

ИНФОРМАЦИОННЫЙ СБОРНИК

1 (25)

НИЦ МКВК

Апрель, 2007

СОДЕРЖАНИЕ

ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ SCADA В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ.....	4
ОПЫТ АВТОМАТИЗАЦИИ ГИДРОУЗЛОВ БВО «СЫРДАРЬЯ»	14
СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ НА ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ.....	20
ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРОЕКТА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И МОНИТОРИНГА ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ НА ЮЖНОМ ФЕРГАНСКОМ КАНАЛЕ ..	33

ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ SCADA В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Э. Плюскеллек, Ю. Краенбюль, П. Россе, И. Бегимов, П. Фавро

Реферат

В данной статье описано внедрение системы Диспетчерского управления и сбора данных (SCADA) в трех странах Центральной Азии – Узбекистан, Кыргызстан и Таджикистан – при финансовой поддержке Швейцарского Агентства оказания содействия развитию и сотрудничества (SDC). Целями проекта являются стабилизация расходов воды, отбираемой на орошение ниже крупных гидроэлектростанций, и мониторинг равномерности и надежности распределения воды по каналам второго порядка. Данное внедрение системы дает пример многообещающей успешной истории модернизации орошения в развивающихся странах. Три фактора могут способствовать этому успеху: i) наличие региональной компании, занимающейся автоматизацией, ii) использование аппаратуры автоматического управления промышленного изготовления, iii) быстрое вмешательство местной индустрии, когда необходимы ремонт и исправление аппаратуры управления. Проект также демонстрирует, что модернизация ирригационных систем не обязательно является очень дорогостоящей, как до сих пор утверждается, поскольку дорогие восстановительные работы зачастую ассоциируются с модернизацией. В статье отмечены некоторые отличия в проектировании проектов SCADA в развитых и развивающихся странах. В заключение приводятся результаты первой серии тестирования системы SCADA.

Введение

Более 7 миллионов гектар орошается в пяти странах Центральной Азии водными ресурсами крупных рек Амударья и Сырдарья, которые впадают непосредственно в Аральское море. С момента получения независимости от Советского Союза в 1991 году, эти страны управляют крупными оросительными системами, которые стареют, и поэтому требуются значительные инвестиции для капитального восстановления и адаптации внутрихозяйственных сооружений к текущей политике приватизации земель.

Швейцарское Агентство оказания содействия развитию и сотрудничества (SDC) не является крупным кредитным агентством в Центральной Азии. Однако оно разработало оригинальную стратегию оптимизации технического содействия и ограниченной финансовой помощи, предоставляемой этим странам для развития сельского хозяйства. Данная стратегия основывается на том факте, что всем крупномасштабным системам водоподачи присущ хаос (доклад Клеменса на конгрессе МКИД в Пекине, 2005 г.). Хаос определен Клеменсом как тот факт, что небольшое отклонение в верхней части системы каналов от расчетной подачи приводит к большим колебаниям водоподачи ниже по течению. Клеменс правильно утвержда-

ет, что ни улучшение управления, ни учет воды не справятся с этим хаосом: *«Одно только улучшение управления может привести к небольшому повышению продуктивности систем, но не к существенному росту. Управление водой является ключевым компонентом, но само по себе оно недостаточно для значительного улучшения продуктивности».*

В 2001 году SDC подписало протокол с Научно-Информационным Центром (НИЦ) Межгосударственной Координационной Водохозяйственной Комиссии (МКВК), международной организацией пяти стран Центральной Азии, по оказанию содействия в модернизации орошаемого земледелия в Ферганской долине. Протокол включает оказание содействия: i) внедрению Интегрированного Управления Водными Ресурсами (ИУВР) в долине в рамках реформы орошаемого земледелия посредством создания и укрепления водных ассоциаций и ii) Автоматизации и мониторингу каналов. В данной статье описываются проекты SCADA и автоматизации, введенные в Ферганской долине при содействии SDC. В настоящее время работает первый проект, реализованный в 2002 году на крупной водозаборной плотине на реке Нарын. Второй текущий проект SCADA, инициированный в 2003 году, включает ряд отдельных сооружений на крупных транспортирующих системах каналов и три пилотных оросительных канала (см. карту).

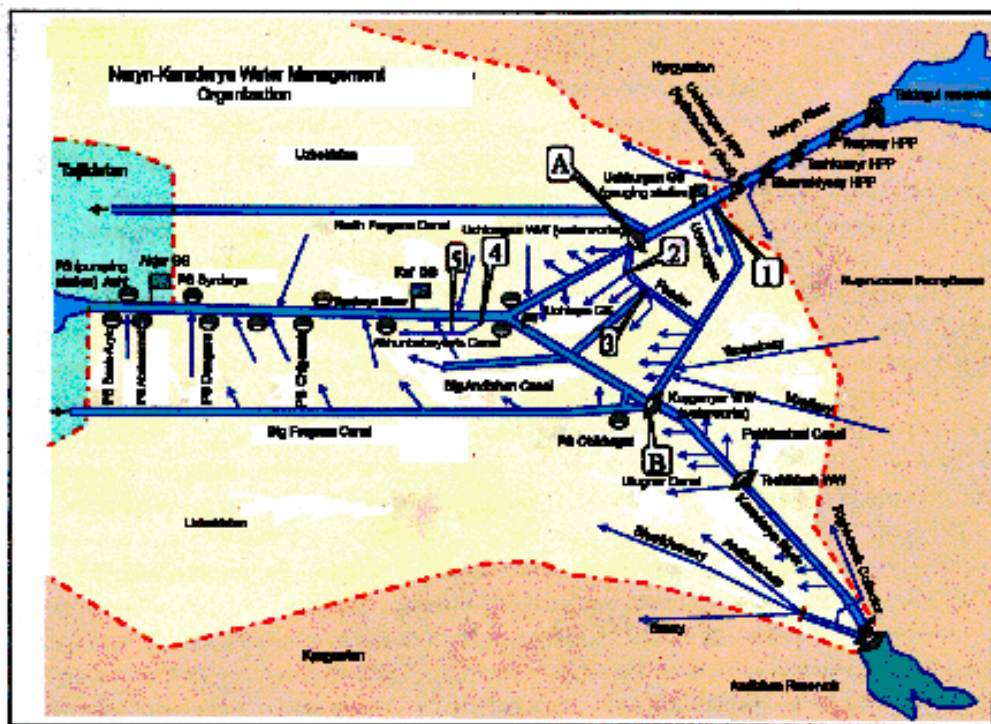
Географические условия и развитие орошения

Ферганская долина представляет собой большую межгорную котловину, протяженностью около 300 км, окруженную горами Тянь-Шаня на севере и продолжением гор Каракорум на юге. Равнина орошается с незапамятных времен. Правительство СССР построило крупномасштабную ирригационную систему в конце 40-х годов, которая превратила Ферганскую долину в одну из самых густонаселенных долин Центральной Азии. Общая площадь орошения в настоящее время оценивается в 1375000 га, из которых 911300 га относится к Узбекистану, 330700 га - Кыргызстану, и 133900 га - Таджикистану. Центральные равнины долины лежат на территории Узбекистана, а окружающие предгорные и горные районы относятся к Кыргызстану. Западная часть долины, открывающаяся аридной степью Центральной Азии, принадлежит Таджикистану.

Сельское хозяйство Ферганской долины сильно зависит от отбора воды из реки Сырдарья и ее притоков. Сельское хозяйство составляет 92 % водопользования. Эффективность водопользования очень низкая, поскольку около 70 % отбираемой воды теряется из-за старения инфраструктуры и плохого управления. Большая часть долины характеризуется очень благоприятными почвенными условиями по сравнению с низовьями бассейна Аральского моря, которые в значительной степени подвержены засолению и заболачиванию. Около 85 % земель долины незасолены или слабозасолены, и только 15 % земель непригодны для орошения из-за близкого залегания грунтовых вод или засоления.

Источником воды Ферганской долины является река Сырдарья, формируемая двумя основными притоками, берущими свое начало в высокогорных районах: реками Нарын и Карадарья. Суммарный годовой объем воды, имеющийся в наличии в долине, оценивается в 14 млрд м³. Большой гидроэнергетический потенциал реки Нарын был освоен со строительством Токтогульской водозаборной плотины, высо-

той 170 м, образующей водохранилище емкостью 11 млрд м³ и каскад пяти средне- и высоконапорных гидроэлектростанций, все эти сооружения расположены в Кыргызстане. Нарын-Карадарьинская ирригационная система состоит из множества связанных каналов, берущих начало от реки Нарын и двух ее основных притоков. Первым сооружением на реке Нарын в Узбекистане, как раз ниже от границы, является Большое Ферганское головное сооружение (подтопленный водослив и боковой приток), которое забирает воду в Большой Ферганский канал (БФК), с расчетной пропускной способностью 300 м³/с. Несколькими километрами ниже расположена Учкурганская водозаборная плотина, подающая воду в Северный Ферганский канал (СФК) и Канал дополнительного питания (150 м³/с). Сток БФК дополняется водой из Канала дополнительного питания. Два сооружения находятся на БФК на расстоянии 2,5 и 6 км от Учкурганской плотины для подачи воды в Хакулабадский и Большой Андижанский (БАК) каналы. Затем БФК транспортирует воду реки Нарын в реку Карадарья, как раз выше Куйганьярской водозаборной плотины. На реке Карадарья построена 105-метровая Андижанская плотина, образующая водохранилище емкостью 1,7 млрд м³. Это водохранилище обеспечивает водой три оросительных канала, включая Шахрихансайский канал, который в свою очередь, подает воду в Южный Ферганский канал (ЮФК).



(А) Учкурганский гидроузел на реке Нарын.- (Б) Куйганьярский гидроузел на реке Карадарья.- (1) Головное сооружение Большого Ферганского канала на реке Нарын.- (2) Хакулабадский вододеливатель на ПК 15 КДП БФК - (3) Гидроузел на ПК 66 КДП (головное сооружение Большого Андижанского канала)- (4) Головное сооружение на канале Ахунбабаева- (5) Сбросное сооружение на канале Ахунбабаева.

Предыдущие проекты автоматизации

Первый проект SCADA на Куйганьярской водозаборной плотине был реализован в Ферганской долине в 2001 году при поддержке ЮСАИД. Второй проект при содействии SDC был реализован на Учкурганской водозаборной плотине в 2002 году со стоимостью 187000 долл. США. Целью этих двух проектов была стабилизация расходов в оросительных каналах, несмотря на высокие и не всегда предусмотренные колебания стока воды, сбрасываемой с электростанций, расположенных в Кыргызстане. Эти два проекта были выполнены компанией СИГМА, специализирующейся на автоматизации.

Проект SCADA-Учкурган был запланирован для обеспечения целевых расходов в каналах СФК и БФК и для максимального контроля уровня воды выше Учкурганской плотины, не смотря на колебания стока воды, сбрасываемой с расположенных выше на реке Нарын электростанций в Кыргызстане.

Данные о расходе на Учкургане собираются и записываются каждые 10 мин. Затем данные обрабатываются для расчета среднечасовых, среднесуточных, среднедекадных и среднемесячных значений расхода и могут быть представлены в графической форме.

Мониторинг расходов воды в каналах СФК и БФК в период с апреля 2004 г. по апрель 2005 г. показал, что водозаборы этих каналов работали около 270 дней в режиме автоматического управления в этот одногодичный период. Средние отклонения между фактическим и целевым расходом в режиме автоматического управления не превышали 2 % (1,61 % и 1,69 % соответственно по СФК и КДП). Однако максимальные отклонения между фактическим суточным расходом и установленными значениями составили 6,17 м³/с (или 11,22 %) по СФК и 11,01 м³/с (или 1,77 %) по КДП. Хотя эти колебания все еще значительные, система SCADA существенно повысила стабильность расхода воды, сбрасываемой в эти два канала.

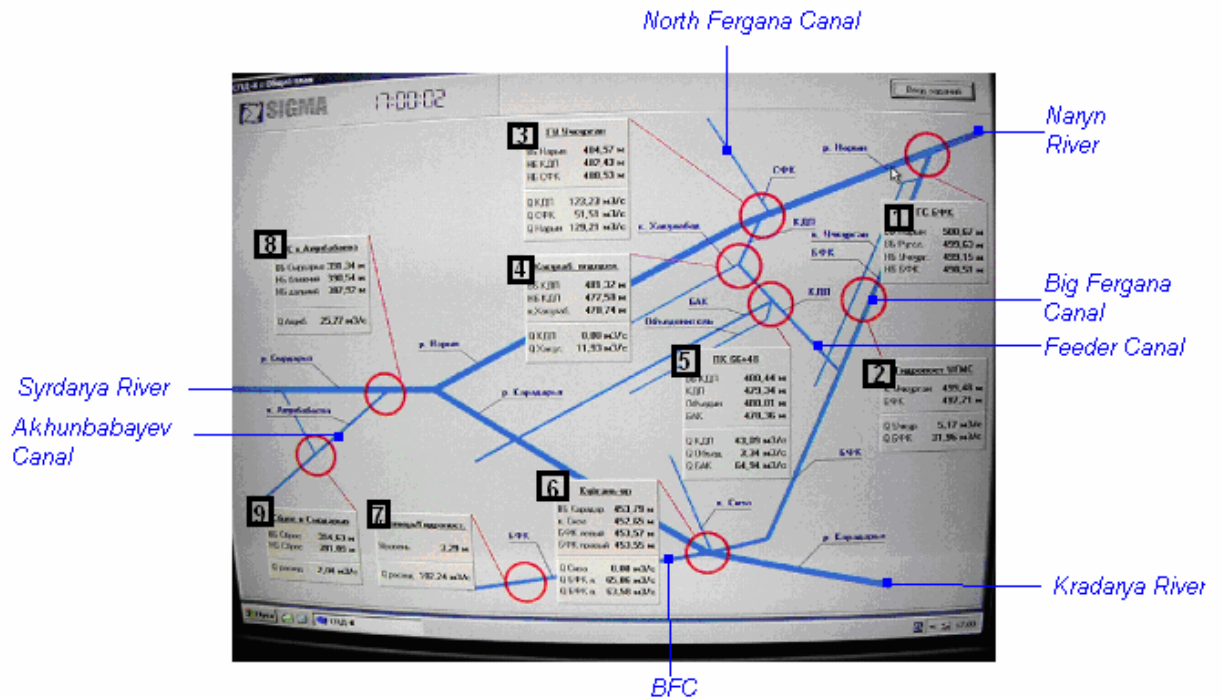
Учкурганский проект успешно доказал, что можно достичь значительных улучшений в эксплуатации системы при небольших инвестициях и за ограниченный период времени.

