

УДК 621.314

В.А. Тихомиров¹, А.Н. Мальцев^{1,2}**АВТОМАТИЗАЦИЯ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ НА ОСНОВЕ
ПРОМЫШЛЕННОГО КОНТРОЛЛЕРА И SCADA СИСТЕМЫ**Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева¹,
ООО «ГМ», г. Нижний Новгород²

Рассмотрены вопросы создания комплексных автоматизированных систем удаленного диспетчерского контроля и управления для насосных станций. Основные задачи при автоматизации насосных станций – это повышение энергетической эффективности установленного оборудования, повышение надежности его функционирования и надежности всей сети водораспределения в целом на основе применения современных технических решений, современных принципов автоматизации, методов управления и сбора информации.

Предлагается несколько вариантов автоматизации для увеличения энергетической эффективности насосных станций. Приведен пример реализации системы удаленного диспетчерского контроля и управления насосной станцией в г. Егорьевск Московской области. Представлены возможные типы договорных отношений между сторонами.

Ключевые слова: комплексная автоматизация, повышение энергетической эффективности насосных станций, SCADA система, удаленный диспетчерский контроль, лизинг.

Объекты коммунального хозяйства (водоснабжение, канализация, отопление, освещение) характеризуются не столько сложностью алгоритмов управления, сколько требованием надежного распределенного и удаленного контроля и управления, формированием отчетов и архивов в едином удаленном диспетчерском пункте.

Внедрение автоматизированных систем удаленного диспетчерского контроля и управления становится все более актуальной задачей в связи с принятием федерального закона №261 от 23.11.2009 года - «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [1].

Повышение энергетической эффективности установленного оборудования в основном базируется на возможности существенной экономии электроэнергии при строгом обеспечении заданных параметров работы насосных станций. Экономия электроэнергии достигается за счет применения для управления двигателями насосных станций преобразователей частоты. Методика расчета экономической эффективности применения частотно-регулируемого электропривода для насосного агрегата достаточно хорошо проработана и неоднократно прошла проверку на модернизируемых насосных станциях [2]. Один из типовых графиков водопотребления приведен на рис. 1.

На диаграмме наблюдаются существенные колебания водопотребления в течение суток, поэтому целесообразность применения частотно-регулируемого электропривода для экономии электроэнергии на насосной станции вполне очевидна. Расчеты показывают, что ориентировочный срок окупаемости установки частотно-регулируемого электропривода составляет от одного до двух лет [2].

Современные способы решения задач по автоматизации базируются на применении 4-х компонентов:

- программируемых промышленных контроллеров;
- соответствующей системы датчиков;
- SCADA-системы;
- современных способов передачи информации.

Программируемые контроллеры выполняют обработку сигналов от датчиков, непосредственно формируют алгоритм управления и обеспечивают с помощью модема передачу информации на верхний уровень управления.

Измерительные датчики осуществляют сбор контролируемых сигналов; в настоящее время имеются датчики для контроля любых параметров.

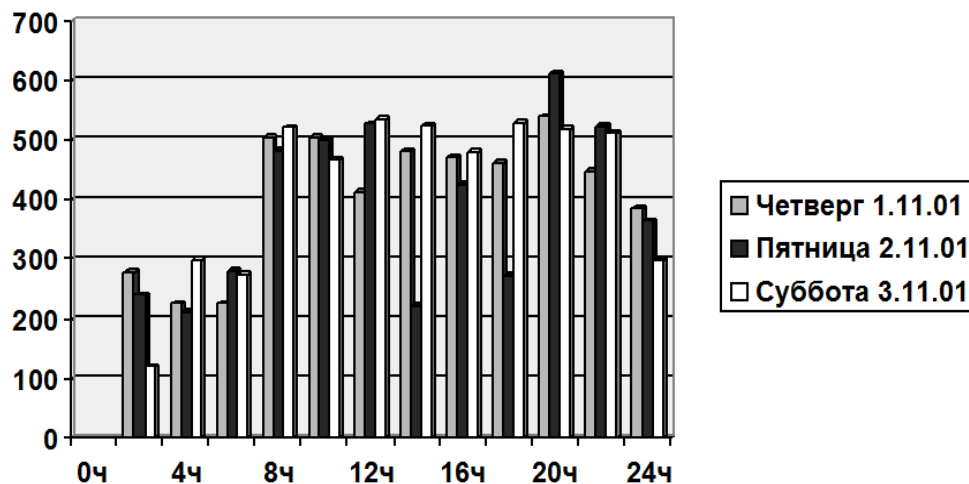


Рис. 1. График водопотребления

SCADA-система выполняет визуализацию данных на диспетчерском пункте, с помощью которых оператор (диспетчер) контролирует работу всей АСУ ТП, при необходимости выдает технологические команды или изменяет параметры автоматического управления. Понятие SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) системы расшифровывается как диспетчерское управление и сбор данных. Мы используем OpenSCADA систему, которая представляет собой открытую SCADA систему, построенную по принципам модульности, многоплатформенности и масштабируемости.

