

В.К. Тюгай

Информационная система для Южно-Ферганского магистрального канала

НИЦ МКВК

Работы по созданию и усовершенствованию информационной системы для каналов ведутся на протяжении всех фаз осуществления проекта «ИУВР-Фергана». В процессе осуществления 1-3 фаз проекта «ИУВР-Фергана» разработаны концепция управления водными ресурсами, критерии для оценки качества распределения воды, структура базы данных и т.п. [1, 2]. С учетом концепции управления водными ресурсами была создана компьютерная программа «WaterCalc», предназначенная для управления базой данных, составления плана водораспределения на магистральных каналах и анализа качества распределения воды. В процессе опытной эксплуатации программы на Южно-Ферганском магистральном канале (ЮФМК), Араван-Акбуринском канале и Ходжа-Бакирганском канале выявились недостатки программы, которые обусловили уменьшение эффективности ее использования при планировании водораспределения. Анализ программного обеспечения и результатов его опытной эксплуатации показал, что требуется существенное изменение программного обеспечения.

Реализация проекта «Автоматизация каналов Ферганской долины» является важным этапом на пути экономного и эффективного использования водных ресурсов, а также обуславливает новые возможности в оперативном управлении распределением воды на канале. Для практической реализации новых возможностей необходимо создать ряд новых компьютерных программ.

Целью настоящей работы являлось усовершенствование компьютерной программы для расчета сезонного плана распределения водных ресурсов на ЮФМК и создание новых программ для оперативного планирования и управления распределением воды.

Информационная система для канала состоит из базы данных, комплекса компьютерных программ для управления базой данных, выполнения моделирования водораспределения по каналу и расчета показателей водораспределения. Комплекс компьютерных программ Информационной системы для Южно-Ферганского Магистрального канала (ЮФМК) создан на основе программных средств MSAccess. Для управления программным комплексом разработаны панели управления.

Информационная система для ЮФМК разработана с учетом основных этапов в управления распределением воды на канале. Эти этапы отличаются решаемыми задачами, интервалами времени и характером исходной

информации для выполнения расчетов и набором информации, которые используются для принятия решения.

При проектировании программного обеспечения за наибольший интервал времени принят водохозяйственный год, который состоит из периодов вегетации и осенне-зимнего и ранневесеннего (далее «межвегетация»). Каждый из этих периодов разбивается на интервалы времени равные одной декаде. В пределах каждой декады возникают задачи оперативного управления водораспределением.

В соответствии с этапами в управлении распределением воды на канале осуществляется

- годовое планирование;
- оперативное планирование;
- оперативное управление.

Годовое планирование соответственно выполняется на сезоны вегетации и межвегетации.

При разработке моделей водораспределения предполагалось, что технические характеристики элементов системы сохраняют свои значения на всем периоде управления.

Информационная система для ЮФМК состоит из

- Базы данных;
- Компьютерных программ:
 - сезонного планирования и корректировки сезонного плана с учетом установленного лимита на воду;
 - оперативного (декадного) планирования;
 - оперативного управления;
 - учета объема воды в чаше Каркидонского водохранилища;
 - Справочников для ввода, корректировки и выборки данных оросительной сети, режима орошения сельхозкультур с учетом гидромодульного районирования земель (ординат гидромодульного районирования сельхозкультур);
 - Блока показателей водораспределения, предназначенного для вывода данных в требуемых форматах из Базы данных;
 - Блока оперативного обмена информации между диспетчерскими пунктами ЮФМК.

Результаты обследования предметной области показали, что большинство потенциальных пользователей компьютерными программами не имеют опыта работы с компьютерами и программным обеспечением. В связи с этим, при создании Информационной системы была поставлена цель максимального

упрощения панели управления компьютерными программами при сохранении качества и точности алгоритмов расчета. Созданные панели управления должны быть такими, чтобы Пользователь мог работать с программами, не зная о структуре Базы данных и среде разработки программы, а также получал от программы информацию о последовательности операций и процессе их выполнения.

При запуске программного комплекса на экране монитора открывается Главная панель управления программой (рис. 1), из которой можно вызвать программы, входящие в состав информационной системы ЮФМК.

