

**Швейцарское управление
по развитию и сотрудничеству**

**Межгосударственная
координационная водохозяйственная
комиссия Центральной Азии**

Проект «Автоматизация каналов Ферганской долины»

И. Бегимов

АВТОМАТИЗАЦИЯ КАНАЛОВ ФЕРГАНСКОЙ ДОЛИНЫ

Итоги работ по проекту

Ташкент 2010

СОДЕРЖАНИЕ

1. Состав и особенности объектов автоматизации	5
2. Цель и задачи проекта.	7
3. Технологические основы управления водными ресурсами	8
4. Степень автоматизации и диспетчеризации основных узловых сооружений и мониторинга по балансовым гидropостам	15
5. Системы передачи данных между ЦДП и МДП.....	23
6. Системы голосовой связи и транспортные средства.....	26
7. Резервная система энергообеспечения	27
8. Мониторинг по балансовым участкам.....	29
9. Состав программного обеспечения системы автоматизации и мониторинга	31
10. Технология автоматизированного управления водораспределением на пилотных каналах	34
11. Обучение и тренинг персонала.....	35
12. Тестирование и сдача системы в эксплуатацию.....	36
13. Результаты реализации проекта	46
Список использованных источников	47

Автоматизация каналов Ферганской долины

Настоящая публикация составлена по материалам протоколов и отчетов международных консультантов, по I и II фазам проекта «**Автоматизация каналов Ферганской долины**», а также технических заданий к системе автоматизации и мониторинга основных объектов автоматизации. В публикации представлены обобщенные сведения по проекту, дающие общее представление об объектах автоматизации, принимаемых проектных решениях и о выполненных работах. За более подробными сведениями следует обращаться к вышеназванным материалам.

Финансирование проекта осуществлено Швейцарским управлением по развитию и сотрудничеству. Генеральным подрядчиком реализации проекта является МП «Сигма», Кыргызская Республика. Инженерный контроль осуществлял НИЦ МКВК. В качестве международных экспертов принимали участие специалисты Управления канала Прованс, Франция.

Объекты Нарын-Карадарьинского управления БВО «Сырдарья» характерны своей уникальностью и компактностью расположения в районе автоматизированного Учкурганского гидроузла. Вода на эти объекты поступает из Токтогульского водохранилища многолетнего регулирования по каскаду ГЭС на реке Нарын, расположенных на территории Кыргызстана. В последние годы, в связи с переходом на энергетический режим работы каскада ГЭС наблюдаются значительные колебания расходов воды на створах этих объектов и трудности в управлении водными ресурсами.

Пилотные каналы, подлежащие автоматизации:

Южный Ферганский канал питается из системы Андижанского водохранилища многолетнего регулирования, имеет значительную протяженность (около 200 км), Распределяет воду на орошаемых землях между двумя областями Республики Узбекистан и Кыргызской Республикой;

Араван-Акбуринский канал берет воду из р. Акбура, сток которой зарегулирован Папанским водохранилищем сезонного регулирования, имеет протяженность 30 км и распределяет воду между двумя районами Кыргызской Республики;

Ходжибакирганский канал забирает воду из незарегулированного стока одноименной реки, имеет протяженность 28 км и распределяет воду между двумя районами Республики Таджикистан.

Существующее состояние водораспределения на каналах и стохастический характер колебаний расходов воды притоков затрудняют равномерное обеспечение потребителей водой и соблюдение установленных лимитов. Наблюдаются ошибки в измерении расходов и уровней воды из-за отсутствия или недостаточной точности измерительных устройств; несвоевременность и недостоверность информации, получаемой на гидропостах, а также непроизводительные организационные сбросы воды. Для устранения этих недостатков и в качестве развития инструментов интегрированного управления водными ресурсами Ферганской долины актуальным является внедрение системы автоматизации объектов БВО «Сырдарья» и пилотных каналов.

2. Цель и задачи проекта

Целью проекта является внедрение частично автоматизированной системы регулирования и оперативного контроля за водораспределением для обеспечения потребителей водой в необходимом количестве и в нужные сроки, создание системы мониторинга по каждому объекту за головным водозабором, боковой приточностью, балансовыми гидропостами и водозаборными сооружениями [1-5].

Задачей автоматизации и мониторинга является создание системы управления и контроля за работой канала, что позволит:

- повысить реальность выполнения плана водопользования;
- создать условия для устойчивого, равноправного, справедливого водodelения, гарантирующего стабильность и равномерность водоподачи, и исключения непродуктивных затрат воды.

Указанная цель достигается применением системы «SCADA» на головном и узловых сооружениях, балансовых гидропостах и диспетчеризацией всех объектов управления, созданием телекоммуникационных связей и компьютеризацией сбора, обработки и хранения информации, а также применением мониторинга по балансовым участкам, проводимого наблюдателями, оснащенными средствами связи и транспортом. Получить стабильное водораспределение с устойчивым и равнозначным по всей длине каналов удовлетворением требований потребителей намечается путем автоматизации узловых сооружений, автоматизации сбора информации по балансовым гидропостам и системой мониторинга по балансовым участкам, проводимого наблюдателями, оснащенными средствами связи и транспортом.

3. Технологические основы управления водными ресурсами

В управлении водными ресурсами системы пилотных каналов принципиальных различий нет, в каждой республиканской системе имеется три уровня [1-5]:

- *бассейновый уровень*, управление на котором осуществляется БВО «Сырдарья» и Управлениями водного хозяйства республиканских Министерств. На этом уровне установленные МКВК лимиты водных ресурсов распределяются по ирригационным системам, и осуществляется контроль за их соблюдением;

- *уровень Бассейновых управлений ирригационными системами и Управления магистральными каналами Ферганской долины* (в Узбекистане) или областные управления (в Киргизии и Таджикистане). На этом уровне, с учетом установленных лимитов и заявок потребителей, утверждаются планы водопользования с распределением водных ресурсов по конкретным каналам;

- *уровень Управления каналами*, на этом уровне производится подекадное распределение воды в соответствии с утвержденным планом и контроль за соответствием водоподачи потребителям плану водопользования, подекадная корректировка, при необходимости, подаваемых расходов.

В системе оперативного управления водораспределением на каждом канале имеются головной диспетчерский пункт (ГДП) и балансовые участки с местными диспетчерскими пунктами (МДП). При Управлении каналом имеется Центральный диспетчерский пункт (ЦДП), который является центральным звеном в управлении водораспределением по каналу.

Управление водными ресурсами на объектах БВО «Сырдарья» осуществляется по установленному лимиту водных ресурсов по головным сооружениям крупных каналов. Нарын-Карадарьинское управление гидроузлов на основе этих лимитов и фактического значения наблюденных расходов воды по основным гидростам определяет заданные режимы работы гидроузлов и передает диспетчерам гидроузлов. Диспетчеры основных гидроузлов реализуют заданные режимы с помощью изменения открытий затворов узловых сооружений.

Функциональная структура основных задач управления водораспределением в пилотных каналах приведена на рис. 2.

Основной целью управления годовыми режимами распределения водных ресурсов между потребителями на крупных магистральных каналах является определение сезонных потребностей на водные ресурсы на планируемый период на

основе планируемых площадей и состава сельскохозяйственных культур, режимов промывных, влагозарядковых и вегетационных поливов, а также потребностей других отраслей народного хозяйства (промышленности, энергетики, коммунального хозяйства и др.). При этом необходимо учесть гидромодульное районирование орошаемых земель, прогнозы расходов воды в головных водозаборах, особенностей участков и гидротехнических сооружений.

При годичном планировании водораспределения условно можно выделить следующие задачи:

Задача 1: Определение требуемых объемов водных ресурсов для водопользователей на вегетационный и невегетационный периоды.

Состав исходной информации:

- состав сельскохозяйственных культур,
- площади, занятые сельскохозяйственными культурами,
- распределение площадей по гидромодульным районам,
- нормы водопотребления сельскохозяйственных культур
- нормы промывки площадей орошения;
- среднемноголетние гидрологические характеристики района;
- корректировка объемов водных ресурсов согласно выделенным лимитам.

Результаты решения:

- (требуемые объемы воды для каждого водопотребителя за весь год (вегетационный и невегетационный периоды).

Задача 2: Уточнение требований потребителей с учетом выделенных лимитов на вегетационный период

Состав исходной информации:

- прогноз водности текущего года.

Результаты решения:

- выделенные объемы воды для каждого водопотребителя на период вегетации и невегетации, а также на год.

Результат решения задач годового планирования:

- уточненный план водопользования на период вегетации и невегетации, а также на год.

Задача 3: Составление и утверждение плана водопользования для на период вегетации и невегетации.

Состав исходной информации:

- технические возможности участков ирригационной системы,
- площади, занятые сельскохозяйственными культурами,
- распределение площадей по гидромодульным районам,
- нормы водопотребления сельскохозяйственных культур,
- нормы промывки площадей орошения.

Результаты решения:

- выделенные объемы воды для каждого водопотребителя на период вегетации и невегетации и на каждую декаду периода.

Результат решения задач годового планирования:

- уточненный план водопользования на период вегетации и невегетации и на каждую декаду периода.

