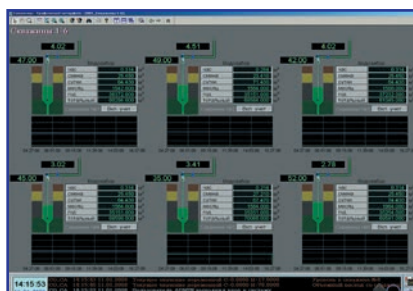




НПФ «КРУГ»



Водное хозяйство

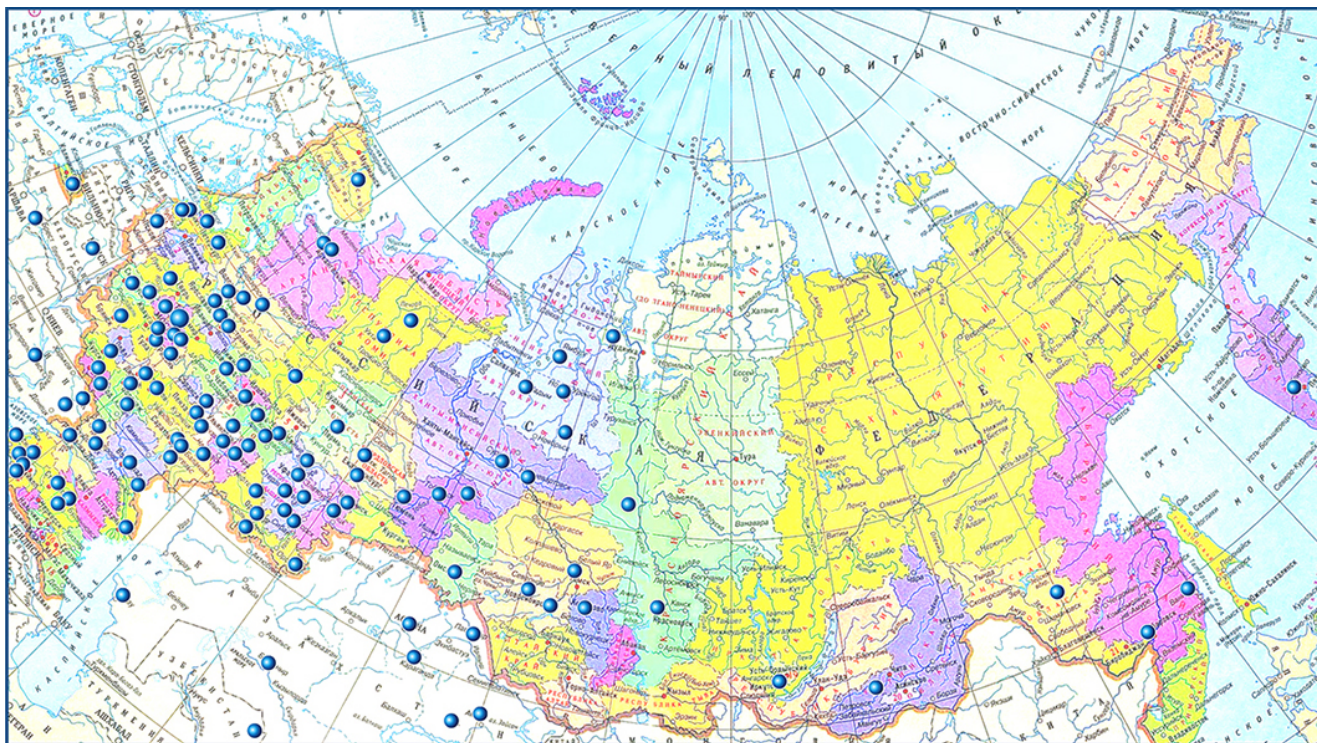
Технические решения
для цифрового предприятия



НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «КРУГ»

НПФ «КРУГ» – крупная многопрофильная инжиниринговая компания в области промышленной автоматизации многих отраслей экономики, в том числе, объектов жилищно-коммунального и водного хозяйства.

С 1992 года силами НПФ «КРУГ» выполнено более 1000 проектов втоматизации в различных отраслях.



Накопленный опыт внедрений систем автоматизации позволил создать ряд типовых технических решений для водного хозяйства:

- АСУ ТП водозабора (водозаборные скважины, насосные станции 1-го и 2-го подъемов)
- АСУ ТП реагентного хозяйства
- Системы автоматизации и диспетчеризации объектов водоснабжения
- Системы автоматизации и диспетчеризации объектов водоотведения (КНС)
- Системы автоматизации и диспетчеризации мелиорационного канала.

Системы автоматизации на базе программно-технических средств НПФ «КРУГ» разработаны для таких предприятий как: «Саратовводоканал», «Костромагорводоканал», «Горводоканал» (г. Пенза), «Ставрополькрайводоканал» (г. Минеральные Воды), «Городские очистные сооружения» (г. Самара), «Кубанские очистные сооружения водоснабжения» (г. Пятигорск), водоканалы г. Энгельса, г. Соль-Илецка.

Регулярно проводимый аудит подтверждает соответствие Системы Менеджмента Качества НПФ «КРУГ» требованиям ISO 9001, Системы Экологического Менеджмента – требованиям ISO 14001, Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья – требованиям OHSAS 18001.

