Автоматизированная система мониторинга и управления водозаборным узлом

Дмитрий Егоров

В статье описан опыт автоматизации типового водозаборного узла (ВЗУ) на примере ВЗУ Химки-3 водоканала г. Химки Московской области.

Введение

Несмотря на высокие требования к водоканалам по непрерывности подачи воды в наши квартиры, уровень автоматизации на этих предприятиях весьма низок, а зачастую и вовсе никакой автоматизации там нет. Отчасти это объясняется недостаточным финансированием — ведь известно, что цены на воду и тепло пока не соответствуют мировым. Однако автоматизация на водоканалах необходима, и в первую очередь, для более эффективного управления технологическим процессом добычи и транспортировки воды, так как это позволяет снизить затраты энергии и более рационально распорядиться имеющимися ресурсами.

Представленная в статье автоматизированная система водозаборного узла является, по мнению авторов, оптимальной. Она обеспечивает оператору полный контроль над функционированием водозаборного узла (ВЗУ), но при этом не перегружена излишними возможностями, которые могли бы сказаться на увеличении её стоимости.

Технические характеристики системы

Система мониторинга и управления ВЗУ обеспечивает:

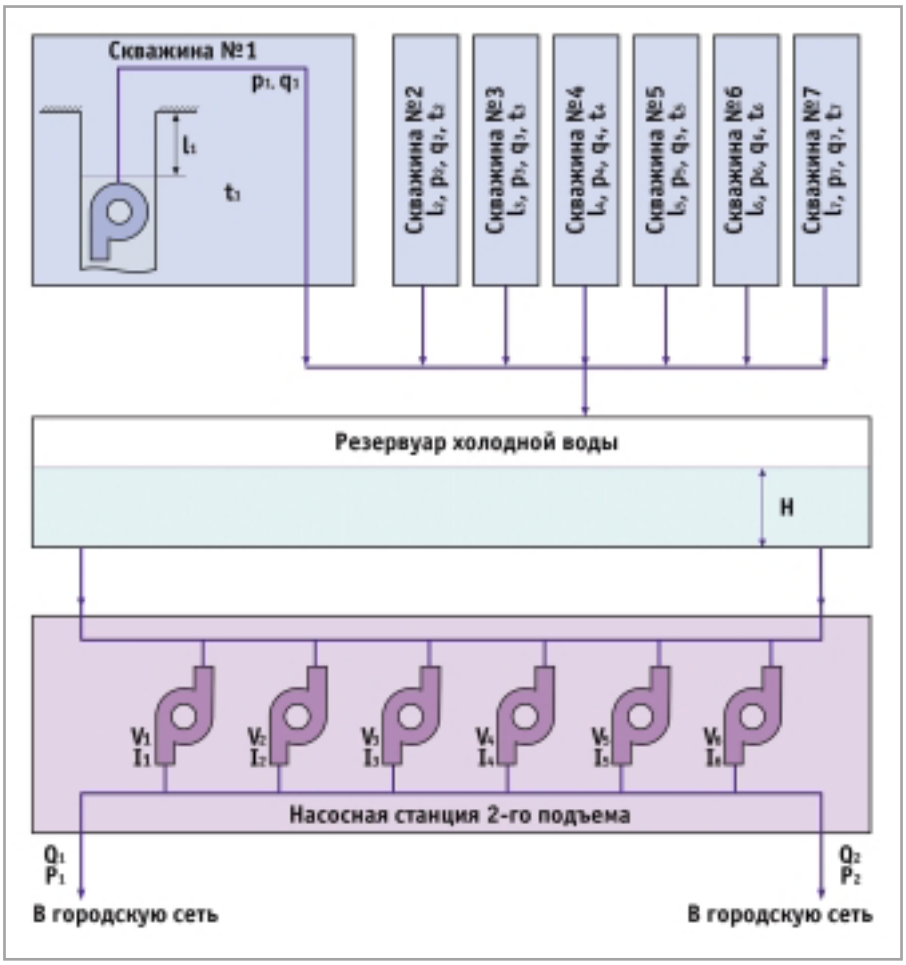
- полностью автоматизированное управление водозаборным узлом, включая насосную станцию и семь скважин, с центрального поста оператора в реальном масштабе времени;
- управление двигателями основных и пожарных насосов (для основных — частотное регулирование, для пожарных — включение/отключение);
- мониторинг двигателей насоса станции второго подъема по таким параметрам, как частота вращения, ток, потребляемая мощность;
- мониторинг и учет выходных параметров насосной станции второго подъема: кумулятивного и мгновенного расхода и давления по обеим ниткам выхода в городскую сеть;
- индикацию уровня воды в накопительном резервуаре насосной станции;
- управление двигателями глубинных насосов в скважине (дистанционное включение/отключение);
- мониторинг параметров скважин: токов глубинных насосов, давления, мгновенного и кумулятивного расходов воды из скважин, температуры воздуха в павильоне скважины, уровня воды в скважине;
- тревожную сигнализацию в случаях несанкционированного проникновения на территорию ВЗУ, в павильоны скважин, а также снятия люков с резервуара.

