\text{п}}+X-Q_{\text{с}}-Q_{\text{в}}\pm Q_{\text{РК}}\pm Q_{\text{РС}}-P_{\text{с}}-E+\Delta W+S=0, \quad (7)$$

где  $Q_{\text{п}}$  - поверхностный приток в водоем,  
 $X$  - осадки,  
 $Q_{\text{с}}$  - поверхностный сток из водоема,  
 $Q_{\text{в}}$  - водозабор из водоема,  
 $Q_{\text{РС}}$  - водообмен со Султанджаром,  
 $Q_{\text{РК}}$  - водообмен с Капарасом,  
 $P_{\text{с}}$  - подземный водообмен водоема,  
 $E$  - испарение,  
 $\Delta W$  - изменение объема воды в водоеме за расчетный период  
 $S$  - невязка уравнения водного баланса водоема.

Для водохранилища Капарас уравнение водного баланса будет иметь следующий вид:

$$X-Q_{\text{в}}\pm Q_{\text{РК}}-P_{\text{с}}-E+\Delta W+S=0, \quad (8)$$

где  $X$  - осадки,  
 $Q_{\text{в}}$  - водозабор из водоема,  
 $Q_{\text{РК}}$  - водообмен с Капарасом,  
 $P_{\text{с}}$  - подземный водообмен водоема,  
 $E$  - испарение,  
 $\Delta W$  - изменение объема воды в водоеме за расчетный период  
 $S$  - невязка уравнения водного баланса водоема.

Для водохранилища Султанджар уравнение водного баланса примет следующий вид:

$$X-Q_{\text{в}}\pm Q_{\text{РК}}\pm Q_{\text{СК}}-P_{\text{с}}-E+\Delta W+S=0, \quad (9)$$

где  $X$  - осадки,  
 $Q_{\text{в}}$  - водозабор из водоема,

$Q_{PC}$  - водообмен с Русловым,  
 $Q_{СК}$  - водообмен с Кошбулаком,  
 $P_c$  - подземный водообмен водоема,  
 $E$  - испарение,  
 $\Delta W$  - изменение объема воды в водоеме за расчетный период  
 $S$  - невязка уравнения водного баланса водоема.

Для водохранилища Кошбулак уравнение водного баланса будет иметь следующий вид:

$$X + Q_{СК} - P_c - E + \Delta W + S = 0, \quad (10)$$

где  $X$  - осадки,  
 $Q_{СК}$  - водообмен со Султанджаром,  
 $P_c$  - подземный водообмен водоема,  
 $E$  - испарение,  
 $\Delta W$  - изменение объема воды в водоеме за расчетный период  
 $S$  - невязка уравнения водного баланса водоема.

Водный баланс водоемов Тюямуонского гидроузла рассчитывается за месяц. Размерность составных частей баланса выражается в миллионах кубических метров воды. Исходными данными для расчета водного баланса являются значения поверхностного притока и сброса, уровней водоемов и величины испарения и осадков. Значения притока и сброса воды водохранилищ берутся на основании данных Управления эксплуатации Тюямуонского гидроузла.

Для Руслового водохранилища приток определяется по данным гидрологического поста Амударья-Дарганата, сброс по данным гидрологического поста Амударья-Тюямуон плюс водозаборы по правобережному и левобережному каналам.

Для водохранилища Капарас приток-сброс определяется по обмену между Капарасом и Русловым водохранилищем плюс забор воды насосной станцией.

Для Султанджарского водохранилища приток-сброс определяется по обмену между Султанджаром и Русловым водохранилищем плюс водозабор в канал осветленной воды.

Для водохранилища Кошбулак приток-сброс определяется по изменению уровня в водохранилище, плюс поправка на осадки и испарение.

Испарение с водной поверхности и осадки на поверхность водохранилищ рассчитывается как слой испарения или осадков, определяемые метеорологической службой, умноженный на площадь водоемов. Площадь водоемов в свою очередь рассчитывается по уровню водоема на основе батиметрических кривых.

Изменение объемов водохранилищ определяется по состоянию величины объемов водоемов на начало и конец расчетного периода, которые в свою очередь определяется также по уровню водоемов с помощью батиметрических кривых. Батиметрическая кривая для Руслового водохранилища строится для каждого года эксплуатации Тюямуонского гидроузла. Это объясняется большим количеством взвешенных наносов, поступающих в водоем с речной водой. Их осаждение приводит к заилению Руслового водохранилища.

Подземный приток в водохранилище формируется в зоне подпора. Подземный отток из водохранилища происходит в основном за счет фильтрации в теле плотины и от части в берега водоема. Косвенно, она учитывается на гидрометрическом посту р.Амударья-Тюямуон, расположенном ниже по течению реки. Оценить подземный

приток возможно только с помощью специализированных гидрогеологических наблюдений. Дать же оценку косвенным методом не представляется возможным, так как подземная составляющая водного баланса более чем на порядок меньше погрешности основных составляющих гидрометрического водного баланса водоемов, и расчет по остаточному члену водного баланса в любом случае не корректен. Можно только констатировать, что величина подземного притока будет прямопропорциональна поверхностному притоку водохранилища. По работам разных авторов (Вуглинский В.С., Викулина З.А.) [5] для равнинного руслового водохранилища эта величина оценивается в 0,5% от поверхностного притока.

На основе проведенных исследований можно дать следующие рекомендации для БВО «Амударья» по оптимальному распределению и перераспределению стока реки Амударья:

1. Распределение и перераспределение стока реки Амударья следует проводить на основе руслового водного баланса.

2. При составлении руслового водного баланса следует учитывать, что потери в основном составляют 15%, и только в отдельные месяцы многоводных и маловодных лет могут достигать 20-25%.

3. При переборе лимитов по водозаборам водопользователями следует ограничить их водозабор на следующую декаду, но не более чем на 10%. В период плодообразования (25 июня – 10 августа) водозабор у водопользователей не ограничивается.

4. По руслу реки следует в не зависимости от водности года пропускать санитарный расход воды. Величина расхода воды не должна быть меньше 10% от расхода естественного стока при обеспеченности текущего года на участке (рис. 1, 2).

5. Попуски в ирригационную сеть для питьевых нужд должны носить дискретный характер, т.е. определенный объем воды должен подаваться в нижний бьеф гидросооружения при закрытых шлюзах и в течение некоторого времени вода из каналов может быть использована для питьевых целей населения.

6. В экстремальные многоводные годы (однопроцентной обеспеченности) объем воды в водохранилищах Туюмюнского гидроузла должен быть сработан к началу вегетационного периода для предотвращения катастрофических паводков в нижнем течении реки Амударья.

7. В средне- и многоводные годы в ходе вегетационного периода желательно обновлять объем воды в Капараском водохранилище с целью сохранения качественной питьевой воды в водоеме (в июле-августе наблюдается наименьшая минерализация воды в реке Амударья).

### ***СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ***

1. Карасев И.Ф. Речная гидрометрия и учет водных ресурсов. - Л.: Гидрометеоздат, 1980. - 310 с.

2. Методические указания Управлением Гидрометслужб № 90: Составление русловых водных балансов. - Л.: Гидрометеоздат, 1977. - 104 с.

3. Карасев И.Ф. Методы и оценки точности гидрометрического учета стока. - Труды ГГИ, вып. 234 - Л.: Гидрометеоздат, 1976. - с. 52-71

4. Иванов Ю.Н., Туляганов А.Х. Русловой водный баланс нижнего течения р.Амударья и причины его невязок. - Труды ГГИ, вып. 234 - Л.: Гидрометеоздат, 1976. - с 35-51

5. Викулина З.А. Водный баланс озер и водохранилищ Советского Союза. - Л.: Гидрометеоздат, 1979. - 176 с.

### 3.12. РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ДЛЯ БВО «СЫРДАРЬЯ» ПО ОПТИМАЛЬНОМУ РАСПРЕДЕЛЕНИЮ И ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЮ СТОКА РЕКИ СЫРДАРЬЯ В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНОЙ ВОДНОСТИ

Тучин А.И.

Выполнена разработка методической основы и программного обеспечения для моделей использования водных ресурсов на орошение и рекомендаций по оптимальному распределению и перераспределению стока реки Сырдарья в условиях различной водности в увязке с национальными и межгосударственными приоритетами.

Разработана система комплексных показателей, отражающих распределение и перераспределение стока реки Сырдарья при различных условиях водности. Созданы математические модели распределения и перераспределения стока реки Сырдарья при отклонении от нормальной водности. Разработан пакет программ на языке GAMS, реализующих математическую модель оптимального распределения стока реки Сырдарья между водопотребителями и водопользователями. Выполнена калибровка математических моделей по вариантам расчетов и анализ различных критериев на устойчивость полученных решений.

Проведены тестирование и отладка на примере конкретной зоны планирования (Сырдарья) при отклонении от нормальной водности.

Проведено исследование различных критериев и приоритетов распределения стоков рек и их влияния на перспективу развития Зоны планирования. При этом проанализированы технические и экономические характеристики водохозяйственных систем.

Выполнены тестовые расчеты на участке Чарвакское водохранилище – Чиназ, Сырдарья.

#### **Характеристика водохозяйственных систем**

Водохозяйственная система представляет собой комплекс гидротехнических сооружений, организованных в виде ориентированной сети, и предназначенной для подачи требуемого объема водных ресурсов в заданные точки пространства в заданные интервалы времени. Роль проводников водных ресурсов выполняют системы каналов, как правило, различных конструкций, а роль временных регуляторов играет комплекс управляющих гидротехнических сооружений (плотин, затворов, водосливов, перегораживающих сооружений и т.п.). Требуемые объемы водных ресурсов и промежутки времени их подачи определяются внешними требованиями не связанными непосредственно с водохозяйственной системой. Водохозяйственные системы могут быть самостоятельными, с машинным водоподъемом или смешанного типа. Технические характеристики водохозяйственных систем обычно выражаются через значения максимальных и средних расходов, протяженность системы каналов, коэффициенты полезного действия и объемы регулирующих емкостей внутрисистемных водохранилищ. Экономическими характеристиками водохозяйственных систем служат удельные значения капитальных вложений на кубометр подаваемой воды и аналогичные удельные значения затрат, требуемых на поддержание функциональной способности водохозяйственной системы.

### Показатели функционирования водохозяйственной системы

Основными эксплуатационными характеристиками функционирования водохозяйственной системы, в соответствии с их назначением, являются:

- а) относительный объем потерь водных ресурсов;
- б) степень водообеспеченности водопотребителей;
- в) равномерность водообеспечения “подвешенных” к системе водопотребителей.

Эти характеристики выражаются следующими отношениями: первая представляет собой двухкомпонентный вектор (к.п.д. - технический, к.п.д. - организационный), вторая – через отношение, фактически подаваемого объема водных ресурсов к требуемому, а третья - величиной разброса второй характеристики у каждого конкретного водопотребителя. Эти характеристики функционирования водохозяйственной системы, отражают ее роль в водохозяйственном комплексе. Для оценки собственной динамики изменения водохозяйственной системы, в процессе эксплуатации, используются относительные показатели, в виде соответствующих отношений фактических и проектных значений показателей или фактических и плановых, установленных на момент ввода в эксплуатацию системы.

### Подготовка исходной информации

В данной инструкции предполагается, что у пользователя данной программой установлен пакет GAMS, версия 2.25 или выше и он знаком с правилами языка по заполнению текстовых файлов. Последовательность формирования исходной информации следующая:

**Формирование временных периодов:** Временные периоды, используемые в данной постановке задачи, состоят из трех множеств: “td”, “t<sup>beg</sup>”, “t”, два из которых задаются, а третье вычисляется программно.

**set td** /oct1, oct2, oct3, nov1, nov2, nov3, dec1, dec2, dec3, jan1, jan2, jan3, feb1, feb2, feb3, mar1, mar2, mar3, apr1, apr2, apr3, may1, may2, may3, jun1, jun2, jun3, jul1, jul2, jul3, aug1, aug2, aug3, sep1, sep2, sep3 /;

Основной период  $\{t^0; t^K\}$ , в качестве примера здесь выполнено по декадное разбиение основного периода.

**set t<sup>beg</sup>(td)** /oct1, oct2, . . . /; Подмножество  $\{t^0; t^*\}$ , увеличивается по мере поступления информации, при первом расчете задается пустым .

**set t(td)**; Подмножество  $\{t^*; t^K\}$ , определяется программно как:  $t(td) = td(td) - t^{beg}(td)$ ;

**Формирование структуры водохозяйственной сети:** Структура водохозяйственной сети задается через пять множеств, соответствующих вершинам и два множества, соответствующих дугам.

Вершины: **set cn** / . . . /; соответствует множеству  $\{J^C\}$ , каналы.

**set w** / . . . /; соответствует множеству  $\{J^W\}$ , водохранилища.

**set inp** / . . . /; соответствует множеству  $\{J^{inp}\}$ , источники.

**set L** / . . . /; соответствует множеству  $\{J^L\}$ , водопотребители.

**set out(L)** / . . . /; соответствует множеству  $\{J^{out}\}$ , стоки.

Дуги: **set a\_cn**(cn, chn) / inp . ( . . . , . . . )

. . . . .  
( . . . , . . . ) . . . /; соответствует множеству  $\{I^C\}$ , сеть каналов.

**set cn\_ld**(cn, L) / . . . . ( . . . , . . . ),

(..., ...) . .../; соответствует множеству  $\{I^L\}$ , водовыпуски из каналов.

В свою очередь, каждый канал характеризуется следующим набором параметров:

- set** *par\_chn* / *Z*, - Отметка дна канала (m)
- L*, - Длина канала (km)
- nT*/; - Коэффициент полезного действия канала.

Параметры всех каналов задаются в виде таблицы:

**table** *chan*(*cn*, *par\_chn*)

	<i>Z</i>	<i>L</i>	<i>nT</i>
<i>name_c1</i>	...	...	...
<i>name_c2</i>	...	...	...
...	...	...	...
<i>name_cN</i>	...	...	...

где: *name\_c...* - наименования каналов в соответствие с множеством “*cn*”.