В меню Главной панели управления «Справочники» расположены на последнем месте. Между тем, именно через справочники формируется состав информационных объектов, их характеристики и структура оросительной сети. От этих данных зависят результаты моделирования распределения воды. Расположение Справочников в меню Главной панели управления связано с тем, что назначение Справочников - управление данными, которые изменяются не часто, и, соответственно, Пользователь будет обращаться к этому блоку редко.

Панель управления Справочниками содержит следующие разделы: Оросительная сеть, Контур орошения; Сельхозкультуры; Ординаты гидромодульного районирования сельхозкультур (рис. 2). Раздел Оросительная сеть состоит из следующих подразделов: Источники воды; Каналы; Балансовые участки; Отводы; Гидропосты (рис. 3). Остальные разделы Справочников не имеют подразделов. Панели управления Справочниками разработаны таким образом, чтобы Пользователь мог легко не только откорректировать характеристики, но зарегистрировать новые информационные объекты. При регистрации нового информационного объекта программа на основании данных, введенных Пользователем, сама установит необходимые связи нового объекта с другими объектами ирригационной сети, которые будут учтены при моделировании водораспределения и расчете показателей.

Результаты тренингов и опытной эксплуатации Информационной системы на ЮФМК показывают, что работа со Справочниками не вызывает затруднений у Пользователей.