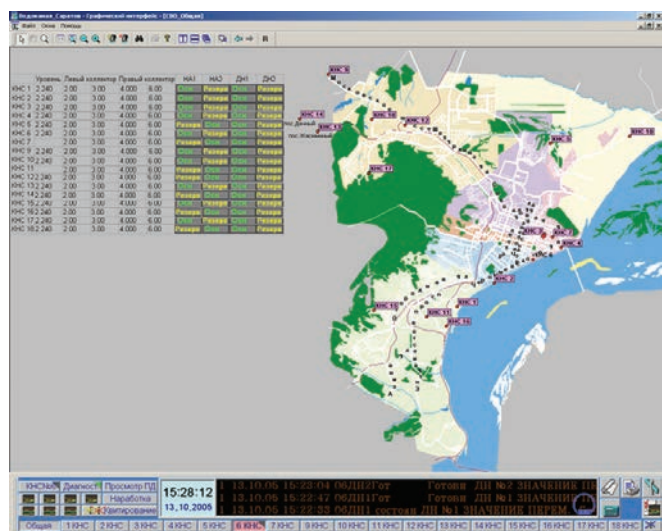
Высокое качество услуг компании подтверждено более чем 30 сертификатами и лицензиями, в том числе Федеральных агентств по техническому регулированию и метрологии, строительству, МЧС РФ. Эти сертификаты и лицензии, а также Свидетельства СРО на выполнение проектных, монтажных и пусконаладочных работ, гарантируют заказчику надёжность и качество продукции и услуг НПФ «КРУГ». Проектные работы выполняются по желанию заказчика как в соответствии с российскими ГОСТ и ПУЭ, так и в соответствии с международными стандартами ANSI/ISA, IEC.

Стратегический план развития муниципального коммунального хозяйства России предусматривает реконструкцию одной из важнейших своих составляющих – объектов водоснабжения. Однако просто замена изношенных инженерных сетей и производственного оборудования не решит полностью проблем функционирования водоканалов.

Анализ полученных данных показывает, что наилучший результат может быть получен при использовании комплексного подхода, включающего внедрение средств автоматизации на всех уровнях системы водоснабжения, в том числе диспетчерского управления и учета энергоресурсов. При этом внедрение комплексной системы автоматизации на базе программно-технического комплекса КРУГ-2000® может осуществляться поэтапно, в соответствии с приоритетами и потребностями Заказчика.

Назначение системы

Система предназначена для автоматизации процессов сбора и обработки информации о работе объектов водоканала, программно-логического управления объектами, диспетчерского контроля и централизованного управления, а также для решения задач технического и коммерческого учета гидроресурсов, потребления тепла и электроэнергии.



Цели и задачи

- Экономия ресурсов: электроэнергии, тепло- и гидроресурсов
- Увеличение сроков службы технологического оборудования
- Снижение затрат на предупредительные и ремонтные работы
- Обеспечение оперативного управления и контроля технологическими процессами.

Объекты автоматизации

Системы водозабора, водоподготовки, распределения, водоснабжения, водоотведения и очистки стоков.

Объекты данных систем территориально расположены на значительном расстоянии друг от друга и от диспетчерского пункта (десятки километров). Поэтому для организации связи между ними выбирают беспроводные средства: радиосвязь и/или GSM-связь (возможны и другие виды связи в зависимости от конкретных условий).

Архитектура и выполняемые функции

Система построена на базе ПТК КРУГ-2000® с использованием программно-логических контроллеров и имеет трехуровневую структуру:

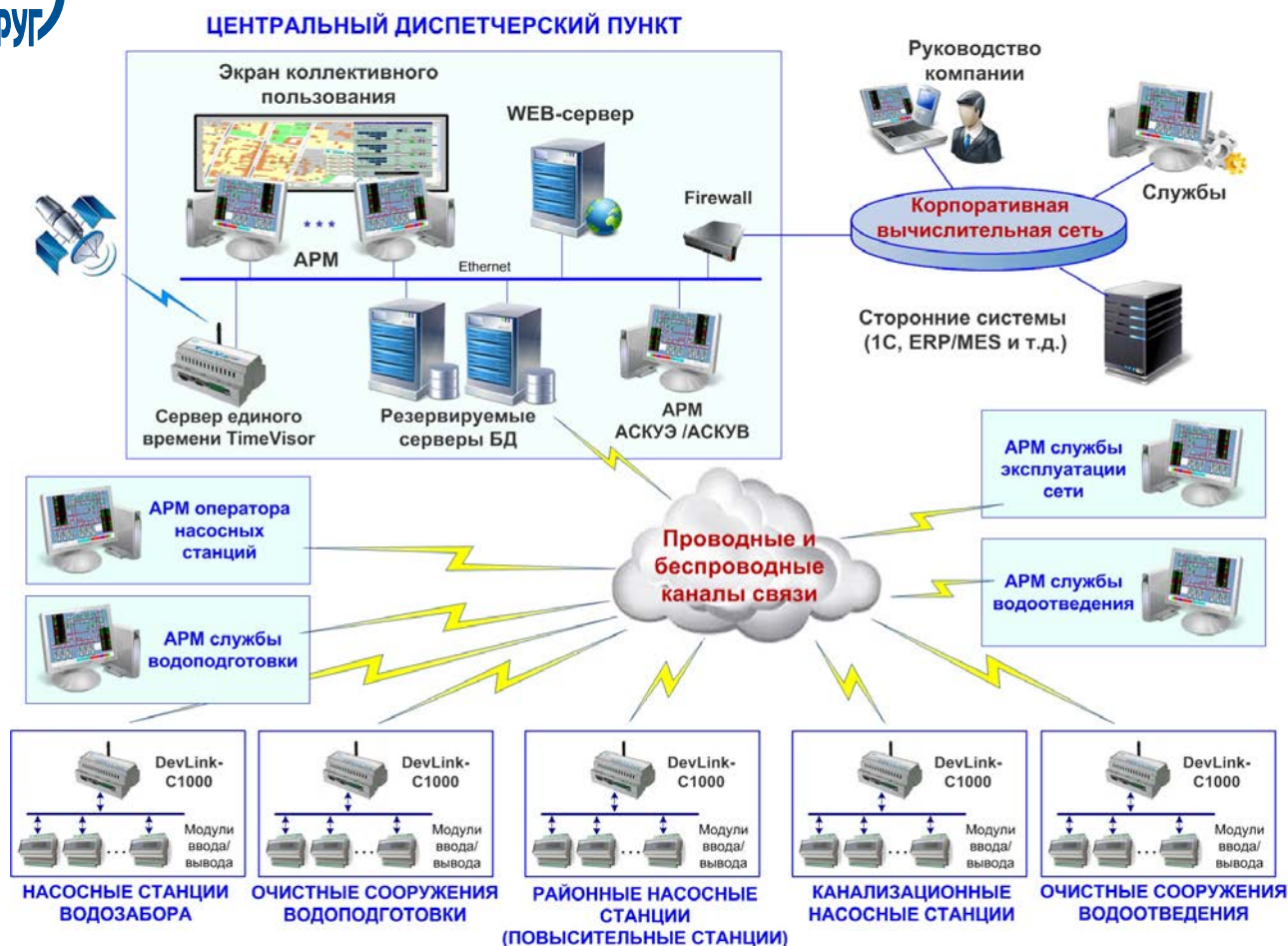
- супервизорный (верхний) уровень – центральный диспетчерский пункт (ЦДП)
- диспетчерский уровень подсистем водоканала
- уровень локальных АСУ ТП и АСКУЭ (нижний уровень).

На супервизорном уровне реализуются следующие функции:

- контроль за оборудованием всех объектов водоканала и показателями их работы
- архивирование и документирование всей необходимой информации
- координация действий по совместной работе подсистем и ведение оптимальной безаварийной работы всей системы городского водохозяйства
- учет суммарной потребляемой электроэнергии по всем контролируемым объектам
- статистические обобщенные данные по всем контролируемым объектам.

На диспетчерском уровне реализуются следующие функции:

- контроль за оборудованием локальных АСУ ТП конкретной подсистемы и показателями их работы
- архивирование и документирование всей необходимой информации
- координация действий по слаженной работе локальных АСУ ТП конкретной подсистемы и ведение их оптимальной безаварийной работы
- учет суммарной потребляемой электроэнергии по всем контролируемым объектам подсистемы
- статистические обобщенные данные по всем контролируемым объектам подсистемы
- дистанционное управление оборудованием.



На уровне локальных АСУ ТП реализуются следующие функции:

- программно-логическое управление насосными агрегатами и запорной арматурой
- блокировки и противоаварийные защиты
- оптимизация труда операторов
- учет потребляемой электроэнергии
- реализация алгоритмов равномерного использования агрегатов по заданной наработке
- контроль качества воды
- учет воды, отпускаемой потребителям.

АСКУЭ, как специфическая часть уровня АСУ ТП, выполняет следующие функции:

- коммерческий учет отпускаемых потребителям гидроресурсов по всем контролируемым объектам, в том числе учет потребляемых гидро- и теплоресурсов на собственные нужды
- коммерческий учет потребляемой электроэнергии (активной и реактивной составляющей электроэнергии) и режимных параметров электрической сети по всем контролируемым объектам.

Подсистема визуализации, которая может быть составляющей любого из вышеперечисленных уровней, обеспечивает выполнение следующих функций:

- отображение технологической информации на экране операторской станции в виде:

- схем с различной детализацией информации
- обобщенные кадры аварийных состояний
- графики изменения контролируемых параметров
- просмотр архивов и протокола событий о состоянии технологических объектов
- централизованное управление объектами
- защита от неправильных действий оператора
- формирование и выдача на печать различных отчетов.

Нижний уровень системы представляет собой совокупность станций, на каждой из которых для решения задач автоматизации используется программируемый контроллер. Контроллер реализует локальную систему автоматизации станции, а также организует обмен данными с диспетчерским пунктом по GSM- и/или радиоканалу. Также возможен комбинированный способ обмена данными. В этом случае обычно радиоканал резервируется GSM-каналом.

Команды управления технологическим оборудованием и режимами работы станции принимаются с верхних уровней системы, а обратно передается информация о процессе работы станции.

Локальные АСУ ТП могут работать в двух режимах: автоматическом и дистанционном.

В автоматическом режиме поддерживаются заданные величины параметров.

В дистанционном режиме управление исполнительными механизмами (насосами, задвижками) осуществляется оператором диспетчерского уровня. При отсутствии связи с диспетчерским уровнем контроллер переключается в автоматический режим работы и работает как локальная станция управления. При возникновении нештатной ситуации контроллер нижнего уровня осуществляет посылку данных автоматически, независимо от установленного периода связи.