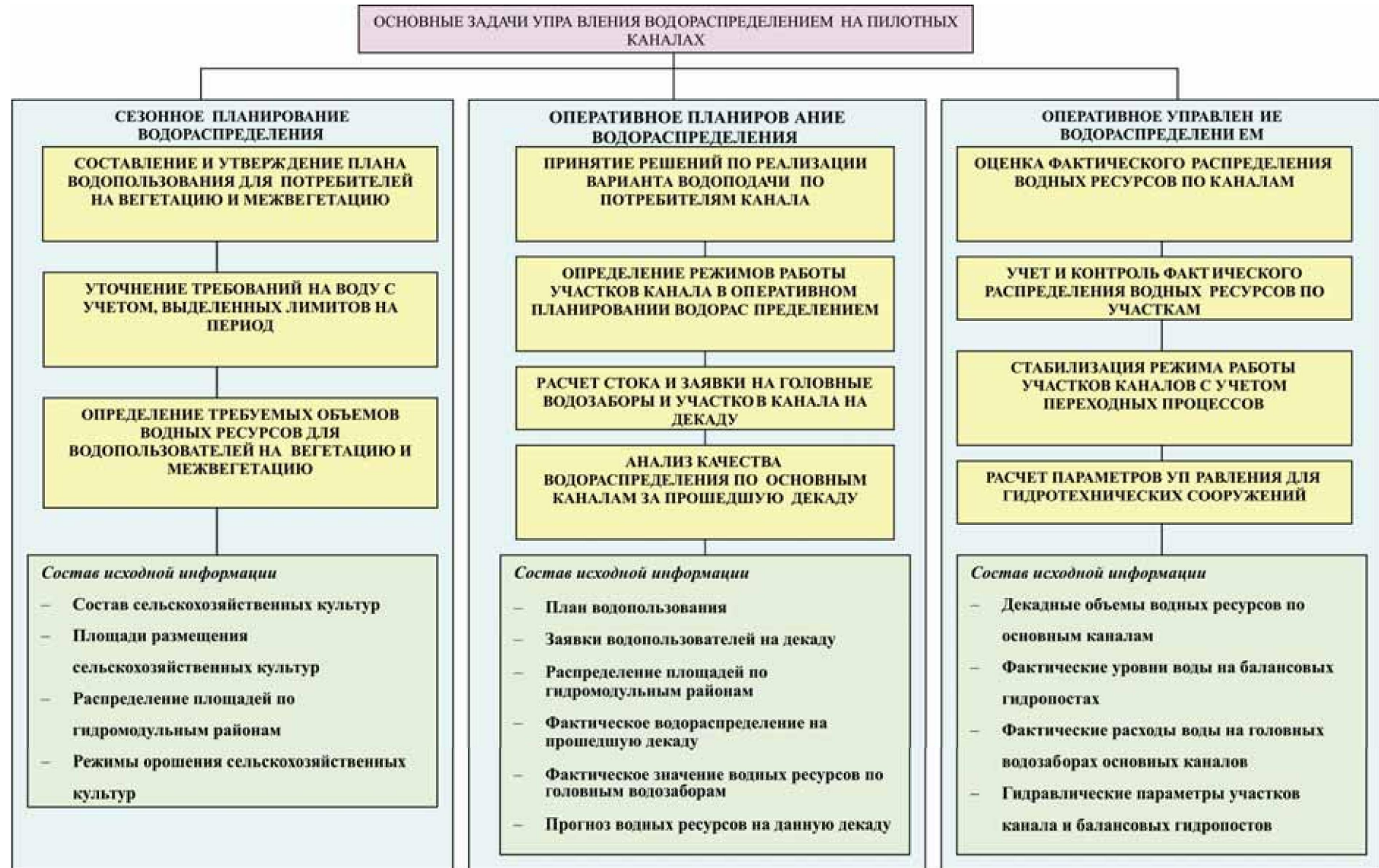


Рис. 2 Функциональная структура основных задач управления водораспределением на пилотных каналах

При оперативном сезонном планировании водораспределения еженедельно решаются следующие задачи:

Задача 1: Анализ качества водораспределения по потребителям канала за прошедшую декаду.

Состав исходной информации:

- план водопользования,
- фактическая подача воды по заявкам потребителей в пределах лимита за истекший период,
- фактический гидрограф поступившего стока за истекший период.

Результаты решения:

- составы показателей по выделенным критериям за истекший период,

Задача 2: Прогноз стока и заявки на головные водозаборы каналов на предстоящую декаду.

Состав исходной информации:

- заявки потребителей на предстоящую декаду формируются по фактическим датам поливов сельскохозяйственных культур с учетом водообеспеченности в голове канала, а также по текущим погодным условиям,
- прогноз гидрографа стока или уточненные лимиты на головные водозаборы.

Результаты решения:

- уточненные объемы водных ресурсов головных водозаборов и подаваемые потребителям на предстоящую декаду.

Задача 3: Расчет уточненного варианта водораспределения по потребителям канала.

Состав исходной информации:

- заявки потребителей на предстоящую декаду формируются по фактическим датам поливов сельскохозяйственных культур с учетом водообеспеченности в голове канала, а также по текущим погодным условиям,
- фактическое значение водных ресурсов по головным водозаборам
- гидравлические параметры участков канала,

Результаты решения:

- объемы водных ресурсов, подаваемые потребителям на предстоящую декаду, и режимы водораспределения по участкам канала.

Задача 4: Принятие решений по реализации варианта водоподачи по потребителям канала.

- Эта задача, в основном организационного характера, т.е. здесь осуществляется согласование и утверждение уточненных объемов водных ресурсов головных водозаборов и подаваемых потребителям на предстоящую декаду

Основной целью управления краткосрочными режимами распределения водных ресурсов является реализация долгосрочных режимов водораспределения с учетом динамических свойств объектов, технологических и эксплуатационных особенностей, а также организационных ограничений.

Здесь ежедневно решаются следующие задачи:

Задача 1: Расчет параметров управления для гидротехнических сооружений.

Состав исходной информации:

- декадные объемы водных ресурсов по основным каналам;
- фактические расходы воды на головных водозаборах основных каналов;
- гидравлические параметры и режимы работы гидротехнических сооружений.

Результаты решения:

- суточные режимы работы гидротехнических сооружений.

Задача 2: Стабилизация режима работы участков каналов с учетом переходных процессов.

Состав исходной информации:

- гидравлические параметры участков реки;
- фактические режимы поступающего стока,
- фактические режимы водовыпусков по участкам.

Результаты решения:

- режимы балансовых гидropостов и узловых сооружений с учетом динамических процессов на участках канала.

Задача 3: Учет и контроль фактического распределения водных ресурсов по участкам канала.

Состав исходной информации:

- заявки потребителей по водовыпускам участка на прошедшие сутки;
- фактические режимы водовыпусков по участкам канала.

Результаты решения:

- расчет отклонений фактических режимов от заявок потребителей в пределах уточненного лимита и невязок по балансовым гидропостам.

Задача 4: Оценка фактического распределения водных ресурсов по участкам канала и в целом по каналу.

Состав исходной информации:

- отклонения фактических режимов от заявок потребителей в пределах уточненного лимита и невязок по балансовым гидропостам;

Результаты решения:

- оценка фактических режимов участков канала и потребителей.

В настоящее время в Управлениях пилотных каналов отдельные задачи из данного комплекса решаются с помощью программы электронных таблиц Excel, (например, составление сезонного плана водораспределения по отводам канала). Многие решаются на основе интуиции управленческого персонала (начальника управления, отделов, гидроучастков и диспетчеров).

4. Степень автоматизации и диспетчеризации основных узловых сооружений и мониторинга по балансовым гидростам

Головные и узловые сооружения оснащены оборудованием системы SCADA, на всех регуляторах установлены датчики положения затворов, датчики уровней воды верхнего и нижнего бьефов.

В автоматическом режиме работают:

- головные регуляторы каналов по поддержанию заданного расхода по уровню горизонта воды на головных гидростам;
- перегораживающее сооружение по уровням воды верхнего бьефа;
- вся информация с датчиков отображается на мнемосхемах;
- предусмотрена защита от нештатных ситуаций (заклинивание затворов, превышение максимальных уровней, отключение электропитания, открытие силовых щитов посторонними лицами и т.п.).

Оборудование системы SCADA для головных и узловых сооружений включает:

- Компьютеры;
- Программируемые контроллеры;
- Модули ввода и вывода;
- Датчики уровня воды и положения затворов;
- Оборудование системы передачи данных.

Диспетчерские пункты головных и узловых сооружений оснащены компьютерами и оборудованием системы передачи данных, обеспечивающей бесперебойную связь между Центральным и местными диспетчерскими пунктами и автоматическую передачу информации.

По проекту автоматизированы:

- на объектах БВО «Сырдарья» – 5 узловых сооружений (всего – 46 затворов, 5 диспетчерских пунктов);
- на Южном Ферганском канале – 8 узловых сооружений и объекты Каркидонского водохранилища (всего -72 затвора, 17 диспетчерских пунктов);
- на Араван-Акбуринском канале – 3 узловых сооружения (17 затворов, 7 диспетчерских пунктов).
- на Ходжибакирганском канале – 5 узловых сооружений (36 затворов, 6 диспетчерских пунктов).

Балансовые гидропосты оснащены системой SCADA с датчиками уровней воды. Оборудование системы SCADA для балансовых гидропостов включает:

- Программируемые контроллеры;
- Модули ввода, вывода, датчики уровня и оборудование системы передачи данных.

Информация об уровнях и расходах воды оперативно по телекоммуникационной связи передается в МДП гидроучастка, к которому относится этот балансовый гидропост.

Автоматизированы:

- на Южном Ферганском канале – 10 гидропостов (1 – головной, 9 – балансовых);
- на Араван-Акбуринском канале – 4 гидропоста (1 – головной, 3 – балансовых);
- на Ходжибакирганском канале – 3 гидропоста (1 – головной, 2 – балансовых) и 7 диспетчерских пунктов.

Для контроля уровней воды применены ультразвуковые датчики уровня типа Prosonic FMU230E (рис. 1, 2), имеющие стандартный аналоговый токовый выход (4–20 мА). Корректировка температурных погрешностей в приборе производится с помощью встроенного термодатчика. Техническая документация прибора поставляется в комплекте с оборудованием и должна быть использована эксплуатационным персоналом при работе с СДА.



Рис. 1. Датчик уровня воды



Рис. 2. Установка датчика уровня воды

Для контроля положения затворов используются абсолютные многооборотные энкодеры типа OCD-SL00G-0812-S100-CAW (рис. 3, 4), со специальным интерфейсом SSI, сопрягаемым непосредственно с контроллером Decont-182 комплекса ДЕКОНТ.



