

Круговорот воды — ПОД КОНТРОЛЕМ!



Рассматривается задача создания комплексной системы контроля и управления водопроводно-канализационным хозяйством городов и населенных пунктов, на базе вертикально-интегрированной программной системы MasterSCADA.

Компания ИнСАТ, г. Москва

Что такое система водоснабжения? Для одного человека все просто. Захотел пить — пошел к ручью — напился. Надоело далеко и часто ходить? Тогда придется взять ведро и натаскать воды в бочку. Вода в бочке тухнет? Надо серебро в нее кинуть. Ручей иссяк или сосед его загадил? Придется рыть личный колодец. Удобств захотелось — повесим емкость повыше и приделаем кран — пусть вода сама в руки течет. А использованную надо слить подальше. Больше комфорта — больше усилий. А теперь прикинем, каково организовать этот процесс для целого города: воду добыть, воду доставить, стоки слить. Именно этим и занимается городской Водоканал.

Но комфорта хочется не только потребителям воды, но и ее «производителям». Поменьше работать, побольше в телевизор смотреть. А ведь им это доступно, достаточно, чтобы телевизор показывал, что с водой происходит на всем ее пути от водозабора до крана потребителя. Это и есть автоматизация, диспетчеризация и учет. Для реализации этих задач нужны всякие разные приборы, контроллеры и счетчики. Но все они могут быть объединены одной единственной программой, которая и картинку

для дисплея-телевизора выдаст, и расход воды посчитает, и SMS аварийной бригаде отправит, куда ей ехать срочно надо. Мы такую программу знаем — универсальную вертикально-интегрированную систему MasterSCADA. Вот ею и воспользуемся.

Для тех, кто незнаком с хозяйством Водоканала, очень коротко напомним, что же это такое. Специалистов просим сразу перейти к чтению следующей главки. Рассмотрим случай, когда воду добывают из артезианской скважины. Туда опускают погружной насос, мощность которого выбрана исходя из параметров скважины. Насос качает воду. При необходимости сначала вода проходит через фильтры, а затем поступает в огромный резервуар. Из резервуара воду надо подать в водораспределительную сеть (которую народ обычно и называет водопроводом) с нужным давлением. Для этого строят водопроводно-насосную станцию. В ней может быть установлен один мощный насос или группа насосов. Мощность насосов рассчитывается, исходя из требуемого напора в сети при максимальном потреблении. Из сети вода поступает потребителю. Если он живет высоко (на холме или верхнем этаже высотки), и

напора не хватает, ставят еще одну, подкачивающую, станцию. Исползованная вода стекает в канализацию и называется уже стоками. Стоки надо «принять» и доставить до очистных сооружений. Если естественный рельеф позволяет, то стоки могут быть стоками буквально, то есть течь самотеком, но такая удача бывает не всегда. В этом случае и ставят канализационную насосную станцию. Мощность насосов в ней выбирается с учетом объема стоков и давления, необходимого для того, чтобы все это доставить до следующей горки, откуда все сможет вновь само течь.

Какие проблемы волнуют водоканал сегодня? В первую очередь изношенное оборудование. Замена изношенных трубопроводов требует значительных капитальных затрат. Насосы — основа хозяйства — тоже не копейки стоят. И электричество они потребляют в огромных количествах. Не секрет, что с некоторых пор эксплуатация технических систем сводилась в основном к поддержанию их жизнедеятельности. Все имеющиеся средства, как правило, направлялись на оплату долгов, электроэнергии, а остаток на крайне необходимые ремонтные работы. Сколько это все еще проработает без замены? Где взять средства,

Таблица 1.