Текущий проект автоматизации каналов в Ферганской долине

Целью текущего проекта SCADA, инициированного в 2003 году, является внедрение локального автоматизированного управления и дистанционного автоматического мониторинга для обеспечения оптимального вододеления. Проект включает i) четыре отдельных сооружения на крупных транспортирующих каналах, находящихся в ведении Бассейнового Водохозяйственного Объединения (БВО) «Сырдарья» и ii) три ирригационных пилотных канала в ведении местных управлений: Южный Ферганский канал (ЮФК) в Андижанской и Ферганской областях Узбекистана, Араван-Акбурунский канал (ААБК) в Ошской области Кыргызстана и канал Гуля-Кандоз в Согдской области Таджикистана (см. карту)

Сооружения БВО

Текущий проект автоматизации каналов SDC является продолжением прежнего проекта автоматизации Куйганьярской и Учкурганской водозаборных плотин. Он предусматривает автоматизацию четырех узловых сооружений Нарын/Карадарьинской системы: водозабор БФК, два сооружения на КДП и водозабор канала Ахунбабаева на реке Сырдарья.



(1) Головное сооружение Большого Ферганского канала (2) гидропост (3) Учкурган (4) Хакулабадский вододеливатель (5) Большой Андижанский вододеливатель (6) Куйганьяр (7) гидропост (8-9) Канал Ахунбабаева и сбросное сооружение

Затворы: Имеется 46 плоских затворов, которые уже оборудованы электродвигателями. Данные электромеханические средства были проверены, отремонтированы, либо заменены, и оборудованы концевыми выключателями и датчиками открытия затворов. Электропитание и резервные генераторы обеспечены в 4 объектах, кроме канала Ахунбабаева, где в ближайшее время планируется установить резервный генератор.

Измерение уровня воды: 19 ультразвуковых датчиков уровня установлено выше и ниже каждого перегораживающего сооружения или автоматизированного водовыпуска. В некоторых случаях также оборудованы гидропосты (гидрометрические станции).

Вид управления: Фактически, все сооружения являются составными и имеют разные функции: перегораживающее сооружение с регулированием уровня воды по верхнему или нижнему бьефу и водовыпуск, подающий воду в магистральный канал, и в этом случае речь идет о регулировании расхода. Все затворы могут иметь либо автоматическое управление, либо ручное с помощью диспетчеров.

Метод управления: 2 первых участка КДП подлежат управлению по уровню нижнего бьефа. Во всех других каналах регулирование ведется по уровню верхнего бьефа.

Электронное оборудование: затворы управляются ПЛК (один ПЛК на 4 затвора) с отдельными модулями ввода/вывода и интерфейсами (аналоговый и цифровой ввод, цифровой вывод). ПЛК программируются на отправку следующих 6 сигналов в управляющую программу:

- Перегрузка по моменту (замыкание или токовое реле на панели управления)
- Ошибка или невозможность считывания информации с датчика положения затворов
- Считывание ошибочных значений с датчика положения затворов (запрещенные значения, например высота выше, чем размеры затвора)
- Движение затвора, противоположное запрашиваемому движению, в основном на ранних фазах тестирования в случае изменения порядка кабелей.
- Последний сигнал возникает, когда ПЛК посылает команду, которая не может быть выполнена затвором. Здесь может быть несколько причин, включая электромеханические проблемы.

Один ПЛК предназначен для управления другими ПЛК и связан с диспетчерским ПК, где отображаются все данные и вводятся уставки. ПЛК модели DECONT 182 размещены в компактных шкафах вблизи затворов или в диспетчерской. ПЛК также соединены с системой телекоммуникаций.

Средства телекоммуникации: Система GPRS была выбрана для обеспечения связи между новыми сооружениями автоматизированного управления. (За исключением диспетчерских Куйганьяра и Учкурмана, где уже установлена и работает традиционная радиосвязь). Данный выбор имеет несколько преимуществ:

- Поддержка сети связи будет обеспечиваться специализированной компанией связи
- Не нужно получать разрешение от властей на использование частот (подобное разрешение очень трудно получить в Узбекистане)
- Имеется возможность наращивания (например, возможна связь с Ташкентом без привлечения дополнительных технических средств).

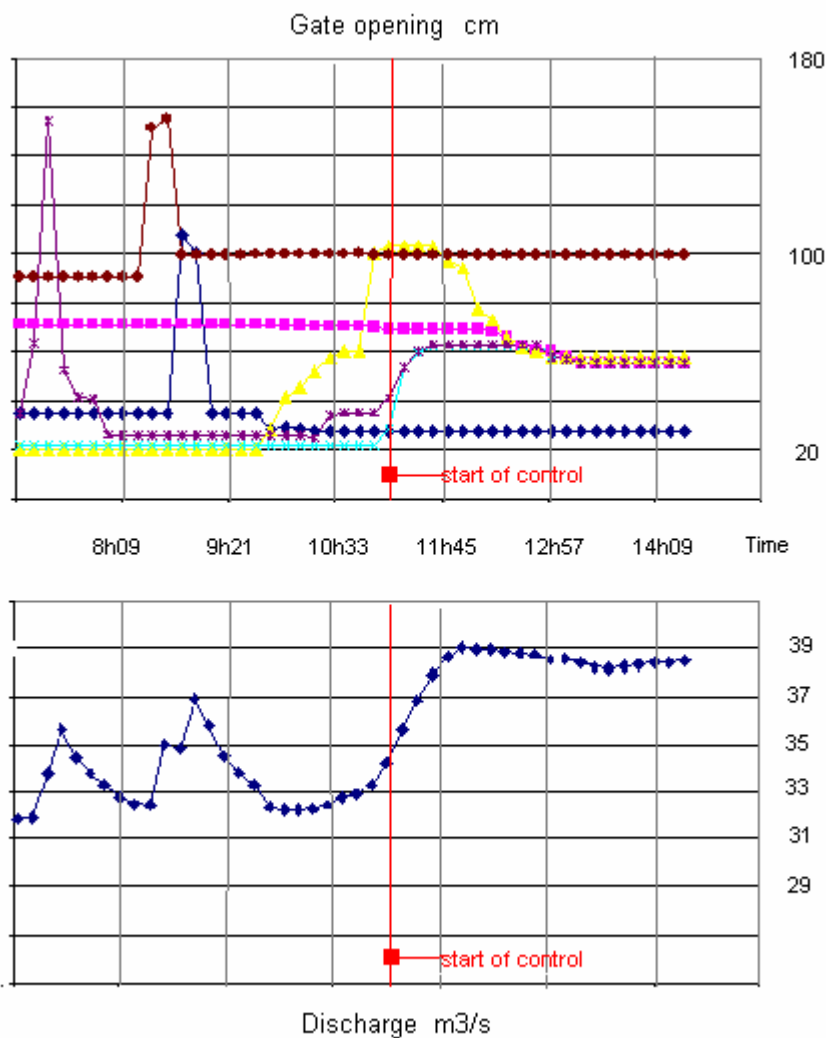
Однако качество связи зависит от поставщика услуг (МТС), который только что завершил установку сети GSM+GPRS в Ферганской долине (сеть GPRS уже работает в Ташкентской области), кроме того, наблюдались некоторые проблемы во время предварительных тестов. К счастью, эти проблемы не повлияли на автоматизированное управление (имеется только местная автоматизация), а только на передачу данных.

Программное обеспечение: Использование коммерческого пакета контролирующих и управляющих программ желательно для обеспечения более легкой настройки под требования, поддержки и, в этом случае, можно избежать специфичных и длительных разработок. СИГМА выбрала промежуточное решение между легкодоступной программой и полным, изготовленным на заказ приложением. Контролирующее и управляющее программное обеспечение было построено с помощью библиотек (существующее приложение для операторского интерфейса, архивов, ПЛК и т.д.), предоставленных поставщиком ПЛК и специальных программ,

разработанных для БВО, таких как расчет расхода с помощью гидравлических закономерностей на существующих гидростаях.

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

В качестве примера, диаграммы ниже 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:



Пилотные оросительные каналы

Задача проекта – ввести частичное автоматизированное управление и автоматизированный мониторинг для обеспечения оптимального вододеления в трех трансграничных пилотных каналах:

а. Южный Ферганский канал, протяженностью 120 км, построенный в 1935 году с пропускной способностью 100 м³/с, орошает около 87000 га в Андижанской и Ферганской областях Узбекистана и 2500 га в Кыргызстане. Канал получает незарегулированную воду из ряда боковых притоков. Приблизительно на половине его протяженности распределительный канал позволяет забирать излишки воды в Каркидонское водохранилище компенсированного регулирования, которое имеет очень благоприятное расположение для работы канала.

Технический проект для данного проекта автоматизации и мониторинга пока не завершен, но будет очень похож на проект автоматизации сооружений БВО.

б. Араван-Акбуринский канал, протяженностью 21 км, забирает воду из реки Акбура на расстоянии около 7 км ниже Папанской аккумуляторной плотины. Канал ААБК обеспечивает оросительной водой около 9000 га в Кыргызстане.

Технический проект автоматизации канала завершен, также как и ремонт и моторизация затворов. Основные характеристики данного проекта:

- 3 регулирующих сооружения с 17 затворами подлежат автоматизации и мониторингу
- 2 отдаленных балансовых гидропоста будут оборудованы автоматизированным измерением уровня
- Оборудование будет очень похоже на оборудование, использованное в проекте сооружений БВО
- Система передачи данных будет использовать УКВ-радиостанцию (требуются 2 частоты)
- Одна дополнительная УКВ частота будет использоваться для голосовой связи.

в. Канал Гуля-Кандоз берет воду из незарегулированной реки Ходжабакирган для орошения приблизительно 8100 га в Таджикистане. Разработка проекта только началась.

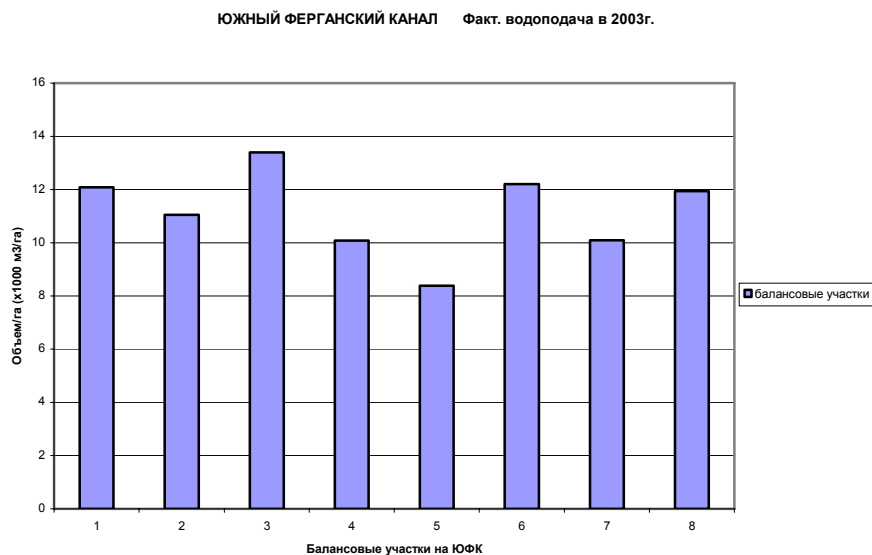
Текущая эксплуатация

Три пилотных оросительных канала в настоящее время работают в режиме управления по уровню верхнего бьефа с минимальными регулирующими сооружениями. Некоторые пролеты регулирующих сооружений не оборудованы затворами, что делает невозможным точное регулирование уровня воды. Три канала имеют средний большой продольный уклон. На ЮФК найдено несколько быстотоков и

перепадов. Уникальное общее свойство этих трех каналов – это очень большое число прямых водовыпусков, питающих небольшие распределительные каналы третьего порядка, которые в свою очередь подают воду в бывшие колхозы. Например, более 135 выпускных сооружений для разгрузки самотеком и 68 небольших насосных установок имеется на ЮФК и 80 водовыпусков на Ходжабакирганском канале. Некоторые участки каналов облицованы. Однако облицовка находится в плохом состоянии.

Гидрометрические станции, известные как гидропосты, расположены по всей длине трех каналов с интервалами около 10 км для определения стока путем кривой зависимости расход/глубина воды с регулярными промежутками. Объемы воды, отбираемой на участках между гидропостами, известных как балансовые участки (т.е. участки водоучета), затем анализируются для определения равномерности распределения воды по балансовым участкам и расхождений между плановыми, запрашиваемыми и фактическими объемами подаваемой воды. Несколько полевых групп для каждого балансового участка отвечают за мониторинг и регулирование, если необходимо, степени открытия многочисленных отдельных водовыпусков, забирающих воду из магистральных каналов трижды в день для обеспечения согласованного целевого стока.

Несмотря на усилия полевых групп, распределение воды остается неравномерным, как видно на следующих диаграммах (распределение воды по длине Южного Ферганского канала и внутри одного балансового участка)





Стоимость автоматизации

Общая сумма контрактов по автоматизации составляет около \$1.3 млн., включая:

- Сооружения БВО: \$ 305,000
- Южный Ферганский канал: \$ 667,000
- Араван-Акбуринский канал: \$ 337,000
- Ходжабакирганский канал: \$ 104,000

Концептуальные отличия от проектов SCADA в развитых странах

Основные цели модернизации орошения в развитых странах включают: i) повышение гибкости и надежности услуг по подаче оросительной воды пользователям; ii) уменьшение затрат на управление, в основном затрат на рабочую силу через сокращение квалифицированного и неквалифицированного персонала; iii) снижение, в некоторых случаях, негативного воздействия орошения на окружающую среду. Трудозатраты в странах Центральной Азии настолько низкие, что сокращение персонала пока не является фактором модернизации ирригационных проектов. Кроме того, пока нет большой уверенности в местном автоматизированном управлении и телекоммуникациях. Поэтому каждый местный диспетчерский пункт оборудован компьютером для местных манипуляций и персонал работает 24 часа в сутки. В случае неисправности системы телекоммуникаций, инструкции и оповещение можно все еще передавать по телефону. В случае отказа местного автоматизированного управления, затворы все еще могут регулироваться локально с местного диспетчерского пункта или, в худшем случае, вручную на месте.

Основное внимание автоматизированной системы мониторинга направлено на строгий мониторинг равномерности распределения оросительной воды. Данные, собираемые с помощью системы SCADA, обрабатываются для проверки равномер-

ности вододеления между балансовыми участками. В развитых и развивающихся странах, где вода подается по требованиям или запланированным требованиям, эксплуатация планируется таким образом, чтобы обеспечить индивидуальные или групповые заявки на воду в возможное кратчайшее время. Эта цель приводит к проактивной работе с различной степенью модернизации управления уровнями воды и расходами по длине каналов с особым вниманием, уделяемым нижним участкам.