Насосная станция

Структурная схема

Проект ВЗУ Химки-3 является типовым (рис. 1). Вода из семи одинаково оборудованных скважин подается в резервуар, где накапливается, и затем через насосную станцию поступает в городскую сеть. Скважины находятся в отдельно стоящих павильонах, расположенных на удалении от 20 до 150 метров от резервуара. В каждом павильоне располагается шкаф с силовым обо-

© 2000 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru



Условные обозначения:

H — уровень воды в резервуаре;

I — ток насоса станции;

P — давление на выходе станции;

Q — расход воды на выходе станции;

V — скорость вращения вала двигателя насоса;

l — уровень воды в скважине;

p — давление воды в скважине;

q — расход воды скважины;

t — температура воздуха

Рис. 1. Структурная схема ВЗУ Химки-3

рудованием и блоком управления двигателем насоса «Каскад». Из резервуара, служащего промежуточным накопителем и отстойником, вода поступает на насосную станцию второго подъема. Насосная станция имеет в своем составе шесть насосов, из которых три — хозяйственно-питьевые, и три — пожарные. Из насосной станции вода поступает в сеть городского водоснабжения.

Оснащение скважин

Павильоны скважин оборудованы датчиками и узлами сбора данных и управления, смонтированными в электротехнических шкафах (рис. 2).

Измерение уровня воды в скважине осуществляется погружными уровнемерами LMP-308, установленными на водоподъемных колоннах над глубинными насосами. Датчики используют принцип измерения давления столба жидкости и имеют выходной сигнал 4-20 мА. Автоматическая компенсация возможных погрешностей, связанных с колебаниями атмосферного давления, обеспечивается использованием специального гидрометрического кабеля, имеющего внутри пустотелую трубку, связывающую внутреннюю полость датчика с внешней атмосферой.

Измерение давления в трубопроводе, идущем от скважины, осуществляется датчиком DMP-331. Датчик ввинчен в предварительно приваренный измерительный отвод. Выходной сигнал датчика — токовый 4-20 мА.

Ток насоса измеряется датчиком NNC-300GA, использующим эффект Холла. Выходным сигналом датчика является переменное напряжение частотой 50 Гц с амплитудой, пропорциональной измеряемому току. С помощью дополнительного модуля нормализации GLT-02 этот сигнал преобразуется в стандартный токовый 4-20 мА.

Сигналы с датчиков тока, давления, уровня воды, а также температуры воздуха в павильоне скважины поступают на модуль аналогового ввода ADAM-4017. Питание датчиков обеспечивается блоком питания GPWR-01.

Расход воды из скважины измеряется индукционным расходомером SIMA-FC-2. Первичный блок расходомера врезан в трубу, вторичный установлен в шкафу вместе с прочим оборудованием узла сбора данных. Расходомер обеспечивает измерение мгновенного и кумулятивного (суммарного) расходов воды. Вторичный блок расходомера подключен к остальному оборудованию по сети RS-485. Программно вторичный блок расходомера эмулирует модуль сбора данных ADAM-4017, у которого первый канал выдает значение мгновенного расхода, второй — кумулятивного.

