

А. И. Прошин, канд. техн. наук, научно-производственная фирма «КРУГ»  
А. В. Бодырев, научно-производственная фирма «КРУГ»

## СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА КОМПЛЕКСНУЮ АВТОМАТИЗАЦИЮ ВОДОКАНАЛОВ

Реконструкция объектов водоснабжения и водоотведения является важной составляющей плана развития муниципального коммунального хозяйства России. В то же время в современных условиях простая замена изношенных инженерных сетей и производственного оборудования городских водоканалов не решит полностью проблем их функционирования, так как наряду с задачей поддержания их работоспособности остро стоит вопрос об эффективности работы всей системы в целом, которая зависит от затрат на энергию, на фонд оплаты труда (ФОТ) оперативного и обслуживающего персонала, на поддержание оборудования в рабочем состоянии и т.д. В условиях недостаточности инвестиций в данную отрасль следует искать наименее затратные, но дающие быстрый эффект подходы.

Один из эффективных способов минимизации издержек в данной области – **создание комплексной автоматизированной системы диспетчеризации и управления предприятием водоснабжения и водоотведения**. По своей эффективности данное мероприятие даже выше, чем замена основного технологического оборудования, так как имеет **сроки окупаемости 1–2 года**. Современные информационные технологии позволяют предприятиям водоканалов решить следующие задачи:

- экономия ресурсов: электроэнергии, тепло- и гидроресурсов,
- увеличение сроков службы технологического оборудования,
- снижение затрат на предупредительные и ремонтные работы,
- снижение затрат на ФОТ,
- обеспечение оперативного управления и контроля технологических процессов.

Требования к оборудованию и программному обеспечению (ПО) для автоматизации водоканалов достаточно обширны, и их невозможно полностью сформулировать в рамках одной статьи. Цель данной публикации – сформулировать **основные критерии** для выбора оборудования автоматизации водоканалов.

Рассмотрим автоматизацию предприятия водоснабжения по классической схеме: объект, задачи автоматизации, решения и оборудование для автоматизации.

### Объекты автоматизации

Система водоснабжения и водоотведения города – это сложный многофункциональный комплекс, работающий 24 часа в сутки, 365 дней в году. Классическая схема водоснабжения городом представлена на рис. 1. В общем случае можно выделить подсистемы водозабора, водоподготовки, распределения водоснабжения, водоотведения и очистки стоков.

### Задачи автоматизации

**Водозаборные сооружения** необходимы для забора воды из поверхностных или подземных источников, а также для ее первичной обработки. После подготовки вода попадает в транспортную систему (трубопроводы) под напором, который обеспечивают насосные станции первого подъема, также являющиеся водозаборными сооружениями. В зависимости от рельефа местности транспортная

система может иметь несколько подъемов, каждый из которых поднимает воду на высоту от 10 до 90 метров.

**Задачами автоматизированной системы на водозаборных сооружениях являются:**

- 1) программно-логическое управление погружными насосами, насосными агрегатами и запорной арматурой;
- 2) обеспечение экономичной работы насосного оборудования;
- 3) обеспечение работы алгоритмов защит и блокировок;
- 4) увеличение ресурса оборудования за счет реализации алгоритмов равномерного использования агрегатов по заданной наработке;
- 5) контроль над текущим состоянием насосов;
- 6) контроль давления воды в скважинах и водопроводах;
- 7) контроль основных параметров качества воды (мутность, температура, цветность и т.д.);
- 8) учет электроэнергии и воды.

Один из основных элементов **водоподготовки** – водопроводные очистные сооружения (ВОС), которые предназначены для очистки и обеззараживания воды. На ВОС вода проходит стадии отстаивания и фильтрации. Для увеличения степени изъятия загрязнений в воду предварительно добавляют специальные реагенты – коагулянты и флокулянты. В особых случаях для очистки воды используют сорбционную очистку, обратный осмос и др. Далее вода подвергается обеззараживанию с помощью хлорсодержащих реагентов. Очищенная и обеззараженная вода поступает в резервуары чистой воды.