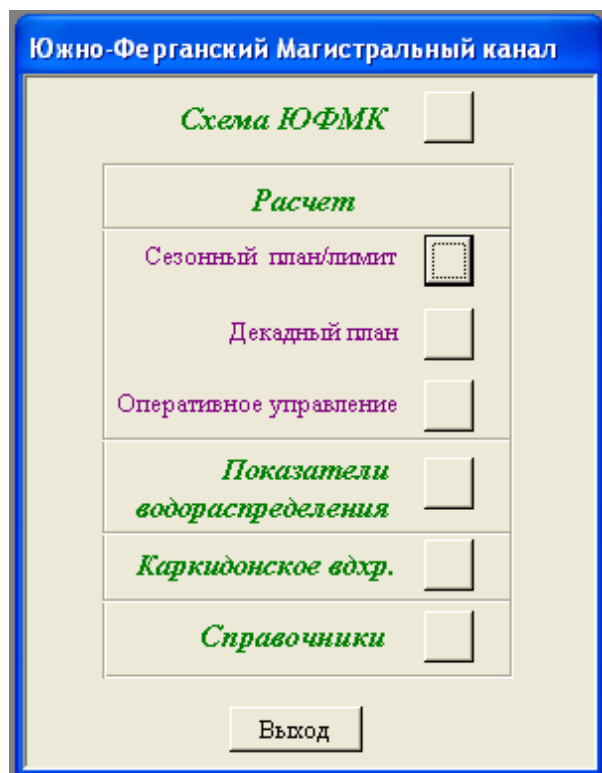


Рис. 1. Вид главной панели управления информационной системы для ЮФМК

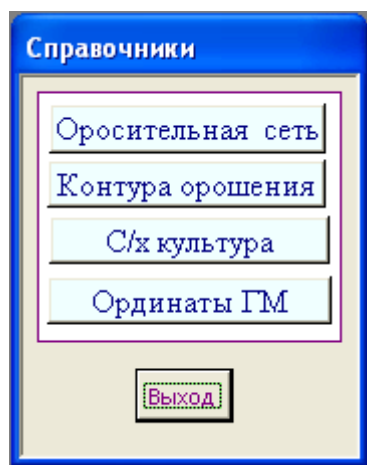


Рис. 2. Вид панели управления справочниками ИС ЮФМК

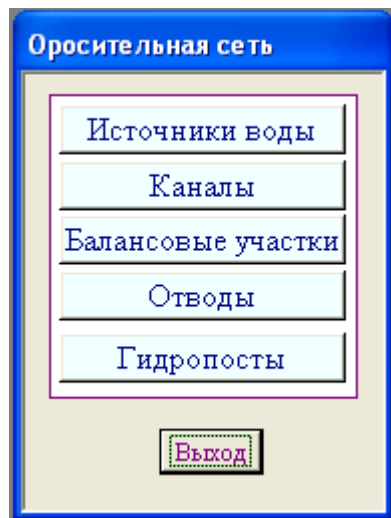


Рис.3. Вид панели управления объектами оросительной сети

При подготовке данных для расчета планов или данных для оперативного управления необходимо следовать определенной последовательности основных операций. Нарушение последовательности операций может обусловить неправильный результат расчета плана или сбой программы. В связи с этим, при разработке программ планируемая последовательность основных операций «вшита» в саму программу, т.е. программа как бы ведет Пользователя по пути подготовки данных и расчета плана. Это позволит существенно уменьшить вероятность совершения ошибки Пользователем при вводе исходных данных и сбоя программы. В распоряжение Пользователя предоставляется не просто набор автоматизированных операций, а целостная система детерминированных по последовательности программных модулей, которая является *активной* и подсказывает Пользователю «сделай так» и сообщает при необходимости «забыл сделать такую-то операцию» или «завершил такую-то операцию». В качестве примера рассмотрим процесс расчета сезонного плана.

При расчете сезонного плана все выполняемые операции можно объединить в следующие группы:

- ввод гидрологического года и сезона (вегетация, межвегетация);
- формирование списка сельхозкультур, планируемых к посадке;
- распределение орошаемых площадей под сельхозкультуры;
- ввод ординат гидромодульного районирования сельхозкультур (данные из Базы данных);
- ввод данных по плановым затратам воды на промышленно-технические нужды;

- ввод данных по плановым транзитам и сбросам (если эти данные имеются);
- расчет сезонного плана;
- анализ результатов расчетов.

При разработке программного обеспечения моделирования сезонного плана водораспределения созданы ряд панелей управления для выполнения Пользователем необходимых операций, входящих в определенную группу. При этом на панели управления группой операций Пользователь не найдет ни одной операции, которая входит в другую группу. Если последовательность операций в пределах группы важна, то эта последовательность детерминирована на программном уровне. При нарушении последовательности на экране монитора появится соответствующее сообщение. Программа также проследит, чтобы Пользователь обязательно сохранил введенные данные или выполненные корректировки. Переход к следующей группе операций Пользователь может выполнить нажатием кнопки «Далее». Последовательность перехода между группами операций также «вшита» в программу, поэтому Пользователь обязательно должен будет пройти все панели управления, чтобы дойти до панели расчета сезонного плана. Рассмотрим в качестве примера порядок расчета сезонного плана водораспределения по каналу.

При выборе на Главной панели управления раздела «Сезонного плана/лимит» на экране монитора высветится Панель управления компьютерной программой моделирования сезонного плана и корректировки сезонного плана на основании установленного лимита (рис. 4). При нажатии на кнопку «Расчет сезонного плана» откроется форма, на которой необходимо ввести гидрологический год и сезон. Ввод года в окно формы – операция простая, но возможны опiski, которые нарушат целостность данных Базы данных и обусловят неправильный расчет плана водораспределения. В связи с этим, программа проверит формат введенного числа и при ошибке сообщит Пользователю о необходимости правильного ввода гидрологического года.

При нажатии кнопки «Далее» откроется форма, которая поможет Пользователю составить или откорректировать список сельхозкультур, которые планируются посеять (рис. 5). Если в Базе данных не будет требуемой культуры, то из панели управления списком сельхозкультур можно вызвать Справочник сельхозкультур и зарегистрировать необходимую культуру в Базе данных, а затем вернуться к работе со списком. После составления списка культур и его сохранения, нажав на кнопку «Далее», Пользователь откроет форму, с помощью которой можно легко ввести данные по структуре посевов (рис. 6). После ввода информации по структуре посевов для всех контуров орошения при нажатии кнопки «Далее» откроется форма с ординатами гидромодульного районирования сельхозкультур. Если в Справочнике ГМР имеются данные для всех сельхозкультур и не требуется вносить какие-либо корректировки, то нажатием кнопки «Далее» перейдем к форме для ввода плановых затрат воды на промышленно-технические нужды (рис.7).

