

УДК 556.18:658.012.011.56

В. М. Школьная, В. Э. Завалюев

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

К ВОПРОСУ АВТОМАТИЗАЦИИ ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ НА УЧАСТКЕ КАНАЛА С ПРИМЕНЕНИЕМ SCADA-СИСТЕМ

В данной статье рассмотрен один из вопросов комплексного инженерного решения автоматизации системы управления водораспределением на каналах и их отдельных участках при помощи современных методов, одним из которых является внедрение SCADA-систем. Рассмотрены структура системы управления водораспределением на мелиоративном объекте и основной комплекс программного обеспечения для пунктов диспетчеризации.

Ключевые слова: мелиоративная система, оросительный канал, управление водораспределением, диспетчерский пункт, автоматизация, системы SCADA.

Для осуществления функций транспортировки воды и ее распределения между водопотребителями должны существовать четкая структура и организация водораспределения на мелиоративной системе. Автоматизированная система управления водораспределением на оросительных системах может быть представлена в виде информационно-управляющей системы, обеспечивающей измерение параметров, которые характеризуют состояние каналов (условно) и затворов. Система должна быть организационно построена как распределенная блочно-модульная конструкция, в которой учитывается возможность наращивания объемно-конструктивной структуры при модернизации и реконструкции технологического оборудования.

Структура системы управления обеспечивает стыковку ее технических средств в единый комплекс с целью обеспечения полного и надежного функционирования в пределах заданных функций системы и технических характеристик средств, входящих в комплекс автоматизированного управления и диспетчеризации. Функционально структура системы водораспределения мелиоративной системы состоит из следующих объектов:

- диспетчерский пункт на ГТС;
- центральный диспетчерский пункт в управлении;
- контроллеры затворов с датчиком положения затвора;
- контроллер датчиков уровня воды;
- комплекс технических средств.

SCADA (аббр. от англ. Supervisory Control And Data Acquisition – диспетчерское управление и сбор данных) – это программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте управления. Современные SCADA-системы легко взаимодействуют со стандартными и пользовательскими программами, в результате чего возникают решения по визуализации, которые точно удовлетворяют практическим требованиям. Благодаря открытым интерфейсам, системные интеграторы могут разрабатывать собственные приложения, целенаправленно надстраивая системные расширения. Интегрирование всех составных частей системы контроля и управления в единой технологии минимизирует затраты на их стыковку, сокращает время обмена и преобразования данных, исключает потери информации, повышая, тем самым надежность и эффективность создаваемых систем. Открытая архитектура аппаратного и программного обеспечения позволяет наращивать состав измерительной аппаратуры и вводить новые алгоритмы контроля, развивать и модернизировать уже внедренные системы [1].

SCADA может являться частью автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП), автоматизированной системы контроля и учета энергоресурсов (АСКУЭ), научного эксперимента, автоматизации здания и т. д. SCADA-системы используются во всех отраслях хозяйства, в которых необходим операторский контроль технологических процессов в реальном времени. Данное программное обеспечение устанавливается на компьютеры и для связи с объектом использует драйверы ввода-вывода или серверы OPC/DDE (OPC – аббр. от англ. OLE for Process Control – семейство программных технологий, предоставляющих единый интерфейс для управления объектами автоматизации и технологическими процессами; DDE – аббр. от англ. Dynamic Data Exchange – механизм взаимодействия приложений в операционных системах Microsoft Windows).

Серверы OPC/DDE предназначены для получения данных из сети и предоставления их OPC- или DDE-клиентам. OPC-клиентом может выступать любая SCADA-система: Intouch, Genesis, Trace Mode и др. Любой OPC-клиент может обмениваться данными с любым OPC-сервером вне зависимости от специфики устройства, для которого разрабатывался конкретный OPC-сервер. DDE-клиентом может выступать любая программа, поддерживающая обмен через DDE.

Программный код может быть написан как на языке программирования (например, на C++), так и сгенерирован в среде проектирования [2].