Задачи АСУ ТП на данных объектах:

- 1) контроль параметров и управление дозирующими насосами, в том числе регулирование подачи реагентов в автоматизированном и в автоматическом режимах;
- 2) программно-логическое управление насосными агрегатами и запорной арматурой (задвижками фильтрационных сооружений и реагентного хозяйства);
- 3) обеспечение работы алгоритмов защит и блокировок насосов-дозаторов по давлению нагнетания, по уровням в баках реагентов и резервуарах чистой воды;
- 4) контроль уровней в накопительных резервуарах, баках реагентов и фильтрационных сооружениях;
- 5) контроль основных параметров качества воды (мутность, концентрация хлора, pH, цветность и т.д.);
- 6) учет электроэнергии, реагентов и воды;
- 7) учет наработки и количества пусков оборудования.

**В систему распределения водоснабжения** входят насосные станции второго подъема с соответствующей трубопроводной системой и резервуары готовой питьевой воды. Насосные станции второго подъема предназначены для подачи из резервуаров чистой воды в водопроводную сеть и обеспечивают необходимое давление воды в водопроводной сети.

**Основными задачами автоматизированной системы являются:**

- 1) автоматическое поддержание уровня воды в резервуарах;
- 2) программно-логическое управление подающими насосными агрегатами (в современных системах управление осуществляется через преобразователи частоты, обеспечивающие требуемое давление в сети) и запорной арматурой;
- 3) контроль текущего состояния насосов;
- 4) обеспечение работы алгоритмов защит и блокировок;
- 5) увеличение ресурса оборудования за счет реализации алгоритмов равномерного использования агрегатов по заданной наработке;
- 6) учет электроэнергии и воды.

Основные элементы **системы водоотведения** – канализационные станции и очистные сооружения (задача утилизации осадка сточных вод в данной статье не рассматривается).

**Системы автоматики решают на них следующие задачи:**

- 1) программно-логическое управление насосами подъема воды из самотечного коллектора, дренажными насосами и задвижками, приточной и вытяжной вентиляцией;
- 2) контроль текущего состояния технологического оборудования;
- 3) обеспечение работы алгоритмов защит и блокировок;
- 4) увеличение ресурса оборудования за счет реализации алгоритмов равномерного использования агрегатов с учетом их наработки и эксплуатации насосов в оптимальных режимах;
- 5) контроль уровня в емкостях;
- 6) контроль уровней pH- и гХ-метрии;
- 7) учет электроэнергии.

Выполнение всех перечисленных выше функций было бы недостаточным без создания **системы диспетчеризации**, позволяющей осуществлять управление всеми объектами водоканала из одного или нескольких диспетчерских центров и принимать решения по управлению на основе всей информации об объектах, получаемой в реальном времени. В зависимости от сложности системы на диспетчерском уровне могут быть созданы два подуровня:

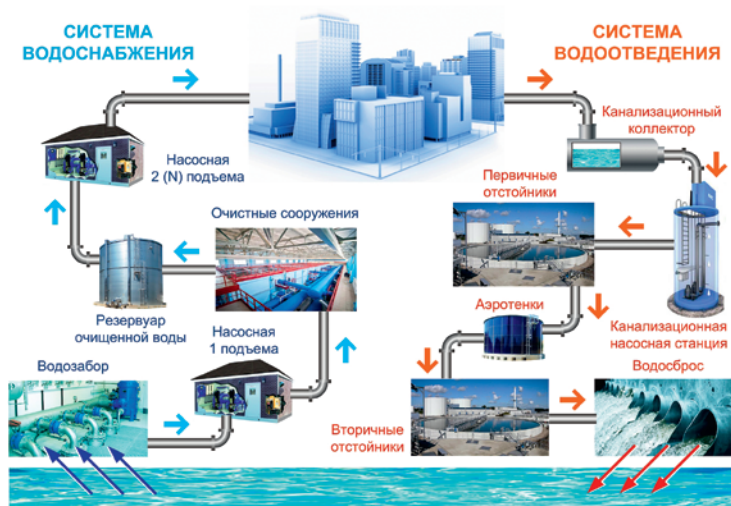


Рис. 1. Схема водоснабжения города

- диспетчерский уровень отдельных подсистем водоканала (водоподготовка, насосные станции и т.д.);
- супервизорный уровень – центральный диспетчерский пункт (ЦДП).