Диспетчерский уровень подсистем включает компьютер операторской станции, на котором установлена SCADA КРУГ-2000®, и модем для связи с верхним и нижним уровнями.

В состав супервизорного уровня входит компьютер операторской станции с установленной SCADA КРУГ-2000® и модем для связи с нижними уровнями.

Экономическая эффективность

- Экономия электроэнергии за счет работы оборудования в оптимальном режиме (непрерывный контроль) – до 15-20%
- Экономия гидроресурсов – до 10% за счет:
 - отладки гидравлического режима водоснабжения в зависимости от разбора, времени суток и времени года
 - уменьшения последствий аварий за счет своевременного обнаружения утечек и локализации прорывов
- Сведение к минимуму небалансов
- Сокращение аварийных ситуаций за счет контроля над техническим состоянием оборудования и, как следствие, – увеличение надежности работы объектов
- Увеличение межремонтных сроков за счет эксплуатации всего оборудования в оптимальных режимах
- Уменьшение эксплуатационных затрат (уменьшение количества эксплуатационного персонала, минимизация затрат на собственные нужды)
- Снижение затрат на ФОТ (фонд оплаты труда).

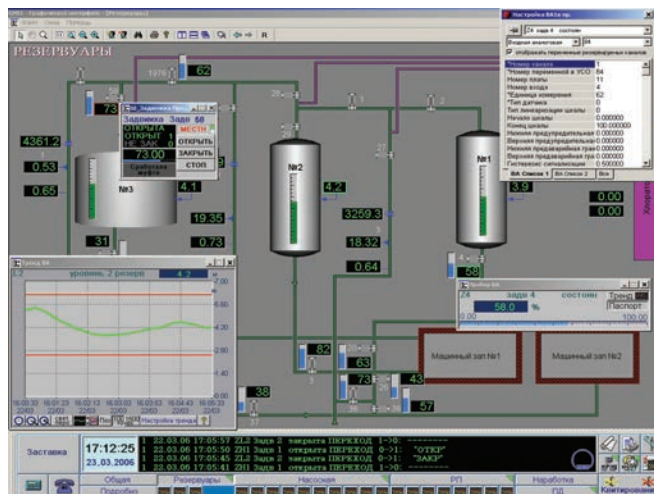
Выводы

Преимуществом системы комплексной автоматизации на основе КРУГ-2000 является ее полнота, использование набора проверенных технических и программных средств, высокая функциональность и надежность. Это делает ее идеальным решением по автоматизации муниципальных водоканалов и весьма привлекательной для системных интеграторов.

Конфигурация рассмотренной системы позволяет подключать новые объекты автоматизации или расширять функциональность уже имеющихся, без необходимости вносить какие-либо изменения или останавливать работу уже подключенных станций, что позволяет автоматизировать систему водоотведения и водоснабжения поэтапно.

Преимуществом КРУГ-2000, кроме простоты использования, мощного инструментария и надежности, является открытость. С одной стороны, это дает возможность организовать связь с любыми контроллерами, имеющими OPC-сервер или поддерживающими распространенные протоколы связи, а с другой – предоставить Пользователю возможности самостоятельного расширения и модернизации системы.

Внедрение системы комплексной автоматизации на основе КРУГ-2000 позволяет осуществить реальную экономию электроэнергии, тепло- и гидроресурсов, увеличить сроки службы технологического оборудования, снизить затраты на предупредительные и ремонтные работы.



Примерами такой разработки могут служить внедрения в МУПП «Саратовводоканал», МУПП «Костромагорводоканал», «Кубанских очистных сооружениях водоснабжения», «Саратовском оросительно-обводнительном канале им. Алексеевского», МУП «Водоканал» (пос. Матвеево-Курган, Ростовская область), МУП «Водоканал» (г. Пенза) и др.



АСУ ТП ВОДОЗАБОРА

Объекты управления

Водозаборные скважины, насосные станции 1-го подъема.



Цели внедрения

- Создание единого центра управления всеми водозаборами
- Организация высоконадежной связи с минимальными затратами
- Мониторинг водозабора в режиме реального времени на диспетчерском АРМе
- Возможность дальнейшего расширения системы.

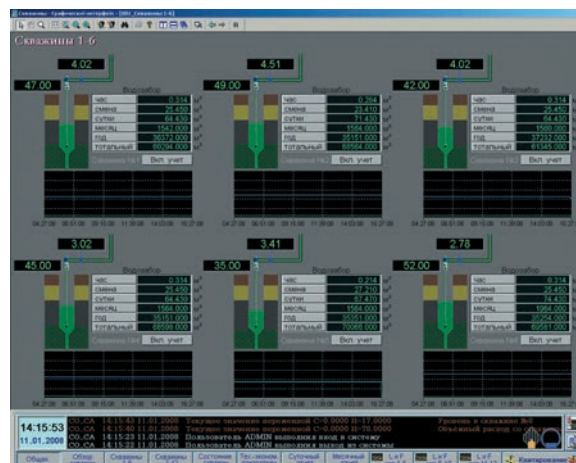
Функции системы

- Централизованный контроль территориально рассредоточенных объектов водозабора
- Сбор по цифровым каналам связи информации от интеллектуальных датчиков (расходомеров, уровнемеров и др.)
- Обнаружение, сигнализация и регистрация отклонений параметров от установленных границ
- Предоставление персоналу ретроспективной технологической информации (протокола событий, трендов и т.п.) для анализа динамики водозабора
- Технический учет водозабора, формирование отчетных документов
- Управление насосами через частотные преобразователи (опционально)
- Мониторинг энергопотребления (опционально)
- Непрерывная самодиагностика системы.