ОПЫТ АВТОМАТИЗАЦИИ ГИДРОУЗЛОВ БВО «СЫРДАРЬЯ»

А.Г. Локтионов¹, А. Юлчиев²,

В настоящее время БВО «Сырдарья» (БВО) при поддержке МКВК и помощи международных финансовых организаций внедряет современные системы автоматизации и диспетчеризации типа SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition – Диспетчерский контроль и сбор данных), которые служат для улучшения оперативного управления водозаборными сооружениями в условиях нестабильного режима энергетических попусков Нарын-Сырдарьинского каскада водохранилищ.

Эти системы осуществляют автоматическое регулирование уровней и расходов воды, дистанционное измерение (телеметрию) уровней, расходов и открытия затворов гидротехнических сооружений, выполняют непрерывный сбор, первичную обработку, хранение и представление информации об условиях и технологических параметрах работы сооружений, а также фиксируют минерализацию воды и автоматически обнаруживают неисправности механического оборудования.

Функции автоматизации реализуются различными техническими средствами (рис.1).

¹ Начальник технического отдела БВО «Сырдарья»

² Начальник отдела АСУ НКУГ

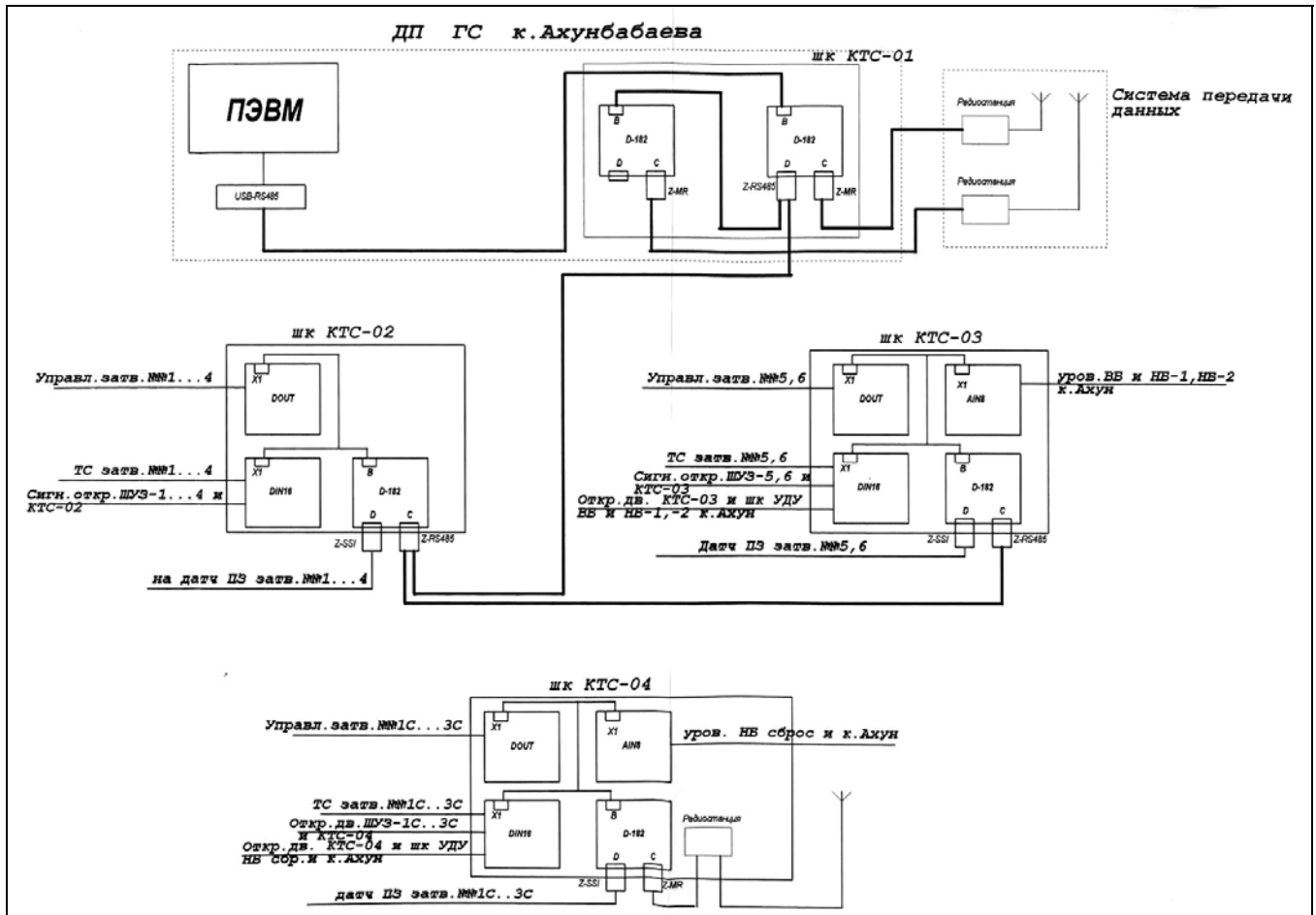


Рис.1. Структурная схема комплекса технических средств системы автоматизации на примере головного сооружения канала им. Ахунбабаева.

Для измерения уровней воды применяются поплавковые датчики типа ДУП-250 или ультразвуковые УДУ-25 со стандартным аналоговым токовым выходом и встроенным термодатчиком для корректировки температурных погрешностей. Положение затворов контролируется датчиками типа ДПЗ или АВС 5812. Все аналоговые и дискретные сигналы от датчиков передаются по специальным кабельным линиям связи через модули ввода на интеллектуальные контроллеры типа Descont D-182, которые связаны с размещаемыми в диспетчерских пунктах персональными компьютерами (ПК). Являясь основным звеном системы диспетчерского управления, производящим расчет текущих значений расходов воды и автоматизированное управление затворами для обеспечения заданных режимов водозабора и водоподачи, ПК служат также для отображения полученной информации, ее обработки, формирования режимов работы сооружения. Состояние исполнительных механизмов автоматически контролируется по наличию электропитания, срабатыванию защиты по перегрузке привода, по реакции затворов на управляющее воздействие. С клавиатуры ПК можно при необходимости дистанционно управлять работой затворов при отключенной автоматике с сохранением всех функций диспетчеризации.

Для решения задачи автоматического поддержания заданного расхода воды в каналах в контроллерах содержится специальный программный компонент – авто-регулятор расхода, который поддерживает заданный оператором расход воды путем

выдачи команд перемещения затворов, подключенных к данному авторегулятору. Решение о подключении тех или иных затворов к авторегулятору принимает диспетчер сооружения. Величину перемещения затворов компонент рассчитывает на основе данных о заданном расходе, текущем расходе, изменении расхода. При отклонении текущего расхода от заданного компонент рассчитывает новое положение затворов по определенному алгоритму. Если возникает какая-либо сбойная ситуация на одном из затворов, подключенных к авторегулятору, то этот затвор автоматически отключается от авторегулятора до вмешательства человека, однако авторегулятор продолжает функционировать, управляя оставшимися затворами.

Для управления движением затвора в контроллере реализован отдельный программный компонент, получающий команды установки затвора на заданный уровень от диспетчера сооружения или программного авторегулятора в случае функционирования авторегулятора уровня или расхода воды. Если нет аварийных ситуаций, и текущее положение затвора находится в разрешенном диапазоне, компонент формирует команду на включение электропривода затвора. Во время движения затвора компонент также анализирует появление каких-либо нештатных ситуаций, при наличии которой компонент отключает электропривод, блокирует управление затвором до вмешательства человека и выставляет соответствующий код аварии.

Сбор технологической информации о состоянии объекта осуществляется путем периодического, не реже одного раза в 2 секунды, опроса модулей ввода. После чего информация о состоянии входов модуля преобразуется в физическую величину (например, уровень воды в канале) или логический сигнал. Для определения величины открытия затвора, реализован специальный программный компонент для преобразования кода угла поворота датчика (преобразователя «угол-код») в величину открытия затвора. Вся собранная информация хранится в контроллерах в базе текущих параметров, в которую записываются и команды диспетчера, передаваемые в соответствующий контроллер для исполнения.

Отдельный программный компонент выполняет архивирование заданных параметров. Принятые значения дискретных сигналов записываются в архив с точной привязкой по времени, а в случае аналоговых сигналов записываются значения, осредненные за 10 минут. Архив, сохраняемый в контроллере является энергонезависимым и может не менее нескольких недель хранить данные до считывания и отправки их на постоянное хранение в ПК. При пропадании связи контроллера с ПК все данные за этот период все равно будут записаны в архив и при восстановлении связи, будут вычитаны программным обеспечением.

Программное обеспечение для выполнения указанных функций включает стандартные комплекты операционных систем и программ управления контроллерами, а также дополнительные сервисные и системные программы в среде Windows. Для мониторинга технологических параметров и управления в соответствии с регламентами БВО используется специально разработанное программное обеспечение /1/, реализующее интерфейсные функции, предназначенное для удобного и интуитивно понятного представления информации и ввода команд технологическим персоналом. Кроме того, используется специально разработанная база данных /2/, которая позволяет выполнять:

- импорт информации системы телеизмерения из системы SCADA в базу данных MS Access с целью обработки информации для решения эксплуатационных задач;
- вычисление среднесуточных, средне декадных и среднемесячных значений измеренных данных;
- ввод, обработку и хранение данных суточного визуального наблюдения (обычного метода);
- определение отклонения (ошибки) суточного наблюдения по сравнению с информацией системы телеизмерения системы SCADA, точности измерения и качества управления;
- обработку данных системы SCADA и составление отчетов о ее работе.

Впервые БВО внедрило систему автоматизированного управления и диспетчеризации, разработанную UMA Engineering (Канада) на базе программируемых контроллеров Modicon, в 1999 году на головном сооружении межгосударственного канала Дуслик, подающем воду на 220 тыс. га орошаемых земель Казахстана и Узбекистана. В дальнейшем с привлечением к работам фирмы «Сигма» (Кыргызская Республика) автоматизированы еще четыре объекта: головное сооружение Южного Голодностепского канала (2001 г.), Верхнечирчикский гидроузел (при поддержке ЮСАИД, 2001 г.), Учкурганский гидроузел (при поддержке Швейцарского Агентства SDC, 2003 г.), Куйганьярский гидроузел (при поддержке ЮСАИД, 2004 г.).

В 2006 году принят в опытную эксплуатацию комплекс аналогичных систем, созданный по проекту «Автоматизация каналов Ферганской долины и объектов БВО «Сырдарья», согласованному странами бассейна и финансируемому SDC. В его состав входят семь сооружений Нарын-Карадарьинского управления гидроузлов (НКУГ): ранее автоматизированные Учкурганский и Куйганьярский гидроузлы, а также головное водозаборное сооружение канала БФК на реке Нарын, Хакулабадский вододелитель на Канале дополнительного питания (КДП), гидроузел на ПК66 канала КДП с головным сооружением Большого Андижанского канала, головное и сбросное сооружения канала им. Ахунбабаева на р. Сырдарье.

В этом проекте впервые создается специальная система передачи данных (СПД) для технологической связи локальных систем автоматики с территориальными диспетчерскими пунктами, Управлением НКГУ в г.Куйганьяре и Центральной диспетчерской (ЦД) в Ташкенте (рис. 2).

В СПД предусмотрены функции передачи информации о плановых заданиях по водораспределению в диспетчерские пункты (ДП) на автоматизированных сооружениях из Территориального диспетчерского пункта (ТДП). Оперативная информация с объектов в ТДП передается непрерывно по следующим параметрам:

- отметкам уровня воды в бьефах сооружений и по базовому гидропосту Учкурган на реке Нарын;
- расходам воды, подаваемым в каналы;
- удельной электропроводности воды в створе Учкурганского гидроузла, головного сооружения БФК и на головном сооружении канала им. Ахунбабаева;
- поправкам к расходным характеристикам гидропостов на каналах;
- значениям и срокам установки и поддержания заданных расходов воды по сооружениям;

- заданиям по поддержанию на определенной отметке уровня воды в верхних бьефах гидроузлов.

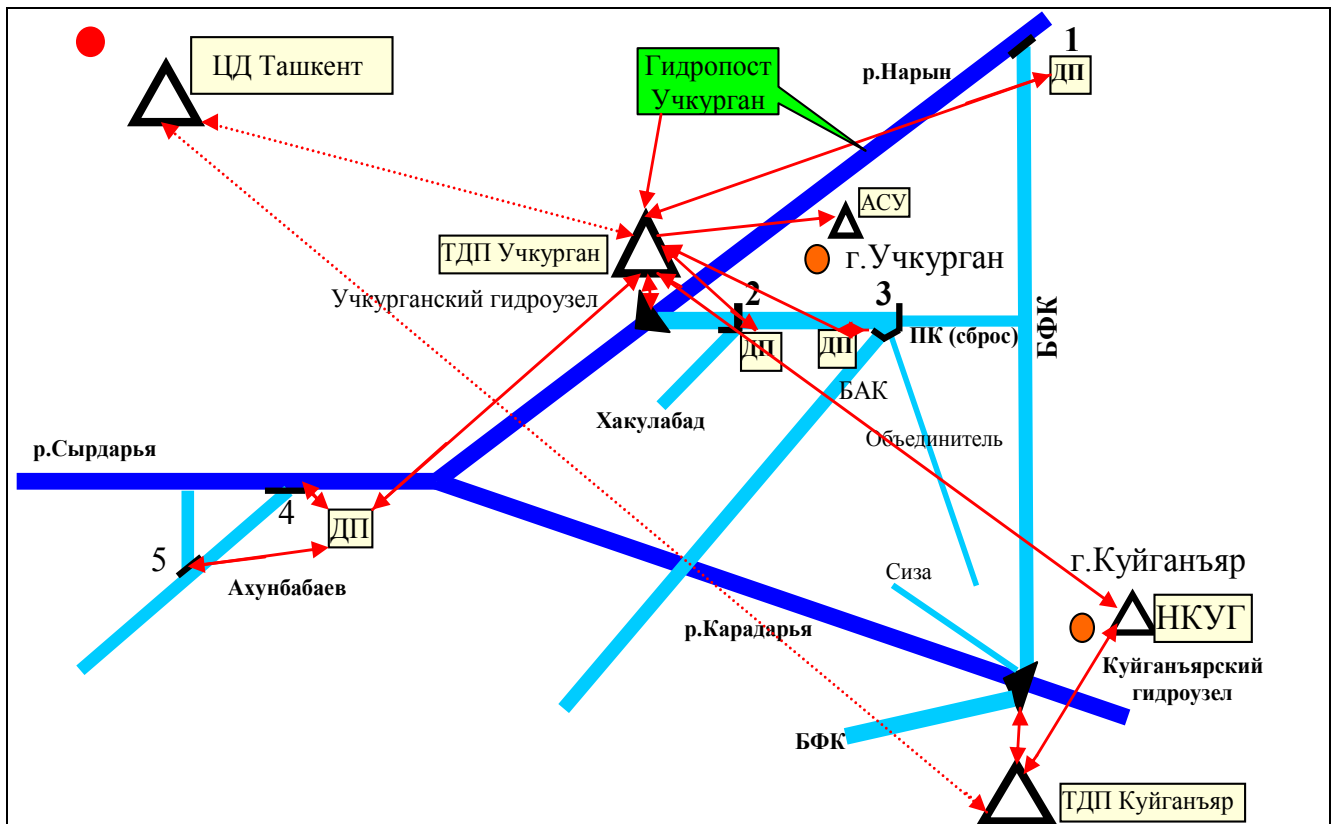


Рис.2. Система передачи данных НКУГ

Вся технологическая и, при необходимости, диагностическая информация отображается в виде таблиц и графиков, пригодных для вывода на печать, и архивируется.