Одна из возможных структур системы диспетчеризации приведена на рис. 2.

Среди основных функций диспетчерского центра можно выделить следующие:

- 1) сбор, визуализация и хранение информации от локальных АСУ ТП;
- 2) световая и звуковая сигнализация неисправностей;
- 3) дистанционная выдача команд управления;
- 4) контроль над оборудованием всех объектов водоканала и показателями их работы. Оперативное определение неисправностей трубопроводов и технологического оборудования;
- 5) контроль над работой оборудования локальных АСУ ТП;
- 6) формирование статистических обобщенных данных по всем контролируемым объектам;
- 7) координация действий по совместной работе подсистем и оптимальной безаварийной работы всей системы городского водохозяйства;
- 8) ведение учета основных потребляемых и отпускаемых ресурсов (электроэнергия, вода) по объектам и суммарно;
- 9) формирование отчетных документов;
- 10) архивирование и документирование всей необходимой информации;
- 11) предоставление информации обслуживающему персоналу и руководству с использованием web-технологий.

Характерной особенностью объектов водоканала является их размещение на значительном расстоянии друг от друга – от нескольких сотен метров до

десятков километров. В связи с этим встают задачи качественной и надежной передачи информации, особенно при использовании безлюдных технологий. В большинстве случаев для связи между диспетчерским центром и локальными АСУ ТП применяются GPRS, проводные линии связи или радиоканал. Именно поэтому оборудование диспетчерского центра и локальных АСУ ТП должны поддерживать как функции резервирования таких каналов связи, так и функции восстановления информации после пропадания связи.

## Требования к оборудованию для систем автоматизации водоканалов

Если проанализировать все основные объекты водоканалов, то можно заметить, что, несмотря на большую разницу в технологии, задачи, которые они решают, с точки зрения автоматизации очень похожи. Основными единицами оборудования автоматизации являются промышленные контроллеры, устанавливаемые на объектах водоканалов, и ПО серверов и автоматизированных рабочих мест диспетчеров в диспетчерских (в данной статье не рассматривается оборудование КИПиА. – Авт.).

В связи с тем что системы водоснабжения и водоотведения относятся к отрасли жилищно-коммунального хозяйства, требования к оборудованию достаточно специфичны. С одной стороны, необходимо надежное и проверенное решение, так как аварии в системах водоснабжения приводят к негативным последствиям, в том числе и социальным. С другой стороны, оборудование должно быть недорогим из-за трудностей с финансированием. К тому же оборудование и программное обеспечение должны быть просты в обслуживании в связи с кадровым дефицитом высококвалифицированных специалистов АСУ ТП в данной отрасли.

Требования к оборудованию и ПО для автоматизации водоканалов достаточно обширны, и их невозможно полностью изложить в рамках одной статьи. Ниже сформулированы **основные критерии** для выбора оборудования автоматизации водоканалов. Здесь не приведены требования, касающиеся общего функционала, который имеется у большинства известных контроллеров и SCADA-систем по определению, а сделана выборка только по значимым функциям для систем диспетчеризации водоканалов.

### Требования к контроллерам:

- информационная мощность – до 500 параметров;
- расширенный температурный диапазон;
- возможность передачи информации по ненадежным и медленным каналам связи;
- встроенные средства для организации передачи данных по GSM-каналам (желательно);

- возможность резервирования каналов связи с диспетчерским центром;
- наличие OPC-сервера;
- поддержка работы по протоколам MODBUS RTU и MODBUS TCP;
- наличие нескольких независимых портов RS485 для организации сбора информации с электросчетчиков и водосчетчиков, а также для обмена информацией с частотными преобразователями;
- наличие готовых драйверов связи с наиболее распространенными в России электро- и водосчетчиками. Желательны наличие или возможность разработки драйверов связи со счетчиками ресурсов;
- возможность хранения архивов на контроллере;
- повышенная надежность при минимальной цене;
- поддержка схем горячего резервирования процессорных частей контроллеров;
- наличие аппаратного WatchDog;
- поддержка функций коррекции системного времени от внешнего корректора;
- наличие среды разработки программ пользователя в соответствии со стандартом МЭК 61131-3;
- возможность удаленной отладки и программирования.