Компоненты

- Модульная интегрированная SCADA КРУГ-2000®
- ОПС-сервер ModBus производства НПФ «КРУГ»
- Промышленный контроллер DevLink-C1000 – для варианта использования устройств с различными протоколами
- АРМ диспетчера

- Пульт диспетчера на базе универсальных конструкций серии КонсЭрго®
- Ультразвуковые расходомеры и погружные уровнемеры, подключенные к DevLink-C1000, частотные преобразователи
- Радиомодемы.



Особенности системы

Связь между абонентами системы осуществляется по радиоканалу. Следует отметить, что мощность применяемых радиомодемов менее 10 мВт. В этом случае получение разрешений на использование полосы радиочастот не требуется.

Система автоматически, на основе показаний минимум используемых датчиков и ретроспективной информации, рассчитывает технико-экономические показатели: наработку и дебит скважин и водозабора в целом за час, сутки, месяц и т.д. Это дает возможность своевременно производить регламентные работы на скважине (регенерацию фильтра, обслуживание погружного насоса и т. п.), прогнозировать ситуацию на скважинах и предотвратить аварийные ситуации. Перечисленные качества системы способны значительно продлить межремонтный и межсервисный интервалы, удлинить срок службы водозабора, что повышает экономическую эффективность эксплуатации.

Документирование системой информации по техническому учету водозабора за отчетные интервалы времени делает прозрачной фактическую динамику водозабора и сокращает трудозатраты при оформлении отчетности.

Решение реализовано на **МУП «Водоканал» пос. Матвеево-Курган Ростовской обл.** (внедрено фирмой «Донводсервис», г. Батайск Ростовской обл.), **ООО «РН – Туапсинский НПЗ», г. Туапсе Краснодарского края** и др.

Объекты управления

Система реагентного хозяйства очистных сооружений водоснабжения (ОСВ):

Реагентное хозяйство. Главный корпус:

- расходные баки коагулянта
- дозировочные насосы коагулянта
- расходные баки полиакриламида
- дозировочные насосы полиакриламида
- воздухоудовки.

Реагентное хозяйство. Баки мокрого хранения коагулянта:

- растворные баки коагулянта
- баки-хранилища коагулянта
- насосы перекачки коагулянта.



Цели

Целью создания АСУ ТП является обеспечение надежной и качественной очистки воды, необходимой для удовлетворения потребностей населения и промышленности города с минимальными эксплуатационными затратами за счет:

- строгого выполнения требований технологического регламента
- оперативного контроля над работой оборудования
- повышения эффективности работы эксплуатационного персонала
- повышения оперативности взаимодействия персонала с технологическими объектами
- удобства представления технологической информации персоналу
- точности поддержания заданных значений параметров
- своевременного обнаружения, локализации и устранения аварий
- снижения затрат на ремонт оборудования за счет использования более гибких и совершенных систем защиты оборудования
- экономии реагентов, энергоресурсов и воды на собственные нужды
- современных методов и микропроцессорных средств контроля и управления.

Функции системы

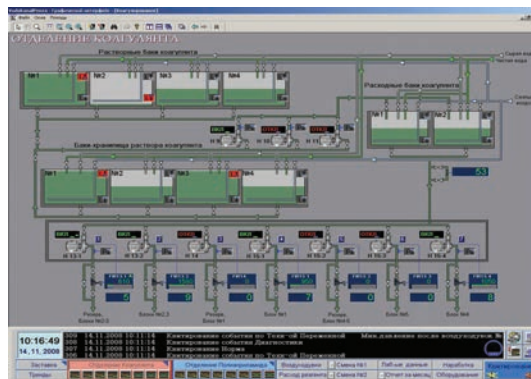
- Измерение и контроль технологических параметров
- Обнаружение, сигнализация и регистрация от-

клонений параметров от установленных границ и действия защит

- Формирование и выдача оперативных данных персоналу
- Формирование и печать отчетных документов
- Архивирование истории изменения параметров на жестком магнитном диске
- Расчетные задачи (расчет расхода реагентов, времени пробега оборудования и др.)
- Противоаварийные защиты (ПАЗ)
- Выдача дискретных управляющих воздействий с функциональной клавиатуры на ИМ
- Автоматическое регулирование.

Вспомогательные задачи, обуславливающие качество и надежность работы АСУ ТП, выполняемые автоматически, обеспечивают:

- диагностику состояния программно-технических средств управления
- проверку достоверности информационных сигналов
- информирование инженера АСУ ТП при отказе технических устройств
- коррекцию системного времени
- перенастройку системы (реконфигурацию и параметрическую настройку)
- экранную помощь оператору.



Программное обеспечение

- SCADA КРУГ-2000®
- Система реального времени контроллера (СРВК).

Выводы

Внедрение автоматизированной системы управления реагентным хозяйством позволяет значительно повысить надежность и качество очистки воды, снизить эксплуатационные затраты до минимума, улучшить условия труда рабочего персонала и многое другое. Созданная система улучшает показатели работы реагентного хозяйства и водоснабжения в целом, обеспечивает приведение к общегосударственным стандартам качества питьевой воды по ГОСТ 28.74-82.

Данное решение реализовано на площадке ОСВ «Подгорная» (ООО «Горводоканал», г.Пенза).



АСУ ТП ОБЪЕКТОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Объекты управления

Главные насосные станции, насосные станции, предназначенные для приема воды от водоочистных сооружений, и её распределение по населенным пунктам.



Цели внедрения

- Оптимизация технологии сбора и обработки информации
- Реконструкция системы управления
- Повышение эффективности и снижение трудоемкости работы эксплуатационного персонала
- Агрегирование данных с нескольких объектов в одном месте
- Повышение качества и достоверности отчетной документации.

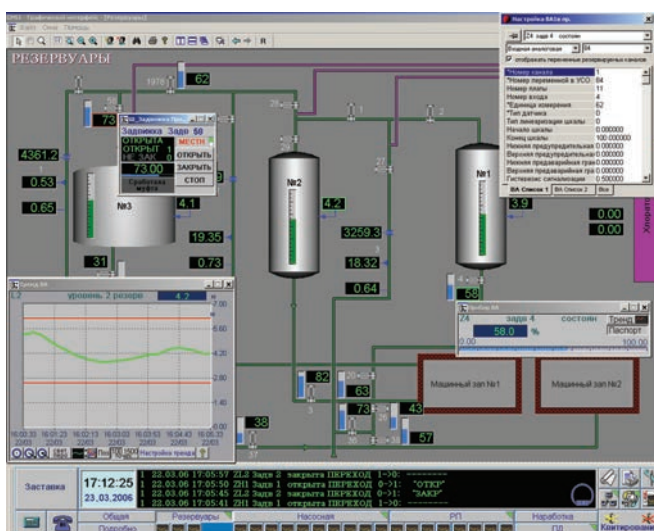
Функции системы

- Сбор, регистрация и отображение технологических параметров
- Звуковая и световая сигнализация выхода технологических параметров за установленные границы
- Передача данных на диспетчерский пункт по радио и GSM-каналам связи
- Подсчет времени наработки насосных агрегатов
- Технический учет вод:
 - приходящих
 - затрачиваемых на собственные нужды (промывка оборудования, фильтров и т.д.)
 - отпускаемых потребителям
- Выдача отчетных ведомостей
- Самодиагностика элементов ПТК.

Компоненты системы

- Программно-логические контроллеры
- Шкафы для размещения контроллерного оборудования
- SCADA КРУГ-2000®
- АРМ оператора
- Радиостанции и терминалы сотовой связи
- Принтеры лазерные.

Результаты

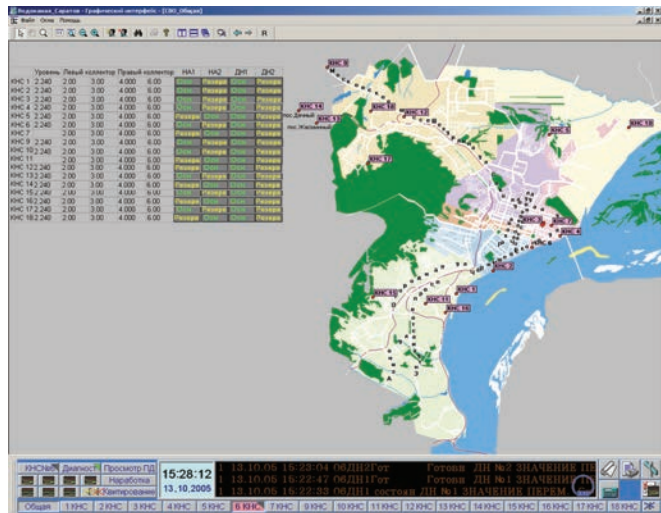


Внедрение системы позволило повысить качество отпускаемой воды за счет контроля и своевременного оповещения о качестве воды на входе в насосную станцию, улучшить технологическую дисциплину персонала станции за счет своевременного оповещения диспетчера о качестве водоснабжения, повысить качество отчетной документации за счет автоматического формирования и расчета отчетных ведомостей.

Данное решение реализовано в **МУПП «Костромагорводоканал»**, на диспетчерском пункте г. Пятигорска, главной насосной станции КавМинВод и очистных сооружениях п. Октябрьский республики Карачаево-Черкессия и др.

Объекты управления

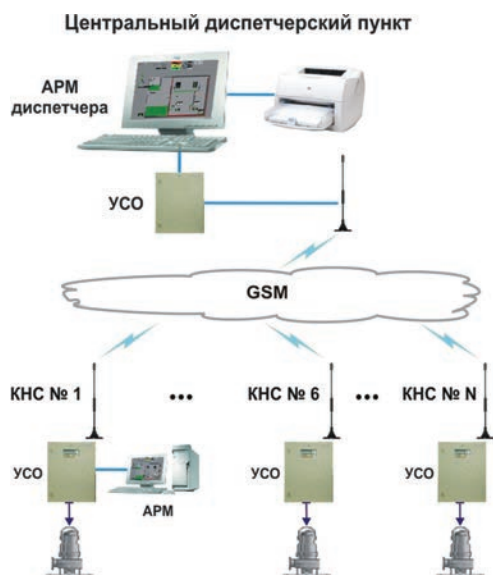
Канализационные насосные станции, распределенные по городам и населенным пунктам.



Цели и задачи

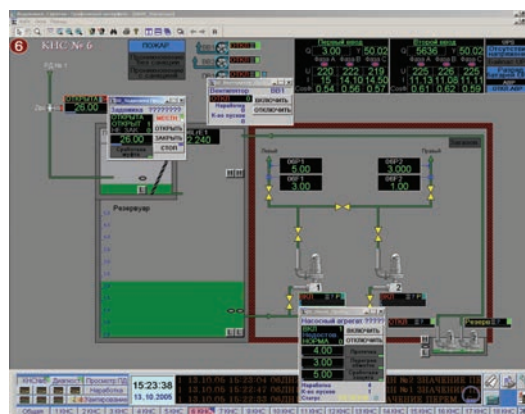
- Агрегирование данных с объектов водоотведения в центральном диспетчерском пункте
- Сокращение количества обслуживающего персонала (на отдельных объектах - до 100%) за счет внедрения систем автоматики
- Оптимизация технологии сбора и обработки информации
- Реконструкция системы управления
- Повышение эффективности и снижение трудоемкости работы эксплуатационного персонала
- Повышение качества и достоверности отчетной документации
- Увеличение скорости реакции на нештатные ситуации
- Увеличение срока службы технологического оборудования.

Структурная схема



Функции системы

- Сбор, регистрация и отображение технологических параметров
- Звуковая и световая сигнализация выхода технологических параметров за установленные границы
- Управление технологическим оборудованием
- Подсистема противоаварийных защит и блокировок
- Автоматическое управление технологическим оборудованием
- Разграничение доступа по паролям к функционалу системы управления
- Ресурсосбережение оборудования
- Передача данных на диспетчерский пункт по GSM-каналу
- Подсчет времени наработки оборудования
- Технический учет электроэнергии и отводимых вод
- Выдача отчетных ведомостей
- Самодиагностика элементов ПТК
- Инициативная передача данных на диспетчерский пункт при наступлении нештатной ситуации.



Компоненты системы

- Программно-логические контроллеры
- Шкафы для размещения контроллерного оборудования
- SCADA КРУГ-2000®
- АРМ оператора
- Терминалы сотовой связи
- Принтер лазерный
- Система бесперебойного питания.

Результаты

Внедрение системы позволяет реализовать управление и сбор данных со всех подведомственных насосных станций в одном месте.

Данное решение реализовано на **центральном диспетчерском пункте МУП «Саратовводоканал»** и др.



АСУ ТП МЕЛИОРАЦИОННОГО КАНАЛА

Объект управления

Объектом автоматизации является оросительно-обводнительный канал. Подобные каналы работают для наполнения прудов и водоемов и способны обеспечить нужды сельхозводоснабжения сотен населенных пунктов. В состав оросительной системы входят: водохранилища, водозаборные и рыбозащитные сооружения, отстойники, насосные станции, оросительная, водосборно-сбросная и дренажная сети, нагорные каналы, поливные и дождевальные машины, объекты электроснабжения и связи, противоэрозионные сооружения.



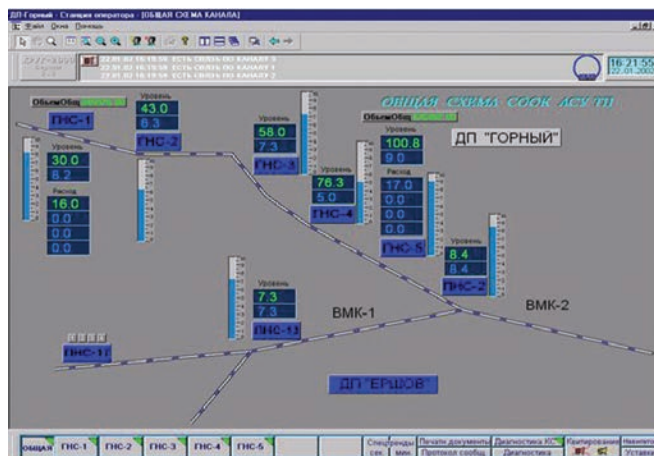
Цели

Целью создания АСУ ТП является обеспечение надежного контроля за мелиоративным состоянием земель и качественного снабжения водой, предназначенной для сельскохозяйственных и бытовых нужд, с минимальными эксплуатационными затратами.

Данная система содействует улучшению показателей работы оросительно-обводнительных каналов, повышению производительности и надежности за счет:

- строгого выполнения требований технологического регламента и соблюдения режимов управления процессами
- оперативного контроля над работой оборудования
- повышения эффективности и снижения трудоемкости работы эксплуатационного персонала
- повышения оперативности взаимодействия персонала с технологическими объектами
- удобства представления технологической информации персоналу (температуры подшипников и охлаждающей жидкости, величины тока и напряжения ротора и статора, вибрации, потребляемой мощности и расхода электроэнергии, уровня в канале и объема перекачиваемой воды, о режиме работы каждого насосного агрегата и многое другое)

- точности поддержания заданных значений параметров
- снижения затрат на обслуживание и ремонт оборудования путем предупреждения и недопущения аварийных ситуаций
- экономии энергоресурсов и воды за счет рационального распределения
- применения современных методов и микропроцессорных средств контроля и управления.