Иногда SCADA-системы комплектуются дополнительным программным обеспечением (ПО) для программирования промышленных контроллеров. Такие SCADA-системы называются интегрированными и к ним добавляют термин SoftLogic (система программирования контроллеров с открытой архитектурой). Термин «SCADA» имеет двойное толкование. Наиболее широко распространено понимание SCADA как приложения, то есть программного комплекса, обеспечивающего выполнение указанных функций, а также инструментальных средств для разработки этого ПО. Однако, часто под SCADA-системой подразумевают программно-аппаратный комплекс. Значение термина SCADA претерпело изменения вместе с развитием технологий автоматизации и управления технологическими процессами. В 80-е гг. под SCADA-системами чаще понимали программно-аппаратные комплексы сбора данных реального времени. С 90-х гг. термин SCADA больше используется для обозначения только программной части человеко-машинного интерфейса АСУ ТП.

SCADA-системы решают следующие задачи [3]:

- обмен данными с «устройствами связи с объектом» (то есть с промышленными контроллерами и платами ввода-вывода) в реальном времени через драйверы;
- обработка информации в реальном времени;
- логическое управление;
- отображение информации на экране монитора в удобной и понятной для человека форме;
- ведение базы данных реального времени с технологической информацией;
- аварийная сигнализация и управление тревожными сообщениями;
- подготовка и генерирование отчетов о ходе технологического процесса;
- осуществление сетевого взаимодействия между SCADA ПК;
- обеспечение связи с внешними приложениями СУБД (система управления базами данных), электронные таблицы, текстовые процессоры и т. д.;

SCADA-системы позволяют разрабатывать АСУ ТП в клиент-серверной или в распределенной архитектуре.

Основные компоненты SCADA обычно содержит следующие подсистемы:

- драйверы или серверы ввода-вывода – программы, обеспечивающие связь SCADA с промышленными контроллерами, счетчиками, АЦП [аббр. от англ. Analog-to-Digital Converter, ADC – аналого-цифровой преобразователь, устройство, преобразую-

щее входной аналоговый сигнал в дискретный код (цифровой сигнал)] и другими устройствами ввода-вывода информации;

- система реального времени – программа, обеспечивающая обработку данных в пределах заданного временного цикла с учетом приоритетов;

- человеко-машинный интерфейс HMI (аббр. от англ. Human Machine Interface – инструмент, который представляет данные о ходе процесса человеку оператору, что позволяет оператору контролировать процесс и управлять им);

- программа-редактор для разработки человеко-машинного интерфейса;

- система логического управления – программа, обеспечивающая исполнение пользовательских программ (скриптов) логического управления в SCADA-системе. Набор редакторов для их разработки;

- база данных реального времени – программа, обеспечивающая сохранение истории процесса в режиме реального времени;

- система управления тревогами – программа, обеспечивающая автоматический контроль технологических событий, отнесение их к категории нормальных, предупреждающих или аварийных, а также обработку событий оператором или компьютером;

- генератор отчетов – программа, обеспечивающая создание пользовательских отчетов о технологических событиях. Набор редакторов для их разработки;

- внешние интерфейсы – стандартные интерфейсы обмена данными между SCADA и другими приложениями: OPC, DDE, ODBC, DLL и т. д.

ODBC – (аббр. от англ. Open Database Connectivity) – это программный интерфейс доступа к базам данных, разработанный фирмой Microsoft.

DLL – (аббр. от англ. Dynamic Link Library – «библиотека динамической компоновки», «динамически подключаемая библиотека») в операционных системах Microsoft Windows – динамическая библиотека, позволяющая многократное использование различными программными приложениями.

Термин SCADA обычно относится к централизованным системам контроля и управления всей системой, или комплексами систем, осуществляемого с участием человека. Большинство управляющих воздействий выполняется автоматически RTU (аббр. от англ. Remote Terminal Unit – удаленный терминал) или PLC (аббр. от англ. Programmable Logic Controller – программируемый логический контроллер).