Для создания «верхнего уровня» системы диспетчеризации в большинстве случаев используют готовые программные продукты, называемые SCADA-системами. Основные требования (помимо «стандартных») к SCADA-системе приведены ниже:

- наличие HDA OPC-клиента;
- хранение архивов с метками времени, полученными от контроллеров и устройств «нижнего» уровня;
- возможность опроса устройств «нижнего» уровня по медленным и ненадежным каналам связи;
- возможность обмена данными с контроллерами по резервируемому каналу связи;
- желательна глубокая интеграция с ПО контроллеров, общая БД системы, единая среда разработки и т.д.;
- поддержка клиент-серверной архитектуры;
- наличие «тонких» клиентов;
- «горячее» резервирование серверов БД;
- поддержка функций межсерверного обмена и функций многосерверного доступа клиентов SCADA для организации многоуровневых диспетчерских систем;
- возможность создания пользовательских программ с доступом из них к чтению/записи в архивы параметров;

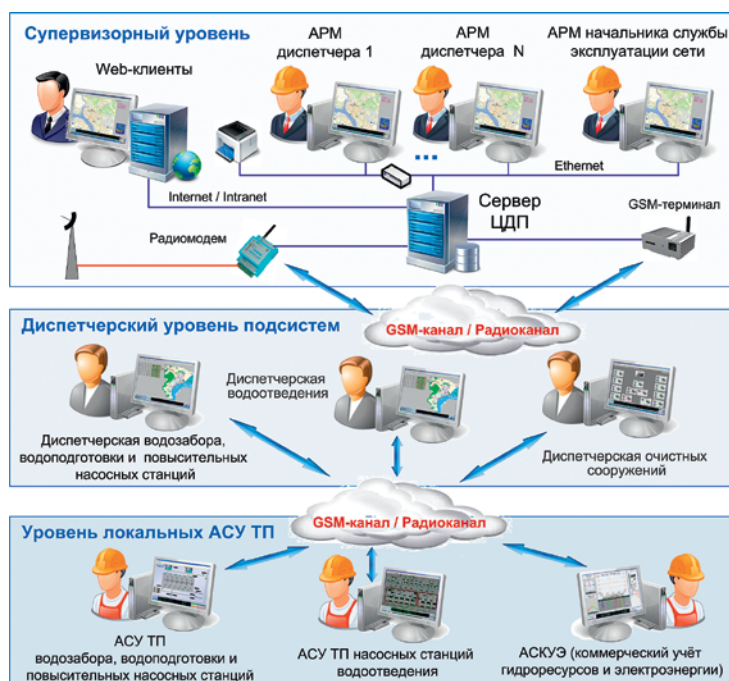


Рис. 2. Структурная схема системы диспетчеризации водоканала

- возможность создания отчетных документов по команде и по расписанию.
- Если проанализировать требования к контроллерам и SCADA-системам, приведенным выше, то можно сделать вывод, что наиболее эффективным решением при выборе средств автоматизации водоканала будет программно-технический комплекс (ПТК), в котором полностью решены задачи интеграции «нижнего» и «верхнего» уровней системы, а именно: вопросы **единой среды разработки** БД системы и программ пользователя, вопросы организации связи по медленным и ненадежным каналам, вопросы поддержания **единства системного времени**, а также вопросы работы с **резервированными** структурами.

### Выводы

1. Создание систем диспетчеризации с одновременной автоматизацией объектов водоканалов является одним из эффективных инструментов повышения их рентабельности.
2. Несмотря на различие технологических задач, решаемых на разных объектах водоканалов, с точки зрения автоматизации они похожи. Следовательно, для управления ими могут быть использованы однотипное оборудование и программное обеспечение, применение которых даст существенную экономию на комплектах запасных частей, обучении персонала, обслуживании и т.д.