Рис. 3. Датчик положения затвора (ДПЗ)

Для контроля качества воды применен датчик электропроводности типа JUMO СТИ-500, имеющий стандартный аналоговый токовый выход (4–20 мА), подключаемый к модулю ввода аналоговых сигналов АIN8. Датчик монтируется совместно с датчиком уровня верхнего бьефа [5-9].

Основным средством реализации СДА в качестве программно-технических средств сопряжения автоматических датчиков с ЭВМ выбран комплекс ДЕКОНТ, изготавливаемый в Российской Федерации. Этот комплекс сертифицирован Госстандартом РФ под номером RU.C.34.004.A № 6973 и выгодно отличается от аналогичных эксплуатационными, качественными и стоимостными показателями.

Интеллектуальным устройством сбора и передачи информации в СДА является контроллер Decont-182 комплекса ДЕКОНТ. Программируемый контроллер Decont-182 обеспечивает взаимодействие с модулями системы ввода-вывода, исполняет алгоритмы, ведет архивы, поддерживает связь с другими контроллерами и верхним уровнем системы. Контроллер Decont-182 имеет оперативную память емкостью 1024 килобайт, постоянное запоминающее устройство (на основе FLASH)

емкостью 1024 килобайт, процессор с тактовой частотой 30МГц и предназначен для эксплуатации в следующих условиях: температура от -40 до $+70^{\circ}\text{C}$; влажность от 5 до 95 %; напряжение питания от 9 до 30 В при токе потребления до 115 мА.



Рис. 4. Установка ДПЗ на винт затвора

Модули ввода/вывода обеспечивают необходимую первичную обработку входных физических сигналов с объекта, преобразование их в защищенный цифровой вид для дальнейшей передачи по технологической сети. Управление подъемом и опусканием затворов производится посредством подачи управляющих сигналов на схему управления через шкафы управления (ШУЗ) (рис. 5), размещаемые по месту возле каждого привода затвора.

Состояние исполнительных механизмов контролируется по следующим параметрам: наличие питания, дистанционный/местный режим работы, срабатывание защиты по току при перегрузке привода.

Все сигналы с преобразователей и шкафов управления затворами передаются по кабельным линиям на входные модули комплекса КТС. Все модули ввода/вывода сигналов и контроллеры размещены в шкафах КТС (рис. 6), смонтированных в непосредственной близости от шкафов ШУЗ.



Рис. 5. Шкаф управления затворами

Интеллектуальный контроллер Decont-182 связан с ПЭВМ (диспетчерским персональным компьютером), расположенным в ДП плотины. Контроллер является основным звеном системы диспетчеризации. В нем выполняются все основные расчеты как по определению текущих значений расходов воды, так и управляющих воздействий на затворы, в режимах автоматического регулирования уровней и расходов для обеспечения заданного режима водопользования.

ПЭВМ служит для отображения полученной информации, ее обработки и формирования режимов работы гидроузла в зависимости от текущих задач оперативного управления. Режимы работы гидроузла задаются диспетчерским персоналом.

Выбор ПЭВМ для МДП и ЦДП, состав периферийных устройств и системное программное обеспечение. В качестве диспетчерских и пультовых компьютеров применены IBM совместимые компьютеры с операционной системой Windows XP.



Рис. 6. Шкаф модулей контроллера



Рис. 7. Компьютеры на МДП

Управляющие команды от ПЭВМ МДП поступают на контроллеры Decont-182, которые в соответствии с алгоритмом управления затворами формируют выходные сигналы управления и передают их модулям DOUT. Модули DOUT на каждый канал имеют выходные исполнительные электромагнитные реле, которые

управляет затворами гидротехнических сооружений.

Применение модульного принципа построения комплекса технических средств позволяет в дальнейшем без больших сложностей произвести наращивание системы вширь – включение дополнительных подсистем - и интегрировать ее в систему более высокого уровня.

Программное обеспечение СДА построено по иерархическому принципу с использованием на каждом уровне программных средств, решающих определенные задачи. Программное обеспечение включает:

- комплект стандартных программ конфигурирования технических средств, в том числе flash-резидентная операционная система RTMEX и стандартные программные компоненты;
- комплект программного обеспечения управления контроллерами и разработки специализированных алгоритмов. Это программное обеспечение ориентировано на использование в среде Windows XP и в своем составе содержит эмулятор ядра сетевой многозадачной операционной системы RTMEX;
- дополнительные сервисные и системные программы в среде Windows;
- специальное программное обеспечение, разработанное в рамках проекта для мониторинга и управления в соответствии с технологическими регламентами;
- специальное программное обеспечение, реализующее интерфейсные функции с оперативным персоналом объекта, предназначенное для удобного и интуитивно понятного представления информации технологическому персоналу и вводу его команд по настройке СДА и управлению.

Сетевая многозадачная операционная система реального времени RTMEX управляет программными компонентами, которые предназначены для обеспечения: связи с другими узлами сети контроллеров, работы с модулями ввода/вывода, обработки поступающей информации, принятия решений по управлению, выдачу исполнительных команд на силовое оборудование.

Стандартное программное обеспечение конфигурирования технических средств системы и настройки компонентов, выполняющих типовые функции системы мониторинга и управления, обеспечивает доступ к ресурсам контроллеров с пультавого компьютера системы и их конфигурирование под конкретную реализацию выполняемых функций. Полный пакет настроечной/конфигурационной информации является результатом разработки СДА и войдет в комплект эксплуатационной документации.

Разработка программного обеспечения управления технологическим оборудованием в соответствии с технологическими регламентами, производится с применением среды разработки, позволяющей описывать необходимые расчетные и функциональные конструкции на языке «блочного» программирования. Применение образного языка функциональных блоков позволяет легко реализовывать сложные

алгоритмы, легко контролировать фактическое взаимодействие частей программного комплекса, минимизировать время отладки и т.д.

5. Системы передачи данных между ЦДП и МДП

Система телекоммуникаций каналов основывается на современных системах передачи данных [10-13] и решает следующие задачи:

- прием и передачу телеметрической информации, которая формируется системой автоматизации, установленной в центрах радиосвязи на ЦДП, ДП ГУ, гидроузлах и балансовых гидростоях;
- создает компьютерную сеть на базе системы передачи данных для приема, передачи и обработки информации между ЦДП и МДП, обеспечивающую единую информационную систему канала.

Система передачи данных между объектами БВО «Сырдарья» работает совместно с системами диспетчеризации и автоматизации, основанных на использовании мобильной связи по GPRS сети [10].

Технологическая сеть передачи данных реализована на уровне контроллеров DeCont-182 и виртуальных контроллеров WinDecont, таких же, какие используются в системах диспетчеризации и автоматизации. Для беспроводной передачи данных между объектами используются GSM/GPRS-модемы Wavcom M1306B (рис. 8-9) с IP-стеком, которые обеспечивают передачу данных по GPRS сети оператора сотовой связи. Модемы работают в режиме GPRS, что позволяет организовать сеть передачи данных на скорости до 115200 бод (до 10 килобайт в секунду). Используемые проектом модемы работают в частотном диапазоне 900/1800 MHz; потребляемый ток - до 200 мА; диапазон питающего напряжения - от 5,5 до 32 вольт; диапазон рабочих температур - от -20 до +55 градусов Цельсия.

Модемы смонтированы в шкафах КТС системы диспетчеризации и автоматизации. Питание модемов осуществляется от источников постоянного тока напряжением +24 В из состава комплекса DECONT типа PW24V1A. Для всех модемов использованы внешние антенны типа «Шайба-1» производства НПК «Антенна XXI». Антенна «Шайба-1» предназначена для транкинговой и сотовой связи диапазонов 800-5000 МГц. Высота пластикового обтекателя антенны - 43 мм (X/ 12), диаметр основания 99 мм.



Рис. 8. Модем GSM/GPRS Wavecom MI306B



Рис. 9. Установка модема Wavecom MI306B

Для передачи данных между ЦДП и Учкурганским гидроузлом используется существующий канал передачи данных на симплексных радиостанциях ICOM FC F-410, использованных ранее в проекте диспетчеризации и автоматизации Учкурган-

ского гидроузла для обмена данными между ЦДП и Учкурганским гидроузлом. Текущие данные с объектов в ДП Учкурганского отдела по сети GPRS передаются не реже, чем один раз в 10 минут.

Для организации сети передачи данных в среде GPRS используется центральный сервер системы передачи данных, расположенный на Учкурганском гидроузле. Сервер представляет собой персональный компьютер с подключенным к нему GSM/GPRS-модемом. Сервер имеет фиксированный IP-адрес в сети оператора сотовой связи. На сервере работает поддерживающий множественное IP-соединение программный контроллер WinDecont, который обеспечивает прием и передачу информации для всех остальных точек GPRS сети.

Функции маршрутизации информационных потоков вне сети GPRS осуществляют контроллеры DeCont-182. В ЦДП в КТС-СПД ведется собственный архив оперативных (текущих) технологических параметров, который и вычитывается ПЭВМ «Сервер СПД».

Система передачи данных между объектами Араван-Акбуринского и Ходжабакирганского канала [11, 13] работает совместно с системами диспетчеризации и автоматизации и основана на симплексных радиостанциях.

Выбор беспроводной технологии обусловлен большими расстояниями между объектами, отсутствием кабельной инфраструктуры и сложным рельефом местности. Стационарная радиостанция для СПД организована на базе стационарной радиостанции ICOM-IC-F110, производства Японии. Использованное оборудование работает в частотном диапазоне 136-174 МГц с использованием 5 каналов по 25 кГц. Для радиостанции использованы коллинеарные внешние антенны с круговыми диаграммами направленности (типы F-22, BC-200 и Diamond-101.) Высота антенны определена с учетом местных условий. Технологическая сеть передачи данных реализована на уровне контроллеров DeCont-182 и виртуальных контроллеров WinDecont, таких же, какие используются в системах диспетчеризации и автоматизации.

Система передачи данных между объектами Южного Ферганского канала работает совместно с системами диспетчеризации и автоматизации и основаны на использовании системы Wi-Fi [12].