Непосредственное управление процессом обычно обеспечивается RTU или PLC, а SCADA управляет режимами работы. Например, PLC может управлять потоком охлаждающей воды в производственном процессе, а SCADA-система позволяет операторам изменять поток, маршруты движения жидкости, заполнять те или иные емкости, а также следить за тревожными сообщениями (алармами), такими как потеря потока и высокая температура, которые должны отображаться, записываться, и на которые оператор должен своевременно реагировать. Цикл управления с обратной связью проходит через RTU или PLC, в то время как SCADA-система контролирует полное выполнение цикла [4].

Сбор данных начинается в RTU или на уровне PLC и включает показания измерительного прибора. Далее данные собираются и форматируются таким способом, чтобы оператор диспетчерской, используя HMI мог принять контролирующие решения – корректировать или прервать стандартное управление средствами RTU/PLC. Данные могут также быть записаны в архив для построения трендов и другой аналитической обработки накопленных данных.

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

В автоматическом режиме работают:

- головные регуляторы каналов по поддержанию заданного расхода по уровню горизонта воды на головных гидростаях;

- перегораживающее сооружение по уровням воды верхнего бьефа;
- вся информация с датчиков отображается на мнемосхемах;
- предусмотрена защита от нештатных ситуаций (заклинивание затворов, превышение максимальных уровней, отключение электропитания и др.).

Оборудование системы SCADA для головных и узловых сооружений включает:

- компьютеры;
- программируемые контроллеры;
- модули ввода и вывода;
- датчики уровня воды и положения затворов;
- оборудование системы передачи данных.

Диспетчерские пункты головных и узловых сооружений оснащены компьютерами и оборудованием системы передачи данных, обеспечивающей бесперебойную связь между центральным и местными диспетчерскими пунктами (ЦДП и МДП) и автоматическую передачу информации [5].

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

- программируемые контроллеры;
- модули ввода, вывода, датчики уровня и оборудование системы передачи данных.

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

Для реализации всех функций системы автоматизации водораспределения на каналах мелиоративного назначения разрабатываются алгоритмы и ПО системы автоматизации.

ПО системы автоматизации реализуется на программируемых контроллерах и на компьютерах и представляет собой сложный взаимосвязанный комплекс [6].

ПО системы автоматизации состоит из следующих программных комплексов:

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

Программный комплекс системы диспетчеризации и автоматизации для нижнего уровня МДП предназначен для оперативного управления автоматизированными гидротехническими сооружениями и решает следующие задачи в реальном масштабе времени [7]:

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

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

Программный комплекс системы диспетчеризации и автоматизации для верхне-

го уровня ЦДП предназначен для оперативного автоматизированного контроля всех автоматизированных гидротехнических сооружений и решает следующие задачи:

- отображение на мнемосхеме канала текущих значений основных технологических параметров (уровни и расходы воды) гидротехнических сооружений и балансовых гидростов;

- сигнализация об аварийных режимах системы передачи данных, указание возможных причин и др.;

- ведение архивов технологических параметров, аварийных режимов гидротехнических сооружений и балансовых гидростов всего канала.

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

- прием компьютером ЦДП текущей технологической информации от компьютера МДП;

- передача в компьютер ЦДП текущей технологической информации от компьютера МДП;

- передача данных от компьютера ЦДП в компьютер МДП для установки заданных технологических параметров;

- прием информации компьютером МДП для установки заданных технологических параметров от компьютера ЦДП.

Данный комплекс реализуется на компьютерах ЦДП и МДП.

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

- ввод, хранение и обработка на компьютере МДП визуальной информации о расходах воды, полученной наблюдателями гидроучастков;

- считывание, хранение и обработка измеренных данных о расходах воды автоматизированных сооружений гидроучастка на компьютере МДП;

- подготовка к передаче в компьютер ЦДП визуальной информации о расходах воды, собранной наблюдателями гидроучастков;

- подготовка к приему от компьютера ЦДП в компьютер МДП плановой информации, ее хранение и обработка;

- решение задач «управление водораспределением» на МДП;

- подготовка отчетов о водораспределении на гидроучастке в компьютере МДП.