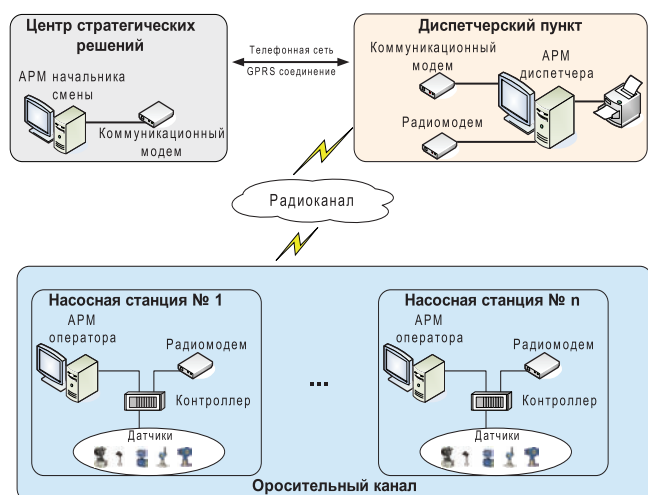
Функции системы

- Сбор, обработка информации от датчиков температуры, уровня, датчиков ультразвуковых расходомеров, счетчиков электроэнергии и т.д.
- Восстановление учетных параметров после простоя системы с добавлением к их значениям на момент отключения произведения времени простоя на договорную константу или значение расхода перед отключением
- Обнаружение, сигнализация и регистрация отклонений параметров от установленных границ
- Контроль достоверности принимаемой информации по граничным значениям, скорости изменения и по другим критериям
- Вычисление усредненного расхода, объема воды нарастающим итогом для каждого насосного агрегата, суммарного объема водоподачи
- Отображение информации оперативному персоналу системы на цветных мониторах в виде мнемосхем с индикацией параметров в цифровом, табличном виде или в виде графиков
- Формирование световой и звуковой сигнализации отклонения параметров от заданных предупредительных и предаварийных границ, а также при других аварийных ситуациях
- Ручной ввод исходных данных в режиме реального времени
- Автоматическое регулирование подачи воды и ее уровней в канале

- Коррекция системного времени
- Многопользовательский режим работы, при этом используется разграничение прав доступа к системе по паролям, регистрация доступа лица и протоколирование его действий (соединение абонентов системы организовано с использованием радиоканала)
- Автоматическое формирование и печать протокола событий в системе
- Архивирование данных на жесткий диск компьютера
- Просмотр истории параметров процесса в виде графиков и таблиц
- Отображение информации о состоянии и работоспособности компонентов АСУ ТП, проведение диагностики ее элементов.

Архитектура и оборудование

АСУ ТП имеет трехуровневую иерархическую структуру.



Средний уровень системы, размещенный на насосных станциях, и верхний уровень - на диспетчерском пункте - представлены автоматизированными рабочими местами (АРМ) операторов (станции оператора/архивирования-сервер с полным объемом графического проекта, с возможностью 100% «горячего» резервирования).

Нижний уровень представлен современными, высоконадежными микропроцессорными контроллерами. Контроллеры размещены в шкафах контроля и управления.

Связь с контроллерами нижнего уровня производится посредством локальной вычислительной сети. С АРМ насосных станций вся информация по радиоканалу передается в диспетчерский пункт, что позволяет диспетчеру следить за работой всего каскада насосных станций и регулировать подачу воды.

Выводы

Внедрение АСУ ТП обеспечивает:

- повышение надежности системы за счет использования технологических защит, позволяющих избежать аварийных ситуаций
- предоставление персоналу исчерпывающей оперативной и архивной информации о работе системы, такой как уровни воды в верхнем и нижнем бьефах канала между перекачивающими насосными станциями, режиме работы каждого насосного агрегата, потребляемой мощности, расходе электроэнергии и т.д.
- широкие возможности оператора по управлению технологическим процессом, в частности, помогают диспетчеру выбрать нужный разворот лопастей насосных агрегатов и тем самым обеспечить оптимальный режим водоподдачи
- снижение затрат на эксплуатацию системы
- улучшение условий труда эксплуатационного персонала
- длительное сохранение результатов измерений с возможностью их передачи на удаленный персональный компьютер по средствам телефонной сети
- повышение точности и достоверности технологической информации
- снижение вероятности ошибочных действий персонала за счет своевременного предоставления информации в наглядном виде.

Распределенная модульная архитектура и промышленная сеть делают систему исключительно помехозащищенной. Несмотря на значительные расстояния между абонентами (десятки километров), система обеспечивает устойчивую и надежную связь с диспетчерским пунктом. Применение в каждом модуле ввода-вывода съемных клеммников позволяет отказаться от всевозможных кроссов, кабелей и т. п., что повышает надежность соединения модуля с объектом и позволяет минимизировать размеры защитных шкафов. Модульная структура и полностью открытый протокол обмена позволяет расширять систему без каких-либо ограничений.

Решение реализовано фирмой ООО «ТАЭС» (г. Саратов) на **комплексе насосных станций Саратовского оросительно-обводнительного канала (СОК).**



Адрес: НПФ «КРУГ»

440028, Россия, г. Пенза, ул. Германа Титова, 1

Тел.:

+7 (8412) 49-97-75 многоканальный

www.krug2000.ru

krug@krug2000.ru