**Задание водохранилищ:** Водохранилища в рассматриваемом контуре, задаются с помощью множеств:

**Set** *pw* /*vol*, *areaS*, *areaZ*/;

Где: *vol* - объем водохранилища,  
*areaS* – площадь зеркала водохранилища,  
*areaZ* – отметка поверхности водохранилища,  
и таблицы:

**table** *Q\_inp*(*cn*, *chn*, *td*)

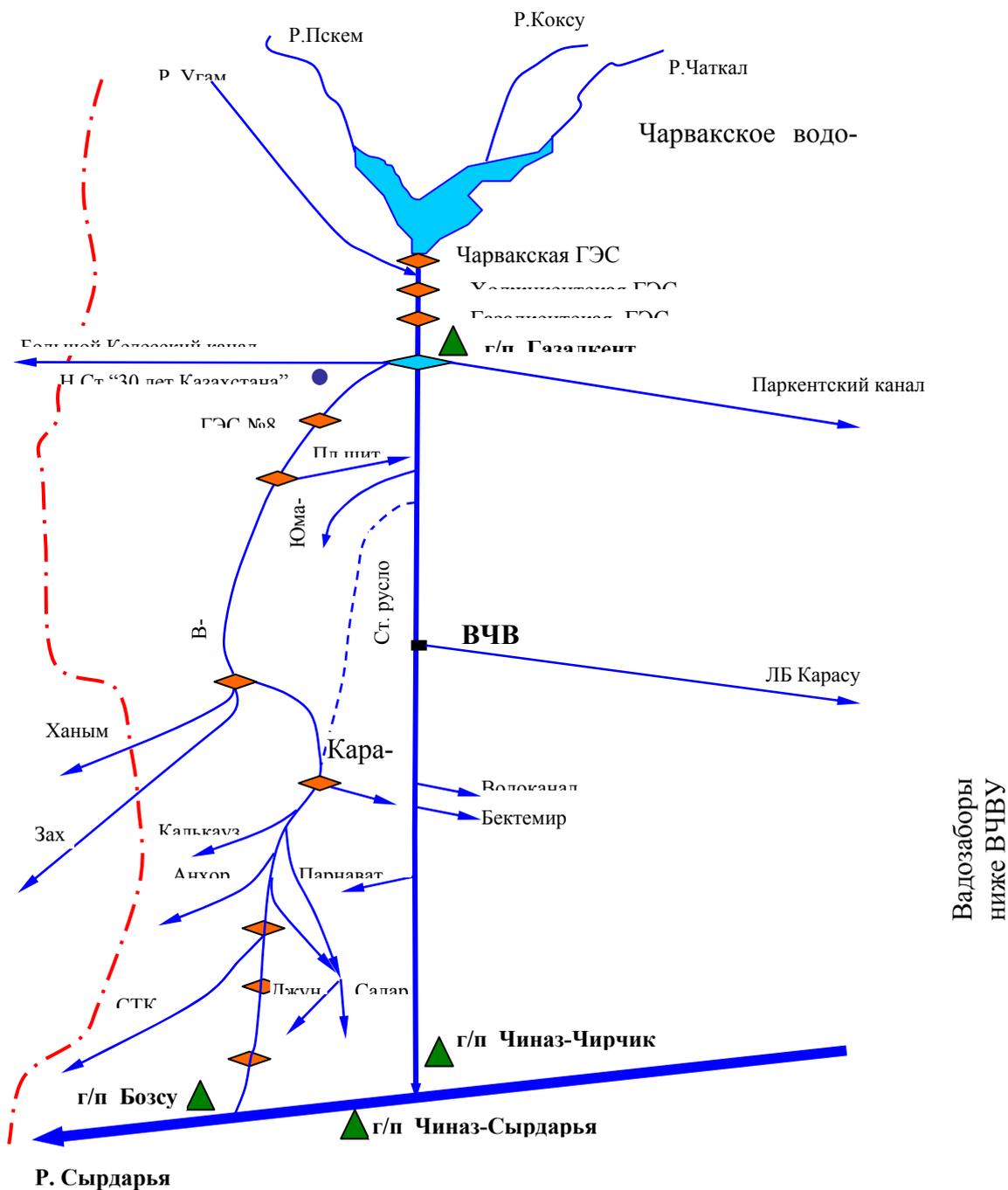
**Задание гидрографа подачи водных ресурсов:** Гидрограф подачи водных ресурсов задается таблицей, элементы которой выражены млн. м3/декаду:

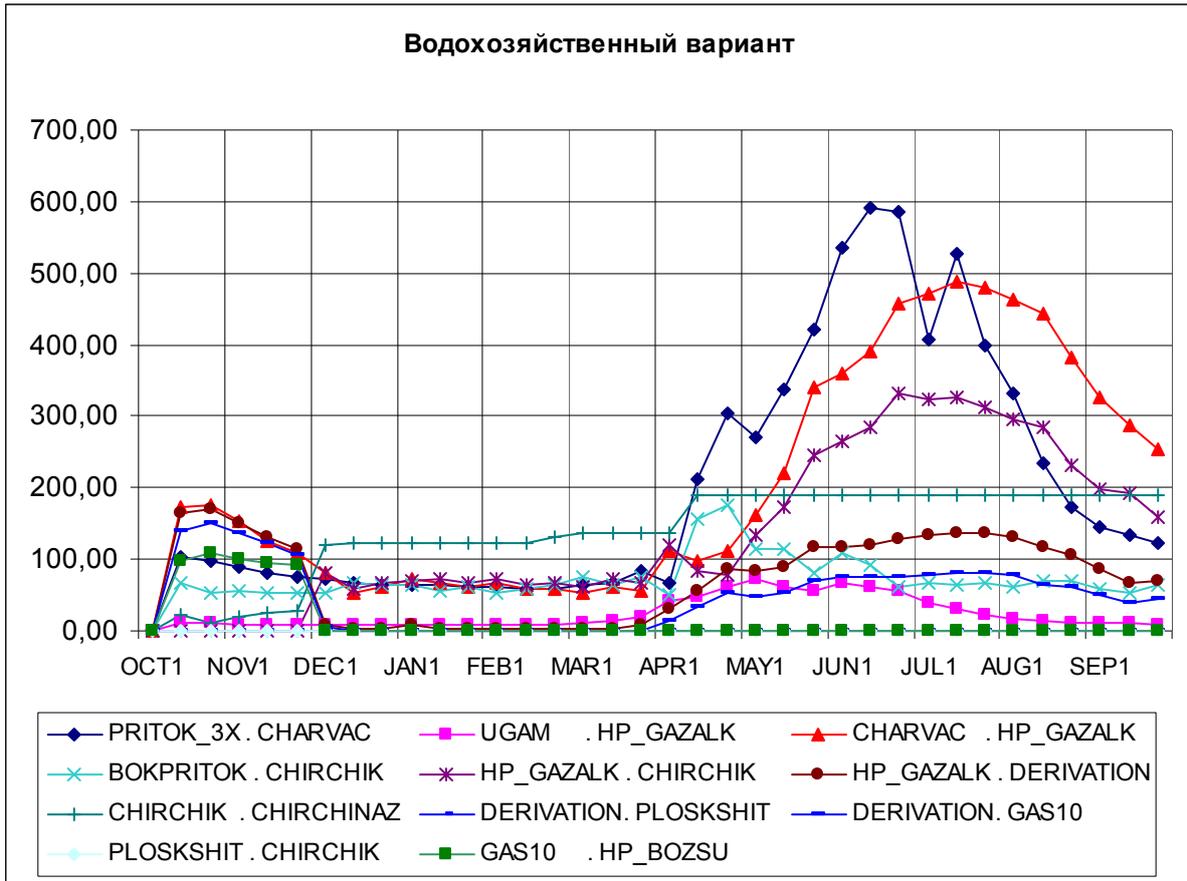
**table** *Q\_inp*(*cn*, *chn*, *td*)

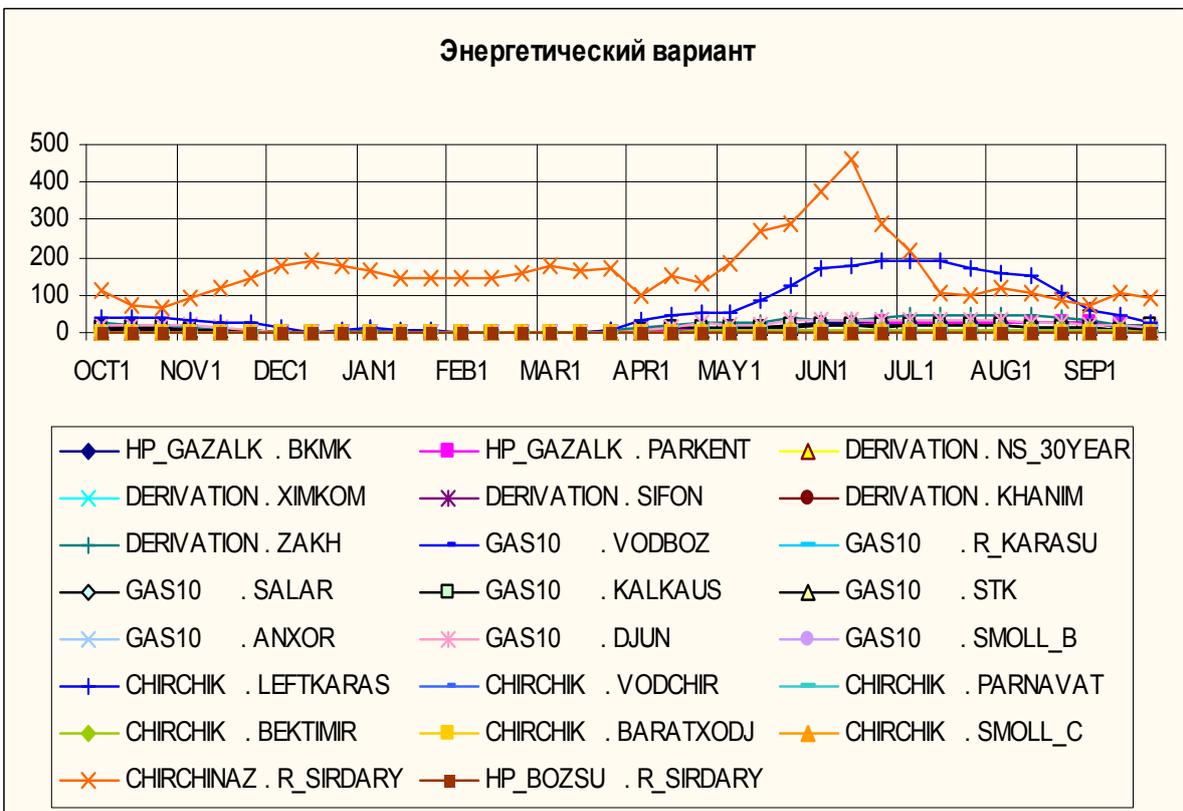
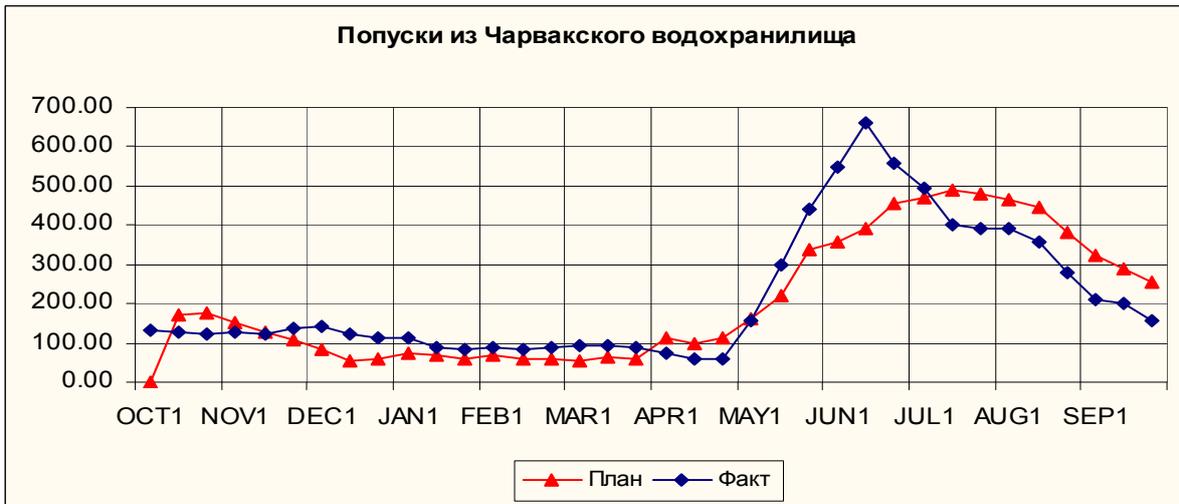
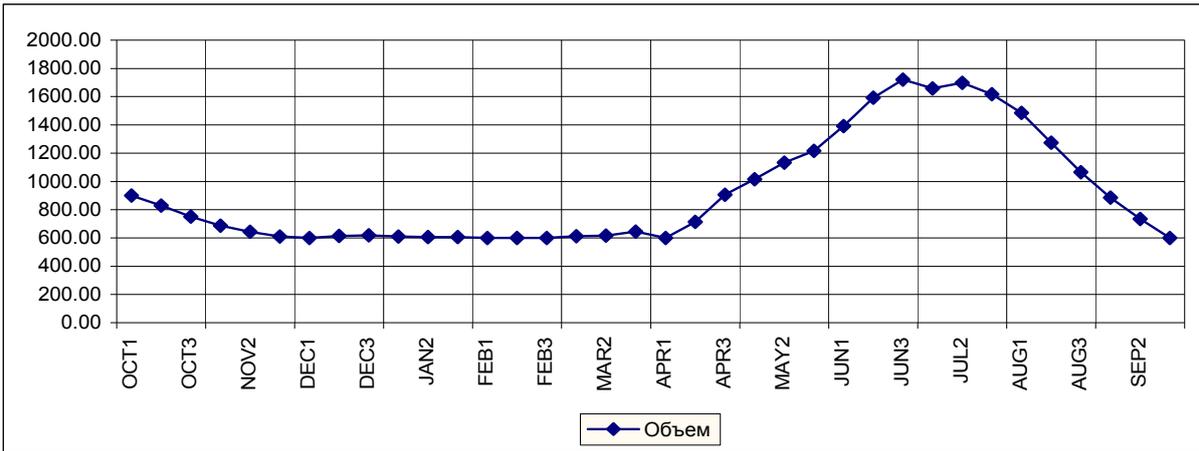
	oct1	oct2	oct3	nov1	nov2	nov3	dec1	dec2	dec3	jan1	jan2	jan3
<i>inp</i> . (...)	1.1	3.7	3.0	8.9	3.6	6.8	9.7	8.8	1.6	5.4	0.3	6.9
<i>inp</i> . (...)	2.5	0.0	0.0	1.0	4.3	2.1	8.5	2.6	4.8	5.6	5.6	2.6

Контрольный пример

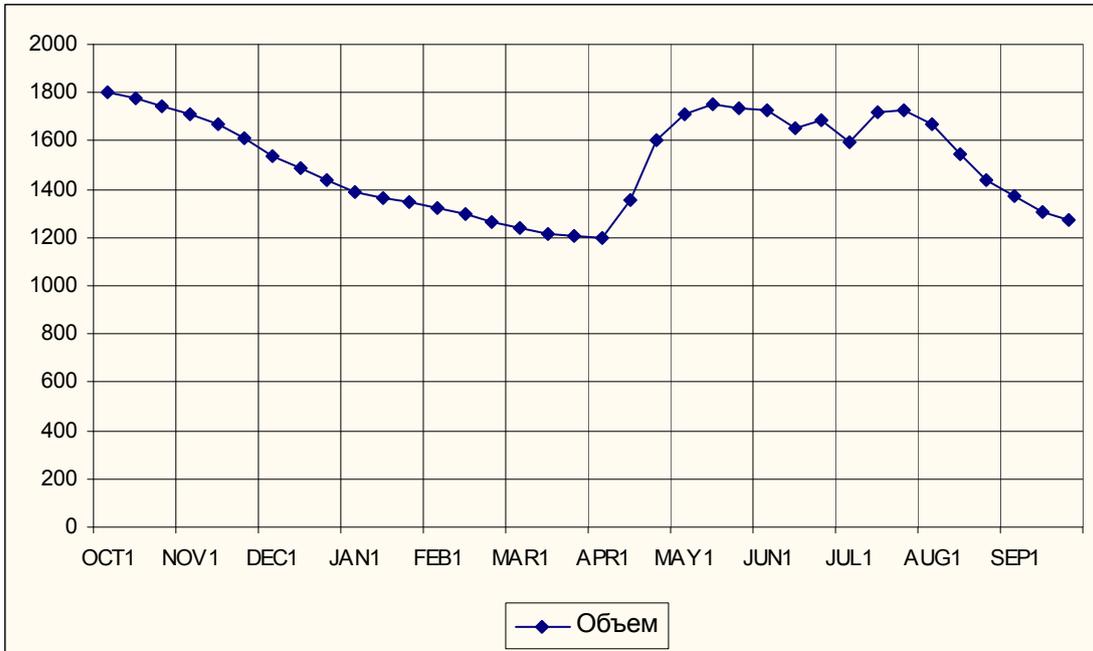
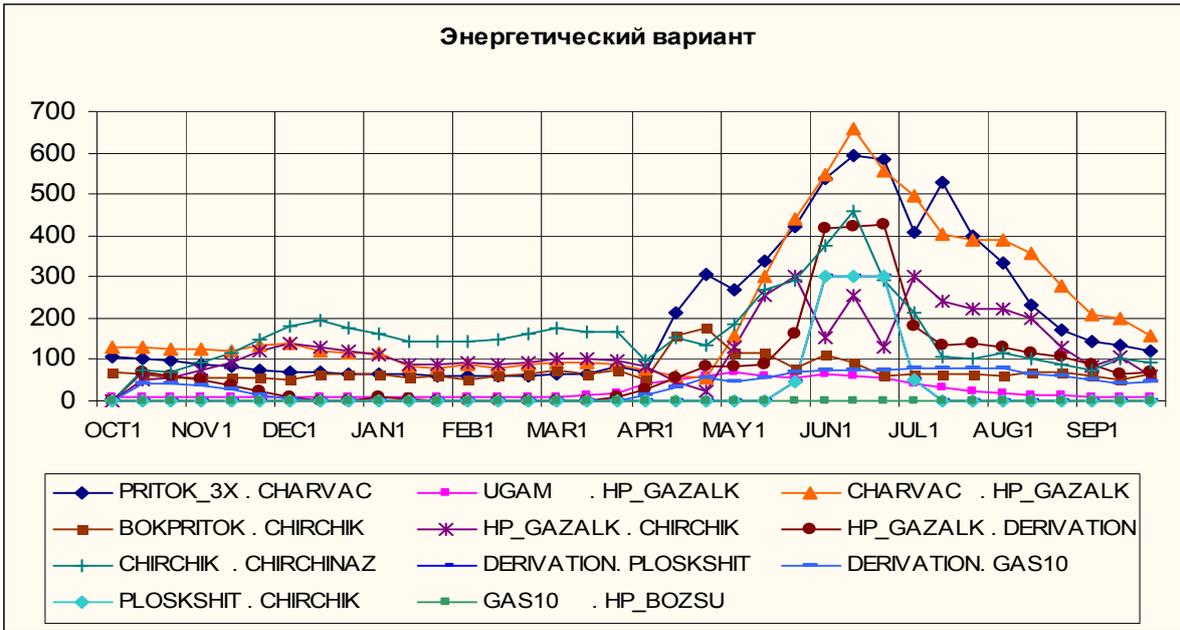
Чирчикский каскад