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

- ввод в компьютер ЦДП информации для решения задач «сезонного планирования», ее хранение и обработка;

- решение задачи «сезонное планирование».

Внедрение SCADA-систем в процесс управления водораспределением на мелиоративных системах позволит оптимизировать процесс обмена информацией между объектами управления и диспетчерскими пунктами, обеспечить рациональное использование энергетических и трудовых затрат и повысить оперативность и качество принимаемых решений при распределении водных ресурсов.

Список использованных источников

1 Андреев, Е. Б. SCADA-системы: взгляд изнутри: учеб. для вузов / Е. Б. Андреев, Н. А. Куцевич, О. В. Синенко. – М.: РТСофт, 2004. – 176 с.

2 Бородин, И. Ф. Автоматизация технологических процессов: учеб. для вузов / И. Ф. Бородин, Ю. А. Судник. – М.: Колос, 2004. – 344 с.

3 Мирошник, И. В. Теория автоматического управления: учеб. пособие / И. В. Мирошник. – СПб.: Питер, 2005. – 336 с.

4 Маковский, Э. Э. Автоматизация гидротехнических сооружений в системах каскадного регулирования расходов воды / Э. Э. Маковский. – Фрунзе: Илим, 1972. – 302 с.

5 Фельдбаум, А. А. Методы теории автоматического управления / А. А. Фельдбаум, Г. Г. Бутковский. – М.: Наука, 1971. – 744 с.

6 Гидротехнические сооружения / Н. П. Розанов [и др.]; под ред. Н. П. Розанова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 432 с.

7 Рожнов, В. А. Электрические системы стабилизации уровней воды в каналах / В. А. Рожнов, Р. М. Тюменев. – Фрунзе: Илим, 1982. – 200 с.

УДК 626.8:621.39

В. В. Бородычев, Е. Э. Головинов, М. Н. Лытов

Волгоградский филиал Всероссийского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации, Волгоград, Российская Федерация

АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОНИТОРИНГА РАБОТЫ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ ГЛОБАЛЬНОГО СПУТНИКОВОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

Цель исследований состоит в решении проблемы аппаратно-инструментального обеспечения мониторинга работы дождевальной техники на основе технологий глобального спутникового позиционирования. Научная новизна исследований заключается в разработке инновационных методов оперативного контроля работы дождевальных машин кругового и фронтального действия. Концептуальной основой исследований стала гипотеза и целесообразность организации инструментального контроля и дистанционной трансляции значений ряда параметров, включая давление воды в рабочем трубопроводе дождевальной машины, скорости движения и траектории движения в принятой системе координат. В ходе исследований разработана принципиальная схема и изготовлен прототип устройства мониторинга работы дождевальной техники в режиме реального времени с рабочим названием «Монитор ДМ-1». Результаты апробации устройства в условиях производства подтверждают эффективность и практическую необходимость дистанционного контроля параметров работы дождевальной техники в режиме реального времени.

Ключевые слова: дождевальная техника, мониторинг, глобальное спутниковое позиционирование, экспериментальное устройство.

В настоящее время научной общественностью активно ведутся работы по совершенствованию гидромелиоративных систем с учетом новых требований и уровня развития технологий. Применение современных дождевальных машин и установок обеспечивает возможность проведения поливов на полях, имеющих прямые и обратные уклоны, маневрирования поливными нормами в широком диапазоне (от 50 до 900 м³/га) без потерь воды на глубинную фильтрацию, высокой равномерности распределения дождя по поверхности орошаемого участка. Эффективное использование указанных преимуществ может быть обеспечено при наиболее полном согласовании режимов эксплуатации гидромелиоративных систем, биологических особенностей орошаемых культур, природных особенностей региона и агроландшафтной единицы. При этом степень дифференциации динамики этих критериев в пространстве и времени напрямую зависит от эффективности мониторинга исполняющих механизмов системы и требует реализации функции слежения в режиме реального времени [1]. Собственно, возможность мониторинга технологических процессов в режиме реального времени является одной из главных отличительных черт гидромелиоративных систем нового поколения [2].