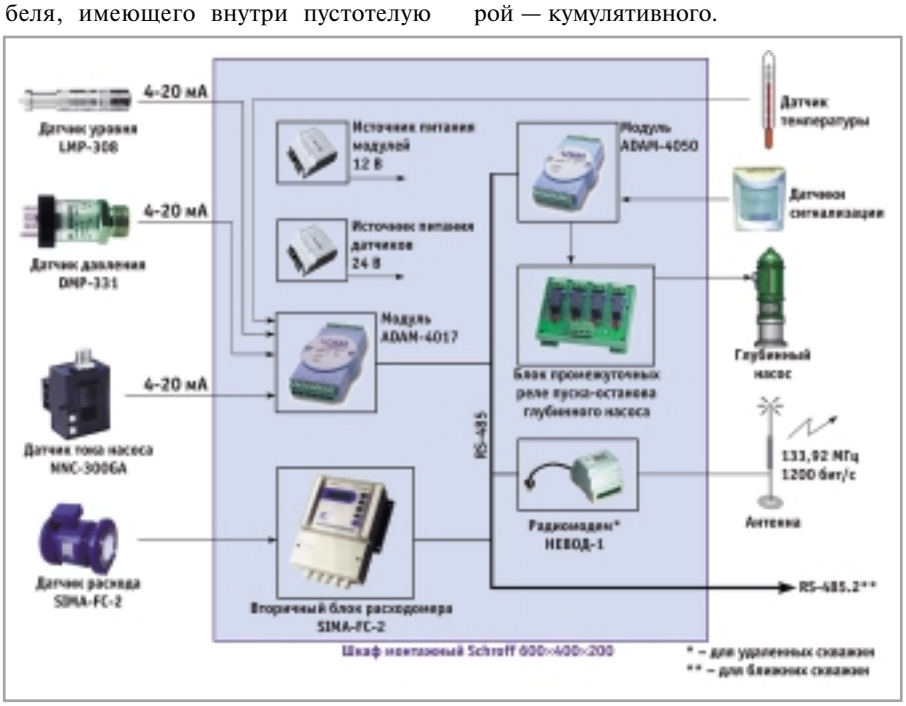


Рис. 2. Структурная схема оборудования скважин

© 2000 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru

Управление включением/отключением глубинного насоса, а также опрос датчиков охранной сигнализации осуществляется через модуль дискретного ввода-вывода ADAM-4050. Управление силовым контактором насоса выполняется промежуточным реле.

Модули ADAM-4017, ADAM-4050 и вторичный блок расходомера SIMA-FC-2 установлены в монтажный шкаф фирмы Schroff размером 600·400·200 мм. В шкафах наиболее удаленных скважин дополнительно установлен радиомодем НЕВОД-1. Все контроллеры и радиомодем связаны сетью RS-485. Связь с центральным постом оператора обеспечивается либо по радио с помощью радиомодема НЕВОД-1, либо по сети RS-485.2. К скважинам, подключенным по RS-485.2, проложен промышленный кабель 3105A фирмы Belden.

Оборудование павильона скважин

Оборудование электрощитовой насосной станции

В электрощитовом зале насосной станции (рис. 3) второго подъема установлен шкаф с оборудованием, отвечающим за управление частотными регуляторами, измерение расхода и давления воды на выходе насосной станции, измерение уровня воды в резервуаре, а также за включение/отключение и измерение токов пожарных насосов.

Для частотного управления двигателями хозяйственно-питьевых насосов применено три регулятора ER-55 мощностью 55 кВт каждый. Регуляторы имеют интерфейс RS-232. Управление регуляторами осуществляется по сети RS-485.1. Для согласования интерфейсов установлено три конвертора RS-485/RS-232 ADAM-4520.

Пуск/останов пожарных насосов обеспечивается при помощи модуля ADAM-4050 и промежуточных реле RM-204. На этот же модуль поступают сигналы охранной сигнализации ворот ВЗУ и люков резервуара.

В качестве датчика уровня воды в накопительном резервуаре используется уровнемер LMP-308 с выходным сигналом 4-20 мА.