- HP\_GAZALK . BKMK
- DERIVATION . XIMKOM
- DERIVATION . ZAKH
- GAS10 . SALAR
- GAS10 . ANXOR
- CHIRCHIK . LEFTKARAS
- CHIRCHIK . BEKTIMIR
- CHIRCHINAZ . R\_SIRDARY
- HP\_GAZALK . PARKENT
- DERIVATION . SIFON
- GAS10 . VODBOZ
- GAS10 . KALKAUS
- GAS10 . DJUN
- CHIRCHIK . VODCHIR
- CHIRCHIK . BARATXODJ
- HP\_BOZSU . R\_SIRDARY
- DERIVATION . NS\_30YEAR
- DERIVATION . KHANIM
- GAS10 . R\_KARASU
- GAS10 . STK
- GAS10 . SMOLL\_B
- CHIRCHIK . PARNAVAT
- CHIRCHIK . SMOLL\_C





## РАЗДЕЛ IV. РАЗРАБОТКА ОСНОВНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ РЕГИОНАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ УПРАВЛЕНИЯ СОЛЯМИ И УТИЛИЗАЦИИ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ВОЗВРАТНЫХ ВОД

### 4.1. РАЗРАБОТКА ПРОГНОЗА РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНЫХ УСЛОВИЙ В ПРЕДЕЛАХ ОРОШАЕМОГО КОНТУРА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КДВ НА ОРОШЕНИЕ С УЧЕТОМ ВОЗМОЖНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА

Чолпанкулов Э.Д.

Цель работы – проведение расчета поливных и оросительных норм для основных сельхозкультур Центрально-Азиатского региона при условии глобального потепления климата, а также расчет этих норм при использовании вод повышенной минерализации при постоянном и периодическом орошении, а также влияние орошения на экологию окружающей среды; создание методики корректировки норм водопотребления сельхозкультур с учетом повторного использования коллекторно-дренажных вод, а также прогноз развития эколого-мелиоративной условий при использовании КДВ на орошение в связи с возможными изменениями климата.

Отсутствие водных ресурсов является ограничивающим фактором для освоения в мире почти 600 млн. га потенциально подходящих пахотных земель.

Расширение орошаемого земледелия могло бы способствовать производству продуктов питания и волокна. Однако водные ресурсы во многих странах ограничены, и величина их может быть повышена путем правильного использования на орошение минерализованных и дренажных вод.

В связи с нарастающим дефицитом оросительной воды поиски ее источников становятся весьма актуальной проблемой.

Одним из возможных вариантов решения этой проблемы является использование дренажных и грунтовых вод, которое может разрешить ряд вопросов мелиорации:

во-первых, это дополнительный источник оросительной воды;

во-вторых, это средство, уменьшающее водоподачу на мелиорируемые территории;

в-третьих, это способ дополнительного расширения посевных площадей под сельскохозяйственные культуры и улучшения мелиоративного состояния орошаемых земель. К этой проблеме в настоящее время привлечено внимание широкого круга исследователей, изучающих условия, при которых можно применять для орошения дренажные и грунтовые воды повышенной минерализации, отзывчивость культур на полив соленой водой, возможность применения воды повышенной минерализации для промывки засоленных земель.

Во всем мире наблюдается общее потепление климата, что с точки зрения агроклиматологии для сельского хозяйства благоприятно, однако, увеличение температурного фона, увеличение испарения вызовет увеличение количества и объемов вегетационных поливов.

В 1992 г. в Рио-де Жанейро на конференции по окружающей среде и развитию была подписана 155 государствами Рамочная конвенция ООН об изменении климата.

Основными обязательствами стран, присоединившихся к Рамочной конвенции, являются:

- предоставление информации об эмиссиях и стоках парниковых газов;
- изучение климатических изменений;
- разработка мер смягчения и путей адаптации к последствиям изменения климата;
- проведение мероприятий по сокращению эмиссии парниковых газов.

Признавая важность решения проблемы изменения климата и необходимость принятия эффективных мер по смягчению его последствий, Узбекистан в 1993 г. присоединился к этой Рамочной конвенции.

Изучение динамики климата за многолетний период показало, что в настоящее время в регионе наблюдаются изменения различных компонентов климатической системы. Особенно это видно по тенденции увеличения температуры воздуха, причем как в холодном, так и теплом полугодиях. Данные наблюдений по бассейнам горных рек показывают устойчивое уменьшение переходящих запасов снега.

Наблюдается деградация ледников и сокращение их площади, ярким примером чего может служить ледник Абрамова, потерявший за 31 год наблюдений 18% запасов воды. Сокращение оледенения в будущем повлечет за собой уменьшение объемов и режима стока рек.

Гидрометслужбой Узбекистана для прогноза изменения климата были использованы несколько климатических сценариев:

- CCCM- модель Канадского климатического центра;
- UKMO- модель Метеорологического бюро Соединенного Королевства Великобритании;
- GFDL - модель Лаборатории геофизической гидродинамики США;
- GISS - модель Института Годарда по космическим исследованиям.

Нами для расчетов оросительных норм были использованы результаты, полученные по вышеуказанным моделям, а также результаты расчетов региональных исследований. В таблице 1 показаны изменения температуры воздуха и осадков в отклонениях от базовых норм.

Все перечисленные модельные сценарии показывают увеличение температуры воздуха, например, модель UKMO показывает увеличение среднегодовой температуры воздуха на 6<sup>0</sup>С и уменьшение осадков до 90 % от среднегодовой нормы.

Надо принимать во внимание тот факт, что во многих районах государств бассейна Аральского моря вследствие интенсивной хозяйственной деятельности уже произошли локальные антропогенные изменения климата и целых экосистем, при этом изменения климатических условий могут вызвать весьма негативные последствия.

Как инструмент расчета была использована компьютерная программа ФАО CROPWAT. Программа позволяет быстро рассчитать поливные режимы и оросительные нормы; она наиболее эффективна при использовании ее в режиме имитационной модели, когда можно задать условия получения значений оросительных норм с наименьшей потерей урожая определенной сельхозкультуры.

Таблица 1

**Модельные сценарии возможных изменений температуры (dT)  
и осадков (R) в отклонения от базовых норм.**

Зима		Весна		Лето		Осень		Год	
dT° C	R%	dT° C	R%	dT° C	R%	dT° C	R%	dT° C	R%
8.9	108	8.0	88	<b>CCCM</b> 6.0 75		4.6	133	6.9	100
6.1	100	5.8	65	<b>UKMO</b> 6.6 150		5.5	67	6.0	90
3.2	100	5.1	76	<b>GFDL</b> 5.1 200		4.3	133	4.4	110
5.1	131	3.5	141	<b>GISS</b> 4.5 192		4.2	83	4.4	140
3.5	120	2.0	120	<b>Региональная</b> 2.5 120		2.0	120	2.5	120

Программа CROPWAT использовалась нами в научных разработках НИЦ МКВК, и на основе ее нами были вычислены поливные и оросительные нормы для основных сельхозкультур государств бассейна Аральского моря. Выполнение этого исследования основывалось на почвенно-мелиоративном районировании территории, учитывающем весь комплекс существующих условий почвообразования, поэтому мы воспользовались районированием, выполненным институтом Средазгипропроводхлопок (Шредер В.Р. и др.). Расчет поливных и оросительных норм проводился по 26 метеорологическим станциям для года средней водности. Другим исследованием, в котором инструментом расчета была взята программа CROPWAT, являлся прогноз изменения поливных и оросительных норм при глобальном потеплении климата.

Нами были рассчитаны прогнозные значения поливных и оросительных норм с учетом потепления климата по данным, полученным с помощью этих моделей. Результаты этих расчетов показаны в табл. 2, из которой видно, что объем оросительной воды- нетто по неблагоприятному сценарию UKMO должен увеличиться на 11,3 %. Была получена линейная зависимость увеличения объемов оросительной воды (км<sup>3</sup>) по областям Республики Узбекистан от среднегодовой по различным климатическим сценариям (табл. 3):

$$y = m x + b , \quad (5)$$

где  $y$  – объем воды по выбранному сценарию, км<sup>3</sup>

$m, b$  - коэффициенты зависимости

$x$  – среднегодовой объем воды, км<sup>3</sup>

В бассейне Аральского моря формируется около 32 км<sup>3</sup> возвратных вод; из них коллекторно-дренажные воды составляют около 29 км<sup>3</sup>, а сточные воды от промкомбыта – 3 км<sup>3</sup>. Понимая возможность использования минерализованных вод на орошение как дополнение к имеющимся водным ресурсам территории, в НИЦ МКВК проводились большие исследования в этой области.

**Таблица 2**

**Прогнозируемые объемы оросительной воды (км<sup>3</sup>) по Республике Узбекистан**

№№ п/п	Область	Площадь (тыс. га) (S - 1995 г.)	МОДЕЛИ				
			Сред- не- много- лет.	CCCM	UKMO	GFDL	GISS
1	Андижанская	286,2	1,32	1,69	1,68	1,56	1,45
2	Бухарская	272	1,79	2,06	2,06	2,02	1,91
3	Джизакская	289	1,53	1,52	1,55	1,5	1,34
4	Кашкадарьинская	503,2	3,15	3,56	3,56	3,51	3,38
5	Навоинская	125,4	0,88	1	1	0,98	0,93
6	Наманганская	275,5	1,56	1,68	1,68	1,63	1,58
7	Самаркандская	376,3	1,66	1,9	1,95	1,81	1,66
8	Сурхандарьинская	325,9	1,69	1,81	1,82	1,8	1,7
9	Сырдарьинская	298,9	1,21	1,26	1,23	1,2	1,11
10	Ташкентская	391,4	1,78	1,91	1,98	1,85	1,79
11	Ферганская	360	1,89	2,19	2,19	2,1	1,93
12	Хорезмская	253,2	2,03	2,2	2,19	2,12	2,01
13	Каракалпакистан	476,3	4,42	4,87	4,84	4,68	4,51
	Итого	4233,4	24,91	27,65	27,73	26,76	25,3
	%		100	111	111,3	107,4	101,6

**Таблица 3**

**Значения коэффициентов линейной зависимости объемов оросительной воды, вычисленных по разным моделям, от среднемноголетних объемов**

Коэффициенты линейной зависимости	МОДЕЛИ			
	CCCM	UKMO	GFDL	GISS
m	1,13	1,137	1,132	1,108
корреляция	0,98	0,987	0,99	0,99
b	-0,034	-0,034	-0,09	-0,15

Однако орошение водой повышенной минерализации способствует накоплению солей в почве, действие которых вследствие снижения возможности растений поглощать воду из почвенного раствора, аналогично недостаточному содержанию в ней влаги. Поэтому при расчете оросительных норм необходимо увеличивать их размеры при условии полива водой повышенной минерализации.

Для условий постоянных и периодических поливов водой повышенной минерализации от 1,0 до 4,0 г/л в наших расчетах были использованы коэффициенты увеличения оросительных норм. Эти коэффициенты, разработанные в НИЦ МКВК Якубовым Х.И. и Усмановым А.У. для основных сельскохозяйственных культур хлопкового севооборота при различных почвенно-мелиоративных условиях, колеблются от 1,0 до 1,8. Расчеты были проведены по 26 метеорологическим станциям, расположенным на территории Центральной Азии.

В качестве примера приводится расчет оросительных норм для метеостанций Бухара и Чимбай, при условии слабозасоленных земель с минерализацией грунтовых вод 3-5 г/л при их глубине 2-3 м при постоянном и периодическом орошении водой повышенной минерализации (табл. 4), который показал следующие результаты.

1. Метеостанция Бухара, культура-хлопчатник средневолокнистый. Величина оросительной нормы по среднемноголетним данным составляет 7750 м<sup>3</sup>/га. По климатическому сценарию УКМО к 2030 г. эта величина будет 8050 м<sup>3</sup>/га, т.е. оросительная норма должна увеличиться на 14%; для люцерны –9200 м<sup>3</sup>/га по среднемноголетним данным и по УКМО –10650 м<sup>3</sup>/га, т.е.16%; по озимой пшенице –3550 м<sup>3</sup>/га - среднемноголетние и по УКМО – 5300 м<sup>3</sup>/га, т.е. 49%. При постоянном поливе минерализованной водой 2 г/л оросительная норма для хлопка составит 9690 м<sup>3</sup>/га, а по УКМО – 10060 м<sup>3</sup>/га, для люцерны – 10950 м<sup>3</sup>/га и 12675 м<sup>3</sup>/га соответственно, для озимой пшеницы – 4300 м<sup>3</sup>/га и 6750 м<sup>3</sup>/га соответственно. При периодическом поливе минерализованной водой с минерализацией 2 г/л значения оросительных норм будут ниже и составят: для хлопка – 8990 м<sup>3</sup>/га, по модели УКМО – 9340 м<sup>3</sup>/га; для люцерны - 10300 м<sup>3</sup>/га и по модели УКМО - 11610 м<sup>3</sup>/га; для озимой пшеницы - 3980 м<sup>3</sup>/га, по УКМО - 5940 м<sup>3</sup>/га.

2. Метеостанция Чимбай. Оросительная норма для хлопчатника при поливе пресной водой по среднемноголетним данным составляет 5850 м<sup>3</sup>/га, по УКМО она же составляет 6750 м<sup>3</sup>/га, т.е. выше на 15%; для люцерны – 8350 м<sup>3</sup>/га, а по УКМО - 9150 м<sup>3</sup>/га, выше на 10%; для риса – 15360 м<sup>3</sup>/га, по УКМО - 16200 – 5%. При постоянном поливе минерализованной водой с концентрацией 4 г/л величина оросительной нормы для хлопчатника составит 9302 м<sup>3</sup>/га, а по УКМО – 10732 м<sup>3</sup>/га, т.е. увеличение оросительных норм по сравнению с пресной водой составит 59%, а по модели УКМО – 83%, для люцерны при постоянном поливе минерализованной водой 4 г/л оросительная норма составит 12108 м<sup>3</sup>/га по среднемноголетним данным, а по модели УКМО – 13268 м<sup>3</sup>/га; для риса - 23040 м<sup>3</sup>/га, а по модели УКМО - 24300 м<sup>3</sup>/га.

Следует учесть, что в таблицах представлены оросительные нормы нетто поля без учета КПД техники полива и без КПД межхозяйственной сети.

Приведенные примеры показывают, что при неблагоприятном климатическом сценарии – УКМО – сильно увеличиваются оросительные нормы как при поливе пресной водой, так и при постоянном и периодическом поливах минерализованной водой.

Нами были получены зависимости между оросительными нормами, необходимыми для основных сельхозкультур Центрально-Азиатского региона при среднемноголетних климатических данных и прогнозируемых по моделям CCCM, УКМО, GFDL и GISS, описывающим глобальное потепление климата. Расчет проводился по тем же 26 метеостанциям, расположенным в равнинной части бассейна Аральского моря (табл. 5).

Разработана, проверяется и уточняется методика корректировки норм водопотребления сельхозкультур с учетом глобального потепления климата.

В заключение следует отметить, что при глобальном потеплении климата ожидается значительное увеличение необходимых для сельского хозяйства объемов оросительной воды, при использовании на орошение минерализованной воды необходимо увеличивать поливные и оросительные нормы, чтобы не допустить засоления орошаемых земель.

Таблица 4

**Удельная водопотребность в оросительной воде, м3 /га при поливе  
пресной и минерализованной водой различной концентрации**

Варианты поливов	Среднегодовое данные температур воздуха и осадков						По модели UKMO						
	при постоянном поливе						при постоянном поливе						
	пресной водой	минерализован. водой с концентрацией, г/л					пресной водой	минерализован. водой с концентрацией, г/л					
1,00		1,50	2,00	3,00	4,00	1,00		1,50	2,00	3,00	4,00		
метеост.													
<b>БУХАРА</b> хлопок среднев.	7750	8370	9070	9690	11000	12320	8050	8690	9390	10060	11430	12800	
люцерна	9200	9380	10120	10950	12330	13340	10650	10860	11080	12675	14270	15440	
озимая пшен.	3550	3660	3980	4300	4900	5325	5300	5460	5620	6415	7315	7950	
<b>ЧИМБАЙ</b> хлопок среднев.	5850	6318	6844	7312	8307	9302	6750	7873	7898	8437	9585	10732	
люцерна	8350	8517	9185	9936	11189	12108	9150	9333	10065	10888	12261	13268	
рис	15360	15821	17203	18586	21197	23040	16200	16686	18144	19602	22356	24300	
Варианты поливов	Среднегодовое данные температур воздуха и осадков						По модели UKMO						
	при	период	иче-ском	по	ливе		при	период	иче-ском	по	ливе		
	пресной	минерали	зован.	водой с	концентра	цией, г/л	пресной	минерали	зован.	водой с	концентра	цией, г/л	
метеост.	водой	1,00	1,50	2,00	3,00	4,00	водой	1,00	1,50	2,00	3,00	4,00	
<b>БУХАРА</b> хлопок среднев.	7750	8140	8525	8990	9765	10620	8050	8450	8855	9340	10140	11030	
люцерна	9200	9200	9660	10030	10580	11225	10650	10650	11180	11610	12250	12990	
озимая пшен.	3550	3550	3835	3980	4260	4545	5300	5300	5725	5940	6360	6785	

**НИЦ МЖВК**

<b>ЧИМБАЙ</b>												
хлопок среднев.	5850	6142	6435	6786	7371	8014	6750	7088	7425	7830	8505	9248
люцерна	8350	8350	8768	9102	9602	10187	9150	9150	9608	9974	10522	11163
рис	15360	15360	17203	17203	18432	19661	16200	16200	17496	18144	19440	20736

Таблица 5

Зависимость между оросительными нормами для среднеголетних климатических условий и для моделей прогноза

	МОДЕЛЬ			
	СССМ	УКМО	GFDL	GISS
Уравнение зависимости Коэффициент корреляции	<b>ХЛОПЧАТНИК</b>			
	$Y=1,214X -560,3$ 0,86	$Y=1,222X-560,3$ 0,85	$Y=1,12X-309,7$ 0,89	$Y=1,22X-1347,9$ 0,87
Уравнение зависимости Коэффициент корреляции	<b>КУКУРУЗА</b>			
	$Y=1,17X -74,3$ 0,81	$Y=1,22X-292,3$ 0,75	$Y=1,047X+134,3$ 0,81	$Y=1,047X+134,3$ 0,81
Уравнение зависимости Коэффициент корреляции	<b>ПШЕНИЦА</b>			
	$Y=1,039X +226,7$ 0,89	$Y=1,001X+308,3$ 0,88	$Y=1,003X+192,6$ 0,89	$Y=1,003X+192,6$ 0,89
Уравнение зависимости Коэффициент корреляции	<b>ЛЮЦЕРНА</b>			
	$Y=1,004X +1541$ 0,89	$Y=0,976X+1979,8$ 0,87	$Y=1,008X+1143,9$ 0,88	$Y=1,032X+244,4$ 0,91
Уравнение зависимости Коэффициент корреляции	<b>КУКУРУЗА НА СИЛОС</b>			
	$Y=1,021X +428,6$ 0,91	$Y=1,036X+352,9$ 0,9	$Y=0,99X+298,8$ 0,93	$Y=1,18X-422,8$ 0,82

Примечание: X - оросительная норма (нетто) по среднеголетним данным; Y - оросительная норма по модели

## 4.2. ПРИНЦИПЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫХ ВОД НА ОРОШЕНИЕ, ПОДДЕРЖАНИЕ ОЗЕР-ВЕТЛАНДОВ И ДОПУСТИМЫЙ СБРОС В РЕКИ

Якубов Х.И., Якубов Ш.

Цель работы - разработка методики (экономико-математической модели и базы данных) для выбора площадей и рациональной технологии использования и утилизации КДВ в пределах зон планирования, обеспечивающей предотвращение снижения продуктивности орошаемых земель и минимизацию ухудшения качества основных рек Центральной Азии.

Выполнены следующие работы:

Уточнены объемы формирования дренажных возвратных вод, их минерализации и химический состав по регионам, государствам Центральной Азии и бассейнам Сырдарьи и Амударьи. В результате установлены уменьшения объема дренажных вод и некоторое снижение их минерализации, а также речного стока по всем регионам Центральной Азии, начиная с 1987-1990 гг. За последние годы объем возвратных вод по Центральной Азии изменяется в пределах 32-35 км<sup>3</sup>, против 38-42 км<sup>3</sup> в 1987-1990 гг., в том числе по Узбекистану 18-20 км<sup>3</sup> против 23-24 км<sup>3</sup>. Процесс снижения объемов минерализации КДВ по зонам планирования, а также соленость речного стока связан, с одной стороны, с уменьшением удельной водоподачи на орошение после введения нормированного вододеления, а с другой – резким ухудшением технического состояния дренажных систем.

Уточнена классификация:

- по пригодности на орошение по опасности засоления и осолонкования почв, по которой выделяется 4 градации по содержанию солей (г/л), при различных  $Cl^+/SO_4^{2-}$  с учетом натриевого и магниевого осолонцования;

- почв для выбора перспективных площадей возможного использования КДВ в бассейне Аральского моря, в основу которой заложена типизация почвенного профиля по категориям водопроницаемости с учетом сложности их по механическому составу на глубину до 2,0 м. При этом в зависимости от сложения почвенного профиля по механическому составу выделяются 4 категории почвенных разностей водопроницаемости: - интенсивно водопроницаемые; водопроницаемые; слабоводопроницаемые и плоховодопроницаемые. На основании уточненной классификации даны алгоритмы оценки качества дренажных вод и пригодности почв для их использования. Используя эти алгоритмы, даны оценки пригодности дренажных вод, формируемых в различных трудно климатических условиях Центральной Азии и определены перспективные площади применения возвратных вод по бассейнам Сырдарьи (за исключением низовья) и Амударьи в целом.

По результатам оценки выявлено, что:

- величину повторно используемой воды внутри системы можно довести по бассейну Амударьи 3-4 км<sup>3</sup>, бассейну Сырдарьи - 1,5-3,0 км<sup>3</sup>, а в целом по Аральскому региону до 6.0-7,0 км<sup>3</sup>, против 1,5-2,0 км<sup>3</sup> привлекаемых в настоящее время;

- в бассейне р.Амударьи площадь возможной под орошение КДВ составляет 1081,33 тыс.га по зоне существующего орошения и 1316,6 тыс.га по зоне перспективного орошения, а по Сырдарье только в пределах Узбекистана – 1600-1700 тыс.га. В

целом по бассейну Аральского моря площадь возможного применения КДВ на орошение составляет около 3,0 млн.га.

При этом обширный мировой опыт и, особенно научно-производственные исследования, проведенные в различных природных зонах ЦАР, использование вод с повышенной минерализацией на орошение показал возможность их применения в орошаемом земледелии, без больших ущербов на продуктивность орошаемых земель и оросительной воды при соблюдении комплекса агротехнических и водномелиоративных мероприятий по предотвращению процессов, реализация которых требует дополнительных капитальных затрат. Отсюда необходимость установления оптимальных объемов КДВ для использования их в орошаемом земледелии, развитие озер и ветландов и возврата в речной ствол, при минимальных затратах на реализацию мероприятий на основе моделей роста параметров ирригационно-дренажных систем озер и ветландов с применением минерализованных вод.

Разработана система управления трансграничными возвратными водами, критерии и ограничения, которые являются требованием для моделей прогнозных расчетов параметров объектов использования КДВ.

Система управления включает ряд принципиальных положений использования ТГВВ по видам, указанным выше в таблице 1:

- определение возможных лимитов сброса ТГВВ в реки с учетом ограничения загрязнения для различных участков рек с тем, чтобы колебания вредных компонентов по содержанию не превышало согласованных концентраций, установлению на этой основе лимитов стран;
- определение расчетных параметров санитарных и экологических попусков свежей воды по контрольным створам с учетом предполагаемых режимов сбросов ТГВВ в реки;
- разработка принципа выбора и обоснования состава сельхозкультур и зональных мероприятий для различных почвенных условий, в которых рекомендуется использование возвратных вод для орошения земель;
- подготовка рекомендаций по технико-экономическому обоснованию размеров и масштабов привлечения коллекторно-дренажного стока для орошения, промывок и других нужд;
- разработка методики прогнозирования режима водоемов и ветландов для обеспечения их экологической устойчивости и определение необходимых режимов улучшения;
- определение комплекса организационно-технических мероприятий по предотвращению ухудшения мелиоративно-экологического состояния объектов использования ТГВВ.

При этом в зависимости от направления (вида) использования возвратных дренажных вод при оценке их применимости предлагается ряд других критериев: экологические, сельскохозяйственные, технические и экономические.

Экологические критерии, которые служат для оценки качества воды с точки зрения охраны объектов окружающей среды от загрязнения и обеспечения безопасной санитарно-гигиенической и медико-биологической обстановки. Поскольку сельскохозяйственное производство тесно связано с поверхностными и подземными водами, то его влияние на загрязнение этих вод в системе сельскохозяйственного водоотведения имеет большое значение.

Таблица 1

Система управления ТГВВ, критерии и ограничения

Вид использования возвратных вод	Направление возможного использования	Критерий устойчивости	Ограничения	Контроль
Сброс в реки	Увеличение водного ресурса	Недопущение превышения допустимого лимита загрязнения воды в реке	Максимальная величина лимита загрязнения стока временно	Качество воды в реке и аккумуляция солей в зонах планирования
Использование на орошение и нужды других водопотребителей	- В местах формирования стока для орошения сельхозкультур	- Недопущение засоления земель	- Наличие ресурса воды	- Солевой состав почв в целом и по ионам
	- На пустынных массивах для орошения солеустойчивых древесных культур	- Экономическая и экологическая стабильность	- Солевой баланс земель в сезонном разрезе отрицателен	- Солевой состав почв в целом и по анионам
	- Для промывки засоленных земель	- Эффект рассоления	- Солевой баланс в сезонном разрезе отрицателен, экологическая целесообразность	- Ход рассоления
	- Для подпитки корнеобитаемого слоя подпором воды в коллекторах	- Недопущение заболачивания и засоления земель	- Расположение УГВ ниже допустимого уровня, сезонный отрицательный солевой баланс	- Контроль за УГВ, солевой состав почв в целом и по ионам
	- использование для технических нужд	- Недопущение коррозии металлических частей машин и механизмов	- Наличие ресурса воды	- Солевой состав воды и ионный состав
Сброс в водоемы и ветланды	- Создание ветландов; - Рыбопроизводство; - Пушное звероводство; - Корм скоту; - Охота и туризм; - Миграция птиц; - Восстановление дельт рек.	- Требования соответствующих отраслей по изменению минерализации, расходов, проточности, кислородному обмену и т.д.	- Минерализация и объем сбросных вод; - Возможность разбавления пресными водами по объему.	- Застойные зоны; - Скорость воды; - Содержание солей; - Содержание кислорода; - БПК.

Сельскохозяйственные критерии, определяемые подбором типа почв, составом сельхозкультур и комплекса агро-водно-мелиоративных мероприятий, служат для оценки качества воды с позиции сохранения и воспроизводства продуктивности оро-

шаемых земель, предупреждая развитие процесса засоления, осолонцевания, ухудшения водно-физических свойств почв, т.е. создания на орошаемых землях оптимальных водно-солевых, водно-воздушных и питательных режимов.

Технические критерии предназначены для оценки качества воды с учетом их влияния на сохранность и долговечность всех элементов гидромелиоративных систем с целью предотвращения развития процессов коррозии, зарастания.

Экономические критерии служат для оценки качества воды с целью установления оптимальных пределов ее использования без ущерба народному хозяйству. Они устанавливаются по рентабельности затрат на ее улучшение или наносимому ущербу при использовании воды, не отвечающей требованиям сельскохозяйственного применения.

Следует отметить, что экологические критерии оценки “работают” больше всего при оценке качества воды питьевого водоснабжения. В перспективе питьевое водоснабжение должно решаться за счет использования подземных вод из глубоких пресных водоносных горизонтов и поверхностных вод высокого качества из верхнего течения рек.

Тогда с позиции оценки качества воды в орошаемом земледелии “работают” оставшиеся 3 критерия: сельскохозяйственные, технические и экономические.

Далее для каждого типа критерии разработаны свои показатели и пределы количественных величин оценки применимости использования КДВ:

Для сельскохозяйственных критериев это обеспечение на орошаемых землях оптимальной влажности и солесодержания в почвах, при которых достигается допустимая концентрация почвенного раствора:

$(07-09) \text{ ППВ} \leq W_{\text{сл}} \leq \text{ППВ}$  - условие увлажнения корнеобитаемого слоя, определяемым составом сельхозкультур и типами почв;

$[S] \leq S$  допустимые условия по засолению.

При определении допустимого объема сброса возвратных вод в ствол реки, объем возможного дренажного стока должен определяться, исходя из обеспечения водозабора в в нижнем створе с допустимой минерализацией без ущерба качеству воды в реку в определенных участках по стволу реки, т.е. не более 1 г/л.

Объем возможного сброса определяется из засоления баланса вещества:

$$M_{\text{реч}} \times Q_{\text{реч}} + M_{\text{воз}} \times Q_{\text{воз}} = M_{\text{доп}} (Q_{\text{реч}} + Q_{\text{воз}}) \quad (1)$$

$$Q_{\text{воз}} = \frac{Q_{\text{реч.с}} (M_{\text{реч.с}} - M_{\text{воз}})}{1 - M_{\text{воз}}} \quad (2)$$

Объем сброса в ветланды должны устанавливаться, исходя из условия обеспечения нормального развития рыб, ондатры и растительности. Для рыб условия определяются величиной минерализации, содержания кислорода и ГПК, при которой возможно нерестилище.

В работе дается методика расчета объема сброса в ветланды и озера для двух типов водоемов: закрытого и проточного.

В зависимости от условия формирования возвратного коллекторного стока возможны 2 принципиальные схемы расчетных моделей эколого-мелиоративных процессов на орошаемых землях при использовании минерализованных вод на полив и промывку, а также распределение стока в ветланды и реки:

а) для варианта, когда по зонам планирования известны объемы и минерализация дренажного стока (существующие положения).

В этом случае необходимо сначала установить объемы дренажного стока планируемых для использования на орошение и промывку, возможного возврата в реки и ветланды. Для этого объем стока, планируемого на орошение и промывку устанавливается по следующей последовательности:

- оценивается его пригодность для орошения согласно уточненной нами классификации САНИИРИ, представленной в отчете за 2001 год. Исходными данными для оценки являются стоки и минерализации КДВ, формируемые по зонам планирования;
- оценивается площадь, где возможно использование дренажной воды на орошение без ущерба в сельхозпроизводстве с применением уточненной нами классификации САНИИРИ по данным почвенных карт зон планирования Гипроземов. По этим оценкам определяется часть ресурсов КДС, планируемых для сельскохозяйственного производства.

Допустимый объем сброса возвратных вод в ствол реки предварительно определяется исходя из обеспечения водозабора в зоны планирования с допустимой для орошения без ущерба величины минерализации, т.е. не более 1 г/л, устанавливается использованием зависимости (1).

Объем сброса в ветланды должны устанавливаться, исходя из условия обеспечения нормального развития рыб, ондатры и растительности. Для рыб условия определяются величиной минерализации, при которых возможно нерестилище, содержанием кислорода и ГПК. Для прогнозных расчетов изменения объема и минерализации воды в озерах и ветландах разработаны алгоритмы и созданы базы данных по всем водоемам бассейна Амударьи и Сырдарьи (за исключением Кызыл-Ординской области).

После установления перспективных площадей и объема КДС возможного использования для орошаемого земледелия рассчитывается комплекс водномелиоративных мероприятий (режим орошения и промывок, нагрузка на дренаж с учетом водосберегательной техники и технологии полива, параметры дренажа, расчет в которых разработаны алгоритмы и программы их расчета.

Для обеспечения развития орошаемого земледелия с использованием минерализованных вод, удовлетворяющих требования сельскохозяйственных культур предложена методика расчета поливных, оросительных и промывных норм:

- расчет оросительных норм по эмпирической формуле Узгипромелиоводхоза или по ФАО (программа "CROPWAT") с установлением коэффициента промывного режима орошения с учетом минерализации поливных вод для различных почвенных категорий;

- расчет с применением частных водно-солевых балансов, поля зоны аэрации, грунтовых вод и корнеобитаемого слоя. По этим методам установления поливных и оросительных норм разработаны алгоритмы и программы прогнозных расчетов;

- расчет промывных норм по известной формуле Волобуева с использованием «пресных» вод повышающим коэффициентом на соленость КДВ и зависимость в виде:

$$N = 10000 m \frac{S_n - \beta C_{np}}{S_k - \beta C_{np}} \quad (3)$$

где:

N – промывная норма, м<sup>3</sup>/га;

S<sub>n</sub> - начальное содержание солей в метровом слое почвы, % от веса сухой почвы;

$S_k$  - конечное (требуемое) содержание солей в метровом слое почвы, % от веса сухой почвы;

$m$  – показатель солеотдачи по В.Р.Волобуеву.

В отчете дается значение показателя солеотдачи в увязке к грунтам Центральной Азии.

$\beta$  - параметр формулы, определяющий распределение массы расчетного компонента солей между твердой и жидкой фазами почвы. В отчете приведены значения этого параметра, полученные по результатам опытов.

При этом для расчета поливных и оросительных норм лучше всего использовать метод CROPWAT с повышающими коэффициентами норм водопотребления и соответственно нагрузки на дренаж при поливе минерализованной водопотребления установленном по результатам опыта по ЦАР (табл. 2).

**Таблица 2**

**Коэффициенты увеличения оросительных норм протяженности дренажа при поливе минерализованной водой**

Характеристика почвогрунтов по водопроницаемости	При минерализации, г/л						
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Сильноводопроницаемые (пески, супеси, подстилаемые легкими суглинками)	<u>1,0</u>	<u>1,03</u>	<u>1,06</u>	1,09	<u>1,11</u>	1,13	<u>1,15</u>
	1,0	-	1,05-		1,10-		1,2-
			1,10		1,20		1,25
Водопроницаемые (супеси и легкий суглинок, подстилаемый средним суглинком)	<u>1,0</u>	<u>1,04</u>	<u>1,08</u>	1,12	<u>1,15</u>	1,18	<u>1,2</u>
	1,0	-	1,1-		1,15-		1,25-
			1,15		1,25		1,35
Слабоводопроницаемые (средние суглинки со слабо-водопроницаемыми прослойками)	<u>1,0</u>	<u>1,07</u>	<u>1,12</u>	1,17	<u>1,22</u>	1,25	<u>1,28</u>
	1,0	-	1,15		1,2-		1,35-
					1,35		1,5

Для определения нагрузки на дренаж и его параметров разработаны алгоритмы и программы прогнозных расчетов основанных на составлении общих мелиорируемых территорий, зоны аэрации, корнеобитаемого слоя и грунтовых вод и частных водно-солевых балансов с установлением справочных данных по их элементам. При этом прогнозный расчет изменения минерализации дренажного стока показывает рост мощности искусственного дренажа при увеличении соленности оросительной воды. Так, при изменении минерализации оросительной воды от 1,0 г/л до 4,0 г/л мощность дренажа растет в 1,5-2,5 раза. Рост мощности дренажа объясняется требованием соблюдения промывного режима орошения для предотвращения реставрации засоления почв.

В развитии этого разработаны алгоритмами и программы прогнозных расчетов водно-солевого стока КДВ. По указанным алгоритмам и программам прогнозных расчетов водно-солевых балансов и дренажного стока и его минерализации реализованы на 8 критических зон планирования по бассейну Аральского моря: по бассейну Сырдарьи – Ферганская область, новая зона орошения Голодной степи, Махтааральский район и Кызыл-Ординская область, а по Амударье – Бухарская, Кашкадарьинская области Узбекистана и Каракалпакстан, а также Асбабский вилоят Туркменистана. Прогнозные расчеты проводились по 3-м сценариям развития ирригационно-дренажных систем с различными требованиями на воду:

- 1-й сценарий – ухудшение технического уровня ирригационно-дренажных систем продолжается при таком же темпе, какой наблюдается в зонах планирования, начиная с 1990 года – без вложения средств на их восстановление;
- 2-й сценарий – частичное инвестиция на восстановление ирригационно-дренажных систем;
- 3-й сценарий – (улучшение) – предусматривается полная реабилитация ирригационно-дренажных систем. Расчеты производились при следующих вариантах требований на воду:
  1. Водоподача на территории устанавливалась строго по биологическим требованиям сельхозкультур без промывок земель;
  2. Водоподача осуществлялась с учетом доли на осенне-зимние промывки, но после рассоления корнеобитаемого слоя поливы проводились без удовлетворения промывного режима орошения;
  3. Водоподача устанавливалась с учетом доли промывок, а в дальнейшем поливы осуществлялись удовлетворением требований промывного режима орошения. В результате было установлено, что:
- В случае реализации всех 3 сценариев с первыми 2 вариантами водоподдачи мелиорируемых на территории наблюдаются положительные водно-солевые балансы с различными темпами изменения минерализации грунтовых вод, дренажного стока и засоленности почв. В то же время при водоподаче по 3-му варианту – водно-солевые балансы складываются отрицательно только в сценарии улучшения.

б) вариант для новых площадей освоения, где неизвестен формируемый объем дренажного стока и его минерализации.

Для этого случая разработана модель прогноза дренажного стока и его минерализации на основе уравнения общего и частных водно-солевых балансов мелиорируемой территории, зоны аэрации и грунтовых вод по программам подготовленным нами. При этом в составе алгоритма водно-солевых балансов для облегчения прогноза даны параметры балансовых элементов, таких как: сбросы с полей орошения; эвапотранспирация; значение подземного притока и оттока и КПД техники полива. После определения изменения объема дренажного стока и его минерализации по годам в многолетнем разрезе оценка качества КДВ, выбор площадей и параметров оросительно-дренажных систем устанавливается как в случае а.

Разработана экономическая использования минерализованных вод на орошение и промывку.

Основным принципом экономического обоснования хозяйственной целесообразности направляемых и используемых капитальных вложений является соизмерение планируемого или получаемого эффекта с затратами на достижение поставленной цели. При этом оптимальное решение определяется при условии, когда расчетная (фактическая) эффективность капитальных вложений достигает уровня нормативной при наименьших затратах. Данному условию отвечает положение – равенство дополнительных затрат с приращением эффекта на единицу расчетного параметра. Применительно к рассматриваемой задаче таким параметром является объем водопотребления орошаемым земледелием –  $W$ .

$$\Xi = \text{СВП} + H_0 - (\epsilon \Sigma K + \Sigma I) \rightarrow \max, \quad (4)$$

где: СВП -  $\beta U_x C_x$  – стоимость валовой продукции ( $\beta$  - коэффициент, учитывающий комплексность сельскохозяйственного производства,  $U_x$  – урожайность хлопчатника,  $C_x = 470$  руб/тонна – закупочная цена хлопка в сопоставимых ценах);

$H_0 = \beta Y_x C_x$  – доля налога с оборота, относимая на отрасль «сельское хозяйство» на тонну хлопка-сырца;

$\varepsilon = 0.12$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений отрасли по возделыванию хлопчатника;

$\Sigma K = K_b + K_{cx}$  – капитальные вложения в водное и сельское хозяйство;

$\Sigma K = K_b + K_{cx}$  – годовые эксплуатационные затраты по водному и сельскохозяйственному производству.

Определение экономического эффекта зависит от технологий использования КДВ на орошение.

В зависимости от технологии (5 видов) использования минерализованных вод на орошение, предложена технико-экономическая оценка эффективности применения дренажных возвратных вод: регулярное орошение минерализованной водой. В организационном отношении может быть приравнено к освоению новых земель, и поэтому техническая возможность и экономическая целесообразность этого вида орошения оценивается по народнохозяйственной эффективности капитальных вложений в водохозяйственное строительство по формуле:

$$\varepsilon = \frac{Д}{\Sigma K} \leq \varepsilon_n \quad (5)$$

где:  $\varepsilon$  - коэффициент эффективности (окупаемости) капитальных вложений;

$\varepsilon_n$  - то же, нормативный для отрасли;

Д - совокупный чистый доход;

$\Sigma K = K_b + K_c$  - капитальные вложения в водное и сельское хозяйство.

При автономном орошении минерализованной водой оценка производится по хозяйственной эффективности проводимых мероприятий. Критерием экономической эффективности является уровень рентабельности хозяйства или его подразделений, в том числе фермерские. Расчет ведется по формуле:

$$P = \frac{чД}{\Sigma И - \Delta И_{вх}} \geq P_{нм} \quad (6)$$

где: P - коэффициент рентабельности хозяйства или системы;

$P_{нм}$  - то же нормативно-минимальная для данного района;

чД - чистый доход хозяйства или его подразделения;

$\Sigma И - \Delta И_{вх}$  - суммарные издержки, относимые за счет хозяйств-землепользователей.

При данной технологической схеме организации использования дренажных вод на орошение, очевидно, потребуется пересмотреть отдельные положения экономических взаимоотношений как между хозяйствами, использующими минерализованные воды, и государством, отдельными бригадами, фермерами и ширкатами в целом.

При периодическом орошении критерием экономической эффективности является соизмерение дополнительных затрат по водному и сельскому хозяйству с дополнительным эффектом, получаемым за счет ликвидации дефицита в оросительной воде:

$$\Delta\text{СВП} \geq \Sigma\text{З} \quad m = \frac{\Delta\text{СВП}}{\Sigma\text{З}} > 1,0 \quad (7)$$

где:  $\Delta\text{СВП}$  - дополнительная стоимость валовой продукции, получаемая за счет ликвидации дефицита оросительной воды;

$m$  - коэффициент, учитывающий степень возмещения затрат на дополнительные мероприятия;

$\Sigma\text{З}$  - суммарные затраты для получения  $\Delta\text{СВП}$ .

На основании обработки полученных зависимостей изменения урожайности от роста засоления почв и минерализации оросительной воды получены осредненные по региону понижающие (стрессовые) коэффициенты снижения продуктивности сельхозкультур. В табл. 3 представлены результаты, понижающие стрессовые коэффициенты урожайности различных культур от роста минерализации, а в табл. 4 от засоленности почвогрунтов. Понижающие стрессовые коэффициенты культур, так же как графики изменения урожайности в зависимости от минерализации предлагается использовать при технико-экономических расчетах. Результаты расчета изменения коэффициента эффективности капвложений при использовании минерализованных вод на фоне различных типов дренажа, при объеме мелиоративных мероприятий минимальный, средний и максимальный с достижением без потерь урожая по хлопку и с потерей приведены на рис. 1 показывает выгодность их применения на орошение до 3,0 г/л.

**Таблица 3**

**Осредненные по региону понижающие (стрессовые) коэффициенты урожайности сельскохозяйственных культур от минерализации оросительной воды**

Минерализация оросительной воды, г/л	Хлопчатник	Пшеница	Кукуруза	Люцерна	Рис
0.5					
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.5	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
2.0	0.90	0.90	0.86	0.90	0.90
2.5	0.85	0.80	0.76	0.84	0.80
3.0	0.80	0.75	0.70	0.78	0.72
3.5	0.70	0.70	0.50	0.72	0.61
4.0	0.60	0.60	-	0.67	0.50
4.5	0.45	0.50		0.60	0.40
5.0	0.50	-		0.50	0.35
5.5	-			-	0.30
6.0					

Таблица 4

**Осредненная по региону понижающие (стрессовые) коэффициенты урожайности сельскохозяйственных культур культур от засоления почв**

Степень засоления			Хлопчатник			Пшеница			Люцерна			Кукуруза			Рис		
%	ПР, г/л		С	Т	ФАО												
	МСП	С															
0.05	2.5																
0.10	5.0	1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	1.0	0.96	1.0	1.0	1.0
0.15	7.5	2.25	1.0	1.0	1.0	-	-	-	1.0	0.97	0.86	1.0	0.97	0.80	1.0	1.0	0.91
0.20	10.0	3.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.98	1.0	1.0	0.95	0.80	1.0	0.95	0.64	1.0	0.81	0.88
0.25	12.5	3.75	1.0	0.97	1.0	0.98	0.96	1.0	1.0	0.92	0.71	1.0	0.92	0.48	1.0	0.67	0.63
<b>0.30</b>	<b>15.0</b>	<b>4.50</b>	<b>0.99</b>	<b>0.92</b>	<b>0.99</b>	<b>0.97</b>	<b>0.93</b>	<b>0.93</b>	<b>0.97</b>	<b>0.87</b>	<b>0.64</b>	<b>0.98</b>	<b>0.87</b>	<b>0.39</b>	<b>1.0</b>	<b>0.51</b>	<b>0.51</b>
0.35	17.5	5.25	0.93	0.89	0.96	0.93	0.89	0.86	0.93	0.83	0.57	0.92	0.83	0.29	1.0	0.37	0.38
0.40	20.0	6.0	0.91	0.85	0.91	0.89	0.86	0.77	0.90	0.79	0.48	0.87	0.79	-	0.98	-	-
0.45	22.5	6.75	0.87	0.81	0.85	0.84	0.82	0.67	0.87	0.77	0.40	0.82	0.77	-	0.97	-	-
0.50	25.0	7.5	0.83	0.78	0.80	0.79	0.78	0.57	0.84	0.70	0.30	0.77	0.70	-	0.95	-	-
<b>0.60</b>	<b>30.0</b>	<b>9.0</b>	<b>0.76</b>	<b>0.69</b>	<b>0.68</b>	<b>0.72</b>	<b>0.72</b>	<b>0.43</b>	<b>0.80</b>	<b>0.63</b>	-	<b>0.67</b>	<b>0.61</b>	-	<b>0.90</b>	-	-
0.70	35.0	10.5	0.70	0.60	0.54	0.65	0.64	0.29	0.76	0.53	-	0.59	0.53	-	0.85	-	-
<b>0.80</b>	<b>40.0</b>	<b>12.0</b>	<b>0.62</b>	<b>0.51</b>	<b>0.45</b>	<b>0.57</b>	<b>0.57</b>	-	<b>0.69</b>	<b>0.45</b>	-	<b>0.51</b>	<b>0.45</b>	-	<b>0.80</b>	-	-
0.90	45.0	13.5	0.55	0.42	-	0.52	0.50	-	0.60	0.37	-	0.43	0.37	-	0.70	-	-
<b>1.00</b>	<b>50.0</b>	<b>15.0</b>	<b>0.50</b>	<b>0.33</b>	-	<b>0.49</b>	<b>0.42</b>	-	<b>0.52</b>	<b>0.28</b>	-	<b>0.30</b>	<b>0.28</b>	-	<b>0.65</b>	-	-
1.10	55.0	16.5	0.47	0.26	-	0.47	0.33	-	0.45	0.20	-	-	-	-	0.55	-	-
1.20	60.0	18.0	0.45	0.20	-	0.40	0.27	-	0.37	0.11	-	-	-	-	-	-	-
1.30	65.0	19.5	0.43	0.15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.40	70.0	21.0	0.40	0.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>1.50</b>	<b>75.0</b>	<b>22.5</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.60	80.0	24.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.70	85.0	25.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.80	90.0	27.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.90	95.0	28.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.00	100	30.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**Примечание:** С, в % от МСП - содержание солей в метровом слое почвы, в % от массы сухой почвы (МСП) или в г/л; ПР - почвенный раствор, г/л; СТ - содержание токсичных солей в почвенном растворе (ПР), г/л.

Завершена работа по реализации принципиального подхода прогнозных расчетов использования КДВ на орошение, промывку земель и развитие ветландов, а также поддержание озер по Бухарской области в «ручном» счете, в процессе которых выявлены:

а) динамичность объема формируемого КДВ и он изменяется от водности года (водозабора) от 1232 км<sup>3</sup> (33 % от водозабора – 1995 г.) и 1507 (42 % от водозабора 2001 г.) до 2178 км<sup>3</sup> (52 % от водозабора) и 2334 (58 % от водозабора). Средний объем КДВ по пятилетию составляет за 1991-1995 – 1,89 км<sup>3</sup>, а 1996-2000 г. – 1,99 км<sup>3</sup>. В то же время диапазон изменения минерализации стока колеблется в пределах 3,4 г/л и 3,72 г/л, а до 1990 года она варьировала от 4.3 г/л до 5.3 г/л. Иначе говоря, минерализация КДВ за последние десятилетия закономерно уменьшается.

По оценкам качества КДВ по осредненной минерализации объем стока для использования на орошение по зоне планирования составляет порядка 550-650 млн.м<sup>3</sup>, а площадь – 70-75 тыс.га, а доля пригодных к сбросу в реку без повышения ее солёности по Парсанкульскому коллектору составляет – 25-30 % от общего ресурса, а остальную часть стока можно использовать для развития ветландов;

б) Недостаточность для практического решения проблемы использования КДВ на базе осредненных данных в целом по областям уже пройденному году. По осредненным данным по минерализации КДВ по областям возможно установить ресурс и общую площадь перспективного планирования реализации использования их на орошение. Для практического внедрения КДВ на орошение необходимо оценить объем и качество воды и почвы по каждой крупной системе коллекторов зоны планирования. Параллельно с этим оценивается площадь земель подвешенная к этим коллекторам.

При подходе оценки качества КДА по крупным системам коллекторов по зоне планирования Бухарской области объем возможного использования определен в порядке 700-750 млн.м<sup>3</sup>, а площадь перспективного применения до 105 тыс.га и они распределены по районам. При этом в ряде районов, таких как Жандорский, Каракульский, где минерализация КДВ превышает допустимые к использованию пределы, а почвогрунты представлены более тяжелыми отложениями по мехсоставу и проницаемости.

в) Необходимость прогнозных расчетов изменения стока и, особенно, его минерализации на перспективу, хотя бы для года использования с учетом водности года, так как фактический сток уже «прошел». Это особенно остро нужно по тем зонам, где имеются огромные запасы солей в активном слое водо- и солеобмена, как например, Голодная и Каршинская степи, низовьев рек.

В связи с этим был подготовлен алгоритм и программы расчетов на языке ЕСХЕЛ дренажного стока и его минерализации, по которым проводился по 8 критическим зонам планирования, из которых – 5 по Узбекистану, прогнозы изменения минерализации грунтовых вод, чистого дренажного стока (модуля) и общей дренажной воды на 15-25 лет. Программа работает и дает удовлетворительные результаты.

## РАЗДЕЛ V. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОДДЕРЖАНИЮ И ВОССТАНОВЛЕНИЮ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ В БАССЕЙНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

### 5.1. РАЗРАБОТКА ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ РАБОТОСПОСОБНОСТИ, ПОВЫШЕНИЮ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ И РЕКОНСТРУКЦИИ КРУПНЫХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ РЕГИОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ

Беглов И.Ф., Гловацкий О.Я.

Цель работы - разработка комплекса мероприятий по восстановлению работоспособности, повышению эксплуатационной надежности и реконструкции крупных насосных станций регионального значения.

Количественную оценку надежности объекта, в нашем случае - системы машинного водоподъема (СМВ) - на всех стадиях «жизненного цикла» следует начинать с составления некоторой условной схемы (структурно-функциональной схемы надежности), являющейся математической и физической моделью надежности.

Для СМВ надежность означает прежде всего способность системы обеспечить доставку воды потребителю и расход воды в данной точке.

Износ элементов проточных трактов насосных агрегатов в процессе эксплуатации вследствие кавитации и истирания взвешенными наносами приводит к ухудшению режимов работы. Ремонтные работы по устранению последствий износа деталей проточной части требуют значительных затрат труда и материалов.

Система диагностирования насосов позволяет увеличить эксплуатационную надежность путем предотвращения монтажа дефектных деталей, уточнения объемов предстоящих ремонтных работ для восстановления работоспособности агрегатов.

Оценить эффективность восстанавливаемой СМВ от повышения надежности можно по формуле (Ц.Е. Мирцхулава, 1981):

$$\Delta C_3 = C_{31} - C_{32} = t_{200} [C_{\text{чел.-ч.}} T_B \sum_{i=1}^m n_i (\lambda_{oi} + \lambda_i) + \sum_{i=1}^m n_i (C_{oi} \lambda_{oi} - C_i \lambda_i)] - A \Delta K_{\text{дон}} / 100, \quad (1)$$

где  $\Delta C_3$  - годовая экономия от повышения уровня надежности;

$C_{31}, C_{32}$  - соответственно годовые эксплуатационные издержки с существующим и повышенным уровнем надежности;

$t_{200}$  - время работы объекта в год;

$C_{\text{чел.-ч.}}$  - стоимость 1 чел.-ч. работы обслуживающего персонала;

$T_B$  - среднее время восстановления;

$n_i$  - количество элементов  $i$ -го типа;  
 $\lambda_{oi}, \lambda_i$  - интенсивность отказов  $i$ -го элемента соответственно до и после повышения надежности;  
 $C_{oi}, C_i$  - стоимость  $i$ -го элемента соответственно до и после повышения надежности;  
 $\Delta K_{доп}$  - сумма дополнительных единовременных затрат, связанная с повышением надежности  $i$ -го элемента;  
 $A$  - норма амортизации в процентах.

Для обоснования проектного уровня надежности СМВ используется метод минимума приведенных затрат (Ц.Е. Мирцхулава, 1981):

$$Z = I_{орос.} - EK_{орос.} + P_E - Y_{орос.}, \quad (2)$$

где  $I_{орос.}$  - ежегодные издержки системы;  
 $K_{орос.}$  - капитальные вложения в СМВ;  
 $Y_{орос.}$  - математическое ожидание годового ущерба, обусловливаемого уровнем надежности рассматриваемого варианта системы;  
 $E$  - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;  
 $P_E$  - рента использования природных источников.

Для определения оптимальной надежности СМВ служит формула:

$$S = A - [K(P, T) + \sum_{K=1}^{n(T)} (U_0 + U_K)] \rightarrow \infty, \quad (3)$$

где  $S$  - чистый доход;  
 $A$  - стоимость водоподачи НС;  
 $n(T)$  - число отказов за время  $T$ ;  
 $K(P, T)$  - капиталовложения, обеспечивающие заданную надежность и время использования;  
 $U_0$  - затраты на устранение отказа;  
 $U_K$  - ущерб от остановок НС.

Республика Узбекистан, являясь одним из самых насыщенных регионов СНГ по применению насосно-силового оборудования мелиоративного назначения в общем, и насосных станций регионального значения в частности, в условиях растущего дефицита материально-технических и энергетических ресурсов в переходный период в ближайшие годы может оказаться в чрезвычайном положении по водоподаче на орошение из-за исчерпания ресурсов основных узлов, низкого технического уровня эксплуатации насосных станций (НС) и дороговизны энергоресурсов. Частота ремонтов насосных агрегатов в 3...5 раз выше установленных стандартов, растут эксплуатационные затраты, под угрозой срыва может оказаться более половины сельхозпроизводства республики. Эксплуатационные расходы на насосные станции, по данным лаб. НС и У САНИИРИ, на 10...25% являются непроизводительными по энергозатратам и на 30...50% - по ремонтно-восстановительным затратам. Для их снижения требуется расширить научно-технические разработки и существенно изменить организационно-финансовую струк-

туру и технологию эксплуатации НС, в первую очередь крупных, по следующим направлениям:

- внедрение экономических и финансовых стимулов для эксплуатационного персонала и соответствующих организаций;
- совершенствование организационно-технологических методов эксплуатации гидротехнического комплекса и насосного оборудования;
- повышение надежности эксплуатации НС за счет улучшения качества ремонтов машин и внедрения специальных сооружений, устройств и приспособлений;
- снижение удельных энергозатрат на водоподъем, повышение среднеэксплуатационных КПД насосных станций.

Для крупных НС регионального значения должна быть проведена разработка экспериментального проекта современной системы эксплуатации НС оросительной системы, включающая:

1. Положение об Управлении эксплуатации НС
2. Детальная графическая структура Управления
3. Положения о всех подразделениях, их функциях и задачах
4. Штатные расписания всех подразделений
5. Детальные должностные инструкции
6. Система увязки режимов водоподачи НС и орошения в зависимости от:
  - потребности растений
  - мелиоративного состояния земель
7. Мероприятия по экономии и повторному использованию воды
8. Мероприятия по поддержанию должного мелиоративного состояния земель
9. Система учета воды (включая гидрометрию)
10. Система учета электроэнергии
11. Организация и структура службы ремонта
12. Вопросы специализации, механизации и интенсификации труда, совмещения профессий
13. Вопросы планирования
14. Система анализа и контроля работы Управления с выделением основных критериев, характеризующих эффективность работы служб эксплуатации
15. Система отчетности, стимулирования и ответственности
16. Положение о взаимоотношениях с
  - потребителями воды
  - ремонтными организациями
  - снабженческими организациями
  - энергосистемой
17. Требования эксплуатации к организации связи, объему автоматизации и телемеханизации, АСУ, информационно-советующим системам (ИСС)
18. Положение о единой технической политике
19. Разработка нормативов:
  - подачи воды
  - потребления электроэнергии
  - периодичности и продолжительности ремонтов сооружений, насосно-силового и гидромеханического оборудования
  - оснащения службы эксплуатации современными механизмами, микропроцессорной техникой
  - оснащения службы эксплуатации запасными частями
  - оснащения службы эксплуатации аварийными запасными частями

20. Разработка отдельных указаний и инструкций по эксплуатации основных элементов НС.

Разработка технических мероприятий по повышению надежности НС регионального значения проводилась по схеме оценки риска двух ведущих элементов НС: основного агрегата и трубопровода. При этом ожидалось, что применение теории надежности позволит дать оценку качества эксплуатации насосных станций (НС), спрогнозировать надежность работы агрегатов, количество запасных частей и др., установить частоту ремонтных и профилактических работ.

Выход из строя насосов в основном обусловлен механическим износом, коррозией, поломкой деталей и др. Наиболее часто насосы выходят из строя в результате износа и разрушения основных деталей, от которых зависит работоспособность насоса. К таким деталям относятся: рабочее колесо, торцевые уплотнения, уплотнение рабочего колеса и вала, подшипники.

Несмотря на частые отказы насосов вследствие износа, большое количество их выходит из строя из-за внезапных повреждений, к которым относятся: разрушение рабочих колес от попадания крупных посторонних предметов, поломки пружин торцевых уплотнений, разрушение и задиры контактных пар и вкладышей подшипников в результате попадания крупных частиц механических примесей, трещины и сколы и т. д.

Ремонт сильно изношенных насосов сопряжен с большими затруднениями, и полное восстановление их почти невозможно. Устранение мелких повреждений не представляет особого затруднения. Следовательно, определение оптимальной продолжительности межремонтного периода эксплуатации насосов, работающих в условиях, вызывающих интенсивный кавитационный абразивный износ, может в значительной степени повысить надежность работы насосных станций.

Надежность работы НС можно увеличить:

- повышением надежности деталей и узлов, их кавитационной и эрозионной стойкости, контроля их качества;
- выбором оптимальных режимов;
- повышением конструктивной надежности на основе исследований конструктивных решений;
- применением материалов, соответствующих условиям работы с повышенной эксплуатационной надежностью;
- учетом при монтаже насосных станций удобства ремонтных работ;
- проведением предварительных испытаний, регулировки и т. д.

Когда перечисленные или другие меры не могут обеспечить надежность заданного уровня за определенный промежуток времени, применяют резервирование, монтируют резервные, избыточные для заданного объема работы насосы — создают группу насосов, общая надежность которых выше надежности отдельных агрегатов.

На насосных станциях может быть использовано резервирование с целой и дробной кратностью. Резервирование с целой кратностью будет в том случае, когда основной насос имеет один или несколько резервных. Резервированием дробной кратности называется такое, при котором основные насосы не имеют отдельных резервов, резервные насосы предназначены для нескольких основных. В насосных станциях может быть использовано резервирование со скользящим (плавающим) резервом, являющимся разновидностью резервирования с дробной кратностью. При этом типе резервирования любой из резервных насосов может замещать любой основной насос.

Расчет основных показателей надежности насосных станций, количества резервных агрегатов для достижения необходимого уровня надежности проиллюстрируем на конкретных примерах.

**Пример 1.** Два насосных блока работают совместно. Интенсивность отказов каждого из них  $\lambda = 0,2 \cdot 10^{-4}$  1/ч. При выходе из строя (отказе) одного блока интенсивность отказов оставшегося насоса вследствие более тяжелых условий работы возрастет и равна  $\lambda_1 = 1 \cdot 10^{-4}$  1/ч. Требуется определить вероятность безотказной работы насосной станции в течение времени  $t = 2000$  ч, а также среднее время ее безотказной работы.

По условиям работы имеем последовательность отказов, так как при выходе из строя одного насосного блока изменяется интенсивность отказов другого. При работе насосной станции имеем следующие ситуации:

*A* — ни один из насосов за время  $t$  не вышел из строя;

*B* — проработав время  $\tau < t$ , насос № 1 отказал, а насос № 2 был исправным в течение времени  $t$ ;

*B* — проработав время  $\tau < t$ , насос № 2 вышел из строя, а насос № 1 находился в исправном состоянии в течение времени  $t$ .

Учитывая изложенное, вероятность безотказной работы насосной станции будет

$$P_c(t) = P_A(t) + P_B(t) + P_B(t), \quad (4)$$

или

$$P_B(t) = P_B(t), \quad (5)$$

$$P_c(t) = P_A(t) + 2 P_B(t), \quad (6)$$

$P_A(t)$  — вероятность того, что за время  $t$  ни один насос не откажет, поэтому

$$aP_B(t) = \int_0^t a_1(\tau)P_2(\tau)P_2(t-\tau)d\tau \quad (7)$$

где  $a_1(\tau)d\tau$  — вероятность выхода из строя первого насосного блока в течение малого промежутка  $d\tau$

$a_1(\tau) = \lambda e^{-\lambda\tau}$  — частота отказов первого насосного блока в момент  $\tau$

$P_2(\tau)$  — вероятность безотказной работы второго насосного блока в течение времени  $\tau$ ;  $P_2(t-\tau) = e^{-\lambda(t-\tau)}$ ;

$P_i(t-\tau)$  — безотказная работа второго насосного блока за промежуток времени от  $\tau$  до  $t$ ;  $P_2(t-\tau) = e^{-\lambda_1(t-\tau)}$

Внося соответствующие значения в выражение  $P_B(t)$ , после интегрирования получим

$$P_B(t) = \int_0^t \lambda e^{-\lambda\tau} e^{-\lambda\tau} e^{-\lambda_1(t-\tau)} dt = \frac{\lambda}{\lambda_1 - 2\lambda} (e^{-t(2\lambda-\lambda_1)} - 1) e^{-\lambda_1 t} \quad (8)$$

Вероятность безотказной работы резервированной насосной станции

$$\begin{aligned} P_C(t) &= P_A(t) + 2P_B(t) = e^{-2\lambda t} + \frac{2\lambda}{\lambda_1 - 2\lambda} [e^{-t(2\lambda-\lambda_1)} - 1] e^{-\lambda_1 t} = \\ &= \frac{\lambda_1}{\lambda_1 - 2\lambda} e^{-2\lambda_1 t} - \frac{2\lambda}{\lambda_1 - 2\lambda} e^{-\lambda_1 t} \end{aligned} \quad (9)$$

Внося соответствующие значения, будем иметь

$$P_C(t) = \frac{1 \cdot 10^{-4}}{1 \cdot 10^{-4} - 2 \cdot 0,2 \cdot 10^{-4}} e^{-2 \cdot 0,2 \cdot 10^{-4} \cdot 2 \cdot 10^3} - \frac{2 \cdot 0,2 \cdot 10^{-4}}{1 \cdot 10^{-4} - 2 \cdot 0,2 \cdot 10^{-4}} e^{-1 \cdot 10^{-4} \cdot 2 \cdot 10^3} = 0,9927$$

Средняя наработка до первого отказа определяется из зависимости

$$T_{cp.o} = \int_0^{\infty} P_C(t) dt = \int_0^{\infty} \left( \frac{\lambda_1}{\lambda_1 - 2\lambda} e^{-2\lambda t} - \frac{2\lambda}{\lambda_1 - 2\lambda} e^{-\lambda_1 t} \right) dt = \frac{1}{2\lambda} + \frac{1}{\lambda_1} \quad (10)$$

$$T_{cp.o} = \frac{1}{2 \cdot 0,2 \cdot 10^{-4}} + \frac{1}{1 \cdot 10^{-4}} = 35000 \text{ ч}$$

**Пример 2.** Насосная станция имеет  $k = 6$  рабочих насосов типа 12НДС и один резервный к ним, находящийся в облегченном режиме с коэффициентом нагрузки  $\nu = 0,2$ , интенсивность отказов работающего насоса  $\lambda = 0,5 \cdot 10^{-4}$ . Требуется установить среднее время работы до отказа насосной станции.

Для установления среднего времени работы до отказа используем зависимость

$$T = \frac{1}{\lambda} \frac{2k+1}{k(k+\nu)} = \frac{1}{0,5 \cdot 10^{-4}} \cdot \frac{2 \cdot 6 + 0,2}{6(6 + 0,2)} = 6559 \text{ ч} \quad (11)$$

Задача эксплуатационной службы состоит в выработке и осуществлении при эксплуатации мер, обеспечивающих сохранение проектом предусмотренных параметров. Ее успешно можно решить, если своевременно будет предупрежден преждевременный износ, разрушение объектов, сооружений и их составляющих элементов и обеспечены в них оптимальные условия эксплуатации. Эксплуатационная служба должна иметь четкое представление об интенсивности отказов, износе элементов под воздействием различных внешних и внутренних факторов.

Своевременное предупреждение повреждений (износ, разрушение и т. д.) требует знания причин и признаков этих повреждений. Обоснованный выбор способов прогноза причин и признаков для различных объектов техники в настоящее время осуществляется приемами современной технической диагностики. Непрерывный рост сложности НС и ее обслуживания требует четко налаженной системы управления.

Диагностика повреждений даст возможность выявить малонадежные разрушающиеся части и элементы НС, определить границы и объем повреждений и тем самым наметить пути управления качеством и надежностью канала. Применение этих приемов позволит отказаться от применяемых субъективных малоэффективных методов планирования ремонтных и профилактических работ и внедрить научно обоснованные методы их планирования, основанные на использовании современных статистических методов.

На устойчивость НС влияют следующие основные факторы: водность потоков; гидротехнические сооружения, возведенные для нормального функционирования; физико-механические свойства грунтов, слагающих русло (крупность, количество илистых частиц, неоднородность, сцепление); геологические условия; количество наносов (взвешенных и донных, поступающих при водозаборе) и регулирование режима наносов в канале; зарастаемость канала; ветровые и судовые волны и волны перемещения (для машинных каналов при внезапной остановке насосных агрегатов); расположение

русла аванкамер в плане (прямолинейные или криволинейные участки) и неоднородность грунтов по трассе канала; уровень грунтовых вод, степень фильтрации или инфильтрации и противофильтрационные мероприятия; эрозия дамб и берегов (оползание откосов под действием ливневых или талых вод); степень врезки канала и устойчивость берегов (в зависимости от их высоты и степени увлажнения); просадка дамб и дна канала на насыпных участках; выпучивание грунта на низовых откосах при выклинивании фильтрационных вод; способ производства работ (в первые годы эксплуатации, при уширениях и очистке); опорожнение и наполнение каналов (продолжительность сработки и пуска воды).

Опыт эксплуатации показывает, что техническое состояние таких узлов, как бесплотинный водозабор из Амударьи, различные сбросы, сооружения на пересечении канала с оврагами и реками, перегораживающими сооружениями, сооружением на водохранилище, ливнепропускные и сопрягающие сооружения и т. д., в значительной степени влияют на изменение общего технического состояния и работоспособности всего комплекса. На изменение технического состояния канала существенно влияют также фильтрационные потери воды из него.

В объектах, возведенных для нормального функционирования канала, имеются многочисленные металлические конструкции. Со временем различные детали и узлы этих конструкций постепенно или внезапно теряют свою работоспособность. При правильной эксплуатации можно сохранить работоспособность объектов в течение всего заданного промежутка времени, и процессы изнашивания в результате разрушения, старения будут носить нормальный характер.

Анализ работы металлических конструкции трубопроводов различного назначения показывает, что существует ряд факторов, оказывающих разрушающее воздействие на их детали и узлы. Интенсивные процессы разрушений в большинстве случаев обусловлены коррозией, эрозионными гидроабразивными и механическими изнашиваниями, повторными и знакопеременными напряжениями, образованием трещин и усталостью материала, изменением температуры, радиацией.

При эксплуатации НС может быть случай, когда общее состояние НС удовлетворительное, а отдельные элементы его работают плохо. В этом случае необходима углубленная поэлементная диагностика технического состояния НС.

В ближайшее время наряду с модификацией средств, используемых в смежных областях техники, необходимо приступить к конструированию специального серийного диагностического оборудования, аппаратурных средств диагноза, обеспечивающих нужное качество контроля характерных параметров. Эта аппаратура должна обеспечить надлежащую точность измерений и автоматическое документирование данных. При таком способе диагностики будет сведено к минимуму влияние субъективных факторов и упрощена обработка данных измерений.

Создание единой системы контроля, охватывающего все параметры НС — сложная техническая задача. На начальном этапе технического диагностирования можно создать специальную систему и устройства, охватывающие несколько параметров. Установление причин состояния НС в зависимости от состояния его элементов требует экспериментальных исследований, а также разработки диагностических тестов и оптимальных программ диагностики.

При создании системы необходимо тщательно анализировать ее достоинства и недостатки.

Для систематизации и анализа материалов можно применить используемую в различных областях техники информационно-поисковую систему.

Для оценки эффективности систем диагностирования в качестве обобщенного критерия эффективности можно использовать абсолютные или относительные приращения эксплуатационной надежности объекта, достигаемые при диагностировании:

$$\Delta E(t) = K_{огд}(e) - K_{ог}(e) \quad (12)$$

$$\Delta E'(t) = \frac{K_{огд}(t) - K_{ог}(t)}{K_{огди}(t) - K_{ог}(t)} \quad (13)$$

где  $K_{ог}(t)$ ,  $K_{огд}(t)$  и  $K_{огди}(t)$  — соответственно коэффициент оперативной готовности объекта без диагностики, с диагностированием реальными средствами диагностики, диагностированием идеальными средствами диагностики.

Повышение надежности каскада в период реновации достигается рядом конструктивных улучшений “лимитирующих элементов” НС: реконструкции аванкамеры, СУС, сифонного водовыпуска, запуске ПЭВМ, планируемой на КМК в качестве информационно-советующей системы.

Для повышения КПД каскада необходимо обосновать оптимизацию режимов в течение 2002-2003 гг. в увязке с параметрами оборудования, намеченного к замене.

Одновременно с техническим перевооружением и восстановлением работоспособности насосных станций каскада КМК необходимо срочно решить вопросы улучшения гидравлического режима в их аванкамерах и СУС, внедрения новых устройств для изменения структуры потока в водоподводящих сооружениях и водовыпусках (табл. 1).

**Таблица 1**

**Ведомость мероприятий**

№№	Наименование мероприятий	Ориентировочная стоимость, тыс. \$		Примечание
		Общая	на 2003 г.	
1.	Создание правовой базы, обеспечивающей производственную деятельность, в т.ч. реконструкцию НС и строительства водозаборных сооружений на территории Туркменистана. Упорядочение землепользования по трассе головной части КМК со стороны Туркменистана. На правительственном уровне решить вопрос упрощенно визового пересечения границы с Туркменистаном людьми и грузами УЭКМК.			
2.	В ближайшие годы обновить парк земснарядов, работающих на водозаборе из Амударьи и начальном участке подводящего канала НС-1, 7 шт. подлежат немедленной замене.	ежегодное финансирование творческих коллективов и привлеченных	350	далее ежегодно по 350 тыс.

№№	Наименование мероприятий	Ориентировочная стоимость, тыс. \$		Примечание
		Общая	на 2003 г.	
	Создание творческого коллектива инженеров по приспособлению серийных земснарядов к специфическим условиям работы на КМК	организаций		
3.	Обеспечение наряду с оперативной (ежегодной) очисткой, разработки отложений наносов прошлых лет и восстановление пропускной способности русла канала и нормального состояния подходов к его голове		16500	с учетом разборки накопленных в русле отложений наносов
4.	Реализация предложений по улучшению гидравлических условий водозабора, головного отстойника, строительство дренажной системы вдоль канала (разгрузка облицовки), строительство комбинированного сооружения на водозаборе. Реконструкция моста ПК 64	от 2000 до 6000		стоимость строительства определится принятой конструкцией сооружений
5.	1 этап – техническое перевооружение НС-1. Произвести очистку от наносов подводящего канала НС-1. Увеличить объемы и темпы строительства руслорегулирующих и комбинированных сооружений на р.Амударье в створе водозабора	494	450	
6.	Строительство ВЛ-10 от подстанции при НС-1	134	104	
7.	Техническое перевооружение НС 2...6	ежегодные мероприятия	500	
8.	Поэтапный капитальный ремонт корпусов насосов и облицовок всасывающих труб	3443	580	
9.	Ревизия обменного фонда запасных узлов оборудования, восстановление пригодных для дальнейшей эксплуатации, приобретение недостающих на заводах-изготовителях	ежегодные мероприятия	1170	в дальнейшем по 1000 тыс.
10.	Поэтапная замена основного и вспомогательного технологического оборудования. Произвести поэтапную замену изношенных, исчерпавших срок службы насосных агрегатов ОП-260 новыми. При этом для НС-1 разработать насосные агрегаты с улуч-	55677	9280	научно-исследовательские, опытно-конструкторские работы по НА

№№	Наименование мероприятий	Ориентировочная стоимость, тыс. \$		Примечание
		Общая	на 2003 г.	
	<p>шенными кавитационными качествами. До этого для поддержания работоспособности существующих насосных агрегатов произвести:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• восстановить работоспособность регулируемых насосов по обоснованному расчету,</li> <li>• замену машинных возбуждателей двигателей на тиристорные,</li> <li>• капитальный ремонт обмоток статоров и полюсов роторов,</li> <li>• замену втулок, подпятников, а также масло- и воздухоохладителей,</li> <li>• восстановление теплоконтроля узлов двигателей,</li> <li>• разработку технологии и восстановление лопастей выправляющих аппаратов и посадочных мест верхних подшипников насосов,</li> <li>• замену корпуса подшипников насосов</li> </ul>			
11.	Реконструкция и восстановление аванкамер, всасывающих труб, сороудерживающих сооружений (СУС)	2978	550	строительство запани и затона
12.	Капитальный ремонт с частичной заменой механического оборудования водоприемника, водовыпуска и сброса, а также грузоподъемного оборудования НС (монтаж мостовых кранов)	1779	296	
13.	Дефектоскопия и ремонт корпусов насосов, находящихся в бетоне, с нанесением внутреннего покрытия для надежной защиты от коррозионного и абразивного износа	9236	2310	
14.	<p>Капитальный ремонт зданий с проведением инъекционных работ в подземной части, кровли: произвести поставку 2 мостовых кранов и капитальный ремонт установленных кранов с подкрановыми путями.</p> <p>По основному оборудованию НС-7:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• выполнить капитальный ре-</li> </ul>	15060	2510	

№№	Наименование мероприятий	Ориентировочная стоимость, тыс. \$		Примечание
		Общая	на 2003 г.	
	<p>монт дисковых затворов с заменой уплотнений, а также системы гидроприводов,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>восстановить работоспособность направляющих аппаратов агрегатов 4...8</li> </ul>			
15.	Позапный капитальный ремонт с частичной заменой узлов напорных трубопроводов	14082	2347	
16.	Капитальный ремонт и реконструкция водовыпускных сооружений, аварийных водосборов, отстойников техводоснабжения	30031	5000	Реконструкция отстойников
17.	Строительство струенаправляющей системы на основе гидрогасителей в аванкамерах НС-1, 2	653	350	
18.	Ежегодное осушение и очистка от наносов акваторий перед СУС и водоприемником на НС 2...6	ежегодные мероприятия	620	В дальнейшем по 310 тыс. долл. в год до строительства системы гидрогасителей
19.	<p>Монтаж и отладка ИСС на НС-1, 4, 6.</p> <p>Заменить новыми:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>коммутационную аппаратуру на напряжения 10 кВ и 0,4 кВ,</li> <li>КИП и А, а также релейную аппаратуру в устройствах управления,</li> <li>аккумуляторные батареи,</li> <li>кабельные прокладки на участках с особо пониженным сопротивлением изоляции,</li> <li>создать современную информационно-советующую систему (ИСС) на основе микропроцессорной и компьютерной техники</li> </ul>	ежегодные мероприятия	450	
20.	Восстановление пропускной способности и сечения КМК между НС-1 и НС-2	2000	2000	
21.	Очистка от наносов заиленной части подводящего канала и недопущение впредь заиления канала, аванкамеры и всасывающих труб. Реконструкция и ввод в эксплуатацию старого подводящего русла	ежегодные мероприятия	90	В дальнейшем по 90 тыс. долл. ежегодно
22.	Капитальный ремонт с частичной	507	257	

№№	Наименование мероприятий	Ориентировочная стоимость, тыс. \$		Примечание
		Общая	на 2003 г.	
	заменой узлов дисковых и плоских затворов в здании водоприемника и на водовыпуске			
23.	Ревизия обменного фонда запасных узлов оборудования, восстановление пригодных для дальнейшей эксплуатации, приобретение недостающих на заводах-изготовителях	ежегодные мероприятия	290	В дальнейшем по 290 тыс. в год
24.	Восстановление направляющих аппаратов на входе в насосы	170	120	
25.	Восстановление технологической автоматизации и контроля	45	23	
26.	Ремонт здания станции (с заменой кровли)	3765	3015	
27.	Строительство перегораживающего сооружения в голове подводящего канала	900	450	
28.	Реконструкция отстойника техводоснабжения. Установить причины и разработать меры борьбы с обрастанием ракушками систем технического водоснабжения. Срочно произвести очистку от наносов всех отстойников технического водоснабжения и впредь производить ее регулярно, не допуская снижения качества осветления технической воды	160	120	
29.	Регулярно очищать от наносов подводящий канал НС-7 в начале под защитой временной перемычки, а в последующем выполнив строительство головного сооружения	190	190	
30.	Усиление напорного трубопровода в местах повышенной вибрации. Выполнить надежную антикоррозионную защиту внутренней и наружной поверхностей напорных трубопроводов для прекращения дальнейшего износа оболочки, а затем произвести поэтапную замену наиболее изношенных участков	20	15	
31.	Замена электродвигателей разменных агрегатов на напряжение 10 кВ	630	60	Опытно-конструкторские работы
32.	Разработка технологии очистки под водящего канала и ремонта напорного трубопровода, водо-	70	35	Проектно-конструкторские работы

№№	Наименование мероприятий	Ориентировочная стоимость, тыс. \$		Примечание
		Общая	на 2003 г.	
	выпуска в галерее			
33.	Антикоррозийное покрытие оборудования и трубопроводов	50	40	
34.	Произвести капитальный ремонт с заменой узлов гидромеханического оборудования, водовыпуска НС-7. Устройство дополнительного ремонтного шандорного ограждения на водовыпуске перед гасителем	250	20	Проект и приобретение оборудования
35.	Реконструкция дренажной насосной станции в нижнем бьефе плотины № 1 (ПК 75). Ремонтно-восстановительные работы по зданию и аванкамере	143	113	
36.	Ежегодные подводно-технические работы по осмотру сооружений комплекса Головной части КМК		887	
37.	Техническое перевооружение системы телемеханики с учетом ИСС	537	340	
38.	Внедрение системы автоматизации управления технологическим процессом. Разработать и реализовать мероприятия по восстановлению и повышению надежности систем телемеханики, диспетчерской связи в УЭКМК	660	340	
39.	Оснащение службы эксплуатации компьютерами и микропроцессорной техникой	800	550	
40.	Обеспечение надежности объектов внешнего электроснабжения. Через Кабинет Министров РУз обязать КашПЭС разработать и выполнить комплекс мероприятий, повышающих надежность внешнего электроснабжения НС 1...7			Обязать выполнить КашПЭС за счет собственных средств
41.	С целью поддержания работоспособности каскада: <ul style="list-style-type: none"> <li>• обеспечить ежегодное выделение средств на эксплуатацию в полном объеме защищенной УЭКМК потребности,</li> <li>• решить вопрос с конвертацией денежных средств в размерах, позволяющих своевременно выкупать заказан-</li> </ul>			

№№	Наименование мероприятий	Ориентировочная стоимость, тыс. \$		Примечание
		Общая	на 2003 г.	
	<p>ное оборудование, запасные части и материалы за заводах России и других государств СНГ, дальнего зарубежья и реализовать подписанные соглашения о деловом сотрудничестве с заводами “Уралгидромаш” и “Уралэлектротяжмаш” – изготовителями основного оборудования НС 1...7, а также фирмами ФРГ и Франции, участвующих в тендерах.</p> <p>Продолжить начатые в УЭКМК работы по:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• конструкции основного и вспомогательного оборудования, ориентированных на изготовление предприятиями Узбекистана,</li> <li>• внедрению мероприятий, улучшающий гидравлический режим в аванкамерах НС-1...7,</li> <li>• замене КСВ на сифонах НС-1...6 модернизированными с учетом установки ГУСВ,</li> <li>• совершенствованию технологии ремонта насосных агрегатов</li> </ul>			
42.	<p>Решить вопрос о повышении размеров заработной платы работникам эксплуатации насосных станций в системе Минсельводхоза РУз и на этой базе, а также посредством обучения повысить технический уровень эксплуатационных кадров УЭКМК</p>			
43.	<p>Обновить имеющиеся инструкции по эксплуатации основных элементов и узлов НС 1...7 с учетом происшедших изменений накопленного опыта за истекший период и результатов диагностических работ САНИИРИ в 2001-2002 гг.</p>			

## 5.2. РАЗРАБОТКА НОРМАТИВОВ ПОТРЕБНОСТИ В МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕСУРСАХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА РЕМОНТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАБОТ НА ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО ЗНАЧЕНИЯ

Беглов Ф.Ф., Давляканов Р.М., Ким В.И.

Надежное функционирование водохозяйственных объектов во многом зависит от своевременного и качественного выполнения ремонтно-эксплуатационных работ.

Для выполнения разнообразных по виду, объему, сложности и трудоемкости ремонтно-эксплуатационных работ требуется применение современных способов организации работ и технологий, высокопроизводительных специализированных средств производства работ, материально-технических и энергоресурсов, транспортных средств, метод подбора и потребное количество которых базируется на научно-обоснованных нормах.

Целью настоящей работы является разработка обоснованных норм потребности в машинах и механизмах, материально-технических и энергоресурсов для производства ремонтно-эксплуатационных работ на водохозяйственных объектах межгосударственного значения, а также методов оценки стоимости основных фондов и норм амортизационных отчислений по основным фондам, находящихся на балансе водохозяйственных объединений.

Планом работ предусмотрено составление методик разработки нормативов потребности в:

- машинах и механизмах;
- материально-технических ресурсах;
- электроэнергии для земснарядов;
- электроэнергии для насосных станций;
- горюче-смазочных материалах для мелиоративных и общестроительных машин;
- топливе для автомобильного транспорта;
- условном топливе для передвижных насосов (установок) с приводом от двигателя внутреннего сгорания;
- топливе на выработку электроэнергии электростанциями, работающими от двигателя внутреннего сгорания;
- для производства ремонтно-эксплуатационных работ на водохозяйственных объектах межгосударственного значения, а также методики оценки стоимости основных фондов и норм амортизационных отчислений по основным фондам, находящихся на балансе БВО.

По составленным и согласованным с БВО методикам запланирована разработка самих «Нормативов».

Анализ технической литературы и имеющейся нормативной документации показывает, что все разработанные до настоящего времени нормативы потребности в машинах и механизмах для выполнения ремонтно-эксплуатационных работ на оросительных системах были составлены с отнесением необходимого количества техники на 1000 га орошаемой площади или на 1 млн.рублей основных фондов.

Разработанные таким образом нормы широко использовались в операциях по установлению абсолютных значений потребности в машинах и механизмах для выпол-

нения ремонтно-эксплуатационных работ на оросительных системах в целом по республике.

Подобная укрупненность и усредненность норм потребности в технике сильно ограничивает, а порой делает невозможным практическое их использование на отдельных водохозяйственных объектах, особенно на объектах межгосударственного значения. Поэтому вопрос разработки метода относительно быстрого, несложного и оперативного подбора и установления необходимого количества техники для организаций и служб, на балансе которых находятся подобные объекты поднимались неоднократно.

Предлагаемая методика позволяет определить потребное количество техники для выполнения конкретного вида ремонтных работ на единицу длины водохозяйственного объекта (имеются в виду каналы, дамбы, дороги и т.д.) или заданного числа гидротехнических сооружений (мосты дюкеры, акведуки, проезды и т.д.).

Зная такой нормативный показатель на единицу физического измерения в штуках, нетрудно, имея общее количество объектов или их протяженность, установить потребное число машин и механизмов конкретной марки.

Методики разработки нормативов потребности в электроэнергии и горюче-смазочных материалах для производства ремонтно-эксплуатационных работ на водохозяйственных объектах межгосударственного значения составлены в результате обработки, анализа и обобщения технической литературы и соответствующей нормативной документации по работе земснарядов, насосных станций, мелиоративных и общестроительных машин, автомобильного транспорта и т.д.

Нормы расхода электроэнергии на работу земснарядов для производства РЭР рассчитываются на 1 машино-час работы, для стационарных насосных станций – на 1000 м<sup>3</sup> воды.

Нормы расхода условного топлива для производства РЭР мелиоративными и общестроительными машинами определяются на выполненный объем работ в м<sup>3</sup>, т, м<sup>2</sup>; для автомобильного транспорта – на 100 км пробега; для передвижных насосов – на 1000 м<sup>3</sup> воды и т.п.

Разработанные нормативы могут быть использованы для определения общего количества необходимой электроэнергии и горюче-смазочных материалов для производства РЭР на всех водохозяйственных объектах межгосударственного значения, находящихся на балансе эксплуатирующей организации.

При составлении методики разработки нормативов потребности в материально-технических ресурсах проанализирована техническая литература, опыт работы в этой области САНИИРИ и других институтов за последние двадцать лет и при составлении настоящей методики учтены положительные и отрицательные моменты исследуемых источников.

Разрабатываемые по рекомендуемой нами методике производственные нормы расхода материалов устанавливаются в натурном выражении на один ремонт единицы рекомендуемого сооружения, конкретного типа и размера, и является основой при определении необходимой потребности материалов для ремонтно-эксплуатационных нужд на стадии подготовки к ним и организации производственно-технической комплектации на запланированных водохозяйственных объектах.

Разрабатываемые по настоящей методике «Нормативы» потребности в материально-технических ресурсах для выполнения ремонтно-эксплуатационных работ в окончательном виде предоставляются в табличном виде по приведенным в методике формам.

При разработке Методики оценки стоимости основных фондов (в современных условиях) использованы литература и опыт ранее проведенных работ по переоценке основных фондов:

- а) по классификации действующей в системе водного хозяйства;
- б) упрощенная – по пяти группам основных фондов народного хозяйства, в зависимости от их износа, с использованием коэффициентов пересчета.

Предложены три способа определения восстановительной стоимости основных фондов:

- а) прямым счетом;
- б) по укрупненной стоимости;
- с) упрощенно-индексным методом.

Наиболее точно восстановительную стоимость основных фондов можно установить прямым счетом, что в свою очередь потребует соответствующих затрат на эти цели.

Основные фонды Бассейновых водохозяйственных объединений функционируют продолжительное время. Оценка восстановительной их стоимости является одной стороной проблемы, другая – это определение степени износа основных фондов. Последнее необходимо для принятия практических решений по воспроизводству основных фондов. Поэтому степень износа основных фондов рекомендуется устанавливать как путем обследования фактического технического состояния объекта или его основных конструктивных элементов, так и по нормативным и фактическим срокам службы.

Переоценка и определение износа основных фондов БВО предлагается вести в табличной форме, данной в приложении к методике.

Непременным условием надлежащего функционирования межгосударственных водохозяйственных объектов, находящихся на балансе БВО является воспроизводство основных фондов. Механизм воспроизводства за счет амортизации здесь не задействован.

Поэтому предлагается ввести ежегодное плановое начисление амортизации на основные фонды БВО и методика определения амортизации. Упрощенное начисление амортизации на водохозяйственные основные фонды БВО с разными сроками службы в размере 5 % от их балансовой стоимости в данном случае является неприемлемым.

Для практического решения вопроса воспроизводства основных фондов, с использованием единых норм амортизационных отчислений на полное восстановление основных фондов, введенных в 1990 г. и временного положения о проведении планово-предупредительного ремонта водохозяйственных систем и сооружений, рекомендуются нормы амортизации по группам основных фондов БВО, классифицируемым по системе водного хозяйства.

Амортизационные начисления, предназначенные на воспроизводство основных фондов БВО, не должны изыматься на другие цели.

В приложении к методике даны рекомендуемые нормы амортизации по основным фондам БВО.

Поскольку основные фонды БВО функционируют продолжительное время и значительно изношены, нами предложены коэффициенты увеличения ежегодных норм амортизации, в зависимости от степени износа основных фондов, позволяющие обеспечивать воспроизводство основных фондов.

## ИССЛЕДОВАНИЯ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ПО ДРУГИМ ИСТОЧНИКАМ ФИНАНСИРОВАНИЯ

### АДАПТАЦИЯ БАЗЫ ДАННЫХ АИС «МЕЛИОРАЦИЯ» К СОВРЕМЕННЫМ СИСТЕМАМ УПРАВЛЕНИЯ

Жерельева С.Г., Дегтярев Д.С., Рощенко Е.М.

Цель работы - перевод Базы данных «АИС Мелиорация» в современную систему управления базами данных - Access. Обучение специалистов водного хозяйства республики Узбекистан СУБД Access.

В рамках данной темы будут продемонстрированы возможности ГИС (географическая информационная система), подготовлена на примере одной области карта (административные границы, ирригационная сеть, мелиоративное состояние земель).

- Проведены тренинги в НИЦ МКВК по обучению специалистов и операторов Джизакской, Самаркандской, Хорезмской, Сурхандарьинской и Каракалпакской ОГМЭ работе с базой данных «АИС Мелиорация» в системе Access. Решены все интересующие специалистов ОГМЭ вопросы. Учтены замечания представленные сотрудниками ОГМЭ.
- Собраны перечни районов и хозяйств по всем областям Узбекистана. Проведено кодирование объектов, используемых в данной базе (область, район, хозяйство, скважина) в соответствии с принятой системой кодирования объектов в национальной базе по водно-земельным ресурсам.
- Созданы входных форм в системе Access по разделу «Коллекторно-дренажная сеть»:
  1. Паспорт коллектора;
  2. Пикеты на коллекторах;
  3. Проектные данные гидравлических элементов;
  4. Срочные данные по очистке;
  5. Данные о подвешенной площади к коллектору;
  6. Паспорт мелиоративной насосной станции.
  7. Техническое состояние насосной станции;
  8. Срочные данные по качеству воды;
  9. Срочные данные по ремонту сооружений;
  10. Параметры установленных сооружений;
  11. Срочные данные о техническом состоянии;
  12. Техническое состояние по общим показателям;
  13. Фактическое выполнение ремонтных работ;
  14. Срочные данные по расходу.

Закончена кодировка хозяйств по всем областям. Проведена чистка данных по Кашкадарьинской области для раздела «Коллекторно-дренажная сеть».

Созданы входные формы по разделу «Солевое опробование почво-грунтов»:

1. Общие сведения по солевому опробованию;
2. Засоление почво-грунтов в точке отбора;

3. Распределение площадей по степени засоления;
4. Водно-солевой баланс.

Разработан ряд выходных форм по разделам «Режим подземных вод», «Вертикальный дренаж», «Коллекторно-дренажная сеть».

1-3 августа проведен тренинг в НИЦ МКВК со специалистом Джизакской области по ведению Базы Данных «АИС Мелиорация».

Подготовлены покрытия в ГИС (Ферганская долина, Узбекская часть) – Административное деление, гражданская инфраструктура, водная инфраструктура, месторождения подземных вод. На данном примере мы хотели показать, что можно воспользоваться любой предоставленной информацией и в увязке ГИС с Базой данных «АИС Мелиорация» получить нужные тематические карты позволяющие следить за мелиоративным состоянием земель.

Закончена разработка входных форм Базы данных «АИС Мелиорация»;

Продолжается разработка выходных форм к разделам «Коллекторно-дренажная сеть»;

Проведен тренинг в НИЦ МКВК со специалистами Ташкентской ОГМЭ (27 сентября) и Самаркандской ОГМЭ (1 ноября) по обучению работе с базой данных. Рассмотрены все интересующие представителей ОГМЭ вопросы.

Проведен семинар в г. Навои. На семинаре присутствовали представители Навоийской, Самаркандской и Бухарской ОГМЭ. Проведено обучение по работе с базой данных, рассмотрены все интересующие специалистов ОГМЭ вопросы по базе. Проведено краткое обучение работе в системе Access.

**Адрес редакции:**  
Республика Узбекистан,  
700187, г. Ташкент, Карасу-4, 11,  
НИЦ МКВК

[www.icwc-aral.uz](http://www.icwc-aral.uz)

Компьютерная верстка и дизайн  
***Беглов И.Ф.***

[info@icwc-aral.uz](mailto:info@icwc-aral.uz)

---

---

Подписано в печать

---

---

Отпечатано в НИЦ МКВК, г. Ташкент, Карасу-4, 11