Необходимость создания здесь СПД обусловлена тем, что каналы БФК и КДП, наряду с обеспечением водой прилегающих земель, предназначены для межбассейновой переброски части стока реки Нарын в Карадарью в периоды дефицита воды для обеспечения юга Ферганской долины. Режим стока этих рек, наряду с природными факторами, определяется регулированием стока водохранилищами. Водность реки Нарын на подходе к Учкурганскому гидроузлу полностью зависит от работы вышерасположенного каскада из пяти водохранилищ и ГЭС, а на Карадарье – определяется попусками Андижанского водохранилища, водозабором на Тешикташском гидроузле, неучтенным боковым притоком, выклиниванием грунтовых вод и другими факторами. Поэтому управление комплексом сооружений НКУГ строится с учетом непрерывных разномасштабных изменений водности, а также с учетом необходимости решения основной задачи – обеспечения требований водопотребителей, в том числе ниже Куйганьярского гидроузла. В этих условиях СПД является незаменимым инструментом информационного обеспечения руководства БВО и оперативного диспетчерского персонала в процессе общего управления участком водохозяйственного комплекса. Своевременное получение неискаженной информации позволяет правильно задавать режим взаимодействия сооружений, при котором обеспечивается как необходимый приток по каналам БФК и КДП в верх-

ний бьеф Куйганьярского гидроузла и низовой участок БФК, так и заданные водозаборы в каналы СФК, Хакулабад, БАК и отводы местного значения.

Практика эксплуатации БВО показывает высокую эффективность систем автоматизации и диспетчеризации. При их использовании повышается точность регулирования и поддержания заданных расходов, с 5-10 до 2-3 процентов снижаются погрешности водоучета, сокращаются непроизводительные потери водных ресурсов, что особенно важно в условиях дефицита. Например, по имеющейся оценке /2/ только за счет непрерывной регистрации уровней воды взамен традиционных разовых наблюдений система автоматизации головного сооружения канала Дустлик позволяет дополнительно учесть сток в объеме не менее 500 тыс. кубометров воды в сутки.

Кроме того, облегчается труд персонала, улучшаются условия эксплуатации сооружений, эстетический уровень и культура эксплуатационных работ. Задействованные в автоматике электронные средства получения, хранения и передачи информации, предоставляют открытый доступ к интересующим сведениям. При этом достигается информационная прозрачность, которая исключает сомнения потребителей в правильности водоподачи, способствует повышению доверия к деятельности БВО и помогает бесконфликтно разрешать вопросы управления водными ресурсами.

По завершении проекта в Ферганской долине, не охваченными автоматизацией остаются: головные сооружения каналов Паркент, Зах, Ханым и БКМК на реке Чирчик (всего 6 затворов), перегораживающие сооружения и крупные отводы межгосударственного магистрального канала Дустлик, головные сооружения каналов Верхний и Нижний Дальверзин, Бекобод, ЮГК.

БВО с учетом имеющегося опыта намечает продолжить внедрение систем СКАДА на этих объектах, имеющих межгосударственное значение.

Литература:

1. Система автоматизации и диспетчеризации головного сооружения БФК. Пояснительная записка к проекту. – МП «Сигма», Карабалта, 2005.
2. И.Бегимов. Опыт внедрения автоматизированного управления сооружениями (SCADA) на трансграничных водотоках Центральной Азии. Публикация НИЦ МКВК, Т., 2003.

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ НА ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

И. Бегимов

Межгосударственная Координационная Водохозяйственная Комиссия (МКВК), которая является, по сути «водным правительством» Центральноазиатского региона начала работы по созданию и внедрению системы автоматизации на водохозяйственных объектах Центральной Азии, с привлечением международных финансовых организаций.

Одной из первых систем автоматизации и диспетчеризации была система SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition – Диспетчерский Контроль и Сбор Данных), установленная фирмой UMA Engineering Ltd. (Канада) в 1997-1998 гг. в качестве прототипа на головном сооружении межгосударственного канала Дуслик. Особенностью этой системы было то, что она была укомплектована из оборудования различных ведущих фирм развитых стран, использованы программируемые контроллеры фирмы MODICONA (Германии), датчики фирмы Celesco, радиостанции фирмы Motorola и др.

Далее, в 1999-2000 гг. на головном сооружении Южнолодностепского канала была внедрена система автоматизации и диспетчеризации, разработанная МП «Сигма» (Киргизия), на базе программируемых контроллеров компании ДЕП (Россия) с датчиками (ДПЗ и ДУП) местного производства.

В 2002 году совместно с началом проекта интегрированного управления водными ресурсами Ферганской долины была начата и разработка системы автоматизации и диспетчеризации Учкурганского гидроузла. В этой системе были использованы современные программируемые контроллеры Деконт компании ДЕП (Россия) с датчиками уровня и положения затворов местного производства.

Эта система финансировалась Швейцарским агентством по сотрудничеству и развитию (SDC) и эксплуатируется до настоящего времени. Совместно БВО «Сырдарья», НИЦ МКВК и САНИИРИ осуществлен мониторинг работы этой системы в период 2003–2006 гг.

Для ведения мониторинга и оценки качественных показателей системы автоматизации и диспетчеризации Учкурганского гидроузла были усовершенствованы система архивации и база данных.

Система архивации технологической и эксплуатационной информации автоматически сохраняет основные технологические показатели каждые 10 минут в виде отдельных файлов, анализируя которые можно оценить работу системы.

Усовершенствованная база данных решает следующие задачи:

- импорт информации системы автоматизации и диспетчеризации (системы SCADA) непосредственно в базу данных **MICROSOFT ACCESS** с целью хранения и обработки информации для решения эксплуатационных задач;

- вычисление и хранение среднесуточных, среднедекадных и среднемесячных значений измеренных данных;

- ввод данных почасового суточного визуального наблюдения (обычного метода), вычисление и хранение среднесуточных, среднедекадных и среднемесячных значений данных наблюдения;
- определение отклонения (ошибки) почасового суточного наблюдения по сравнению с информацией системы телеизмерения (системы SCADA);
- составление отчетов и графиков о работе системы телеизмерения (прототипа системы SCADA) и обработки данных.

Одной из основных задач системы автоматизации и диспетчеризации Учкурганского гидроузла является повышение стабильности водоподачи на Северном Ферганском канале (СФК) и канале дополнительного питания (КДП) Большого Ферганского канала при колебаниях расхода воды на верхнем бьефе гидроузла. В настоящее время система автоматизации и диспетчеризации Учкурганского гидроузла непосредственно не получает информации о расходах воды на гидростанциях Учкурган и на верхнем бьефе БФК, поэтому диспетчер Учкурганского гидроузла, устанавливает задания на регуляторы расхода воды на каналы СФК и КДП в зависимости от поступающего расхода воды и установленных лимитов.

На рис. 1 приведены режимы работы системы автоматизации Учкурганского гидроузла за 2005 -2006 гг.

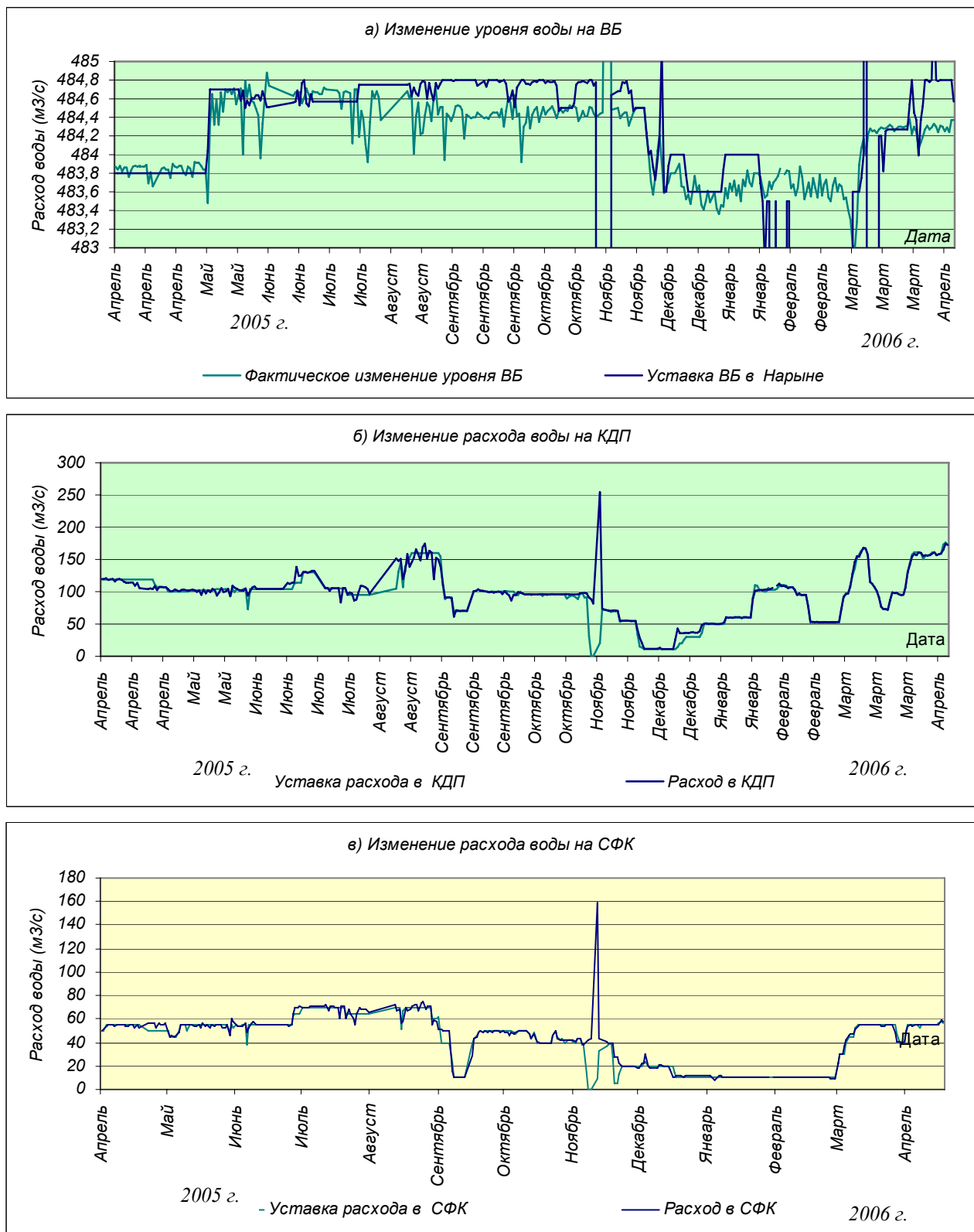


Рис. 1. Режимы работы системы автоматизации Учкурганского гидроузла 2005 – 2006 годы

Из рисунка видно, что, при изменении уровня воды верхнего бьефа изменение расходов воды в каналах СФК и КДП остается почти стабильно в пределах допустимой точности регулирования. Стабильность водоподачи на СФК и КДП обеспе-

чивается системой автоматического регулирования гидроузла за счет использования резервной емкости верхнего бьефа и сброса излишков воды в нижний бьеф плотины Учкурганского гидроузла.

Средне статистическое значение отклонений фактического расхода воды от заданного значения в режиме автоматического регулирования для СФК не превышает 2,0 % (для СФК - 1,61 %, а для КДП – 1,69 %.)

Максимальное значение мгновенных отклонений фактического расхода воды от установленного значения в режиме автоматического регулирования для СФК составляет 11,22 %, а для КДП - 1,77 % (в переходном процессе).

Анализ работы системы автоматизации и диспетчеризации Учкурганского гидроузла за вес период эксплуатации (4 года) показал, что существенно улучшены следующие качественные и количественные показатели управления водными ресурсами:

- повышена стабильность водоподачи основным каналам СФК и КДП Ферганской долины, за счет применения системы автоматического регулирования уровней и расходов воды;

- повышена точность измерения уровней, расходов и минерализации воды, а также открытия затворов гидротехнических сооружений, за счет применения современных технических средств измерения и учета водных ресурсов;

- улучшено информационное обеспечение и качество водоучета за счет непрерывного сбора, хранения и обработки измеренных значений уровней и расходов воды в компьютерах;

- повышена оперативность и точность управления водными ресурсами за счет увеличения скорости получения и обработки информации о технологическом процессе и принятие решения;

- увеличена быстрота обнаружения и устранения неисправностей оборудования системы управления и гидротехнических сооружений.

Необходимо отметить, что данная система автоматизации и диспетчеризации Учкурганского гидроузла повысила уровень эксплуатации, существенно облегчая труд эксплуатационного персонала, повысила качество водораспределения на каналах КДП и СФК. На основе этого осуществляется настоящий контроль со стороны БВО, его территориального управления, а также открытость и доступность для всех заинтересованных.

Учитывая указанные достоинства системы автоматизации, в качестве дальнейшего развития проекта интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР) Ферганской долины предложен проект автоматизации водораспределения на пилотных каналах проекта ИУВР и объектах бассейнового водохозяйственного объединения Сырдарья.

В проект автоматизации включены:

Уровень бассейна

- Объекты БВО «Сырдарья»;

Пилотные каналы:

- Канал Араван - Акбура (Республика Кыргызстан).