В данном проекте соединены двадцать объектов ЮФК через базовую станцию на телевизионной вышке «Андижан» по топологии точка-многоточка. Расстояния между объектами достигают 70 км. Используемое оборудование EION LibraPlus 5845 работает в частотном диапазоне 5,150-5,320 ГГц, использует собственный стандарт на базе стандарта 802.11a.

Спецификация 802.11a обеспечивает повышение скорости за счет использования более прогрессивных способов модуляции частот. Скорости передачи варьируются в пределах 6, 9, 12, 18, 24 и 36 Мбит/с в зависимости от разрешенной широты полосы радиочастоты и расстояния.

В стандарте 802.11 предусмотрены средства безопасности, которые повышают защищенность беспроводной локальной сети до уровня обычной проводной.

Основной протокол защиты данных в сетях 802.11 так и называется WEP (Wired Equivalent Privacy –секретность, эквивалентная проводной). Сеть передачи данных между объектами Южного Ферганского канала предусматривает установку 3-х точек доступа LibraPlus 5845, трех ретрансляторов и семнадцати клиентских комплектов на объектах МДП и ЦДП.

В Узбекистане для решения ЭМС создана Государственная комиссия по радиочастотам ГКРЧ, решения которой обязательны для всех организаций, разрабатывающих и эксплуатирующих радиосредства. Электромагнитная совместимость проектируемых РРЛ с действующими объектами будет выполняться за счет выделения полосы частот шириной 20 МГц в диапазоне 5,150-5,320 ГГц и передачи кодированной информации.

Профили земли радиорелейной линии (РРЛ) трассы точка-точка составлены с использованием системы GPS и спутниковой карто съемки. На РРЛ используются направленные антенны с коэффициентом усиления 23 dBi и 22 dBi, а также секторная антенна 16 dBi. При этом связь осуществляется на открытых интервалах (при наличии прямой видимости). Расчет трасс РРЛ выполнен в соответствии с «Методикой расчета трасс аналоговых и цифровых РРЛ прямой видимости» (том 1.2 НИИР, Москва, 1987). Расчет качественных показателей работы произведен на основании технических параметров аппаратуры LibraPlus 5845.

Технологическая сеть передачи данных реализована на уровне контроллеров DeCont-182 и виртуальных контроллеров WinDecont, таких же, какие используются в системах диспетчеризации и автоматизации.

6. Системы голосовой связи и транспортные средства

Голосовая радиосвязь реализована между диспетчерскими пунктами и наблюдателями гидроучастков.

Система радиосвязи организована на базе стационарной радиостанции ICOM-IC-F110 и носимой радиостанции ICOM-IC-F16, производства Японии. При этом, с целью исключения взаимного влияния сигнала передачи данных и голосовой радиосвязи, использована частота в диапазоне 136-146 МГц для системы передачи данных и частот в диапазоне 164-174 МГц для голосовой радиосвязи.

Для повышения оперативности управления водными ресурсами на пилотных каналах по проекту приобретены и переданы на баланс управления канала транспортные средства

По проекту:

- Управление Араван–Акбуринского канала получило автомобиль НИВА-Шевроле и 4 велосипеда;
- Управление Южного Ферганского канала получило два автомобиля: ВАЗ–2107 и ВАЗ-НИВА;
- Управление Ходжабакирганского канала получило автомобиль НИВА-Шевроле и 6 велосипедов.

Системы передачи данных и голосовой связи по пилотным каналам разработаны и реализованы компанией Sarkor wireless communications (SWC Sarkor).

7. Резервная система энергообеспечения

В настоящее время энергоснабжение водохозяйственных объектов Центральной Азии является нестабильным, наблюдаются частые отключения электроэнергии. Поэтому по проекту автоматизации канала в качестве резервного энергоснабжения для местных диспетчерских пунктов ААБК и ЮФК установлены дизель-генераторы мощностью 2-3 кВт/час для энергоснабжения информационной части системы автоматизации и передачи данных.

На удаленных от системы энергоснабжения объектах (балансовые гидропосты, репитеры и ЦДП) установлены системы питания на основе солнечных батареях (рис. 10).

Система питания на основе солнечных батарей на балансовых гидропостах обеспечивает питание датчика уровня воды, контроллера и оборудования системы передачи данных и состоит из солнечной батареи, инвертора и аккумуляторных батарей. Комплект солнечных батарей рассчитан на полное суточное обеспечение оборудования системы передачи данных в минимальные световые дни года.



Рис. 10. Солнечная батарея

8. Мониторинг по балансовым участкам

Объекты автоматизации и автоматизированного мониторинга на пилотных каналах не превышают 10 % от объектов, участвующих в водораспределении, поэтому основная роль в достижении стабильного водораспределения с устойчивым и равнозначным по всей длине канала удовлетворением требований потребителей возлагается на управление и проводимый наблюдателями мониторинг водовыпусков на балансовых участках.

В целях оперативности управления каналы разделены на балансовые (эксплуатационные) участки, которые являются низовым звеном в иерархии управления.

На каждом балансовом участке имеется местный диспетчерский пункт, который будет оснащен компьютером и средствами телекоммуникационной связи. На МБП выводится информация с узловых сооружений и балансовых гидropостов, и имеется штат наблюдателей, которые осуществляют мониторинг водораспределения по всем водовыделам (водовыпускам и насосным станциям).

Мониторинг по балансовым участкам организовывается на неавтоматизированном принципе на основе визуального съема информации наблюдателями, передачи ее диспетчеру МДП с помощью индивидуальных радиотелефонных средств связи, ввода вручную в компьютер.

Водовыделы на балансовых участках подразделяются на управляемые и учитываемые.

К управляемым относятся водовыпуски и насосные станции, отключение или внеплановое включение которых как-то может сказаться на режиме работы канала:

- на ЮФК к таковым отнесены водовыделы с $Q > 100$ л/с;
- на ААБК и ХБК – водовыделы с $Q > 10$ л/с;

Величина водозабора такими выделами может регулироваться в течение декады, водозабор водовыделами с расходами меньше указанных в течение декады не корректируется.

Учитываемыми являются все водовыделы. Учет забираемого расхода ведется по водомерным устройствам. Мелкие водозаборы с $Q < 5$ л/с и чархпалаки учитываются по факту водозабора и номинальной пропускной способности.

Контроль расхода, забираемого насосными станциями, учитывается по числу работающих агрегатов, их паспортной характеристике и проверяется по показаниям счетчика расхода электроэнергии.

Таблица 1
Объекты мониторинга

Наименование канала	Количество водовыделов		Суммарный водозабор		Мелкие НС и чархпалаки с расходом < 5 л/с		
	Всего	В т.ч. НС	м ³ /с	В процентах от Q _{нач}	Кол-во	м ³ /с	В процентах от Q _{нач}
ЮФК	162	67	92	92	68*	3,89	2,95
ААБК	62	5	28,8	87	108	0,54	2
ХБК	46	4	32,6	80,2	14	0,07	0,2

* — для ЮФК в число неуправляемых в течение декады включены водовыделы с Q < 100 л/с

Количество циклов наблюдений устанавливается в зависимости от продолжительности светового дня: в вегетационный период — 4 раза в сутки, вневегетационный период — 3 раза в сутки. Время, затрачиваемое наблюдателем на объекте наблюдения, оценено на основании виртуальной оценки продолжительности каждого элементарного процесса:

- на водовыпусках снятие показаний УГВ с рейки ВБ водовыпуска, снятие показаний с рейки водомерного устройства, определение по графику величины проходящего расхода, передача данных диспетчеру и производство записи в журнале наблюдений;
- на насосных станциях визуальное определение числа работающих агрегатов, снятие со счетчика показаний о расходе электроэнергии, передача данных диспетчеру и производство записи в журнале наблюдений.

Наблюдатели обеспечены транспортом (велосипедами) и средствами радиотелефонной связи. Количество наблюдателей определено, исходя из длины участка, количества водовыделов и нормативной продолжительности рабочего дня.

9. Состав программного обеспечения системы автоматизации и мониторинга

Для реализации всех функций системы автоматизации и мониторинга водораспределения на пилотных каналах разработаны алгоритмы и программное обеспечение системы автоматизации и мониторинга. Программное обеспечение системы автоматизации и мониторинга реализовано на программируемых контроллерах и на компьютерах и представляет собой сложный взаимосвязанный комплекс.

Программное обеспечение системы автоматизации и мониторинга состоит из следующих комплексов:

- Программный комплекс системы диспетчеризации и автоматизации для нижнего уровня МДП;
- Программный комплекс системы диспетчеризации и автоматизации для верхнего уровня ЦДП;
- Программный комплекс системы передачи данных между ЦДП и МДП;
- Программный комплекс системы «Управление водораспределением» для нижнего уровня МДП.
- Программный комплекс системы «Управление водораспределением» для нижнего уровня ЦДП.

Программный комплекс системы диспетчеризации и автоматизации для нижнего уровня МДП предназначен для оперативного управления автоматизированными гидротехническими сооружениями и решает следующие задачи в реальном масштабе времени:

- отображение на мнемосхеме гидротехнического сооружения текущих значений измеренных технологических параметров с помощью датчиков (уровни воды, открытие затворов и минерализации);
- расчет и отображение на мнемосхеме гидротехнического сооружения текущих значений расходов воды;
- реализация режима дистанционного управления затворами гидротехнических сооружений;
- расчет и реализация системы автоматического управления гидротехническими сооружениями;
- сигнализация об аварийных режимах работы затворов и указание возможных причин и др.

- ведение архивов технологических параметров и аварийных режимов гидротехнических сооружений.

Основные части данного комплекса реализованы на программируемых контроллерах и компьютере МДП.

Программный комплекс системы диспетчеризации и автоматизации для верхнего уровня ЦДП предназначен для оперативного автоматизированного контроля всех автоматизированных гидротехнических сооружений и решает следующие задачи:

- отображение на мнемосхеме канала автоматизированных гидротехнических сооружений текущих значений основных технологических параметров (уровни и расходы воды) гидротехнических сооружений и балансовых гидропостов;
- сигнализация об аварийных режимах системы передачи данных и указание возможных причин и др.
- ведение архивов технологических параметров и аварийных режимов гидротехнических сооружений и балансовых гидропостов всего канала.

Данный комплекс реализован на компьютере ЦДП.

Программный комплекс системы передачи данных предназначен для передачи технологической информации между компьютерами МДП и ЦДП, и решает следующие задачи:

- прием компьютером ЦДП текущей технологической информации от компьютера МДП.
- передача в компьютер ЦДП текущей технологической информации от компьютера МДП.
- передача в компьютеры МДП для установки заданных технологических параметров от компьютера ЦДП.
- прием компьютером МДП для установки заданных технологических параметров от компьютера ЦДП.

Данный комплекс реализован на компьютерах ЦДП и МДП.

Программный комплекс системы «Управление водораспределением» для нижнего уровня МДП предназначен для решения задач мониторинга водораспределения в пределах балансовых участков и решает следующие задачи:

- ввод, хранение и обработка визуальной информации о расходах воды, наблюдаемых наблюдателями гидроучастков на компьютере МДП;
- считывание, хранение и обработка измеренных данных о расходах воды автоматизированных сооружений гидроучастка на компьютере МДП;
- подготовка к передаче в компьютер ЦДП визуальной информации о

расходах воды, наблюдаемых наблюдателями гидроучастков;

- подготовка к приему, хранение и обработка плановой информации от компьютера ЦДП в компьютер МДП;
- решение задач «Управление водораспределением на МДП»;
- подготовка отчетов о водораспределении на гидроучастке в компьютере МДП.

Данный комплекс реализован на компьютерах ЦДП и МДП.

Программный комплекс системы «Управление водораспределением» для верхнего уровня МДП предназначен для решения задач мониторинга водораспределения в пределах балансовых участков и по всему каналу и решает следующие задачи:

- ввод, хранение и обработка информации для решения задач «Сезонного планирования» в компьютер ЦДП;
- решение задачи «Сезонное планирование»;
- ввод, хранение и обработка информации для решения задачи «Оперативное планирование» в компьютер ЦДП;
- решение задачи «Оперативное планирование»;
- ввод, хранение и обработка информации для решения задачи «Оперативное управление» в компьютер ЦДП;
- решение задачи «Оперативное управление»;
- считывание, хранение и обработка измеренных данных о расходах воды автоматизированных сооружений гидроучастка на компьютере ЦДП;
- подготовка к передаче в компьютер МДП плановой информации об объектах гидроучастков;
- подготовка к приему, хранение и обработка фактически наблюдаемой информации наблюдателями гидроучастков от компьютера МДП в компьютер ЦДП;
- подготовка отчетов о водораспределении на гидроучастке в компьютере ЦДП;

Таким образом, решение всех функциональных задач блока «Управление водораспределением» реализовано в виде программных комплексов.

10. Технология автоматизированного управления водораспределением на пилотных каналах

Система автоматизации и мониторинга пилотных каналов представляет собой сложную человеко-машинную систему, и в процессе управления водораспределением взаимодействует множество технических комплексов и должностных лиц Управления канала. От сложной и четкой работы зависит качество управления водораспределением. Учитывая, что подобная система в Республиках Центральной Азии создается впервые, и качество управления водораспределением в каналах зависит от результатов их взаимодействия, разработана технология автоматизированного управления водораспределением с помощью системы автоматизации и мониторинга водораспределения.

Технология автоматизированного управления водораспределением включает в себя комплекс инструкций и руководств для должностных лиц Управления каналов и эксплуатационного персонала. В рамках технологии управления канала разработаны:

- Принцип работы и общее руководство по работе с системой автоматизации и мониторинга ЮФК для должностных лиц и диспетчеров;
- Руководство оператора для работы с программным комплексом системы автоматизации и диспетчеризации для диспетчеров МДП;
- Руководство оператора для работы с программным комплексом системы автоматизации и диспетчеризации для диспетчеров ЦДП;
- Руководство оператора для работы с программным комплексом системы передачи данных для диспетчеров МДП;
- Руководство оператора для работы с программным комплексом системы передачи данных для диспетчеров ЦДП;
- Руководство оператора для работы с программным комплексом «Управление водораспределением» для диспетчеров МДП;
- Руководство оператора для работы с программным комплексом «Управление водораспределением» для диспетчеров ЦДП;
- Инструкции по составлению «Сезонного плана водораспределения»;
- Инструкции по составлению «Декадного плана водораспределения»;
- Инструкции для «Оперативного управления водораспределением».

Разработанные комплексы руководств и инструкций рекомендуют персоналу Управления каналов, как следует действовать в процессе управления водораспределением в зависимости от сложившейся ситуации или от распоряжения руководителей вышестоящих организаций. В Управлении канала ЮФК создан отдел Баланса водных ресурсов, задачей которого является организация вместе с диспетчерской службой планового распределения водных ресурсов согласно установленным лимитам для водопользователей (АВП, районы и области).

11. Обучение и тренинг персонала

Учитывая сложность реализованных систем автоматизации и мониторинга пилотных каналов и неподготовленность должностных лиц и операторов, в рамках проектов «Автоматизация каналов Ферганской долины» и «Интегрированного управления водными ресурсами Ферганской долины» организована серия семинаров и курсов по организации планового водораспределения на пилотных каналах и обучение начальному курсу работы на компьютере.

Учеба и семинары проводились поэтапно на разных уровнях:

- Руководители Управления каналов, начальники отделов водопользования обучались организации планового водораспределения на каналах, составлению «Сезонного плана», «Оперативного плана» и организации «Оперативного управления водораспределением»;
- Диспетчеры и операторы обучались начальному курсу работы на компьютере;
- Диспетчеры МДП обучались работе с программным обеспечением системы диспетчеризации и автоматизации для нижнего уровня МДП;
- Диспетчеры ЦДП обучались работе с программным обеспечением системы диспетчеризации и автоматизации для нижнего уровня ЦДП;
- Диспетчеры МДП обучались работе с программным обеспечением системы «Управление водораспределением» для нижнего уровня МДП;
- Диспетчеры ЦДП обучались работе с программным обеспечением системы «Управление водораспределением» для верхнего уровня ЦДП и др.

В настоящее время эксплуатационный персонал и диспетчеры БВО «Сырдарья», УААБК и УЮФК полностью самостоятельно работают с программным обеспечением всех уровней системы автоматизации и мониторинга водораспределения, а эксплуатационный персонал и диспетчеры УХБК обучаются работе с программным обеспечением всех уровней системы автоматизации и мониторинга водораспределения.

12. Тестирование и сдача системы в эксплуатацию

Все оборудование, намеченное по проекту, установлено на всех объектах БВО «Сырдарья», УААК и УЮФК. По объектам ХБК из-за неподготовленности узлового сооружения на ПК–100 оборудование системы автоматизации не установлено и передано в Управление ХБК в качестве запасных частей, а на остальных объектах все оборудование установлено. Факт установки подтвержден совместными протоколами заказчика, подрядчика, местного инженера и международных консультантов. Тестирование системы автоматизации и мониторинга объектов БВО «Сырдарья» и Араван-Акбуринского канала произведено в 2008 году. Результаты были опубликованы и приведены в отчетах за предыдущие годы [14–18]. Здесь приведем результаты тестирования части объектов БВО «Сырдарья», ЮФК и ХБК.

Тестирование системы автоматизации БВО Сырдарья. Тестирование выполнялось на четырех новых автоматизированных сооружениях в октябре 2006 года. Наблюдались некоторые проблемы (кое-какие затворы оказались неисправными и не могли работать, имелись проблемы с настройкой измерений уровня воды), но они не повлияли на выполнение управления, которое было точным и стабильным. С октября все затворы были проверены и по необходимости отремонтированы, а датчики уровня были отрегулированы и настроены.

Диаграммы, приведенные в качестве примера показывают измерения расхода и показания открытия затворов, зарегистрированные системой SCADA на Головном водозаборном сооружении Ахунбабаева. Разница между уставкой и регулируемым расходом составляет менее 1,5 % через 30 минут после запуска управления и работа стабильна:

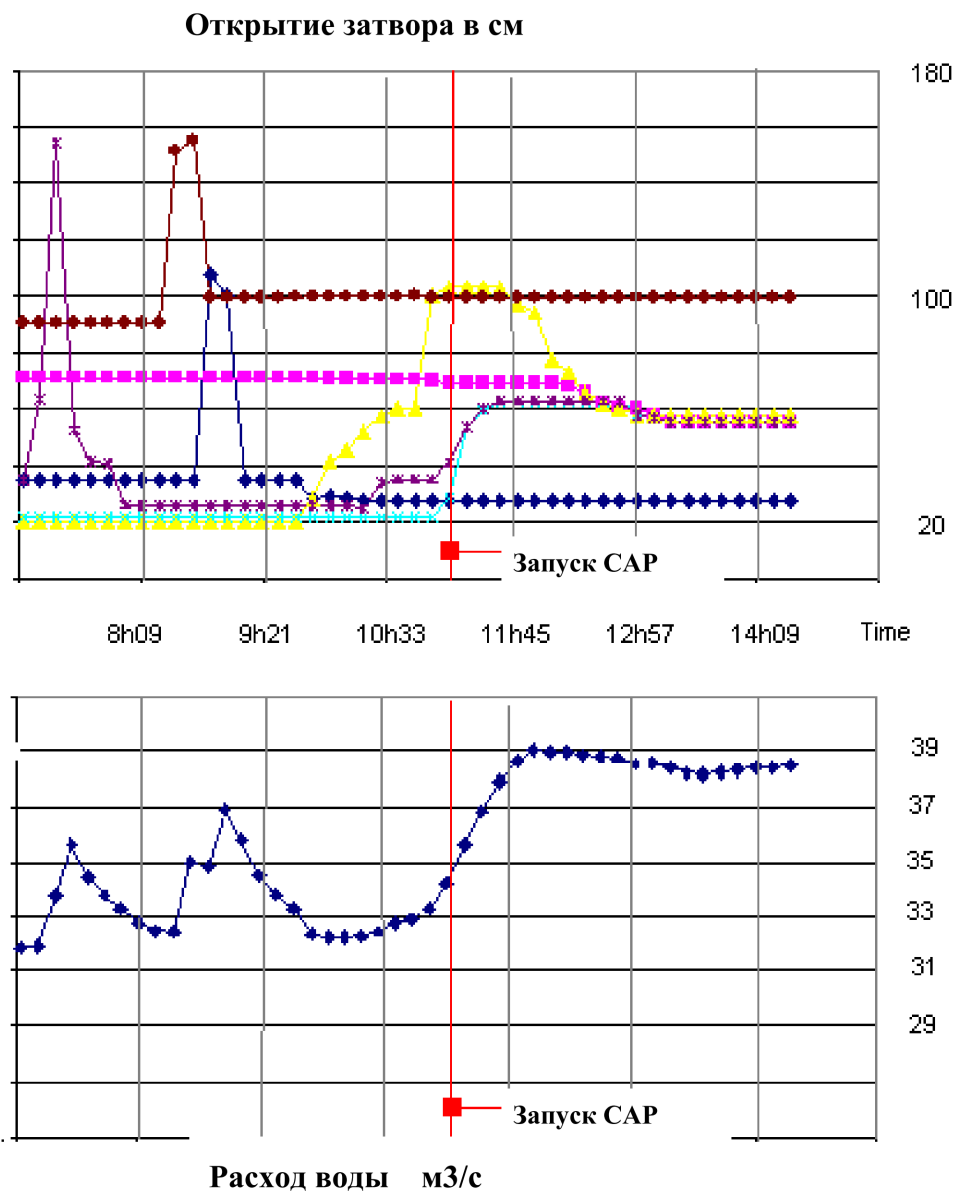


Рис. 11. Испытания системы авторегулирования на головном сооружении к. Ахунбабаев

Тестирование системы автоматизации ЮФК. Тестирование системы автоматизации и передачи данных проводилось в процессе монтажа, наладки системы и при участии международных экспертов. Тестирование датчиков уровня и положения затворов осуществлялось на основе показаний гидрометрической рейки на гидростаях и механического счетчика на датчике положения затвора. Проверялась работа затвора, редуктора, электродвигателей и конечных выключателей затворов.

При тестировании системы автоматического регулирования на ГТС изменились задания на авторегуляторы и наблюдались процесс отработки заданного режима работы регуляторами на ГТС. На рис. 12, 13 показаны результаты тестирования системы авторегулирования на Кампирраватском гидроузле ЮФК. Здесь уровень воды верхнего бьефа гидроузла регулируется с помощью затворов канала Шахрихансай. На боковых каналах Андижансай и Савай расходы воды регулируются с помощью затворов этих каналов.



Рис. 12. Кампирраватский гидроузел главная мнемосхема системы SCADA

На графике показаны изменения заданного и измеренного значения расходов воды на к. Шахрихансай и к. Савай (рис. 13). Быстродействие и точность регулирования авторегуляторов отвечают требованиям процесса управления водораспределением для водохозяйственных объектов.

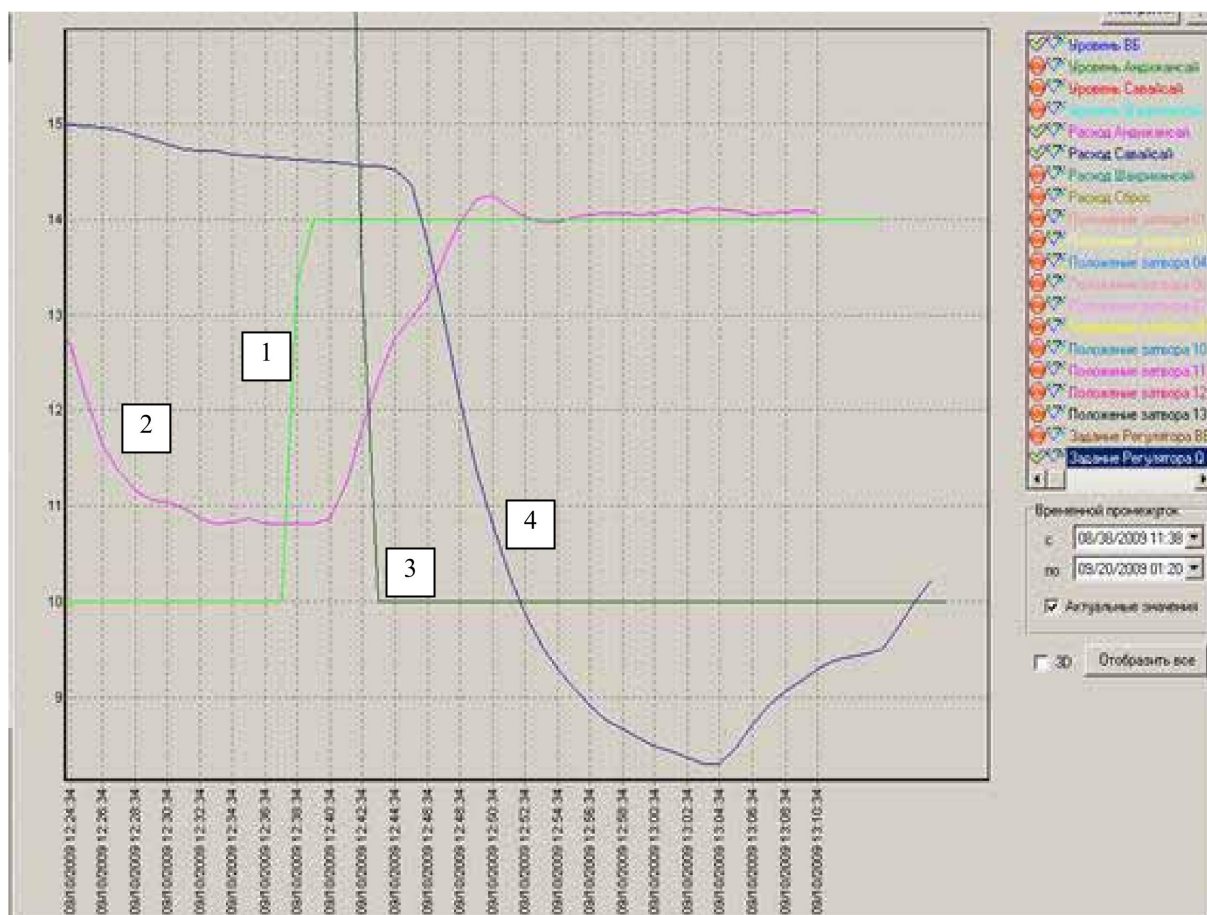


Рис. 13. Испытания Кампирватского гидравлического регулятора

Сброс в Андижансай:

- (1) зеленая кривая = заданное значение /
- (2) розовая кривая = измеренное значение сброса

Сброс в Савайсай:

- (3) зеленая кривая = заданное значение /
- (4) голубая кривая = измеренное значение сброса



Рис. 14. Сооружение Хамза, главная мнемосхема системы SCADA

На рис. 14, 15 показаны результаты тестирования системы авторегулирования на гидроузле Хамза ЮФК. Здесь уровень воды верхнего бьефа гидроузла регулируется с помощью затворов перегораживающего сооружения. На канале подпитки Каркидонского водохранилища регулируются расходы воды затворами этого канала.

Из графика изменения заданного и измеренного значения уровня воды на верхнем бьефе гидроузла (рис. 15) видно, что быстродействие и точность регулирования авторегуляторов отвечает требованиям процесса управления водораспределением для водохозяйственных объектов.

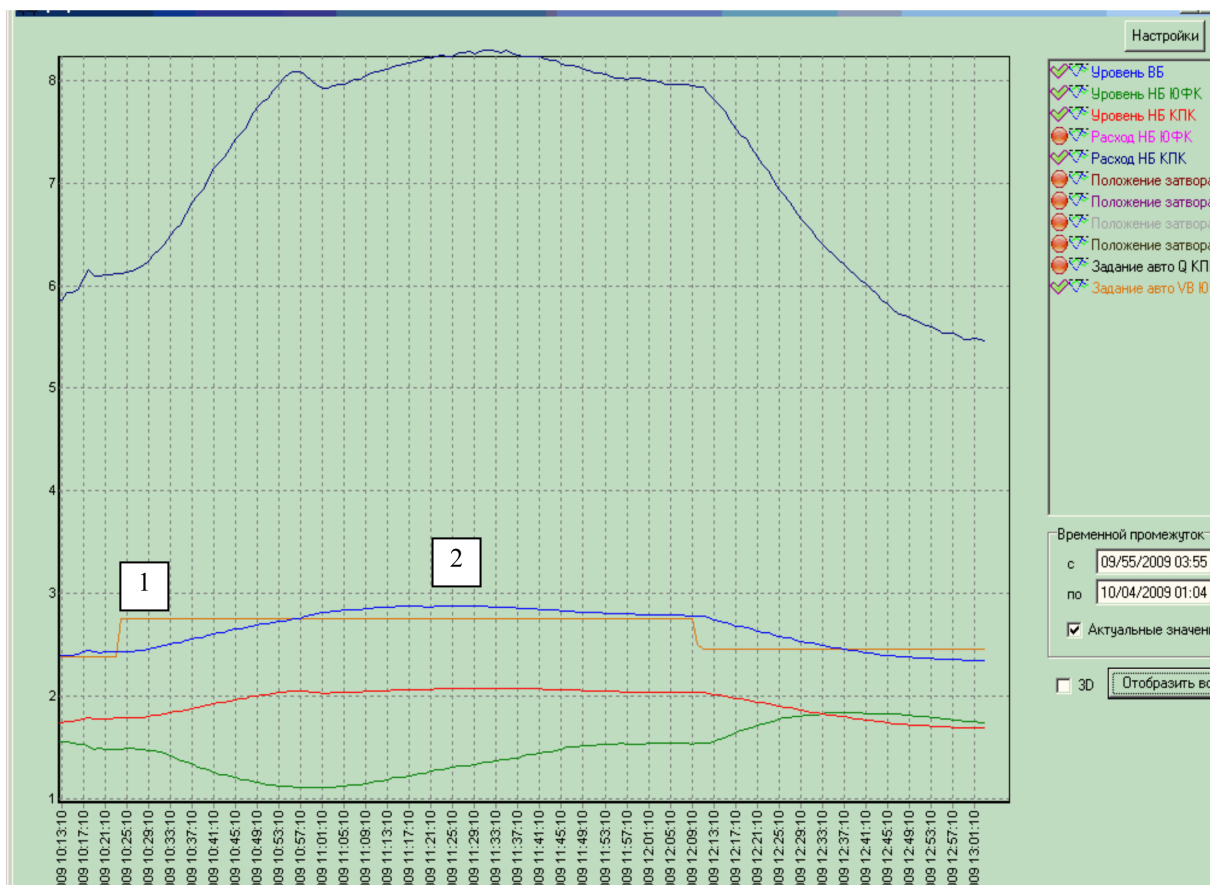


Рис. 15. Испытания гидравлического регулятора сооружения Хамза

Регулирование уровня в верхнем бьефе:

(1) оранжевая кривая = заданное значение

(2) голубая кривая = измеренное значение уровня

На рис. 16-17 показаны результаты тестирования системы авторегулирования на гидроузле Бешолиш ЮФК. Здесь уровень воды верхнего бьефа перегораживающего сооружения (дюкеров) ЮФК регулируется затворами перегораживающего сооружения. Уровень воды верхнего бьефа перегораживающего сооружения Бешолишсай регулируется с помощью затворов на ЮФК, сбрасывающих на Бешолишсай. На боковых каналах Каратепа и Ахшак расходы воды регулируются затворами этих каналов.

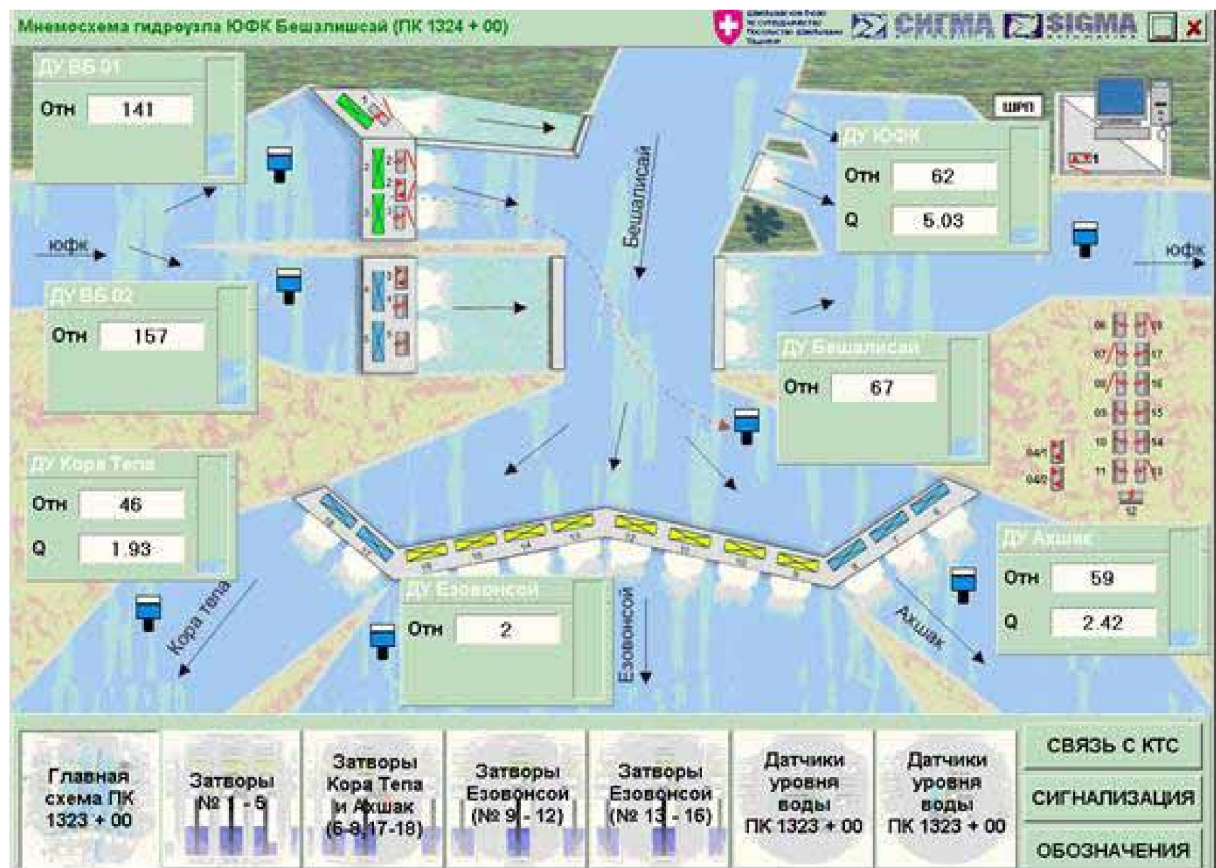


Рис.16. Сооружение Хамза главная мнемосхема системы SCADA

Из графика изменения заданного и измеренного значения расходов воды на к. Каратапа и к. Ахшак (рис. 17) быстродействие и точность регулирования авторегуляторов отвечает требованиям процесса управления водораспределением для водохозяйственных объектов. Аналогично были протестированы все узловые сооружения ЮФК.

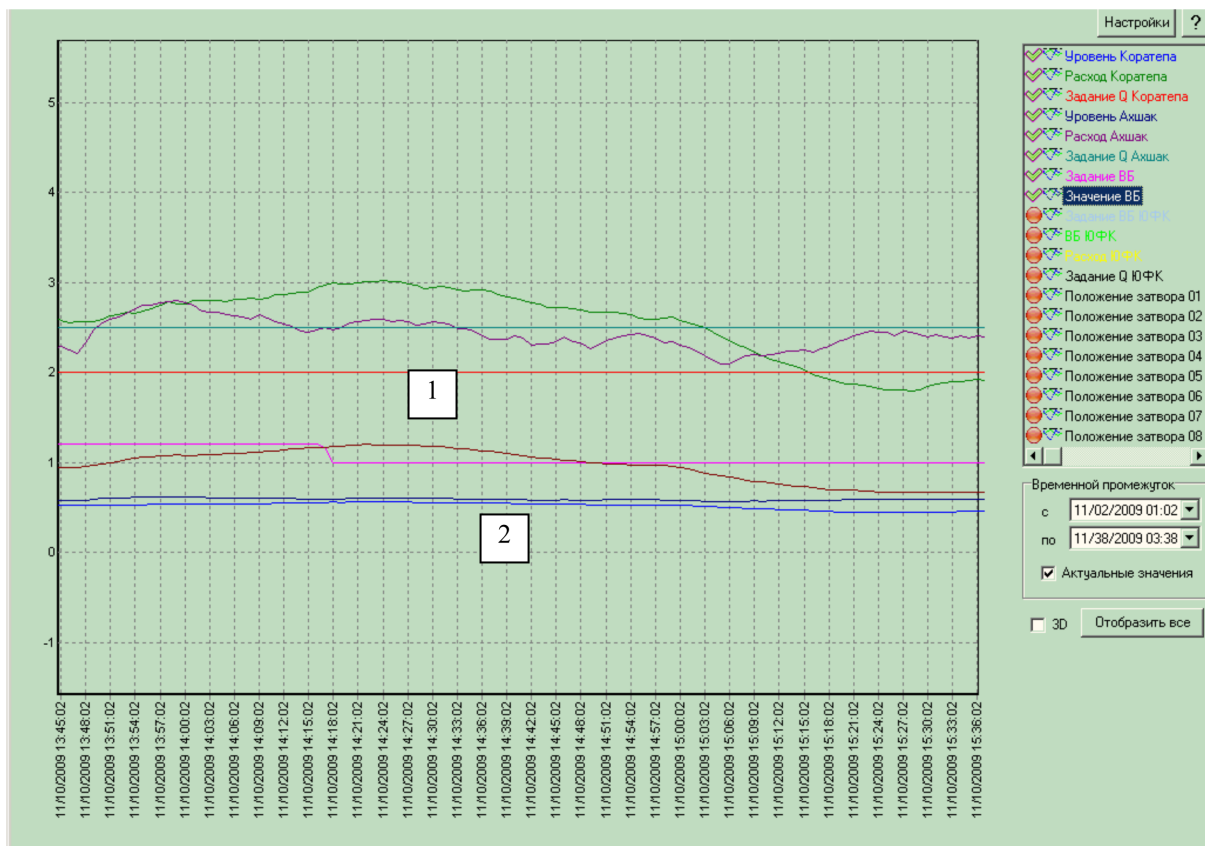


Рис.17. Испытания гидравлического регулятора сооружения Хамза

Регулирование уровня в верхнем бьефе:

(1) оранжевая кривая = заданное значение

(2) голубая кривая = измеренное значение уровня

Тестирование системы автоматизации ХБК

Полный комплекс оборудования системы автоматизации и мониторинга водораспределения ХЮК установлен на всех объектах, кроме узлового сооружения ПК-100.

Тестирование системы автоматизации и передачи данных ХБК проводилось в процессе монтажа, наладки системы и при участии международных экспертов. Тестирование датчиков уровня и положения затворов осуществлялось на основе показаний гидрометрической рейки на гидростоях и измерения фактического положения затвора. Проверялась работа затвора, редуктора, электродвигателей и конечных выключателей затворов.

На рис. 18–19 приведены главная мнемосхема системы передачи данных

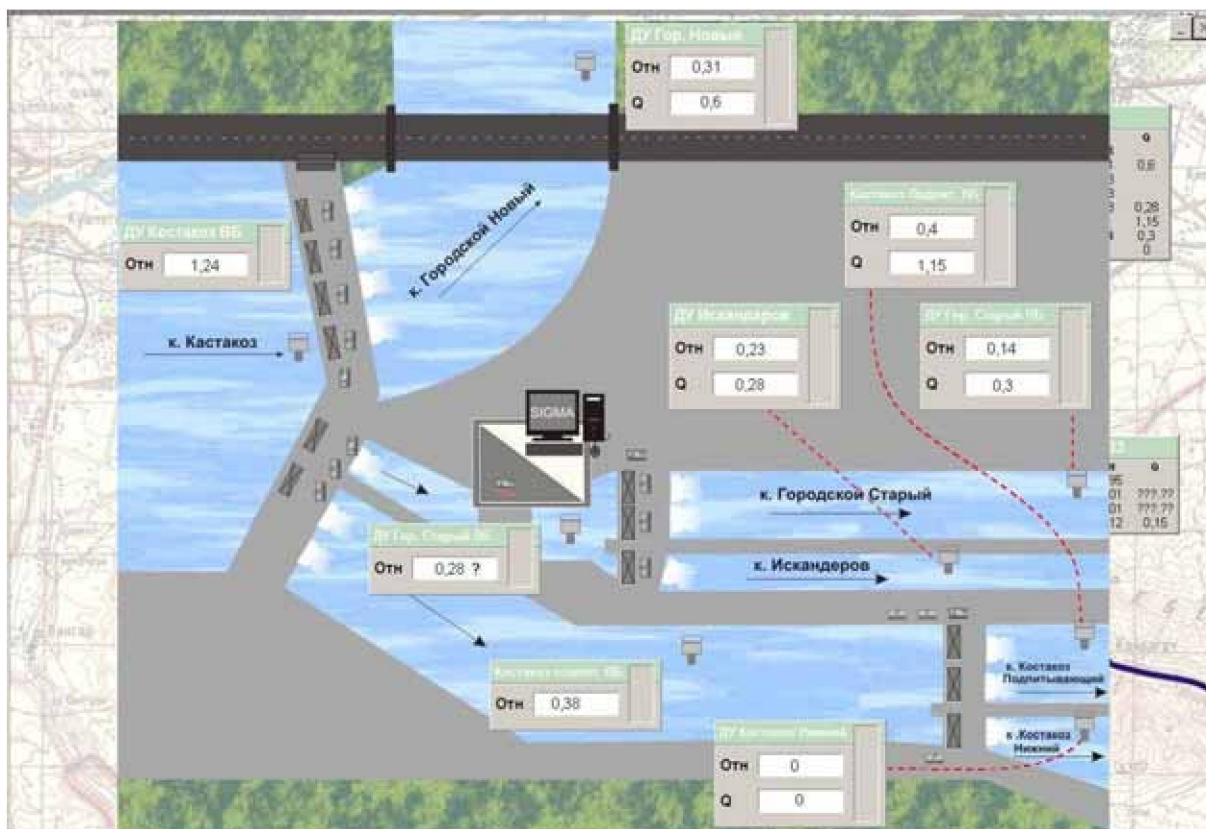


Рис. 19. Узел сооружений Городской на канале Кастакоз главная мнемосхема системы SCADA

В процессе тестирования были определены основные неполадки механической и электрической части гидротехнических сооружений и системы автоматизации. Наблюдались такие неполадки как заклинивание затворов, неисправность редукторов и отсутствие системы энергоснабжения. Указаны все неполадки соответственно по каждому гидротехническому сооружению пилотных каналов и объектов БВО «Сырдарья».

Система автоматизации и мониторинга объектов БВО «Сырдарья» в октябре 2008 года полностью сдана в промышленную эксплуатацию, а объектов ААБК сдана в опытную эксплуатацию. Все недостатки, обнаруженные в процессе тестирования на объектах БВО «Сырдарья», по возможности устранены, а на объектах ААБК устранены в период опытной эксплуатации.

В октябре 2009 года системы автоматизации и мониторинга водораспределения ЮФК и ХБК сданы в опытную эксплуатацию. Все обнаруженные недостатки и неполадки в процессе тестирования на объектах ЮФК и ХБК будут устранены в период опытной эксплуатации.

13. Результаты реализации проекта

В результате реализации I и II фаз проекта «Автоматизация каналов Ферганской долины» на объектах БВО «Сырдарья» и пилотных каналах:

- повысились точность измерения уровней, расходов и 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 %);
- повысилось качество голосовой связи и передачи данных, а также транспортное обеспечение на пилотных каналах;
- улучшилось информационное обеспечение за счет непрерывного сбора, хранения, передачи и обработки измеренных значений уровней и расходов воды в компьютерах;
- повысилась оперативность и точность управления водными ресурсами за счет увеличения скорости получения и обработки информации о технологическом процессе и принятия решений;
- снизились непроизводительные затраты водных ресурсов;
- своевременно обнаружались и устранялись неисправности оборудования системы управления и гидротехнических сооружений.

Необходимо отметить, что установленные системы автоматизации и диспетчеризации на объектах БВО «Сырдарья», ААБК, ХБК и ЮФК повысили уровень эксплуатации, существенно облегчив труд эксплуатационного персонала, повысили качество водораспределения на крупных каналах, таких как КДП, СФК, Большой Андижанский канал, каналы Хакулабад, Ахунбабаева, ААБК, ХБК и ЮФК. Создана настоящая система контроля со стороны БВО и его территориального управления и Управления каналов. Обеспечена достоверность, открытость и доступность информации о водных ресурсах для всех заинтересованных организаций и водопользователей.

В настоящее время НИЦ МКВК совместно с НПО САНИИРИ, БВО «Сырдарья» и «Амударья» готовятся предложения по внедрению аналогичных систем на остальных объектах БВО «Сырдарья», развитию автоматизации и мониторинга на малых реках Ферганской долины и разрабатывается технико-экономическое обоснование по созданию аналогичных систем для объектов БВО «Амударья».

Список использованных источников

1. Автоматизация каналов Ферганской долины. Фаза-1. Подготовка проекта. – Ташкент: НИЦ МКВК, ШУРС. – 2004.
2. Техническое задание на системы автоматизации и мониторинга объектов БВО «Сырдарья». – Ташкент: БВО «Сырдарья», НИЦ МКВК, ШУРС. – 2004.
3. Техническое задание к системе диспетчеризации и автоматизации основных узловых сооружений, автоматизированного мониторинга по балансовым гидропостам Араван-Акбуринского канала. – Ташкент: НИЦ МКВК, ШУРС. – 2004.
4. Техническое задание к системе диспетчеризации и автоматизации основных узловых сооружений, автоматизированного мониторинга по балансовым гидропостам Южного Ферганского канала. – Ташкент: НИЦ МКВК, ШУРС. – 2004.
5. Техническое задание к системе диспетчеризации и автоматизации основных узловых сооружений, автоматизированного мониторинга по балансовым гидропостам Ходжабакирганского канала. – Ташкент: НИЦ МКВК, ШУРС. – 2004.
6. Система автоматизации и мониторинга объектов БВО «Сырдарья». Рабочий проект. – Ташкент–Бишкек: МП Сигма, 2005.
7. Система диспетчеризации и автоматизации основных узловых сооружений, автоматизированного мониторинга по балансовым гидропостам Араван-Акбуринского канала. Рабочий проект – Ташкент–Бишкек: МП Сигма, 2006.
8. Система диспетчеризации и автоматизации основных узловых сооружений, автоматизированного мониторинга по балансовым гидропостам Южного Ферганского канала. Рабочий проект. – Ташкент–Бишкек: МП Сигма, 2007.
9. Система диспетчеризации и автоматизации основных узловых сооружений, автоматизированного мониторинга по балансовым гидропостам Ходжабакирганского канала. Рабочий проект. – Ташкент–Бишкек: МП Сигма, 2008.
10. Система передачи данных Нарын Карадарьинского управление гидроузлов БВО «Сырдарья». Рабочий проект. – Ташкент–Бишкек: МП Сигма, 2006.
11. Система передачи данных Араван-Акбуринского канала. Рабочий проект. – Ташкент–Бишкек: МП Сигма, 2007.
12. Радиосеть системы автоматизации и мониторинга Южного Ферганского канала. Технический проект. – Ташкент: ООО Sarkor Wireless Communications, 2009.
13. Конвекциональная радиосеть системы автоматизации и мониторинга Ходжабакирганского канала. Технический проект. – Ташкент: ООО Sarkor Wireless Communications, 2009.
14. Плюскеллек Э., Россе П., Фавро Ж. Автоматизация каналов Ферганской долины: Отчет третьей миссии международных экспертов. – Ташкент, 2006.
15. Плюскеллек Э., Пуит Ф., Фавро Ж. Автоматизация каналов Ферганской долины: Отчет четвертой миссии международных экспертов. – Ташкент, 2009.
16. Пуит Ф., Фавро Ж. Автоматизация каналов Ферганской долины: Отчет четвертой миссии международных экспертов. – Ташкент, 2009.
17. Системы SCADA в Центральной Азии. – Ташкент: МФСА, НИЦ МКВК – 2007.
18. О результатах работы системы автоматизации и диспетчеризации Учкурганского гидроузла на реке Нарын. – Ташкент: БФО «Сырдарья», НИЦ МКВК, ШУРС.- 2005.

**Подготовлено к печати и издано
в Научно-информационном центре МКВК**

**Республика Узбекистан,
100 187, г. Ташкент, массив Карасу-4, д. 11**

Редактор

Ананьева Н.Д.

Компьютерная верстка и оформление

Абдурахманов Д.Д.

<http://sic.icwc-aral.uz>