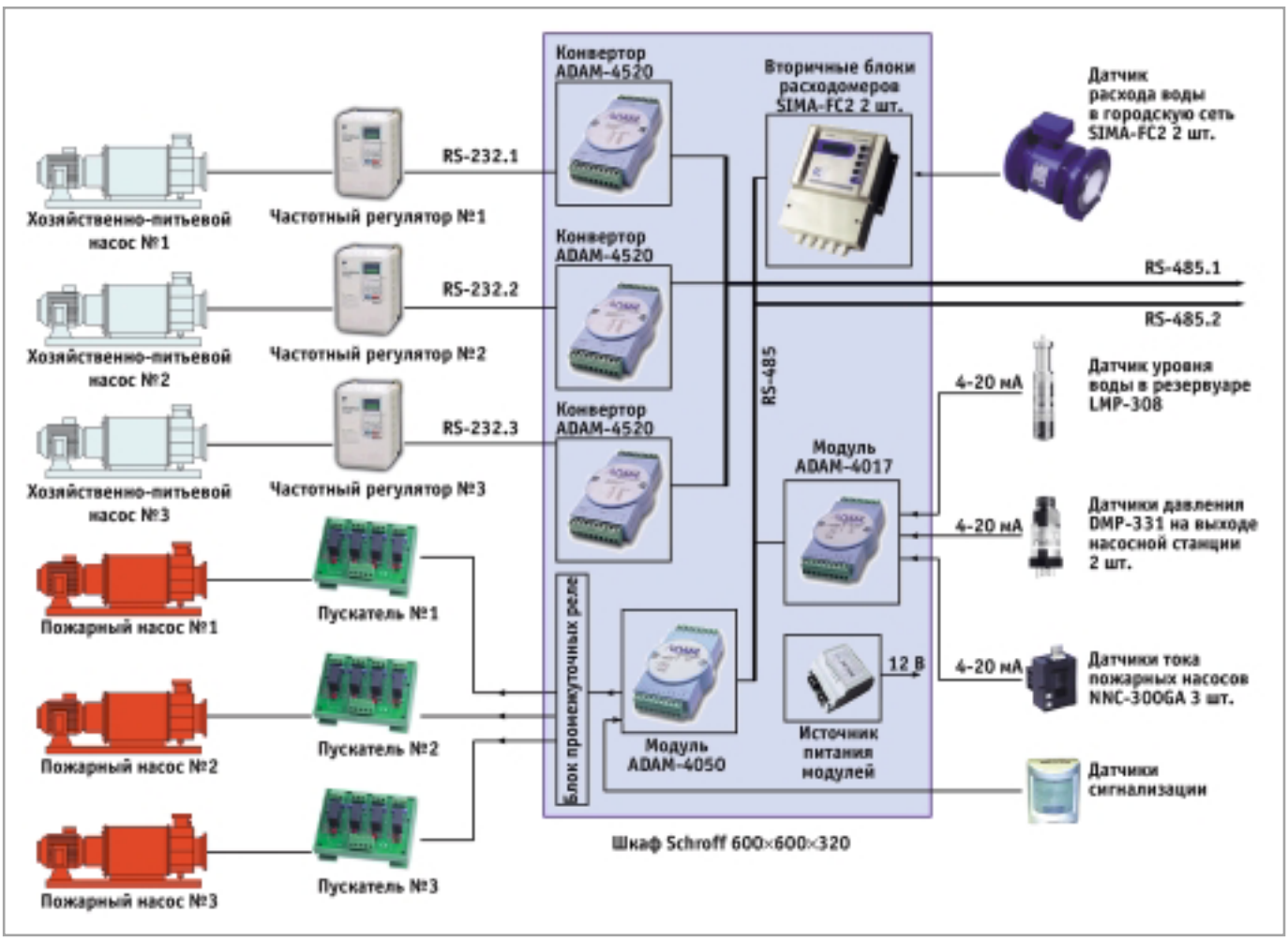


Рис. 3. Технические средства электрощитовой

© 2000 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru

Оборудование электрощитовой насосной станции

Рабочее место оператора

Давление на каждом из двух выходов насосной станции измеряется датчиками DMP-331 с выходным сигналом 4-20 мА.

Отпуск воды в городскую сеть холодного водоснабжения измеряется двумя расходомерами SIMA-FC-2 с диаметром условного прохода 400 мм.