- Южно-Ферганский канал (Республика Узбекистан);

- Канал Ходжабакирган (Гулякандоз) (Республика Таджикистан)

Целью проекта является внедрение автоматизированной системы регулирования и оперативного контроля за водораспределением на гидроузлах БВО «Сырдарья», а также частично автоматизированной системы регулирования и оперативного контроля за водораспределением на пилотных каналах для обеспечения потребителей водой в необходимом количестве и нужные сроки, создание системы мониторинга по каналу за головным водозабором, боковой приточностью, балансовыми гидростатами и водозаборными сооружениями.

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

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

Достижение указанной цели предполагается осуществить применением системы SCADA на головном и узловых сооружениях, балансовых гидростатах и диспетчеризацией всех объектов управления, созданием телекоммуникационных связей и компьютеризацией получения, обработки и хранения информации, а также применением мониторинга по балансовым участкам, проводимого наблюдателями, которые будут оснащены средствами связи и транспортом.

Сложившееся положение

Пионерные каналы, подлежащие автоматизации, имеют разные источники питания:

- Южный Ферганский канал питается из системы Андижанского водохранилища многолетнего регулирования;
- Араван-Акбурунский канал берет воду из р. Акбура, сток которой зарегулирован Папанским водохранилищем сезонного регулирования;
- Ходжибакирганский канал забирает воду из незарегулированного стока одноименной реки.

Существующее состояние водораспределения на каналах и стохастический характер колебаний расходов воды притоков затрудняют равномерное обеспечение водой потребителей и соблюдение установленных лимитов. Ошибки измерения расходов и уровней воды из-за отсутствия или недостаточной точности измерительных устройств, а также несвоевременность и недостоверность информации, получаемой на гидростатах, создают непроизводительные организационные сбросы воды.

Стабильное водораспределение с устойчивым и равнозначным по всей длине каналов удовлетворением требований потребителей намечается получить путем автоматизации узловых сооружений, автоматизации сбора информации по балансовым гидростатам и системой мониторинга по балансовым участкам, проводимого наблюдателями, которые будут оснащены средствами связи и транспортом.

Система управления процессом водораспределения

В управлении водными ресурсами системы пилотных каналов принципиальных различий нет, в каждой республиканской системе имеется три уровня:

- *бассейновый уровень*, управление на котором осуществляют БВО «Сырдарья» и Управления водным хозяйством 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 имеется 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.

Принцип водораспределения по каналам

Основным принципом водораспределения по каналам является плановость водопользования, в основу которой положена стабильность с устойчивым и справедливым по всей длине канала удовлетворением требований потребителей.

Планы формируются в Управлениях оросительных систем на основании заявок водопотребителей и лимитов, получаемых от Управлений водного хозяйства Министерств. Планы водопользования утверждаются при совместном рассмотрении Управлений оросительных систем (либо областных Управлений), Управлений каналов, Водных комитетов каналов и представителей водопользователей. Планы водопользования являются основой планов водозабора и водоподачи потребителям; они составляются подекадно и корректируются в течение сезона в зависимости от погодных условий, общей водохозяйственной обстановки в бассейне и заявок потребителей.

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

Головные сооружения пилотных каналов оборудуются приборами системы SCADA, на всех регуляторах устанавливаются датчики положения затворов, датчики уровней воды верхнего и нижнего бьефов.

Диспетчерские пункты головных сооружений оснащаются компьютерами и оборудованием системы телекоммуникационной связи, обеспечивающей бесперебойную связь с Центральным и местными диспетчерскими пунктами и автоматическую передачу информации в заданном режиме.

В автоматическом режиме работают:

- головные регуляторы каналов по поддержанию заданного расхода по уровню горизонту воды на головных гидростаях;
- сбросные отверстия 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 узловых сооружений включает:

- Компьютеры;
- Программируемые контроллеры;
- Модули ввода и вывода;
- Датчики уровня и положения затворов;
- Радиостанции с антеннами.

Узловые сооружения оборудуются приборами системы SCADA, на всех регуляторах устанавливаются датчики положения затворов, датчики уровней воды верхнего и нижнего бьефов.

Диспетчерские пункты узловых сооружений оснащаются компьютерами и оборудованием системы телекоммуникационной связи, обеспечивающей бесперебойную связь с Центральным и местными диспетчерскими пунктами и автоматическую передачу информации в заданном режиме.

Сооружения узла работают в автоматическом режиме (функции аналогичны головному):

- регуляторы отводов по поддержанию заданного расхода по горизонту воды на гидростаях отводов;
- сбросные отверстия 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 узловых сооружений включает: компьютеры; программируемые контроллеры; модули ввода и вывода; датчики уровня и положения затворов; радиостанции с антеннами.

Автоматизации подлежат:

- на Южном Ферганском канале – 8 узловых сооружений и объекты Каркидонского водохранилища (всего 72 затворов, 17 диспетчерских пунктов);
- на Араван-Акбуринском канале – 3 узловых сооружения (17 затворов, 7 диспетчерских пунктов).
- на Ходжибакирганском канале – 7 узловых сооружений (47 затворов, 7 диспетчерских пунктов).

По объектам БВО «Сырдарья» оснащается системой SCADA 4 – комплекса сооружений с общим количеством затворов – 46 шт., 5 диспетчерских пунктов.

Балансовые гидростая оснащаются системой SCADA с датчиками уровней воды.

Оборудование системы SCADA для балансовых гидростоев включает:

- Программируемые контроллеры;
- Модули ввода, вывода, датчики уровня и радиостанции с антеннами.

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

Автоматизации подлежат:

- на Южном Ферганском канале – 10 гидропостов (1 – головной, 8 – балансовых);
- на Араван-Акбуринском канале – 4 гидропоста (1 – головной, 3 – балансовых);
- на Ходжибакирганском канале – 3 гидропоста (1 – головной, 2 – балансовых) и 7 диспетчерских пунктов.

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 мониторинг водовыпусками на балансовых участках, проводимыми наблюдателями.

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 телекоммуникационных связей. На МБП выводится информация с узловых сооружений и балансовых гидропостов, 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 подразделены на управляемые и учитываемые.

К *управляемым* отнесены 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 течении декады не корректируется.

Учитываемыми являются все водовыделы. Учет забираемого расхода учитывается 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, в невегетационный 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 обеспечиваются транспортом (предполагается мопедами) и средствами радиотелефонной связи.

Количество наблюдателей определено, исходя из длины участка, количества водовыделов и нормативной продолжительности рабочего дня.

Функциональные задачи мониторинга, достоверность и обмен информацией

Четкое водораспределение на основе предлагаемой системы автоматизации и мониторинга должно базироваться на достоверном водоучете. С этой целью проектом предусматривается проведение градуировки и метрологическое обеспечение всех узловых сооружений, балансовых гидropостов, переаттестация водомерных устройств и их паспортизация.

Вторым условием является четкость взаимодействия звеньев управленческой иерархии между собой. В проекте определены функциональные задачи участников управления и мониторинга.

Первичным звеном сбора, обработки и анализа поступающей информации является диспетчер МДП. Получаемые данные от наблюдателей позволяют установить равномерность обеспечения потребителей на балансовом участке, соответствие водоподачи плановому заданию и, на основании баланса, величину непродуктивных потерь **Основными функциональными задачами участников мониторинга являются:**

Наблюдателей на балансовых участках:

- строгое соблюдение установок диспетчера по величине подачи расхода воды потребителям;
- наблюдение и учет забираемого расхода всеми учитываемыми водовыпусками и насосными станциями;
- наблюдение и учет расходов воды в притоках и сбросах;
- передача в интерактивном режиме по радиотелефону диспетчеру МДП значения уровней и расходов воды на водовыпусках, насосных станциях, сбросах и боковых притоках;
- обязательное соблюдение времени и последовательности в проведении циклов наблюдений;
- регулярное ведение журнала наблюдений;
- предотвращение возможности вмешательства в управление затворами водовыпусков посторонних лиц;
- обеспечение охраны и поддержание в рабочем состоянии проточной части сооружений, механического и водомерного оборудования.

Диспетчеров местных диспетчерских пунктов (МДП):

- уточнение установленных расходов воды для всех водовыпусков и насосных станций в пределах балансовых участков принятых от ЦДП в течении декады;
- сбор и контроль информации о фактических расходах воды на неавтоматизированных водовыпусках от своих наблюдателей четыре раза в сутки в интерактивном режиме по радиотелефону.
- анализ ежесуточного баланса водных ресурсов на балансовых участках, уточнение КПД балансового участка и непроизводительных затрат воды;
- регулярное ведение базы данных мониторинга наблюдений;
- определение среднесуточных фактических расходов и стоков по всем водовыпускам гидроучастка и балансовым гидростам, и передача их в виде отчета о фактическом режиме ЦДП.

Диспетчеров Центральных диспетчерских пунктов (ЦДП):

- выдача заданий диспетчерам МДП по расходам на балансовых гидростатах и всех водовыпусках;
- реализация заданного режима через команды МДП и периодический контроль срочных расходов по отводам и стоков за прошедшие периоды;
- ежесуточная сверка с ДП Бассейновых управлений ирригационных систем отчетных и фактически поданных расходов воды водопользователям;
- сверка информации между балансовыми участками;
- анализ ежесуточного баланса водных ресурсов на балансовых участках и каналу в целом;
- строгий контроль за равномерностью водообеспечения потребителей по всему каналу;
- анализ потерь воды и показателей водного баланса по участкам и в целом по каналу.

Проектом предполагается следующее прохождение отчетной и распорядительной информации от наблюдателей до Управления водного хозяйства соответствующих министерств:

Система телекоммуникаций ЦДП и МДП

Система телекоммуникаций каналов основывается на радиосвязи и решает следующие задачи:

- прием и передачу телеметрической информации, которая формируется системой автоматизации, установленной в центрах радиосвязи на ЦДП, ДП ГУ, Гидроузлах и балансовых гидростаях;
- обеспечивает голосовую радиосвязь между диспетчерскими пунктами и наблюдателями гидростаях;
- создает компьютерную сеть на базе радиосвязи для приема, передачи и обработки информации между ЦДП и МДП пунктами, обеспечивающую единую информационную систему канала.

В проекте «Автоматизации...» сформулированы требования:

- технологические;
- к анализу и архивации информации;
- к техническим средствам;
- программному обеспечению;
- системе телекоммуникаций;
- механическому оборудованию и энергоснабжению.

Выполнен анализ и установлены объемы информационных потоков и периодичность съема информации.

Разработка и реализация проекта «Автоматизация и мониторинг каналов Ферганской долины»

Реализацию проекта «Автоматизации...» на пилотных каналах предполагается выполнять этапами и завершить весь комплекс работ в декабре 2007 года.

В графике выполнения работ по каждому этапу выделен следующий состав работ: разработка рабочей документации по балансовым участкам; поставка оборудования в соответствии со спецификациями; выполнение строительно-монтажных работ (прокладка кабельных линий, монтаж оборудования, установка приборов и датчиков и т.п.); тарировка, аттестация и передача эксплуатационному персоналу аттестованных ГТС, гидростаях и водомерных устройств на водовыпусках; проведение пуско-наладочных работ, обучение эксплуатационного персонала; разработка программного обеспечения автоматизации и диспетчеризации.

На завершающей стадии намечается: разработка программного комплекса для оперативного управления водораспределением по всем каналам; выполнение пусконаладочных работ по всему каналу и ведение опытной эксплуатации с обучением персонала службы эксплуатации.

Экономическая эффективность проекта «Автоматизация каналов Ферганской долины»

Выполнен анализ экономической эффективности проекта «Автоматизация каналов Ферганской долины», определены капитальные вложения *1545,0 тыс. долл. SDC* и *262,0 тыс. долл.* водохозяйственные организации Республик; эксплуатационные затраты до и после реализации проекта, которые равны *332,0* и *377,36 тыс.*

долл. США соответственно. Чистая выгода за год от экономии 115,27 млн м³ водных ресурсов по цене 0,006 долл. за м³ составляет 719,4 тыс. долл. Затрат по проекту окупаются на 6 год с начала инвестирования.

Экономический анализ реализации проекта приведен в табл. 2. Экономическая эффективность проекта, т.е. NPV за 15 лет составляет 2477 тыс. долл. США, IRR = 32 %.

Таблица 2

Результаты расчета экономической эффективности проекта
«Автоматизация каналов Ферганской долины»

Объекты	Эксплуатационные затраты тыс. долл.		Капвложения тыс. долл.		Чистая выгода		Экономические показатели		
	до	после	SDC	Минводхозы	Объем воды млн м ³	Стоимость тыс. долл.	Срок окупаемости год	NPV за 15 лет	IRR %
БВО «Сырдарья»	74	87,36	305	40	38,8	232,8	2	1039	59
ЮФК	131	155	725	117	63	378	7	1224	36
ААБК	59	64	235	30	7	69,8	9	121	19
ХБК	68	71	280	75	6,47	38,8	7	93	24
Итого по проекту	332	377,36	1545	262	115,27	719,4	6	2477	

В результате экономического анализа и работы существующих систем необходимо отметить то, что внедрение системы автоматизации и мониторинга водораспределения на водохозяйственных объектах Центральной Азии является одним из самых дешевых мероприятий по экономии водных ресурсов по сравнению с такими техническими мероприятиями, как бетонирование русла или другие антифильтрационные мероприятия.

Основным подрядчиком системы автоматизации и мониторинга является МП «Сигма» Республики Кыргызстан, чьи разработки сравнительно дешевы, просты в эксплуатации, отличаются доступностью оборудования для приобретения, а также наличием эксплуатационного, ремонтного и обслуживающего персонала в нашем регионе.

Оценка состояния выполнения проекта

К настоящему времени по проекту автоматизации выполнены следующие работы:

1) По объектам БВО:

- Система автоматизации и диспетчеризации установлена на все намеченные объекты и подготовлена к сдаче в опытную эксплуатацию;
- Смонтированы системы передачи данных, ведутся работы по отладке системы связи.

2) На объектах ААБК:

- На основных узловых сооружениях отремонтирована механическая часть ГТС;
- Подведены линии электропередач к сооружениям и подготовлены диспетчерские;
- Рабочий проект СДА утвержден, уточнены спецификации оборудования;
- Приобретено и отправлено оборудование в г. Ош для монтажа и наладки.

3) На объектах ЮФК:

- Частично отремонтирована механическая часть ГТС;
- Подведены линии электропередачи;
- Диспетчерские пункты определены и ремонтируются;
- Подписаны соглашения и подготовлен контракт;
- Ведется мониторинг подготовительных работ.

4) На объектах ХБК:

- Азиатским банком ведутся работы по реконструкции объектов ХБК;
- Подготовлен проект и начаты работы по реабилитации;
- Подписаны соглашения и подготовлен контракт;
- Ведется мониторинг подготовительных работ.