Проблема	Важность	Решение
Резерв мощности насоса	Высокая доля потребления электроэнергии и мощности в электрическом балансе объектов (до 85%)	Ступенчатое изменение производительности за счет управления группой насосов меньшей мощности
Гидравлические удары	Снижение количества аварий	Регулирование частоты вращения привода
Неравномерность режима разбора, избыточный напор	Снижение расхода энергоресурсов	Регулируемый привод, корректирующие воздействия на который вырабатываются от датчика напора в наиболее характерных (диктующих) точках
Расход электроэнергии	Снижение платежей поставщику электроэнергии	Учет фактического расхода
Расход воды	Снижение затрат электроэнергии на перекачку, уменьшение количества стоков	Учет расхода конечными потребителями, управление режимами подачи воды
Локализация аварий	Уменьшение времени устранения аварии и объема земляных работ	Гидравлические расчеты на основании топологии сети и давлений в характерных точках или датчики на трубопроводах

если никто не собирается их дарить? «Заработать» (повышением тарифов?), или сэкономить! Сэкономить когда? Сегодня или завтра? Хочется верить, что настали времена более вдумчивого отношения к этим проблемам, появились руководители, готовые сегодня вложить копейку, чтобы завтра сэкономить рубль.

Насос на водонапорных станциях на всякий случай устанавливается со значительным резервом по мощности, чтобы обеспечить необходимый напор в утренние и вечерние часы. Если насос работает с одинаковой мощностью в течение суток, то напор резко увеличивается в часы минимального водоразбора. Избыточный напор в системе в часы минимального разбора приводит к повышенным утечкам, перерасходу воды и, как следствие, росту объема канализирования стоков. Электрическая энергия тоже расходуется по максимальной производительности насоса, хотя в ночные часы ее расход мог бы быть снижен.

Избавимся от перерасхода электроэнергии и воды – найдем средства на модернизацию. Как специалисты по автоматике сосредоточим внимание на тех решениях, где упоминается управление, регулирование, учет (таблица 1).

Мы (компания ИнСАТ) имеем отношения к обсуждаемому вопросу и как системный интегратор, внедряющий системы во всех звеньях водооборота, и как производитель упомянутой программы MasterSCADA, широко используемой в водоканалах многих городов. О своих проектах говорить не будем. Не столько из скромности, сколько потому, что они статистику составить не могут. А вот довольно

массовые закупки нашей программы другими разработчиками позволяют наглядно представить какие системы востребованы заказчиками из водоканалов в первую очередь. Приведем характерные примеры таких систем.

Задача первая – добыча воды. Как правило, место добычи (артезианская скважина или водозабор) расположено далеко от места обитания обслуживающего персонала, а им надо знать некоторые параметры работы скважины, например, уровень воды в скважине, ток двигателя и расход воды, чтобы предотвратить аварию насоса. Или надо выключить насос в скважине, когда резервуар наполнен. ООО «Центр систем управления» внедрил систему управления 80 артезианскими скважинами. АРМ диспетчера построен на резервированной MasterSCADA. ЗАО «Взлет» и ООО

«Взлет-Кубань» в г. Новороссийске совместно разработали систему коммерческого учета отпуска питьевой воды потребителям с использованием MasterSCADA. Это примеры решения отдельных задач водоканала.

Время простых систем прошло – пора решать комплексные задачи. ООО «Интеграл-Автоматика» разработал и внедрил в г. Нижнекамске комплексную систему автоматизации водопроводно-канализационного хозяйства. Опустим три модуля этой системы, предназначенные для автоматизации теплоснабжения. Остаются модули (описание их функций в таблице 2):

- «Водозабор», автоматизирующий процесс подъема воды из артезианских скважин или водоприемных колодцев
 - «Фильтр», управляющий процессом фильтрации и промывки фильтров станции очистки воды
 - «Водонапор», управляющий насосными группами с целью подачи воды с заданным давлением в жилые дома и на предприятия
 - «Водосток», управляющий поддержанием уровня в резервуарах канализационных насосных станций
 - «Очистные», автоматизирующий процесс управления компрессорами подачи воздуха в аэротанки.
- Комплексная автоматизированная система диспетчерского управления хозяйством водоканала

Таблица 2. Функции, необходимые для управления основными объектами водоканала

Функции / данные	Скважина	ВНС	КНС
снижение риска порыва водоводов за счет исключения гидравлических ударов	+	+	
защита электродвигателей насосов	+	+	+
снижение энергозатрат	+	+	+
уровень воды в резервуаре	управление работой погружных насосов	+	
давление в сети водоснабжения		управление работой приводов насосов	
уровень стоков в приемной камере			управление работой насосов
уровень в приемке			управление работой дренажного насоса
данные о потреблении электроэнергии	+	+	+
данные об объемах добытой воды	+		
сведения о положении задвижек (открыта/закрыта)	+	+	
давление в сети водоснабжения		+	
объем перекачанной воды по водоводам		+	
объем стоков			+
состояние систем защиты двигателей	+	+	+
контроль состояния и фактической наработки оборудования	+	+	+
содержание газов (CO ₂ , CH ₄ , H ₂ S, NH ₃ , O ₂ , CO ₂)			+
сигналы об аварийных ситуациях и несанкционированном доступе	+	+	+

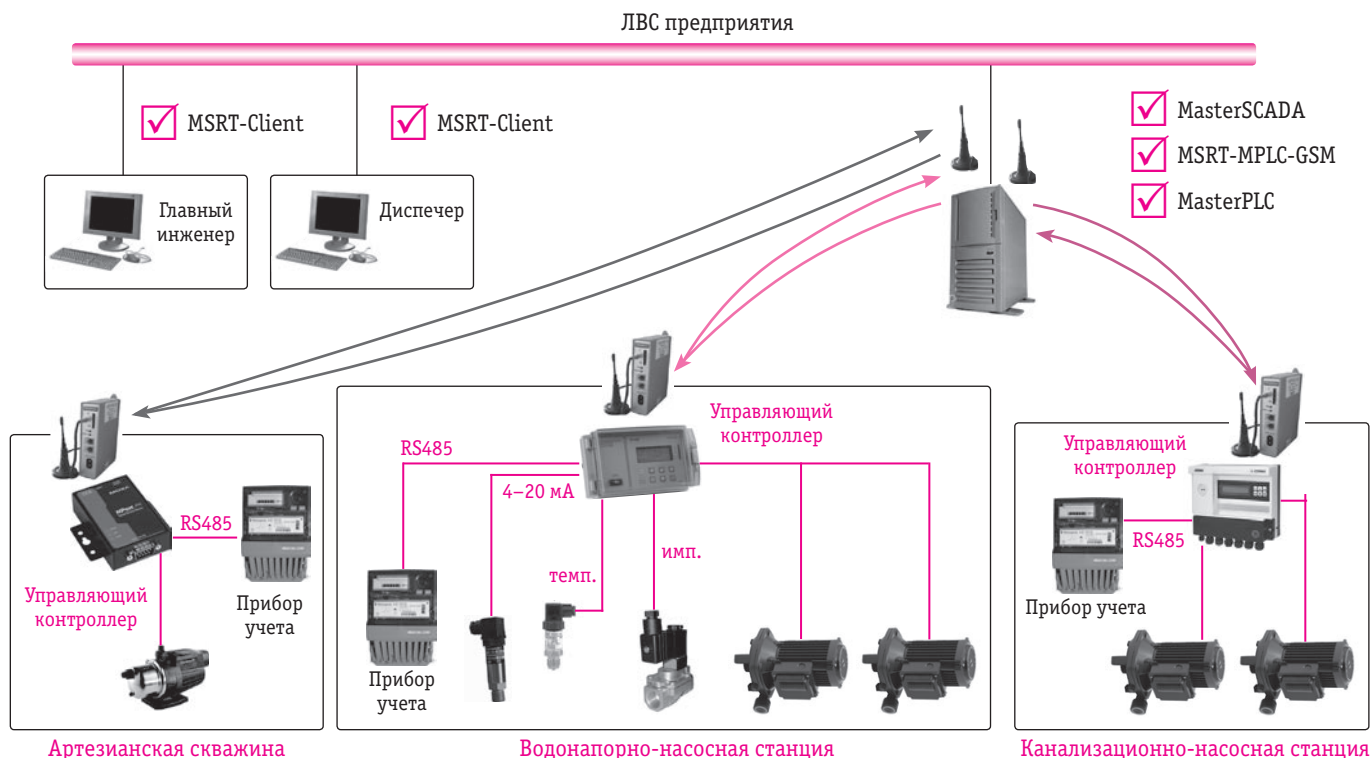


Рис. 1. Структурная схема комплексной системы диспетчеризации объектов водоканала

ла строится в несколько «этажей» на каждом из этапов водооборота. Станции водоподготовки и очистные сооружения крупных городов имеют собственные автономные АСУ ТП. На среднем уровне ВНС и КНС используют серийные комплектные шкафы управления группой насосов с контроллером и частотным преобразователем, обеспечивающие выполнение управляющего алгоритма, отображение информации о состоянии оборудования и возникающих неисправностях, а также накопление и передачу данных о ходе технологического процесса на диспетчерский пункт. Такие шкафы управления (насосные станции) выпускаются многими производителями, а их функциональность и сложность алгоритмов все время растут. В основном режиме пуск каждого последующего насоса производится преобразователем частоты после переключения регулируемого насоса на сеть питающего напряжения с использованием кинетической энергии его вращения. Частотное регулирование управляемого насоса осуществляется ПИД-регулятором, управляющим преобразователем частоты. Алго-

ритмы включения и отключения (ротации) насосных агрегатов обеспечивают равномерную выработку их ресурса. Алгоритм управления насосами предусматривает два способа их чередования: с принудительным и функциональным остановом комплекса. Каждый из насосов может быть штатно включен/отключен оператором как с панели шкафа управления в любом из режимов работы комплекса, так и с удаленного АРМ диспетчера. В режиме функционального резерва возможен переход от частотного на релейное регулирование. При этом обеспечивается высокая точность поддержания напора. Регулирование возможно по постоянному напору, по суточным графикам, пропорционально потреблению.

Реализованные в локальной автоматике управляющие функции достаточны для решения основных задач управления отдельными технологическими процессами водоканала. Для реализации более сложных алгоритмов управления с использованием диктующих точек, дающих наибольший экономический эффект, необходимы другие схемы, в которых не обойтись без развитой системы верхнего уровня.

Типовая система управления хозяйством водоканала представлена на рис. 1.

На объектах (ВЗУ, ВНС, КНС) установлены локальные системы автоматики, реализованные на самых различных контроллерах. Некоторые из них имеют встроенную «фирменную» систему программирования, другие являются свободно-программируемыми («открытыми»).

Рассмотрим ту часть системы, которая строится при помощи MasterSCADA.

MasterSCADA позволяет программировать открытые контроллеры (к ним, к примеру, относятся многие контроллеры ICPDAS, Advantech, Моха, Овен и пр.) в едином проекте с верхним уровнем системы, что резко облегчает решение коммуникационных задач по сравнению с использованием «фирменных» систем программирования за счет наличия готовых решений, не требующих использования дополнительных программ (например, OPC-серверов) и усилий по конфигурированию связи.

Обычно, опрос объектов производится периодически по расписанию. При этом оператор может

Таблица 3. Исходные данные для расчета

Время использования в сутки, час:	24
Трафик одного сеанса связи (периодического сбора информации), байт	600
Продолжительность одного сеанса связи, мин	1
Тарифы GSM (взяты типичный тариф одного из провайдеров большой тройки)	
Абонентская плата	1000
Стоимость голосового трафика (1 мин)	4,95
Стоимость 10 Кб переданных данных (интервал тарификации 10 Кб)	2,95
Стоимость 1 SMS, руб с НДС	2,05

Таблица 4. Стоимость трафика для одного терминала за 1 день (часов в сутки) при различных интервалах между сеансами связи (руб) с НДС

Частота сеансов связи (1 раз в)	Частота сеансов связи, мин.	Количество сеансов связи за рабочий день, шт.	Объем за месяц (Мб/sms/мин)	Связь по сети GSM за сутки		
				GPRS	SMS (5 сообщений по 140 байт)	CSD
5 мин	5	288	7,6/44640/8640	50,15	2 952	1425,6
10 мин	10	144	5/22320/4320	26,55	1476	712,8
15 мин	15	96	4/11160/2160	17,7	984	356,4
20 мин	20	72	3,7/5580/1080	14,75	492	178,2
30 мин	30	48	3,2/2790/540	8,85	246	89,1
1 час	60	24	2,8/1395/270	5,9	123	44,55

вне очереди опросить заинтересовавший его объект, а при возникновении нештатной ситуации объект сам пришлет информацию о своих событиях.

В связи с распределением объектов Водоканала на значительных территориях, не обеспеченных проводными линиями связи, часто приходится использовать GSM/GPRS модемы для связи с диспетчерским пунктом (местности, где можно обойтись радиосвязью, не так уж часто встречаются). Надежность связи, которой добились к настоящему времени GSM операторы, позволяет использовать не только GSM, но и низкоприоритетное GPRS соединение. В большинстве случаев удается добиться от оператора приемлемого качества в режиме прямой передачи данных по GSM каналу. Приведем расчет стоимости связи с использованием услуг провайдера GSM сети (таблица 3 и 4).

Таким образом, при использовании высокоприоритетного голосового соединения с частотой передачи данных 1 раз в 5 минут стоимость опроса 1 объекта автоматизации (ВЗУ или удаленной скважины) составит 1425,6 руб. в сутки. При опросе 9 объектов (6 удаленных скважин + 3 ВЗУ) суточная стоимость трафика составит около 12856,95 рублей. Из этого подсчета следует, что для голосового соеди-

нения сразу надо ориентироваться на безлимитный тариф, который обойдется в несколько тысяч рублей в месяц и не зависит от числа опрашиваемых объектов.

При опросе 9 объектов с частотой 1 раз в 5 минут стоимость низкоприоритетного GPRS трафика составит 76,7 руб. в сутки при устойчивом соединении. Месячный объем трафика составит около 8 Мбайт, месячная стоимость трафика 2257,67 руб.

Выбор провайдера, тарифа и частоты опроса может способствовать

снижению затрат на сотовую связь. Некоторые провайдеры предлагают специальные тарифы для телеметрии или идут навстречу крупному заказчику в вопросе увеличения приоритета GPRS соединения, что сразу повышает привлекательность данного варианта.

В диспетчерском пункте сервер с установленной сетевой исполнительной системой MasterSCADA собирает данные, хранит их, обрабатывает, распределяет по пользователям, на компьютерах которых установлено ПО клиентских рабочих мест.

Как представить информацию на экране компьютера – вопрос не только художественного вкуса разработчика системы (или его познаний в эргономике), но и требований заказчика. Изображения на мнемосхемах (рис. 2–3) могут быть, как условными, так и реалистичными, как схематически-плоскими, так и объемными. Отображение нештатных ситуаций также может быть реализовано самыми разными средствами – от голосовых сообщений и сирены, до мигания объектов на карте города. В любом случае, внимание диспетчера будет привлечено к экрану и он сможет посмотреть детальную расшифровку события на объекте.

Развитие потребности в системах учета расходов привело к включению в состав MasterSCADA



Рис. 2. Общая мнемосхема системы

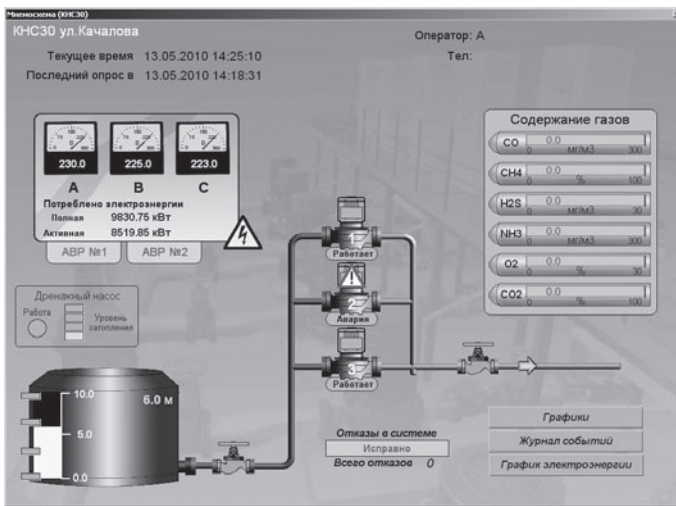


Рис. 3. Мнемосхема работы канализационно-насосной станции

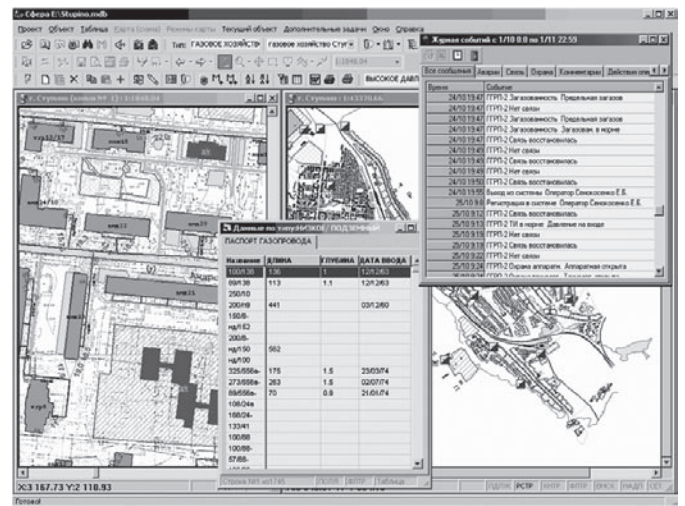


Рис. 4. Локализация аварий

профессионального генератора отчетов, который позволяет создавать по расписанию или команде оператора отчеты любого вида и содержания, включающие как многостраничные таблицы, так и аналитическую графику за заданные периоды времени.

Интеграция с геоинформационными системами помогает локализовать аварию. ГИС, получив из MasterSCADA данные о давлениях в разных точках трубопроводов, может сделать гидравлический расчет с использованием информации о топологии сети и паспортных данных о диаметрах труб, глубине их прокладки и т.п. Мгновенно с ее помощью осуществляется поиск ближайшей запорной арматуры для изоляции аварийного участка. За считанные секунды (а не за несколько дней, как бывает) можно определить, какие задвижки надо перекрыть для изоляции аварийного участка и какие потребители при этом будут отключены (рис. 4).

Кроме того, имея оперативную и историческую информацию о режимах объекта, диспетчер может инициировать проведение ремонта не доводя оборудование до аварии. В результате интеграции MasterSCADA с ГИС для любого

объекта на карте можно не только посмотреть паспорта его оборудования, но и данные, полученные непосредственно с объекта (текущая наработка насоса, расход воды и электроэнергии и т.п.).

Вернемся к вопросу о недостатке средств на модернизацию. Посчитаем окупаемость системы за

за м³ чистой воды и 14 руб за м³ стоков приведет к экономии порядка 70 тысяч рублей в сутки.

Подведем итог: внедрение локальных систем автоматизации (автоматизированное управление насосами) приводит к существенной экономии. А внедрение единой диспетчерской обеспечивает непре-

Таблица 5

Варианты комплектации	Среднечасовое потребление	Энергопотребление в сутки	Энергопотребление в год	Цена электроэнергии без НДС	Стоимость электроэнергии без НДС
1 агрегат 250 кВт	250	6000	2190000	2,42	5 299 800,00 р.
3 агрегата по 75 кВт	150	3600	1314000	2,42	3 179 880,00 р.
Экономия электроэнергии					2 119 920,00 р.

счет экономии электроэнергии и воды. Например, при применении частотно-регулируемых приводов и управления группой из 3-х насосов по 75 кВт вместо использования одного мощного насоса на 250 кВт получаем экономию более двух миллионов рублей в год (таблица 5).

Уменьшение потребления чистой воды за счет устранения избыточного давления и снижения утечек в общем случае составляет 3–5%. При проектной производительности 109,0 тыс. м³/сут уменьшение потребления составит от 3,27 тыс. м³/сут, что при цене 7 руб

рывный оперативный контроль над всем процессом водооборота в городском хозяйстве.

Опыт использования MasterSCADA в многочисленных действующих системах показал результативность решения отдельных задач всех стадий водооборота и учета воды, стоящих перед водоканалами. Однако, пора от частных решений переходить к комплексным системам управления водоканалом в целом, эффективность которых существенно выше. Круговорот воды в городском хозяйстве – под контроль!

Г.Л. Веселуха, начальник отдела учета ресурсов,
Компания ИнСАТ, г. Москва,
тел.: (495) 989-2249,
e-mail: galina.veselukha@insat.ru