Ток каждого из трех пожарных насосов мощностью 130 кВт измеряется датчиками NNC-300GA с модулями нормализации GLT-02, питание датчиков обеспечивается тремя модулями питания GPWR-01.

Выходные сигналы с датчиков уровня, давления и тока поступают на модуль ADAM-4017. Контроллеры и вторичные блоки расходомеров SIMA-FC-2 объединены в сеть RS-485.2.

Оборудование смонтировано в шкафу Schroff размером 600·600·320.

Центральный пост оператора

Центральный пост оператора (рис. 4) — комплекс технических средств, находящийся в операторской комнате. Он включает в себя шкаф с оборудованием, монитор и консоль управления.

В качестве управляющего в системе используется промышленный компьютер, имеющий в своем составе корпус PAC-40H с пассивной объединительной платой, процессорную плату PCA-6154 с флэш-диском DiskOnChip, 32 Мбайт ОЗУ и процессором Pentium 150 МГц, интерфейсную плату PCL-745 (два гальванически изолированных канала RS-485).

В шкафу смонтированы промышленный компьютер с коммуникационными платами, радиомодем для передачи информации в центральную диспетчерскую водоканала, устройство бесперебойного питания.

Электрощитовая связана с центральным постом оператора двумя каналами RS-485: RS-485.1 и RS-485.2.

Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) управляющего компьютера выполнено на языке C++ с использованием графической системы Photon и работает под управлением операционной системы реального времени QNX. Загрузка программного обеспечения осуществляется с флэш-диска DiskOnChip объемом 8 Мбайт. Вместе с использованием сторожевого таймера это обеспечивает бесперебойную работу системы в течение длительного времени.