Заключение

Система автоматизации и мониторинга водораспределения на каналах позволяет:

- повысить 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 %);
- улучшить информационное обеспечение за счет непрерывного сбора, хранения и обработки измерительных значений уровней и расходов воды в компьютерах;
- повысить оперативность и точность управления водными ресурсами за счет увеличения скорости получения и обработки информации о технологическом процессе и принятия решения;
- снизить непроизводительные затраты водных ресурсов;
- своевременно обнаружить и устранить неисправности оборудования системы управления и гидротехнических сооружений.

Необходимо отметить, что установленные системы автоматизации и диспетчеризации на объектах БВО «Сырдарья» повысили уровень эксплуатации, существенно облегчая труд эксплуатационного персонала, повысили качество водораспределения на крупных каналах, таких как КДП, СФК, Большого Андижанского канала, каналов Хакулабад и Ахунбабаева. На основе этого создана настоящая система контроля со стороны БВО, его территориального управления, обеспечена также

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» готовит предложения по развитию внедрения аналогичных систем на остальных объектах БВО «Сырдарья» и разрабатывается технико-экономическое обоснование по созданию аналогичных систем для объектов БВО «Амударья».

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРОЕКТА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И МОНИТОРИНГА ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ НА ЮЖНОМ ФЕРГАНСКОМ КАНАЛЕ

И. Бегимов, С.Н. Василенко, Р.А. Рустамов

Целью данного 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 каналу за головным водозабором, боковой приточностью, балансовыми гидростатами и водозаборными сооружениями.

Задачей автоматизации и мониторинга ЮФК является создание системы управления и контроля за работой ЮФК, которая позволит:

- повысить обоснованность плана водопользования и его осуществление;
- создать условия для устойчивого, равноправного и справедливого вододеления, гарантирующего стабильность и равномерность водоподачи, а также недопущения излишних затрат воды в системе ЮФК и его водовыделах.

Достижение указанной цели предполагается осуществить применением системы SCADA на головном и узловых сооружениях, балансовых гидростатах и диспетчеризацией всех объектов управления, созданием телекоммуникационных связей и компьютеризацией получения, обработки и хранения информации. Для обеспечения стабильного водораспределения с устойчивым и справедливым по всей длине канала удовлетворением требований потребителей намечается реализация проекта по автоматизации узловых сооружений с автоматизированным сбором информации по балансовым и контрольным гидростатам и мониторингом по балансовым участкам, проводимым наблюдателями, которые будут оснащены средствами связи и транспортом. Система SCADA применена для мониторинга и дистанционного управления основными сооружениями через программируемые логические контроллеры и компьютеризацией диспетчерских пунктов.

Общая характеристика Южного Ферганского канала как объекта автоматизации

Главным сооружением ЮФК является Кампирраватский гидроузел на отводящем канале Андижанского водохранилища. ЮФК берет начало у ПК 373 Шахрихансая, имеет протяженность около 119 км, пропускную способность в голове 100 м³/с, орошает около 85 тыс. га Узбекистана и 2,5 тыс. га Киргизии, суммарное водопотребление составляет 990 млн м³.

Трасса канала по условиям рельефа от головы до 94 км с многочисленными перепадами и быстотоками разбита на отдельные бьефы, не имеющие между собой гидравлической связи, длиной от 1,5 до 9 км и с уклонами 0,00025-0,0009, ниже сооружения Палванташ до Маргилансая более спокойный профиль с уклонами 0,0004-0,0006.

Управление водораспределением по ЮФК осуществляется головным сооружением и узлами сооружений на ПК 373+0 старое головное сооружение, на ПК 409+20 (переход через р. Акбура), на ПК 634+20 (переход через р. Араван), на ПК 733+00 (водозабор в КПК), узлом сооружений Палванташ (ПК 943+00), узлом сооружений Толмозор (ПК 1043+00), Бешолиш (ПК 1323+00), Маргилансай (ПК 1412+00) и подпорными сооружениями насосных станций (ПК 1211+00 и ПК 1565+00).

Непосредственно на стволе канала и на Подпитывающем канале Каркидонского водохранилища имеется 187 водовыпусков и 67 насосных станций, подающих воду потребителям.

Система автоматизации узловых сооружений и мониторинга за всеми процессами, возникающими на каналах от водовыпусков до головного сооружения, призвана обеспечить гибкое и действенное оперативное управление и включает:

- внедрение системы автоматизации, диспетчеризации и сбора данных (SCADA) по основным гидротехническим сооружениям;
- систему автоматизированного мониторинга по балансовым гидрометрическим постам;
- систему мониторинга водораспределения по балансовым участкам.

Краткая характеристика основных узловых сооружений и балансовых гидростов ЮФК как объекта управления

Основные узловые сооружения ЮФК:

1. Головное сооружение ЮФК (Кампирраватский гидроузел и сбросное сооружение в Андижансай).

В мае 2006 г. приказом Министерства сельского и водного хозяйства Республики Узбекистан переданы в юрисдикцию Управления Южного Ферганского канала верхний участок к. Шахрихансай, на котором расположены *узел сооружения на*

отводящем канала Андижанского водохранилища ПК – 15, Кампирраватский гидроузел и сбросное сооружение в к. Андижансай ПК - 74.

Кампирраватский гидроузел построен на отводящем канале Андижанского водохранилища.

Узел сооружения отводящего канала Андижанского водохранилища (ПК – 15 отводящего канала Андижанского водохранилища) состоит из водозаборных сооружений каналов Шахрихансай, Андижансай и Савай, а также головного сооружения канала Андижансай

Головное сооружение к. Шахрихансай в узле сооружений на отводящем канале Андижанского водохранилища имеет пропускную способность $240,0 \text{ м}^3/\text{с}$, 6 электрифицированных плоских затворов размером 3x5 м. Гидропост к. Шахрихансай расположен в 150 м от головного сооружения, имеет гидрометрический мостик, водомерный колодец и рейку.

Головное водозаборное сооружение к. Андижансай имеет пропускную способность $32,0 \text{ м}^3/\text{с}$, 4 электрифицированных плоских затвора размером 2x2 м. Гидропост к. Андижансай расположен в 200 м от головного сооружения, имеет гидрометрический мостик, водомерный колодец и рейку.

Головное водозаборное сооружение к. Савай имеет пропускную способность $95,0 \text{ м}^3/\text{с}$, 3 электрифицированных плоских затвора размером 3x5 м. Гидропост к. Савай расположен в 150 м от головного сооружения, имеет гидрометрический мостик, водомерный колодец и рейку.

Состояние узла сооружения – хорошее, все затворы электрифицированы, имеется хороший местный диспетчерский пункт и удовлетворяет требованиям автоматизации.

Сбросное сооружение в к. Андижансай (ПК – 74 Шахрихансай) имеет пропускную способность $60 \text{ м}^3/\text{с}$, 2 электрифицированных затвора размером 3x5 м. Гидропост сброса расположен в 50 м от сбросного сооружения. Сбросное сооружение в основном работает как подпитка канала Андижансай. Расход воды сбросного сооружения планируется в лимитах водораспределения.

2. Узловое сооружение ПК – 373+00 канала Шахрихансай (старое головное сооружение ЮФК ПК 0+00 ЮФК).

Канал ЮФК берет начало на ПК – 373+00 канала Шахрихансай, где имеется трехпролетное ПС, перекрываемое сегментными затворами с электрифицированными затворами.

Водозабор в ЮФК осуществляется двумя головами без регуляторов, перед которыми устроена водосливная стенка. Регулирование забираемого расхода в ЮФК осуществляется путем изменения уровня воды в ВБ ПС.

Гидропост на ЮФК расположен в 1000 м от головы, имеет гидрометрический мостик, водомерный колодец и рейку. Гидропост не оснащен приборами водоучета. Гидропост на Шахрихансае расположен в 400 м от головы, имеет гидрометрический мостик, водомерный колодец и рейку.

3. Узел сооружений на ПК 409+20

Узел состоит из трех дюкеров (3-х, 2-х и одночкового), акведука с головным регулятором, головного регулятора в нижнем бьефе в К1 (двухпролетное сооружение с плоскими затворами) и сбросного регулятора в ЮФК. В пятистах метрах выше дюкеров на реке Акбура имеется водозаборное сооружение в канал подпитки,

сооружение состоит из 4-х пролетов с плоскими затворами и сбросного двухпролетного сооружения.

4. Узел сооружений на ПК 634+20 (переход через р. Араван). Узел состоит из перехода ЮФК через р. Араван, осуществленного 3-мя дюкерами (без головных регуляторов), и сбросного сооружения перед их оголовками (одно отверстие с сегментным затвором). В пятистах метрах выше дюкеров на территории Кыргызстана предусмотрена подпитка ЮФК из реки (в настоящее время полностью засыпана киргизской стороной).

5. Узел сооружений на ПК 733+00 ЮФК состоит из перегораживающего сооружения, оснащенного 3-мя плоскими затворами с электроприводом, и регулятора. Регулятор КПК оснащен электрифицированным плоским затвором. В нижних бьефах перегораживающего сооружения и регулятора КПК имеются гидросты. Гидросты оснащены гидрометрическими мостиками, водомерными колодцами и рейками.

6. Каркидонское водохранилище. Емкость Каркидонского водохранилища 220 млн м³. Водоохранилище расположено на р. Кувасай, заполняется стоком Исфайрамсая, Кувасая и подачей воды из ЮФК по КПК. Водовыпускное сооружение пропускной способностью 35 м³/с и аварийный сброс пропускной способностью 50 м³/с осуществляют попуск по одной нитке трубопровода, имеющего развилку на две нитки перед выходом в бассейн гашения с конусными и ремонтными затворами. На отводящем канале имеется гидрост.

7. Узел сооружений Палванташ на ПК 943+00. В результате реконструкции было устроено дополнительное русло канала с правой стороны, пропускающее дополнительно 20 м³/с. Имеется водовыпуск к насосной станции Хозяйственный (в настоящее время не работает), Май Арик (трехпролетное сооружение с плоскими затворами), к НС Бахор (однопролетный регулятор с плоским затвором). Перегораживающее трехпролетное сооружение с плоскими затворами и быстотоком в НБ на правом русле ЮФК. На правый берег вода забирается однопролетным сооружением с плоским затвором и трубчатым акведуком через правое русло в канал Бустон и через однопролетный регулятор в канал К-7. На всех отводах имеются гидросты.

8. Узел сооружений Толмозор на ПК 1013+00 состоит из двухпролетного перегораживающего сооружения (один пролет регулируется сегментным затвором, другой нерегулируемый) и регулятора сброса в Кувасай с сегментным затвором. В нижнем бьефе перегораживающего сооружения имеется приток из отводящего канала Каркидонского водохранилища. Ниже притока имеется контрольный гидрост на ЮФК и гидрост на притоке.

9. Узел сооружений Бешолиш ПК на 1323+00 состоит из перехода ЮФК под Бешалисаем, выполненного в виде 2-х дюкеров. На правой ветке вход в дюкер регулируется двухпролетным сооружением с двумя плоскими электрифицированными затворами. На левой ветке регулятор состоит из трех отверстий, регулируемых тремя плоскими электрифицированными затворами, через левое отверстие и дюкер вода попадает в ЮФК; среднее и правое отверстия являются регулятором сброса в Бешалисай.

К верхнему дюкеру примыкает регулятор подпитки ЮФК. Подпитка осуществляется только при прохождении по Бешалисаю больших расходов. Ниже пересечения с ЮФК на Бешалисае имеется вододелитель облегченной конструкции (без

ж/б бычков и устоев). Вододелитель делит расходы Бешалися и сбрасываемые из ЮФК между каналами Каратепа (правый отвод), Ахшак (левый отвод) и сбрасывает излишки в Езявонсай. На каналах Ахшак и Каратепа имеется гидропосты.

10. Узел сооружений Маргилансай на ПК 1412+00 состоит из трехпролетного перегораживающего сооружения на ЮФК с тремя пролетами, из которых два регулируемые плоскими затворами и одно нерегулируемое. Регулятор сброса в Маргилансай имеет донные промывные галереи, перекрываемые плоским затвором. Имеется водосливная стенка, выполняющая роль автоматического водослива со сбросом в Маргилансай. Расход ЮФК измеряется контрольным гидропостом на ПК 1039+91. Расход Маргилансай измеряется гидропостом в нижнем бьефе. Перед сбросом расхода в Маргилансай имеется контрольный гидропост на ПК 1032+00.

Балансовые гидропосты ЮФК:

Головной гидропост типа фиксированного русла (ПК–383+00) расположен в 1000 м от головы, имеет гидрометрический мостик, водомерный колодец и рейку.

Балансовый гидропост Акбура №1 - типа фиксированного русла расположен на ПК 489+00, имеет гидрометрический мостик и рейку.

Балансовый гидропост Араван №2 - типа фиксированного русла расположен на ПК 633+00 на территории Киргизии, имеет гидрометрический мостик и рейку.

Балансовый гидропост Хамза №3 - типа фиксированного русла расположен на ПК 738+00, имеет гидрометрический мостик, водомерный колодец и рейку.

Балансовый гидропост Палванташ №4 - типа фиксированного русла расположен на ПК 937+00, имеет гидрометрический мостик, водомерный колодец и рейку.

Балансовый гидропост Акбаробод №5 - типа фиксированного русла расположен на ПК 1217+00, имеет гидрометрический мостик и рейку.

Балансовый гидропост Бешолиш №6 - типа фиксированного русла расположен на ПК 1325+00, имеет гидрометрический мостик и рейку.

Балансовый гидропост Маргилан №7 - типа фиксированного русла расположен на ПК 1433+00, имеет гидрометрический мостик и рейку.

Балансовый гидропост Файзабод №8 - типа фиксированного русла расположен на ПК 1566+00, имеет гидрометрический мостик и рейку.

Гидрометрический пост КПК - типа фиксированного русла расположен на ПК 06+00, по КПК имеет гидрометрический мостик, водомерный колодец и рейку.

Гидрометрический пост КПК типа фиксированного русла расположен на ПК-220+00, по КПК имеет гидрометрический мостик, водомерный колодец и рейку.

Гидропост на отводящем канале Каркидонского водохранилища типа фиксированного русла расположен на 600 м от головы отводящего канала, имеет гидрометрический мостик, водомерный колодец и рейку.

Гидропост на притоке Кувасай Каркидонского водохранилища имеет гидрометрический мостик, водомерный колодец и рейку.

Управляемые и учитываемые водовыпуски

Основная роль в достижении стабильного водораспределения с устойчивым и равнозначным по всей длине канала удовлетворением требований потребителей

возлагается на управление и мониторинг водовыпусками на балансовых участках, проводимыми наблюдателями. Автоматизированный мониторинг охватывает только около 10 % всех объектов.