Южно-Ферганский Магистральный канал

Расчет сезонного плана и распределение сезонного лимита

<i>Расчет</i>	<i>Экспорт данных в МДП</i>
Расчет сезонного плана ☐	Подготовка сезонного плана/лимита для ЦДП ☐
Расчет сезонного лимита ☐	Подготовка сезонного плана/лимита для МДП ☐
	Информация по передаче данных в МДП ☐
<i>Результаты расчетов</i>	<i>Импорт данных из МДП</i>
Сезонный план/лимит ☐	Прием данных из МДП ☐

Рис. 4. Вид Панели управления компьютерной программой расчета сезонного плана и распределения сезонного лимита на воду

Выбор с/х культуры для посева

Гидрологический год: Сезон:

Предварительная подготовка списка

Показать список культур гидрологического года:

Принять список культур за основу планируемого года:

Добавление культур в список

Культура:

Посев в: ☒

Посев: ☒ Первый ☐ Повторный

Справка: с/х культур

Перечень выбранных культур

Культура	Вегетацио	Многивегетацио	Первый посев	Повтор. посев	Гидролог. год
Виноград	+		+		2010
Прочие	+			+	2010
Многолетние культуры	+			+	2010
Сады и виноградники	+		+		2010
Сенокосы и бабача	+		+		2010
Зерновые	+		+		2010
Хлопчатник	+		+		2010
Льняники	+		+		2010
Повторные	+			+	2010
Итого	+		+	+	2010

Сохранение списка культур:

Рис. 5. Вид формы для формирования и корректировки списка культур для посева

Структура посева

Гидрометеорологический год: 2010
Сезон: Весенний

Балансовый участок: Халма
Количество контуров орошения: 24

Наименование контура орошения:

- Балар (Контур)
- Б.3 (Контур)
- Б.4 (Контур)
- Б.5 (Контур)
- Б.6 (Контур)
- Б.7 (Контур)
- Б.8 (Контур)
- Б.9 (Контур)
- Б.10 (Контур)
- Б.11 (Контур)
- Б.12 (Контур)
- Б.13 (Контур)
- Б.14 (Контур)
- Б.15 (Контур)
- Б.16 (Контур)
- Б.17 (Контур)
- Б.18 (Контур)
- Б.19 (Контур)
- Б.20 (Контур)
- Б.21 (Контур)
- Б.22 (Контур)
- Б.23 (Контур)
- Б.24 (Контур)

Количество контуров орошения в проектной сети: 250

Данные по структуре посева выбранного гидромодуля

Структура посева

Планируемый гидрометеорологический год: 2010
Сезон: Весенний

Балансовый участок: Халма
Контур орошения: Тинчлик нт (Контур)

Гидромодуль: 7
Добавление культуры в список: (Все)

Культура	Гидромодуль	Площадь, га	Ордината ГМР
Зерновые	7	26 000	1
Кукуруза	7	3 000	1
Лен	7	10 000	1
Мелкозерные	7	3 000	1
Овощи и бахчи	7	5 000	1
Пшеница	7	5 000	1
Прочие	7	15 000	1
Сады и виноградники	7	15 000	1

Итого: 82 000 га

Сохранить

Выход

Примечание: Ордината ГМР=1, если будут использованы базовые "Новые" ординаты гидромодулей; Ордината ГМР=2, если будут использованы базовые "Старые" ординаты гидромодулей; Ордината ГМР=3, если будут использованы районные ординаты гидромодулей.

Рис. 6. Формы ввода данных по структуре посевов

Промышленно-технические нужды

Балансовый участок: Аралык
Количество орошений: 26

Гидрометеорологический год: 2010
Сезон: Весенний

Балансовый участок: Аралык
Количество орошений в проектной сети: 260

Наименование орошения	apr1	apr2	apr3	май1	май2	май3	июл1
Яны-от	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011
м/ст. Бр-11 (Ж.полон)	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Крупная	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019
К-2	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056
ГЭС - 1 (труба)	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
м/ст. Бр-12 (Ж.полон)	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
Орал	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
м/ст. Долгий	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
Сенгир-1	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
м/ст. Бр-8 (См.полон)	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
м/ст. Тегер (Бр-10)	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
Сенгир-2	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009
Султон	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Сенгир-3 (м/ст)	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
Нарын(Кусинбой)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
м/ст. Медик	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Б.Раджапов -1(Пан-м-1)	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011
м/ст. Шерматбулак(Ю-Ф-2)	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039
К-2а (Камов)	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
К-2а	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021
Каир м/ст. (234)	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009
Б.Раджапов -2(Пан-м-2)	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014
Хонья	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
Окшувек	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035
А.Кахор-2 м/ст							
А.Кахор-3 м/ст							