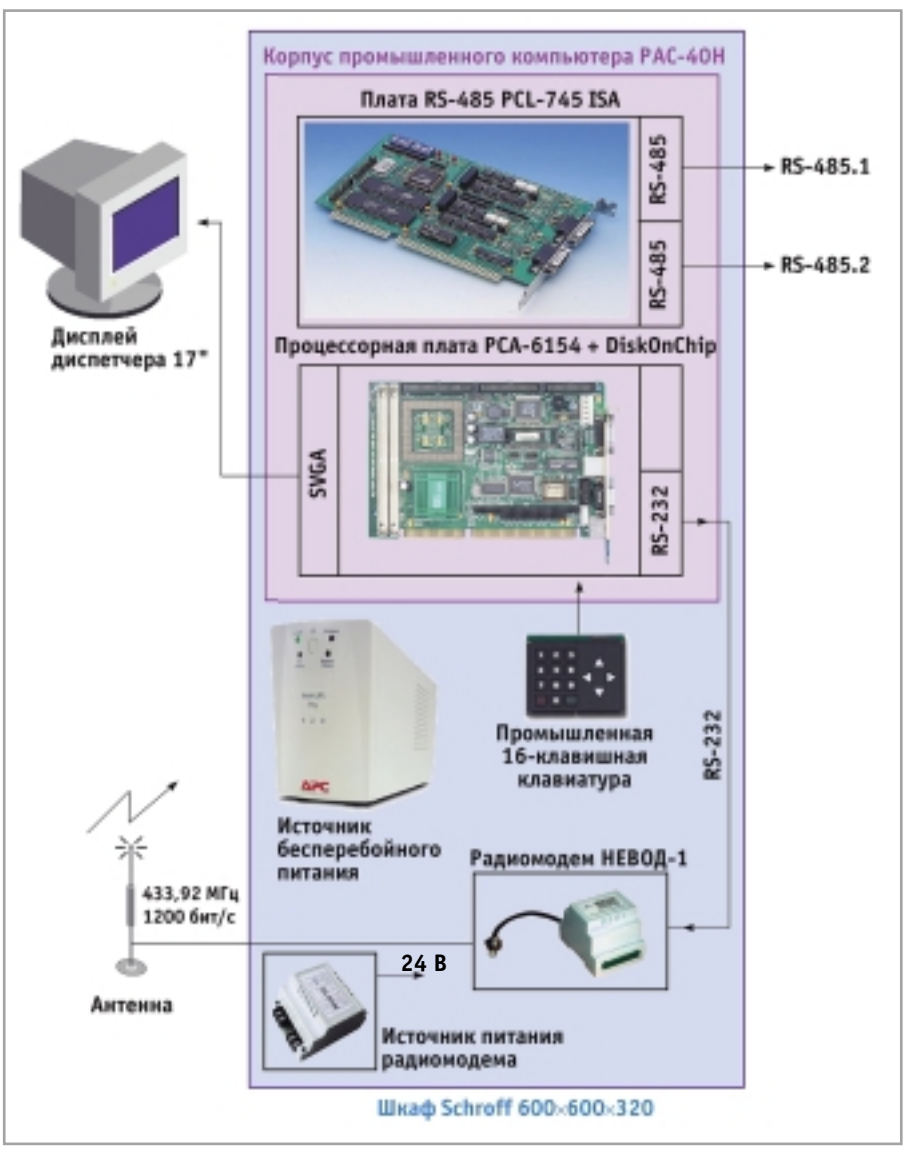


Рис. 4. Технические средства центрального поста оператора

© 2000 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru

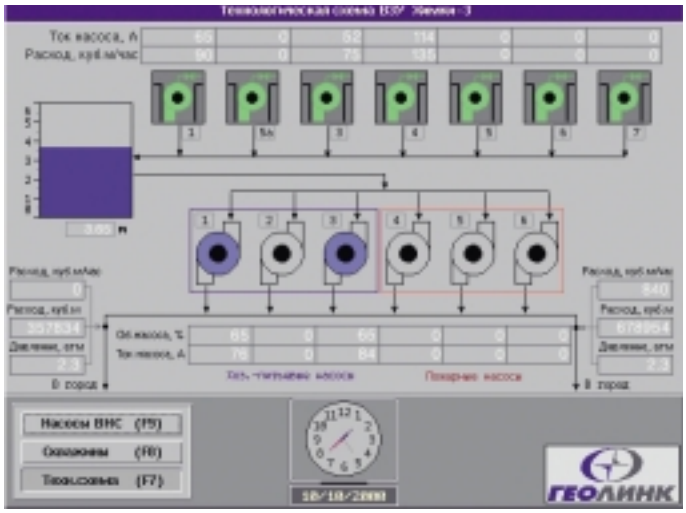


Рис. 5. Режим «Технологическая схема»

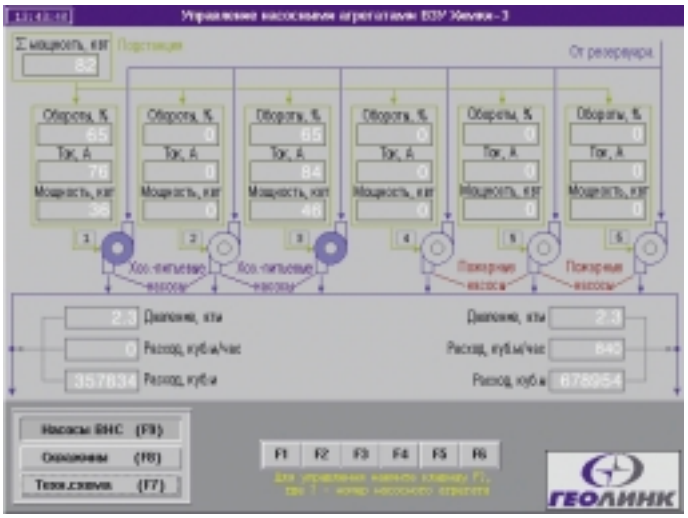


Рис. 7. Режим «Насосная станция»