Анализ влияния внепланового включения/отключения на изменение режима в канале показывает, что отбор воды из основного ствола канала осуществляется 202 водовыпусками, практически равномерно распределенными по длине канала. Из общего числа водовыпуски с расходом более 100 л/с составляют 139 шт., а менее - соответственно 63 шт., причем суммарный расход малых водовыпусков составляет менее 4 % от головного водозабора в канал, в т.ч. 23 водовыпуска на ЮФК имеют $Q_{\max} > 1,0 \text{ м}^3/\text{с}$ из них 3 шт. - $Q_{\max} > 5,0 \text{ м}^3/\text{с}$.

По балансовым участкам суммарный расход мелких водовыпусков изменяется от 0,35 до 0,65 % от расхода в начале участка, исключение составляет балансовый участок 8, на котором больше всего мелких водовыпусков (13 шт.) и их водозабор составляет 7,7 %, что объясняется отсутствием транзитной составляющей на этом участке.

Исходя из этих соображений все водовыпуски подразделяются на учитываемые и управляемые, исходя из следующих соображений:

- к *учитываемым* относятся все водовыпуски, поскольку все имеют средства водоучета и все включены в объекты мониторинга. Суммарный водозабор этими водовыпусками не превышает по участкам 1 % от расхода, поступающего на участок (за исключением последнего), в связи с чем изменения водоотбора ими не могут сказаться на режиме работы канала в целом и регулирование ими в течение декады не предусматривается;

- в число управляемых включены водовыпуски с расходом забираемой воды более 100 л/с, изменение водозабора на которых может как-то сказаться на режиме работы канала, поэтому предусматривается возможность регулировки забираемого ими расхода в течение декады.

Общее количество наблюдаемых и управляемых объектов в течении декады приведены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование участка	Начало ПК	Конец ПК	Расстояние (км)	Количество водовыпусков	Количество насосных станций	Количество точек наблюдения	Количество управляемых объектов	В т.ч. расходом менее 0,1 м ³ /с (по данным 2003 г.)	Число наблюдателей
Гидроучасток Шахрихансай №0	0+00	373+00	37,3	3	0	3	3	0	1
Гидроучасток Акбура №1	373+00	479+00	10,60	8	6	14	10	4	1
Гидроучасток Араван №2	479+00	633+00	15,40	20	10	30	22	8	3
Гидроучасток Хамза №3	633+00	738+00	10,50	14	6	20	16	4	2
Гидроучасток Палванташ №4	738+00	941+50	20,35	20	1	21	9	12	2
Гидроучасток Акбарабад №5	941+50	1217+19	27,57	27	9	36	30	6	3
Гидроучасток Бешолиш №6	1217+19	1325+97	10,88	15	13	28	15	13	2
Гидроучасток Маргилан №7	1325+97	1412+21	8,62	16	1	17	4	13	2
Гидроучасток Файзабад №8	1412+21	1566+24	15,40	27	9	36	33	3	3
Всего по стволу ЮФК и Шахрихансай			156,63	150	55	205	142	63	19
КПК	0+00	220+00	22,00	15	12	27	22	5	3
Итого по ЮФК			178,53	162	67	232	164	68	22

Все боковые водовыпуски имеют водомерные устройства типа Паршала, лотка САНИИРИ и др. и оснащены водомерными рейками.

Из 67 насосных станций 55 установлены на ЮФК, а 12 – на КПК и всего 4 НС имеет $Q_{\max} > 1,0 \text{ м}^3/\text{с}$.

В Управление ЮФК входит Каркидонское водохранилище, повышающее водообеспеченность орошаемых земель Ферганской области Узбекистана.

На всех узловых сооружениях будут установлены системы автоматизации и диспетчеризации, а на балансовых гидростаях предусмотрены системы автоматизированного мониторинга (включено в техническое задание).

Все водовыпуски и насосные станции являются объектами мониторинга в пределах балансового участка. Расход воды контролируется по числу и производительности работающих агрегатов и по гидростаям на машинном канале. Основные насосные станции эксплуатируются Управлением насосных станций.

Количество наблюдателей на каждом участке определяется его протяженностью, количеством контролируемых объектов и обеспеченностью средствами передвижения. Расчеты выполнены без учета нормированного рабочего дня и выходных дней, учитывая эти факторы общее количество наблюдателей, увеличено на 40 %, принимая во внимание необходимость организации работ по скользящему графику.

Принципы управления процессом водораспределения на ЮФК

В управлении водными ресурсами системы ЮФК имеется три уровня:

- **бассейновый уровень**, управление на котором осуществляется БВО «Сырдарья» и Управлением водного хозяйства МСВХ РУз. 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**. На этом уровне с учетом установленных лимитов и заявок потребителей утверждаются планы водопользования и распределение водных ресурсов по конкретным каналам, в частности для ЮФК.

- **уровень Управления ЮФК**, на этом уровне производится распределение воды по утвержденному плану водопользования с учетом лимита, контроль за соответствием водоподдачи потребителям плану водопользования, подекадная корректировка при необходимости расходов подаваемых потребителям.

Совершенно очевидно, что для слаженной работы на всех трех уровнях необходимо четкое взаимодействие, которое достигается системой информационного обмена и современными средствами бесперебойной связи. Для достижения этого в проекте проанализированы требуемые информационные потоки, установлены должностные обязанности диспетчеров на всех уровнях иерархии и наблюдателей, предусмотрено соответствующее оборудование диспетчерских пунктов и требования к системе связи. Конфликтные ситуации рассматриваются коллегиально начальниками БУИС, УМК и ЮФК с привлечением представителей АВП и Водного комитета.

ЮФК является магистральным каналом, который распределяет воду между отводами. По каждому отводу на основания заявок потребителей составляется план водопользования и определяются требования к ЮФК. Составление плана водопользования и требований ЮФК является задачей Управлений ирригационных систем, которыми учитывается КПД и потери воды во всех каналах младшего порядка. Задачей водораспределения по ЮФК является выполнения предъявленных к нему требований, при этом учитываются потери только непосредственно по самому ЮФК.

Управление ЮФК в своем составе имеет Центральный диспетчерский пункт (ЦДП), ДП Мархаматского отделения ЮФК, ДП Управление Каркидонского водохранилища, 10 балансовых гидроучастков со своими местными диспетчерскими пунктами (МДП) и 2 МДП гидротехнических сооружений:

1. МДП Гидроучастка Шахрихансай	9. МДП Гидроучастка КПК;
2. МДП Головного сооружения;	10. МДП Гидроучастка Бешолиш;
3. МДП Гидроучастка Акбура;	11. МДП Гидроучастка Маргилон;
4. МДП Гидроучастка Араван;	12. МДП Гидроучастка Файзаобод;
5. МДП Гидроучастка Хамза;	13. МДП гидроузла Толмазар;
6. МДП Гидроучастка Палванташ;	14. ДП Мархаматского отделения
7. МДП Гидроучастка Каркидон;	15. ЦДП УЮФМК.
8. МДП Гидроучастка Файзаобод;	

Вся информация для вышестоящих организаций передается от ЦДП по установленному регламенту ведения мониторинга, по распоряжению Начальника Управления ЮФК. Диспетчеры ЦДП, ДП Мархаматского отделения и ДП Каркидонского водохранилища подчиняются непосредственно начальнику Управления ЮФК. Диспетчеры МДП подчиняются начальникам гидроучастков.

Существующее состояние водораспределения на канале и стохастический характер колебаний расходов воды притоков не всегда позволяют равномерно подавать воду водопотребителям и соблюдать установленные лимиты. Оперативное управление водораспределением не обеспечено соответствующими техническими средствами управления и контроля, в связи с чем наблюдается значительная неравномерность и отклонения в расходах воды, подаваемой потребителям.

Ошибки измерения расходов и уровней воды из-за отсутствия или недостаточной точности измерительных устройств; несвоевременность и недостоверность информации, получаемой на гидропостах, создают непроизводительные организационные сбросы воды.

Поэтому для обеспечения стабильного водораспределения с устойчивым и равнозначным по всей длине канала удовлетворением требований потребителей намечается реализация проекта по автоматизации узловых сооружений с автоматизированным сбором информации по балансовым и контрольным гидропостам и мониторингом по балансовым участкам, проводимым наблюдателями, которые будут оснащены средствами связи и транспортом.

Взаимодействия системы SCADA и автоматизированного мониторинга гидропостов и мониторинга в пределах балансовых участках осуществляется диспетчерами

Центрального диспетчерского пункта и местными диспетчерскими пунктами. Центральный диспетчерский пункт находится в г. Кува и расположен в центре ЮФК. Местные диспетчерские пункты расположены рядом с узловыми сооружениями, которые оснащены компьютерами, работающими в сети со средствами телекоммуникаций канала.

Четкое водораспределения на основе предлагаемой системы автоматизации и мониторинга должно базироваться на достоверном водоучете. **С этой целью проектом предусматривается градуировка и метрологическое обеспечение всех узловых сооружений, балансовых гидростов, переаттестация водомерных устройств и их паспортизация.**

На участковый МДП будет постоянно поступать информация от автоматизированных узловых сооружений, балансовых и контрольных гидростов, и, периодически, по водовыпускам и насосным станциям (4 раза в сутки) от наблюдателей.

Диспетчер МДП имеет возможность на основании анализа полученной информации и плана водораспределения принимать соответствующие решения, управлять узловыми сооружениями, передавать указания наблюдателям, через них управлять водовыпусками.

Вся получаемая информация обрабатывается, анализируется и хранится на компьютерах МДП и передается на центральный диспетчерский пункт Управления ЮФК.

От Центрального диспетчерского пункта информация поступает в Управление магистральным каналом Ферганской долины, в Управления ирригационными системами и Бассейновые управления.

По согласованной программе в агрегированном виде информация передается в Главное управление водного хозяйства Минсельводхоза РУз.

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

Количество циклов наблюдений устанавливается в зависимости от продолжительности светового дня: в вегетационный период – 4 раза в сутки, в невегетационный период – 3 раза в сутки.

Мониторинг работы неавтоматизированных насосных станций осуществляется по следующим правилам:

- Наблюдатель от оператора НС получает паспортную производительность насосных агрегатов и по числу работающих агрегатов устанавливает забираемый расход;
- Контроль осуществляется по показаниям счетчика расходования электроэнергии;
- При наличии гидрометрического поста на головном участке машинного канала забираемый расход контролируется по показаниям рейки гидростова.

В проекте предусматривается приобретение и опытная эксплуатация 5 приборов учета воды с автономными маломощными источниками питания, которые автоматически измеряют, регистрируют и накапливают среднечасовую информацию об уровнях, расходах и стоках воды гидростова. Такие устройства в своем составе имеют датчик

измерения уровня воды, блок вычисления и питания, а также логгеры для хранения измеренных и вычисленных параметров. В настоящее время налажено производство таких устройств, но они еще не прошли испытания в натуральных условиях и не сертифицированы. Предлагается разработка модификации переносного аналогичного прибора для наблюдателей, который позволял бы производить автоматизированный съем информации при установке его на специально подготовленное место, что исключало бы ошибки возможные при визуальном съеме информации

Функциональные задачи системы мониторинга водораспределения на ЮФК

В управлении процессом водораспределения на магистральных каналах можно выделить условно следующие блоки функциональных задач:

- годового планирования
- оперативного планирования
- оперативного управления.

Основными задачами блока «**годового планирования**» являются:

Задача 1: – определение объемов водных ресурсов, требуемых участниками.

Состав исходной информации:

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

Результаты решения:

- требуемые объемы воды для каждого участника за весь период и в декадном разрезе.

Задача 2: – корректировка объемов водных ресурсов согласно выделенным лимитам.

Состав исходной информации:

- прогноз водности текущего года,
- технические возможности ирригационной системы.

Результаты решения:

- выделенные объемы воды для каждого участника на весь период в декадном разрезе.

Результат решения подсистемы годового планирования:

- скорректированный план водопользования.

В блоке «**Оперативное планирование**» еженедельно решаются следующие задачи:

Задача 1:– анализ распределения водных ресурсов за истекший период.

Состав исходной информации:

- план водопользования,
- заявки участников в пределах лимита, за истекший период,
- фактическая подача воды участникам по заявкам 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:– корректировка объемов водных ресурсов, подаваемых участникам на предстоящую декаду.

Состав исходной информации:

- составы показателей по выделенным критериям за истекший период,
- откорректированный план водораспределения для данной декады,
- заявки участников на предстоящую декаду формируются по фактическим датам поливов сельскохозяйственных культур с учетом водообеспеченности в голове канала, а также текущим погодным условиям,
- прогноз гидрографа стока,

Результаты решения:

- объемы водных ресурсов, подаваемые участникам на предстоящую декаду.

Блок «**Оперативное управление**» решает ежедневно следующие задачи.

Задача 1:– подача объемов водных ресурсов участникам согласно значениям, установленным на этапе оперативного планирования,

Состав исходной информации:

- декадные объемы водных ресурсов по каждому участнику,
- фактический гидрограф поступающего стока,
- фактическое состояние гидротехнических сооружений.

Результаты решения:

- суточные (часовые) объемы водных ресурсов, подаваемые участникам,

Задача 2:- учет подаваемых объемов водных ресурсов.

Состав исходной информации:

- фактические замеры поступающего стока,
- фактическое состояние водомерных устройств с учетом поправок.

Результаты решения:

- фактические значения расходов воды по каждому участнику,
- фактические значения уровней воды вдоль каналов.

Схемы и степени автоматизации и диспетчеризации основных узловых сооружений и мониторинга по балансовым гидропостам

Основные узловые сооружения ЮФК

1. Головное сооружение ЮФК (Кампирраватский гидроузел) оборудуется системой SCADA с датчиками положения на всех затворах, датчиками уровня в ВБ гидроузла, в НБ каналах Шахрихансай, Андижансай и Савай. Оборудуется диспетчерский пункт с компьютером и приборами радиосвязи. Все измеренные параметры автоматически передаются на МДП Кампирраватского гидроузла.

Объектами управления на узле являются:

- Головной регулятор канала Шахрихансай оснащенный шестью плоскими затворами с авторегулированием уровня воды верхнего бьефа;
- Головной регулятор канала Андижансай оснащенный четырьмя плоскими затворами с авторегулированием расходов воды по уровню нижнего бьефа;
- Головной регулятор канала Савай оснащенный тремя плоскими затворами с авторегулированием расходов воды по уровню нижнего бьефа.

Все затворы узла сооружений имеют дистанционное управление с местного диспетчерского пункта Кампирраватского гидроузла.