Риски формы

Рис.7. Вид формы для ввода данных по промышленно-техническим нуждам

Следующая группа операций – ввод в Базу данных информации по плановым транзитам и сбросам воды. На ЮФМК при составлении сезонного плана обычно нет данных по плановым транзитам и сбросам воды. Между тем этот этап предусмотрен на случай, когда может возникнуть необходимость осуществлять плановые транзиты и сбросы из канала.

После введения в Базу данных всех необходимых исходных данных откроется форма запуска компьютерной программы расчета сезонного плана. При расчете сезонного плана программа использует информацию о структуре и информационных объектах оросительной сети и их характеристики из Базы данных Информационной системы. После завершения расчета на экране мониторе появится сообщение о завершении расчета.

Детальное описание последовательности ввода исходных данных для расчета сезонного плана водораспределения по каналу приводится для того, чтобы продемонстрировать простоту использования программы для составления плана. От Пользователя не требуется специального знания по компьютерным программным обеспечениям и методу составления сезонного плана. Аналогичным образом созданы и другие программы, входящие в состав Информационной системы для ЮФМК.

В 2010 г. в рамках осуществления проекта «Автоматизации каналов Ферганской долины» на ЮФМК установлена Система Автоматизации и Диспетчеризации (САД). Цель проекта - внедрение частично автоматизированной системы регулирования и оперативного контроля за водораспределением для обеспечения потребителей водой в необходимом количестве и нужные сроки, создание системы мониторинга по каналу за головным водозабором, боковой приточностью, балансовыми гидропостами и водозаборными сооружениями [3].

В результате осуществления проекта по автоматизации канала

- установлено непрерывное, автоматическое измерение расходов воды на балансовых и контрольных гидропостах ЮФМК;
- все диспетчерские пункты ЮФМК снабжены компьютерами;
- установлена телекоммуникационная связь между диспетчерскими пунктами.

Оперативные данные по фактическому расходу воды по балансовым и контрольным гидропостам позволяют наладить экспресс-анализ распределения воды и при необходимости выполнить корректировку задания по водоподаче в каналы и отводы, а также установить обмен информацией между диспетчерскими пунктами ЮФМК.

САД осуществляет измерения расходов воды на балансовых и контрольных гидропостах с периодом 10 мин, и результаты измерений хранит в своем архиве. Для эффективного использования результатов автоизмерений в оперативном управлении водораспределением по каналу необходимы компьютерные программы, которые будут

- вычитывать из архива данные автоизмерений;
- выполнять обработку данных, например, расчеты среднечасовых, среднесуточных, среднедекадных величин фактического расхода воды по гидропостам, показателей водораспределения;
- представлять данные в формате, позволяющем оценить соответствие фактического водораспределения плановому;
- осуществлять передачу планов и фактических данных по контрольным и балансовым гидропостам на диспетчерские пункты балансовых участков;
- принимать данные (заявки водопользователей и фактические данные по гидропостам на отводах) из диспетчерских пунктов балансовых участков.

В рамках проекта «Автоматизация каналов Ферганской долины» созданы компьютерные программы для диспетчерских пунктов ЮФМК, которые выполняют перечисленные выше операции. В программном комплексе для Центрального диспетчерского пункта программы, выполняющие перечисленные операции, и программа расчета данных для оперативного управления водораспределением объединены в программное обеспечение.

Панель управления программным обеспечением оперативного управления водораспределением содержит четыре раздела – Корректировка декадного плана, Результаты корректировки декадного плана, Экспорт/Импорт данных и Оперативные данные (рис. 8). В программе предусмотрена корректировка декадного плана при изменении одного или нескольких данных – водоподачи в канал из источников воды, плановых транзитов и сбросов воды, поступлении заявок от водопользователей и водопотребителей. По завершению расчетов результаты корректировки декадного плана можно сразу же отправить на диспетчерские пункты балансовых участков. Программа позволяет выполнять вычитывание данных по фактическому расходу воды на балансовых и контрольных гидропостах из архива СДА на текущий день в автоматическом режиме.

