

## Автоматизация водораспределения

### И. Бегимов (НПО САНИИРИ)

Осознав необходимость модернизации в техническом оснащении гидротехнических сооружений и гидropостов, в качества дальнейшего развития проекта интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР) Ферганской долины предложен проект автоматизации водораспределения на пилотных каналах и объектах бассейнового водохозяйственного объединения Сырдарья.

В проект автоматизации включены на уровне бассейна реки

- Узловые сооружения Нарын-Карадарьинского управления БВО «Сырдарья»;

Пилотные каналы:

- Канал Араван - Акбура (Республика Кыргызстан).
- Южно-Ферганский канал (Республика Узбекистан);
- Канал Ходжабакирган (Гулякандоз) (Республика Таджикистан);

**Целью проекта** является внедрение частично автоматизированной системы регулирования и оперативного контроля за водораспределением для обеспечения потребителей водой в необходимом количестве и нужные сроки, создание системы мониторинга по каналу за головным водозабором, боковой приточностью, балансовыми гидropостами 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 водodelения, гарантирующего стабильность и равномерность водоподачи, и исключения непродуктивных затрат воды.

Достижение указанной цели предполагается осуществить применением системы „SCADA“ на головном и узловых сооружениях, балансовых гидropостах 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.

#### 1. Сложившееся положение

Пионерные каналы, подлежащие автоматизации, имеют разные источники питания:

- Южный Ферганский канал питается из системы Андижанского водохранилища многолетнего регулирования;
- Араван-Акбуринский канал берет воду из р Акбура, сток которой зарегулирован Папанским водохранилищем сезонного регулирования;
- Ходжабакирганский 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; несвоевременность и недостоверность информации, получаемой на гидropостах создают непроизводительные организационные сбросы воды.

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

#### 2. 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 осуществляется 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.

### **3. Принцип водораспределения по каналам**

Основным принципом водораспределения по каналам является плановость водопользования, в основу которого 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, которые составляются подекадно и корректируются в течении сезона в зависимости от погодных условий, общей водохозяйственной обстановки в бассейне и заявок потребителей.

### **4. Степень автоматизации и диспетчеризации основных узловых сооружений и мониторинга по балансовым гидропостам**

**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 гидропостах;
- 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.).

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 автоматизация узловых сооружений не предусматривается из-за неудовлетворительного технического состояния.

**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.

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

Автоматизации подлежат:

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

## 5. 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 гидростоев, 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 течении 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.

Объектами мониторинга являются

Наименование канала	Количество водовыделов		Суммарный водозабор		Мелкие НС и чархпалаки с расходом $< 5$ л/с		
	Всего	В т.ч. НС	м <sup>3</sup> /с	% от $Q_{нач}$	Кол-во	м <sup>3</sup> /с	% 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 течении декады включены водовыделы с  $Q < 100$  л/с

Количество циклов наблюдений устанавливается в зависимости от продолжительности светового дня: в вегетационный период – 4 раза в сутки, вневегетационный период – 3 раза в сутки. Наблюдатели обеспечиваются транспортом (предполагается мопедами) и средствами радиотелефонной связи.

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

## 6. 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 гидростов, 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

## 7. 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 гидроствах;
- 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 канала.

## 8. Разработка и реализация проекта

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, гидростов 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 проведение опытной эксплуатации с обучением персонала службы эксплуатации.

### 9. Экономическая эффективность проекта «Автоматизация каналов Ферганской долины»

№	Наименование объектов	Эксплуатационные затраты		Капвложения		Чистая выгода		Экономические показатели		
		до	после	SDC	МИН ВОД ХОЗ	Объем воды млн. м <sup>3</sup>	Стоимость тыс. \$	Срок окупаемости	NPV За 15 лет тыс. \$	IRR %
1	Объекты БВО «Сырдарья»	74	87,36	305	40	38,8	232,8	2	1039	59
2	ЮФК	131	155	667	85	63	378	7	1224	36
3	ААБК	59	64	235	30	7	69,8	9	121	19
4	ХБК	68	71	104	15	6,47	38,8	7	93	24
5	Итого по проекту								2477	

### 10. Оценка состояния выполнения проекта

#### 1. По объектам БВО:

- Система автоматизации и диспетчеризации установлены на все намеченные объекты и подготовлены к сдаче в опытную эксплуатацию;
- Монтированы системы передачи данных, ведутся работы по отладки системы связи.

#### 2. На объектах ААБК:

- На основных узловых сооружениях отремонтированы механическая часть ГТС;
- Подведены линии электропередачи сооружений и подготовлены диспетчерские
- Рабочий проект СДА утвержден, уточнены спецификации оборудования;
- Приобретены и отправлены оборудования в г. ОШ для их монтажа и наладки.

#### 3. На объектах ЮФК:

- Частично отремонтирована механическая часть ГТС
- Подведены линии электропередачи
- Диспетчерские пункты определены и ремонтируется
- Ведутся мониторинг работ по подготовительным работам.

#### 4. На объектах ХБК:

- Азиатским банком ведутся работы по реконструкции объектов ХБК
- Подготовлен проект и начаты работы по реабилитации;
- Ведутся мониторинг работ по подготовительным работам.

В результате реализации данного проекта автоматизации водораспределения на каналах достигаются:

- повышение точности 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 и вычисления по расходу от 5-10% до 2-3%);
- улучшение информационного обеспечения, за счет непрерывного сбора, хранения и обработки измеренных значений уровней и расходов воды в компьютерах;

- повышение оперативности и точности управления водными ресурсами за счет увеличения скорости получения и обработки информации о технологическом процессе и принятие решения;
- повышение оперативности обнаружения и устранения неисправностей оборудования системы управления и гидротехнических сооружений.