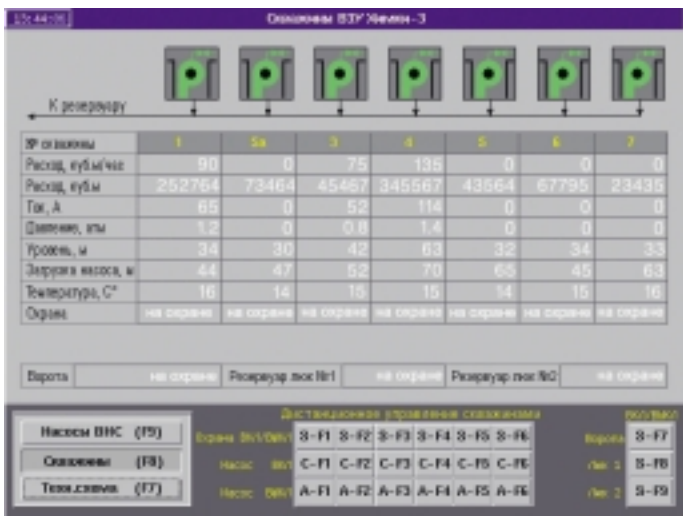


Рис. 6. Режим «Скважины»

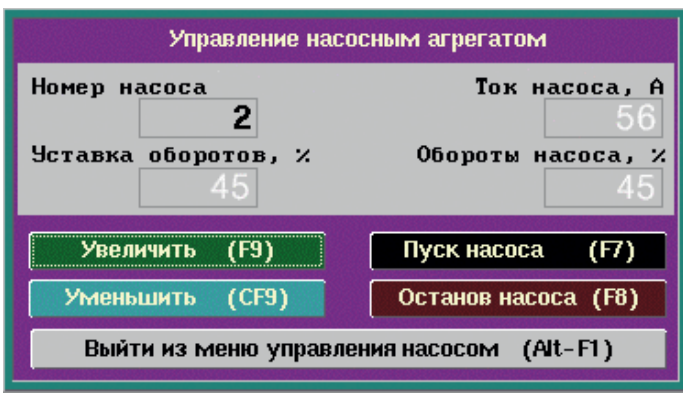


Рис. 8. Режим «Управление насосным агрегатом»

Программное обеспечение имеет три основных режима работы: «Технологическая схема», «Скважины», «Насосная станция». Переход между режимами осуществляется клавишами на консоли управления.

В режиме «Технологическая схема» на экране отображается укрупненная технологическая схема водозаборного узла (рис. 5). На экране показаны величины расхода воды из скважин, токи насосов скважин, уровень воды в резервуаре, обороты и токи хозяйственно-питьевых и пожарных насосов, значения расхода и давления на выходах насосной станции. Цвета пиктограмм насосов изменяются в зависимости от режима работы: прозрачный — насос остановлен, синий — насос запущен, красный — перегрузка по току. Также в нижней части экрана отображается текущее время.

В режиме «Скважины» на экране для каждой скважины в табличной форме отображаются величины мгновенного и кумулятивного расхода воды, тока насоса, давления в трубопроводе, уровня воды в скважине, глубины загрузки насоса (справочная информация), температуры воды в павильоне скважины и состояние датчиков охранной сигнализации (рис. 6). На этом же экране отображены состояния датчиков охраны ворот ВЗУ и двух люков резервуара. В режиме «Скважины» также производится управление пуском/остановом насосов и включение/отключение охранной сигнализации на скважинах.

В режиме «Насосная станция» на экране отображаются текущие обороты, токи и мощности силовых агрегатов станции, их суммарная мощность, а также значения давления и расхода воды, поступающей в город (рис. 7). Также в этом режиме производится управление насосными агрегатами через табло управления (рис. 8), где можно запустить, остановить двигатель, а также установить его текущие обороты.

Сбор данных от технологического оборудования производится в реальном масштабе времени с частотой не менее одного раза в секунду, что обеспечивает в каждый момент времени отображение текущих значений параметров.

Заключение

Внедрение системы на водозаборном узле Химки-3 обеспечило значительное увеличение эффективности мониторинга и управления основными режимами ВЗУ. За счет объединения данных в единую картину мониторинга на экране у диспетчера повысилась оперативность регулирования параметров подачи воды в городскую сеть. За счет использования частотного регулирования электродвигателей насосов уменьшились энергозатраты и увеличились сроки службы оборудования. Налажен учет поднятой и поданной потребителю воды и мониторинг состояния уровня подземных вод в водозаборных скважинах.

Эксплуатация системы в течение одного года подтвердила её эффективность и надежность. ●

Автор — сотрудник СП «Геолинк»
Телефон: (095) 795-0723

© 2000 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru