



ЦЕНТРАЛЬНОАЗИАТСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
«ВОДНОЕ ПАРТНЕРСТВО ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ»

Алматы, 26-28 мая 2004 г.

**ГИДРОГРАФИЧЕСКИЙ БАСЕЙНОВЫЙ СИСТЕМНЫЙ  
ПРИНЦИП УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ,  
СТРУКТУРА БАСЕЙНА, СОЗДАНИЕ  
ИНФОРМАЦИОННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ  
ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

Х.К. Гаппаров, Ш.З. Кучкаров

Министерство сельского и водного хозяйства Республики Узбекистан /  
Главное управление водного хозяйства / Управление баланса водных ре-  
сурсов и совершенствования водосберегающих технологий

Существовавшая ранее практика перспективного управления водными ресурсами в Центральной Азии выработывала рамки и ограничения, а также рекомендации по объемам развития и объемам водораспределения без четкого анализа их реализации. При этом распределение воды осуществлялось на принципах административного деления территории. В результате происходили нарушения пропорций в водопользовании, которые одновременно вызвали отрицательные экологические последствия. Сейчас многие части бассейна Аральского моря имеют проблемы, связанные с эрозией и засолением почв, загрязнением водных источников, поднятием уровня грунтовых вод и частичной потерей природной флоры и фауны. Существующие сегодня проблемы истощения природных ресурсов не были предвидены предыдущими поколениями, но сейчас имеется более глубокое понимание взаимосвязей в природно-антропогенных комплексах. Широко признано, что ни одна часть гидрографического бассейна не может управляться изолированно, и что проблемы управления природными ресурсами часто слишком широкомасштабны и комплексны, чтобы решаться только одним каким-либо административным или ведомственным органом.

В настоящее время развитыми странами накоплен достаточно большой опыт в бассейновом (гидрографическом) управлении водными ресурсами, то есть принятие во внимание площади всего водосбора бассейна. Вода необходима для питьевого водоснабжения, здравоохранения, ирригации, навигации, гидроэлектроэнергии, рекреации и экологических целей. Без ее использования новая экономика не будет развиваться, а старая будет деградировать. Сложности международных отношений, политические масштабы этих взаимодействий имеют особую важность. Растет интерес к экологической безопасности, предотвращающей конфликты из-за нехватки природных ресурсов, путем разработки решений, которые удовлетворяют нужды населения и защищают природные ресурсы.

Очевидно, что качественное управление должно базироваться на обширную и достоверную информацию. Информационные технологии значительно облегчают процесс принятия управленческих решений за счет увеличения доступности к информации и скорости ее анализа. С помощью имитационного и оптимизационного моделирования возможно анализировать множество различных вариантов управления водными ресурсами и различные сценарии водопотребления. Информационная система - это необходимая часть в управлении водными ресурсами на бассейновом уровне, так как с ее помощью можно анализировать текущие и перспективные водохозяйственные балансы любой гидрографической единицы. Сегодня накоплено огромное количество данных, но, тем не менее, практика управления водными ресурсами ощущает определенный информационный дефицит (как по достоверности, так и по оперативности получения данных). Работы по созданию информационных систем и баз данных для управления речными бассейнами, широко развернувшиеся в последние годы, направлены на совершенствование методов и средств сбора, хранения и обработки информации.

#### **Информационные системы и базы данных в гидрографическом управлении водными ресурсами**

Под информационной системой следует понимать взаимосвязанный комплекс следующих компонентов: база данных, математические модели (имитационные и оптимизационные) и технические средства. Каждый компонент несет в себе определенные функции:

- База данных - призвана обеспечить сбор, анализ качества данных (полнота, достоверность, точность) и их хранение, а также представление требуемой информации в удобном виде для практических пользователей;
- Модели - программные продукты, имитирующие поведение водохозяйствен-

ной системы в различных условиях, позволяющие предусмотреть позитивные и негативные последствия антропогенной деятельности. Математическая модель - формализованное (представленное в математических формулах) представление реального мира, с максимально возможным приближением к процессам происходящим в природе и жизнедеятельности людей. Модель, написанная на каком-либо языке программирования программа, позволяет обеспечить быстроту расчета требуемых параметров и величин для гидрографической системы. Кроме того, это инструмент, позволяющий анализировать различные варианты развития системы с поиском оптимального решения.

- Технические средства - компьютеры, программное обеспечение.

### **Базы данных**

При создании Баз данных необходимо ответить на ряд принципиальных вопросов:

1. Потребность в информации для решения задач управления водными ресурсами: какие данные или факты требуются на выходе из Информационной Системы?

2. Какие данные должны храниться в базе данных для предоставления требуемых выходных данных Информационной Системой?

3. Из каких источников получать необходимую информацию?

Как данные взаимосвязаны между собой: исходя из этого, разрабатывается проект модели данных (структура базы, структура таблиц): типы объектов, признаки, описание, жизненный цикл.

5. Анализ процесса потока данных, следствием чего будут технические характеристики функционирования. Например, интерфейс пользователя, протоколы защиты данных, разрешение на использование (доступ к базе), сбор данных, проверка правильности данных и т.д.

Важным элементом базы данных являются метаданные (metadata), которые описывают данные в базе данных. Метаданные нужны, в первую очередь, пользователю и системе управления базой данных. Часть метаданных описывает источник, природу и качество данных. В общем виде метаданные могут иметь следующую структуру:

1. Идентификация: создатель базы данных, организация с которой можно связаться, цель сбора данных, период времени, местонахождение / источник, название, тип носителя.

2. Качество данных: цель данных, точность, достоверность, источник, срок годности.

3. Тип данных: область, координаты / проекция, параметры.

4. Модель данных: описание структуры базы данных, диаграмма связей объектов.

5. Распространение: как, и на каких условиях можно получать данные, опубликованы ли они и под каким названием.

6. Справка о метаданных: кто разрабатывал и готовил словарь, дата последнего обновления.

В идеальном случае База данных должна соответствовать следующим требованиям:

1. Полноценность: здесь важно разработана ли база при участии и обсуждении будущего пользователя.

2. Простота: лишние опции только отвлекают или запутывают пользователя.

3. Последовательность: пользователь должен иметь возможность выполнять про-

стые опции простым способом, и желательно, должна быть совместимость с другим программным обеспечением или прикладными программами.

4. Гибкость: пользователи должны иметь возможность адаптировать базу (или им предоставляется уже адаптированная версия) под их пожелания или новые требования. Примером может служить создание макросов внутри базы.

5. Отвечать потребностям: программа управления базой должна давать пользователю возможность выполнять задачу удобным для него способом. Интерфейс, инструкции, а так же формат вывода (задача, графа, карта) должны соответствовать специальным требованиям пользователя.

6. Должна реагировать на действия пользователя: пользователь должен получать немедленную обратную связь от выполненной задачи (например, сообщение об ошибке или подтверждение выполнения операции). Программа управления базой должна показывать время ожидания и давать сигналы о его окончании. Должна запрашивать подтверждение в случае необходимости выполнения опасных операций, таких как удаление или переименование. Нужно учесть и возможность исправления ошибок (клавиша отмены).

7. Должна помогать пользователю при эксплуатации базы: программа управления базой должна быть снабжена инструкцией по использованию. Безусловным требованием является наличие встроенной функции «Справка».

8. База должна работать без ошибок. Условие идеальной ситуации, которое не всегда может быть достигнуто.

Огромным преимуществом реляционных (относительных) баз данных является простота при запросе необходимой пользователю информации без предварительно дополнительного программирования. Во всём мире для такого рода запросов применяется Стандартный Язык Запросов (SQL). Также, наряду с этим многие системы управления базами данных снабжены командным процессором, управляемым с помощью меню, для облегчения пользователям работы с системой.

Система управления базой данных должна выполнять большинство следующих задач:

- единственная идентификация строк в каждой таблице базы данных;
- хорошие рабочие качества, оптимизация запросов (при манипуляции с данными);
- контроль обработки запроса (транзакции); возврат и исполнение окончательных операций;
- проверка целостности во время и после обработки запроса;
- должна решать проблемы, связанные с одновременным использованием общих ресурсов (параллелизмом), при наличии нескольких пользователей;
- безопасность; допуск пользователей;
- восстановление данных в случае сбоев в работе компьютера.

Таким образом, вышеизложенным характеризуются следующие принципы:

1. База данных должна обеспечивать решения комплексных проблем, которые требуют объединения лиц принимающих решения на уровне управления из различных секторов экономики с количественной информацией о водных ресурсах в пределах гидрографического бассейна.

2. Компьютерная поддержка базы данных, чтобы отвечать на вопросы типа «а что если?» путем многократных запусков одной или более моделей, состыкованных с базой.

3. Использование усиленных пользовательских интерфейсов, для того чтобы с базой данных и сопряженными моделями мог работать пользователь любого уровня.

4. База данных должна иметь средства для вывода графической информации, использование Географической информационной системы для пространственного анализа и представления информации.

Безопасность хранения данных является очень важным аспектом любой информационной системы. Для разработки больших баз данных и сбора необходимой информации обычно требуются большие инвестиции средств и времени. Более того, информация, содержащаяся в базах данных, может носить стратегический или конфиденциальный характер. Так, если информационная система предназначена для ведомственного использования, система управления базой должна обладать инструментальными средствами защиты данных и ограничения доступа пользователей.

Многие стандартные программы управления базами способны определить следующие стандартные права доступа:

- Право на просмотр; пользователь обладает правом просматривать таблицы данных и составлять отчёты без права на изменение или обновление данных.

- Право на внесение изменений; пользователь обладает правом просматривать таблицы данных, составлять отчёты и обновлять имеющуюся информацию. История всех изменений сохраняется таким образом, что можно вернуться назад.

- Право расширять базу данных; пользователь обладает правом просматривать таблицы данных и добавлять новые записи, но ему не позволяется изменять существующие записи. История всех изменений сохраняется, так, что можно вернуться назад.

- Право редактировать; пользователь обладает правом просмотр и редактировать таблицы данных (включая записывание объектов) составлять отчёты, но ему не позволяется вносить изменения в структуру базы данных и форму отчётов.

- Администратор; все из перечисленных прав плюс полномочия на внесение изменений в структуру базы данных, и полномочия предоставлять возможности работы и ограничивать остальных пользователей.

Несмотря на все меры предосторожности, для безопасности данных необходимо принимать и дополнительные меры, такие как наличие точной копии и резервных копий. Данные меры предпринимаются для перезагрузки базы данных после поломки технических средств или внесения несанкционированных изменений.

Очень важна роль Администратора базы данных. Задачи Администратора базы данных (АБД) определяются в зависимости от различных уровней архитектуры базы данных:

- модель данных;
- пользователь;
- хранение данных, технические средства.

Самыми важными задачами АБД являются обслуживание модели данных и внесение в неё изменений. Добавление признаков в существующие таблицы, корректировка ограничений целостности данных или удаление объектов-типов (таблиц) являются типичными операциями, на выполнение которых имеет право АБД. Любой пользователь, имеющий намерение изменить или улучшить структуру базы данных должен предварительно запросить об этом АБД. для каждой версии структуры базы данных необходимо устанавливать метку (пример: номер версии), а так же сохранять резервные копии настоящих и прошлых версий.

АБД управляет хранимыми данными, проверяет наличие достаточного объёма свободной памяти и пространства на диске для работы. Следит за тем, чтобы пользователи не повреждали, не вмешивались в базу данных или операционную систему. АБД несёт ответственность за устранение сбоев и поломок. Он так же устанавливает новые версии про грамм для управления базой и самой базы данных. Важнейшей задачей АБД на этом уровне является подготовка резервных копий данных. В общем виде можно различить три вида резервных копий:

- копия всей системы;
- периодическое резервное копирование только данных;
- резервная копия версии всей системы.

Резервная копия системы - это копия всего компьютера, включая полностью всё программное обеспечение и системные файлы. Такие копии обычно готовятся Системным программистом, который обычно является администратором базы данных. Периодическое снятие резервных копий базы данных происходит ежедневно, еженедельно и ежемесячно. При снятии ежедневных резервных копий можно ограничиться копированием изменений, внесённых за день, если база данных довольно большая (последовательное снятие резервных копий). В то время, как еженедельное и ежемесячное снятие резервных копий включает в себя полное копирование. Снятие полных резервных копий потребует наличие достаточного объёма памяти для хранения информации (Zip-Drive, устройство последовательного доступа - стример), помня, что для последовательного создания резервных копий можно использовать и флоппи диски. АБД определяет график этой работы (возможно вместе с системным программистом).

Резервные копии версии полезны для обеспечения определённого статуса как информации в структуре базы данных, так и прикладных программ (пример: интерфейс пользователя и модели). Необходимо регулярно ежемесячно или ежеквартально снимать резервные копии прикладных программ, находящихся в стадии разработки (временные резервные копии). Эти копии также необходимо хранить в безопасном месте. Любой законченный продукт обязательно получает метку или номер версии, и, аналогично, хранится в безопасном месте.