Сбросное сооружение в к. Андижансай (ПК – 74 Шахрихансай) оборудуется системой SCADA с датчиками положения на двух затворах, датчиками уровня в ВБ и НБ сбросного сооружения.

- Головной регулятор канала Андижансай оснащенный четырьмя плоскими затворами с авторегулированием расходов воды по уровню нижнего бьефа.

Все измеренные параметры автоматически передаются по системам передачи данных на МДП Кампирраватского гидроузла.

2. Узловое сооружение на ПК 373 оснащается системой SCADA с установкой датчиков положения затвора на каждом из 3-х сегментных затворов перегораживающего сооружения на ПК 373 канала Шахрихансай, 3 датчиков уровней в ВБ и НБ Шахрихансая и ЮФК. Оборудуется диспетчерский пункт с компьютером и приборами радиосвязи.

Технология управления заключается в поддержании заданного расхода в ЮФК путем автоматического изменения положения затворов на перегораживающем сооружении канала Шахрихансай. Расход воды по обоим каналам определяется компьютерным расчетом по горизонтам воды и тарифовочным кривым гидропостов.

Информация с датчиков автоматически передается на компьютер МДП Головного сооружения, обрабатывается, анализируется, запоминается и передается на центральный диспетчерский пункт (аналогично проходит информация на всех диспетчерских пунктах).

3. Узел сооружений на пересечении с р. Акбура оборудуется системой SCADA с датчиками положения на всех затворах, датчиками уровня в ВБ ЮФК, в НБ канала

К-1. Все измеренные параметры автоматически передаются на МДП гидроучастка Акбура. Объектами управления на узле являются:

- Регулятор в канал К-1, расположенный в конце акведука и оснащенный двумя плоскими затворами с авторегулированием расходов воды по уровню нижнего бьефа;
- Регулятор сброса перед регулятором К-1, работающий в автоматическом режиме для сброса излишнего расхода по горизонту воды в верхнем бьефе;
- Регулятор перед акведуком, осуществляющий функции ремонтно-аварийного сооружения и регулирования в случае необходимости.

Объектами мониторинга на узловом сооружении являются:

- Водозаборное сооружение на р. Акбура для подпитки ЮФК;
- Управление затворами водозаборного сооружения на р. Акбура для подпитки, осуществляется вручную с помощью наблюдателей гидроучастка Акбура.

Основные затворы узла сооружений имеют дистанционное управление с местного диспетчерского пункта гидроучастка Акбура.

4. Переход через Аравансай. Оборудуется системой SCADA с установкой датчиков положения на затворе сбросного сооружения. Узел сооружений на ПК 261+20 (переход через р. Араван) состоит из:

- Перехода ЮФК через р. Араван, осуществленного 3-мя дюкерами без головных регуляторов;
- Сбросного сооружения перед оголовками дюкеров (одно отверстие с сегментным затвором), осуществляет защиту от перелива и работает в режиме авторегулирования по верхнему бьефу;

Объектами мониторинга на узловом сооружении являются

- Подпитывающее сооружение из р. Араван;
- Управление затворами подпитывающего сооружения на р. Араван, осуществляется вручную с помощью наблюдателей гидроучастка Араван.

Расход воды подпитки определяется по уровню воды на гидросте.

Затвор сбросного сооружения обеспечивается дистанционным управлением с местного диспетчерского пункта гидроучастка Араван.

5. Перегораживающее сооружение КПК. Оборудуется системой SCADA с установкой датчиков положения на всех затворах и датчиками уровней. Узел сооружений состоит из:

- Перегораживающего сооружения на ЮФК, оснащенного 3-мя плоскими затворами с электроприводом и работающего в режиме авторегулирования заданного расхода воды по уровню нижнего бьефа;
- Регулятора КПК, оснащен электрифицированным плоским затвором, работает в режиме авторегулирования по уровню верхнего бьефа;
- Гидростов в верхнем бьефе узла и в нижних бьефах перегораживающего сооружения и регулятора КПК, оснащенных гидрометрическими мостиками, водомерными колодцами и рейками.

Все затворы имеют дистанционное управление от местного диспетчерского пункта гидроучастка Хамза. На узле предусматривается сброс всех расходов, превышающих плановые, в Каркидонское водохранилище.

6. Узел сооружений Палванташ. Оборудуется системой SCADA с установкой датчиков положения на всех затворах.

Узел сооружений Палванташ состоит из:

- Трехпролетного регулятора с плоским затворами на дополнительном русле канала с правой стороны, пропускающего $20 \text{ м}^3/\text{с}$, с авторегулированием по верхнему бьефу;
- Двухпролетного водовыпуска к насосной станции Хозяйственный (в настоящее время не работает);
- Трехпролетного регулятора канала Май Арик с плоскими затворами, предусматривается авторегулирование заданным расходом воды по уровню нижнего бьефа;
- Однопролетного регулятора к НС Бахор с плоским затвором, предусматривается по числу работающих агрегатов, их производительности и по расходу электроэнергии;
- Однопролетного сооружения с плоским затвором и трубчатым акведуком через правое русло в канал Бустон, предусматривается авторегулирование по расходу;
- Однопролетного регулятора канала К-1, предусматривается авторегулирование заданным расходом воды по уровню нижнего бьефа.

На всех отводах имеются гидропосты с датчиками уровней. Предусматривается дистанционное управление всеми затворами от МДП гидроучастка Палванташ.

7. Сооружение Толмазар. Оборудуется системой SCADA с установкой датчиков положения на всех затворах. Узел сооружений Толмазар состоит из:

- Двухпролетного перегораживающего сооружения (один пролет регулируется сегментным затвором, другой – нерегулируемый), перед узлом сооружений автоматически поддерживается командный уровень;
- Регулятора сброса в Кувасай с сегментным затвором, работающим в режиме авторегулирования по заданному расходу воды по уровню нижнего бьефа;
- В нижнем бьефе перегораживающего сооружения имеется приток из отводящего канала Каркидонского водохранилища.
- Ниже притока имеется контрольный гидропост на ЮФК и гидропост на притоке.

Все затворы имеют дистанционное управление от ДП гидроузла Толмазар.

8. Гидроузел на переходе через Бешалишсай. Оборудуется системой SCADA.

Узел сооружений Бешалиш состоит из:

- Перехода ЮФК под Бешалишсаем, выполненного в виде 2-х дюкеров:
 - на правой ветке вход в дюкер регулируется двух пролетным сооружением с двумя электрифицированными плоскими затворами;
 - на левой ветке регулятор состоит из трех отверстий, регулируемых тремя плоскими электрифицированными затворами.

- Через левое отверстие и дюкер вода попадает в ЮФК, а среднее и правое отверстия является регулятором сброса в Бешалисай.

- Двумя затворами правого дюкера и левым затвором левой ветки предусматривается поддержание установленного уровня воды верхнего бьефа ЮФК;

- Регулятора подпитки ЮФК из Бешалишса, который примыкает к НБ верхнего дюкера Подпитка осуществляется только при прохождении больших расходов по саю.

- Вододелителя на Бешалишсае облегченной конструкции (без ж/б бычков и устоев) ниже пересечения с ЮФК. Вододелитель делит расходы Бешалишса и сбрасываемые из ЮФК между каналами Каратепа (правой отвод), Ахшак (левый отвод), в которых предусматривается авторегулирование заданного расхода воды и сброс излишков в Езявонсай.

Устанавливаются датчики положения на всех затворах, датчики уровней на ЮФК, в НБ и ВБ бьефе узла на Язявансае, а также в верхнем и нижнем бьефах облегченного сооружения. Предусматривается дистанционное управление затворами на Язявансае и регуляторе подпитки ЮФК от МДП Гидроучастка Бешалиш.

Имеется балансовый гидропост на ЮФК в 200-х м. ниже узла и гидропосты на каналах Ахшак и Каратепа.

9. Гидроузел на ЮФК с подачей в Маргилансай. Оборудуется системой SCADA.

Узел сооружений Маргилансай состоит из:

- Трехпролетного перегораживающего сооружения на ЮФК, из которых два отверстия регулируются плоскими электрифицированными затворами и одно - нерегулируемое, авторегулирование по уровню верхнего бьефа;

- Регулятор сброса в Маргилансай имеет донные промывные галереи, перекрываемые плоским затвором; предусматривается авторегулирование заданного расхода воды по уровню нижнего бьефа;

- Водосливной стенки, выполняющей роль автоматического водослива со сбросом в Маргилансай.

Расход ЮФК измеряется балансовым гидропостом на ПК 1039+91. Расход Маргилансай измеряется гидропостом в нижнем бьефе.

Перед сбросом расхода в Маргилансай имеется контрольный гидропост на ПК 1032+00 ЮФК.

Устанавливаются датчики положения на всех затворах и датчики уровней в ВБ ЮФК и НБ на Маргилансае. Все затворы имеют дистанционное управление от ДП гидроучастка Маргилан.

10. Каркидонское водохранилище. Емкость Каркидонского водохранилища 220 млн м³. Водоохранилище расположено на Куvasае, заполняется стоком Исфайрамсай, Куvasая и подачей воды из ЮФК по КПК.

Каркидонское водохранилище имеет:

- Подпитку из Подпитывающего канала ЮФК, имеющего гидропост у входа в водохранилище;

- Подпитку из Куvasая (гидропост у входа в водохранилище);
- На отводящем канале имеется гидропост.

Подача воды в ЮФК и сброс излишков осуществляется по одной нитке трубопровода пропускной способностью 50 м³/с, проложенного в галерее в теле плотины и имеющего в конце развилку с двумя конусными затворами, управляемыми из башни управления.

Объем воды в водохранилище контролируется с помощью датчика уровня воды верхнего бьефа плотины водохранилища.

Устанавливаются датчики положения на всех затворах и датчики уровней воды на притоке по Куvasаю, подводящему и отводящему каналам, верхнего бьефа плотины водохранилища с передачей данных на ДП Каркидонского водохранилища.

Балансовые гидропосты ЮФК.

Все балансовые гидропосты оснащаются системой SCADA с датчиками уровня воды.

Оборудование системы SCADA для балансовых гидропостов включает:

- Программируемые контроллеры;
- Модули ввода и вывода и радиостанции с антеннами.

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

Система телекоммуникаций ЦДП и МДП.

Система телекоммуникаций ЮФК основывается на радиосвязи и решает следующие задачи:

- Прием и передачу телеметрической информации, которая формируется системой автоматизации, установленной в центрах радиосвязи на ЦДП, ДП ГУ, Гидроузлах и балансовых гидропостах;
- Обеспечивает голосовую радиосвязь между диспетчерскими пунктами и наблюдателями гидроучастков;
- Создает компьютерную сеть на базе радиосвязи для приема, передачи и обработки информации между ЦДП и МДП пунктами, обеспечивающую единую информационную систему ЮФК.

Организация системы оперативной связи.

Первоочередной задачей организации планового водораспределения по каналу и мониторинга на всех уровнях распределительной оросительной сети является создание действенной бесперебойной связи, охватывающей все уровни управленческой иерархии.

С этой целью предполагается в порядке первоочередных работ, начиная с октября текущего года, приступить к выполнению рабочего проекта технологической связи узловых сооружений, балансовых и контрольных гидропостов с местными дис-

петчерскими пунктами (МДП), МДП с центральным диспетчерским пунктом и техническое обеспечение связи наблюдателей с МДП.

В составе работ предусматривается:

- разработка рабочей документации на весь комплекс работ по организации связи;
- поставка оборудования в соответствии со спецификациями;
- выполнение строительно-монтажных работ (прокладка кабельных линий, монтаж оборудования, установка приборов и датчиков и т.п.);
- проведение пуско-наладочных работ по всему комплексу объектов связи, обучение эксплуатационного персонала, проведение опытной эксплуатации.

Разработка и реализация проекта «Автоматизация и мониторинга водораспределения на ЮФК»

Реализацию проекта «Автоматизации...» предполагается выполнять этапами, выполняя за один этап работы на двух балансовых участках, и завершить весь комплекс работ в декабре 2007 года.

1. На первом этапе будут выполнены работы на первом балансовом участке (ПК 0 - ПК 479) и на последнем № 8 (ПК 1412– ПК 1576);
2. На втором этапе на балансовых участках № 6 (ПК 1417– ПК 1326) и № 7 (ПК 1326–ПК 1412);
3. На третьем этапе на балансовых участках № 4 (ПК 708–ПК 911) и № 5 (ПК 911– ПК 1187);
4. На четвертом этапе на балансовых участках № 2 (ПК 449–ПК 603) и № 3 (ПК 603– ПК 708);
5. На пятом – завершающем этапе будут выполнены работы на участке №9 – подводящем канале и Каркидонском водохранилище (КПК).

Такая последовательность выполнения работ принята исходя из того, чтобы на первом этапе получить возможность управления и контроля за расходом, поступающим в канал, и расходом, поступающим на последний балансовый участок, который в обычном режиме работы канала имел наименьшую водообеспеченность. Затем, последовательно выполняя работы по участкам «снизу вверх», будет обеспечиваться равномерность водообеспечения потребителей по всему каналу.

Заключение

Система автоматизации и мониторинга водораспределения на каналах позволяет:

- повысить точность измерения уровней, расходов и минерализации воды, а также открытия затворов гидротехнических сооружений, за счет применения совре-

менных технических средств измерения и учета водных ресурсов (снижение погрешности измерения по расходу от 5-10 % до 2-3 %);

- улучшить информационное обеспечение, за счет непрерывного сбора, хранения и обработки измерительных значений уровней и расходов воды в компьютерах;

- повысить оперативность и точность управления водными ресурсами за счет увеличения скорости получения и обработки информации о технологическом процессе и принятия решения;

- снизить непроизводительные затраты водных ресурсов;

- своевременно обнаружить и устранить неисправности оборудования системы управления и гидротехнических сооружений.

Необходимо отметить, что реализация проекта системы автоматизации и диспетчеризации на объектах ЮФК позволяет повысить уровень эксплуатации, существенно облегчить труд эксплуатационного персонала, повысить качество водораспределения на всех балансовых участках и водовыпусках. Увеличивается достоверность, открытость и доступность информации о водных ресурсах для всех заинтересованных организаций и водопользователей.

Редакционная коллегия:

Духовный В.А.
Пулатов А.Г.
Турдыбаев Б.К.

Адрес редакции:
Республика Узбекистан,
700187, г. Ташкент, массив Карасу-4, дом 11
НИЦ МКВК
E-mail: info@icwc-aral.uz

Наш адрес в Интернете:
www.icwc-aral.uz

Редактор
Н.Д. Ананьева

11.04.2007

Тираж 100 экз.
Отпечатано в НИЦ МКВК, г. Ташкент, Карасу-4, дом 11