Запуск программного блока автовычитывания данных из сервера СДА осуществляется нажатием на кнопку, расположенную внизу панели управления. Программа осуществляет вычитывание с интервалом 1 час, производит обработку данных и рассылку результатов обработки на диспетчерские пункты балансовых участков. При нажатии на кнопку «Балансовые ГП: План-Факт» на экране монитора появится форма, на которой будут отражены плановые и среднечасовые фактические расходы воды на балансовых и контрольных гидропостах (рис. 9). Данные на форме обновляются с интервалом в 1 мин, поэтому в режиме автовычитывания данных из сервера СДА диспетчер имеет возможность в режиме реального времени оценивать соответствие фактического и планового водораспределения. Более полную информацию по среднесуточным фактическим данным и результатам расчетов водообеспеченности и стабильности водоподачи Пользователь может получить, нажав на кнопку «План-Среднесуточный факт». Информация на открывшемся отчете также обновляется с интервалом 1 мин.

Корректировка декадного плана/задания

Корректировка декадного плана/задания
Южно-Ферганского Магистрального канала

Корректировка декадного плана	Результаты расчетов	Оперативные данные
Корректировка на дату: 30.06.2010 Корректировка данных Источники ☐ Транзиты ☐ ПромТехНужды ☐ Суточные заявки ☐ Расчет	Водозабор по балансовым гидропостам ☐ Водоподача по отводам ☐ Экспорт/Импорт данных Подготовка данных для ЦДП ☐ Подготовка данных для МДП ☐ Информация по передаче данных в МДП ☐ Прием данных из МДП ☐	Факт. данные по гидропостам Ввод данных автоизмерений ☐ "Ручной" ввод данных по ГП ☐ План/задание по контрольным ГП ☐ Информация Балансовые ГП: План-Факт ☐ Отводы: План-Факт ☐ План-Ср.суточный факт ☐ Сводка данных ☐

Автоматический ввод в БД автоизмерений по контр.ГП и передача в МДП

Рис. 8. Вид панели управления программным обеспечением оперативного управления распределением воды на ЮФМК

Данные по бал. гидропостам

Дата: **15.04.2010**

Данные по балансовым гидропостам на 15 Апрель 2010 г.

Ед.изм. м³/с

Наименование	План/задание, м ³ /с	0:30	1:30	2:30
▶ Шахрихонсой боши ГП	51.938	102.487	102.493	102.71
ЖФМК боши ГП	50.899	77.337	53.162	70.29
К-1 ГП № 1	47.118	48.148	51.310	51.31
Аравон ГП № 2	44.256	0.000	0.000	0.000
Хамза ГП № 3	35.613	42.803	43.555	44.56
Полвонтош ГП № 4	31.552	37.568	37.931	38.36

Рис. 9. Вид формы с оперативными данными водораспределения

Таким образом, Информационная система для ЮФМК представляет собой инструмент, позволяющий решать оперативно множество задач, связанных с управлением распределения воды по каналу. Полное освоение возможностями Информационной системы позволит повысить оперативность и качество водораспределения, а также экономно и эффективно использовать водные ресурсы. Результаты проведенных тренингов с работниками канала и опытной

эксплуатации Информационной системы показывают, что при разработке системы достигнута не только цель оперативного информационного обеспечения в управлении водораспределением, но упрощения системы управления программным комплексом, что создает основу для относительно быстрого освоения Пользователями программного комплекса.

Литература

1. Проект «Интегрированное управление водными ресурсами в Ферганской долине», раздел «Моделирование АВП», Отчет № 2 / Тучин А.И. . - Ташкент, 2003.
2. Проект «Интегрированное управление водными ресурсами в Ферганской долине». - Ташкент, 2002-2005.
3. Техническое задание к системе диспетчеризации и автоматизации основных узловых сооружений, автоматизированного мониторинга по балансовым гидростам Южного Ферганского канала. - Ташкент, 2004.