Резервные копии «старых данных» или предыдущих версий структуры базы данных могут оказаться полезными в случае, когда потребуется произвести проверку результатов, полученных ранее, на основе этих «старых» данных.

В общем случае, исходя, из задач управления водными ресурсами, состав базы данных для гидрографических бассейнов должен включать в себя следующие блоки информации (как минимум):

### **1. Структура бассейна:**

- гидрография (речная сеть, оросительная и дренажная сеть, водохранилища и прочие водные объекты);
- административное и водохозяйственное деление территории бассейна;
- геоморфологическая характеристика бассейна;
- справочная информация обо всех водохозяйственных объектах.

### **2. Поверхностные воды:**

- многолетние характеристики речного стока;
- сведения о характерных расходах и уровнях воды;
- данные о качестве водных ресурсов;
- данные о регулировании стока водохранилищами.

### **3. Подземные воды:**

- эксплуатационные запасы;
- динамика уровней подземных вод;
- данные о качестве подземных вод.

### **4. Климат:**

- основные климатические показатели (по данным метеостанций).

### **5. Использование водных ресурсов:**

- каталоги водопользования;
- водохозяйственные балансы бассейна (ретроспективные);
- сведения о фактическом водопотреблении, водоотведении и качестве водных ресурсов.

### **6. Нормирование водопользования:**

- удельные нормы водопотребления и водоотведения в орошении, промышленности, водоснабжении населения;
- производственные мощности водоемких отраслей.

### **7. Земельные ресурсы:**

- типы и характеристики почв;
- основные показатели мелиоративного состояния земель (бонитет - показатель плодородия почв, степень засоления почв, уровни и минерализация грунтовых вод);
- структура посевов (в том числе, на орошаемых землях);

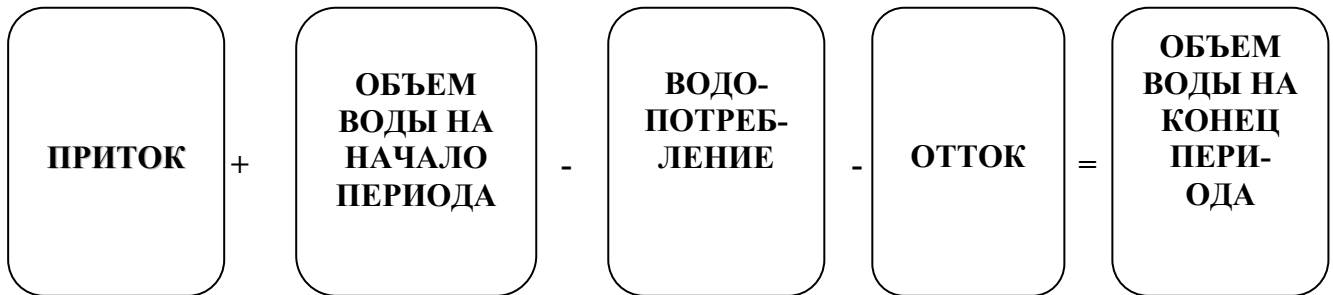
### **8. Экономика:**

- экономические характеристики для оценки продуктивности использования и охраны водных и земельных ресурсов.

### **9. Экология:**

- основные характеристики экологического состояния водных объектов.

Вышеописанная структура базы данных вполне может позволить решить главную задачу анализа состояния бассейна - проанализировать водохозяйственный баланс. Основное уравнение, которое используется для составления водохозяйственных балансов для бассейна или суб-бассейна, представляет собой модификацию следующего уравнения водного баланса:



Каждая часть этого уравнения водного баланса может подразделяться на необходимое количество компонентов и субкомпонентов. Каждый из этих компонентов может изучаться более или менее детально в зависимости от его влияния на водные ресурсы, от наличия данных, а также от назначения выполняющегося анализа. При составлении водохозяйственных балансов обычно используется такой период времени, как календарный, гидрологический (начало - 1 октября) или водохозяйственный (начало - 1 апреля) год. Использование компьютеров позволяет составлять ежемесячные, еженедельные и даже суточные балансы. Когда анализируется сезонный или более короткий период времени, уравнения водного баланса становятся более сложными. Для сезонных изменений необходимо включать такие компоненты, как потери по длине русла, русловое регулирование, испарение с поверхности водоема, потери при транспортировке воды, КПД системы (канала) и т.д.