Для передачи информации между элементами системы автоматизации может использоваться традиционный проводной способ передачи информации с использованием дискретных и аналоговых входов контроллера или соответствующих встроенных интерфейсов контроллера. При распределенном и удаленном контроле и управлении могут использоваться GSM модемы, интернет, спутниковая связь.

Задача экономии электроэнергии при эксплуатации насосной станции может быть решена только за счет применения преобразователя частоты, который имеет встроенный ПИД-регулятор и обеспечивает поддержание заданного давления при переменном разборе воды потребителями. Но при этом невозможно решить множество других функций:

- переключение в автоматическом режиме уставки давления (например, «день-ночь»);
- обработка информации от аналоговых и цифровых датчиков, обеспечивающих контроль состояния режимов работы станции и состояния электродвигателя [3];
- плавный контролируемый разгон.

Реализация удаленного управления возможна только при применении связки промышленный контроллер – SCADA-система. При этом контроллер, кроме обработки информации от аналоговых и цифровых датчиков, организует связь между насосной станцией и удаленным диспетчерским пунктом (или административными структурами водоканала). Применяться может контроллер от любого производителя. Естественно, для передачи информации требуется дополнить контроллер GSM модемом, а на диспетчерском пункте должен быть доступ к сети Интернет.



Рис. 2. GSM модемы фирмы Siemens (слева) и ОВЕН (справа)

При таком построении системы автоматизации характер и объем передаваемой информации может быть существенно расширен. Например, очень интересна организация с помощью контроллера счетчика моточасов, на основе которого может быть построен график плановых ремонтов и график переключения работающих и резервных насосов.

SCADA-система является сложным программным продуктом [3], который разрабатывается под определенный объект, имеет индивидуальный графический интерфейс и устанавливается на обычный офисный компьютер. Мы используем бесплатную OpenSCADA-систему, имеющую открытый исходный код.

Наш выбор открытой некоммерческой версии SCADA системы обусловлен желанием максимально снизить затраты на модернизацию объекта. При использовании коммерческих вариантов SCADA-систем стоимость комплексного проекта автоматизации может существенно возрасти. С подробным описанием плюсов и минусов некоммерческой версии данных систем можно ознакомиться в [3].

Проектирование SCADA-системы начинается с разработки и настройки ее отдельных модулей. Первым модулем, с которого рекомендуется начинать разработку, является графический интерфейс. Сразу же следует отметить большой плюс бесплатной SCADA-системы – гибкость к пожеланиям заказчика. Также возможна разработка и внедрение собственных модулей в уже существующую систему. Другими словами, если заказчика не устраивает, к примеру, предлагаемая графическая реализация технического задания, то его можно откорректировать путем написания нового графического модуля с той графикой и мнемосхемами (совокупность сигнальных устройств и сигнальных изображений оборудования и внутренних связей контролируемого объекта), которая будет соответствовать его пожеланиям.

После проработки и согласования визуального представления проекта необходимо организовать связь между SCADA-системой и контроллером с GSM-модемом. Организация связи между данными элементами подробно разобрана в [4]. Для приема данных от удаленного объекта требуется организовать сервер со статическим IP-адресом (обычно данную услугу предоставляет любой интернет-провайдер за дополнительную плату). Далее настраивается протокол самой SCADA-системы на прием данных от удаленного объекта. Для этого необходимо выделить порт для приема данных, тип данных и протокол обмена. В большинстве случаев используется протокол ModBus TCP/IP, модуль которого уже заведомо создан в начальной версии SCADA-системы. При желании, если идет сопряжение с новым или не совсем известным оборудованием, которое имеет нестандартные (либо свои) протоколы обмена, то в систему можно также добавить разработанный под данную цель модуль, позволяющий обмениваться данными с конкретным оборудованием. Данный аспект также мож-

но отнести к преимуществу открытой SCADA-системы, так как открыта возможность работы с любыми марками и типами оборудования.

Коммерческие SCADA-системы создаются в основном на конкретный спектр приборов и устройств, а корректировка такой системы под частный случай может стоить намного дороже, нежели покупка непосредственно поддерживаемого оборудования. В нашем случае возможности интеграции любого оборудования, с учетом пожеланий и возможностей заказчика, практически безграничны.

Данные поступают на сервер с установленной SCADA-системой в виде 8-ми битовых регистров (пакетов). В зависимости от типа данных их требуется обработать соответствующим образом. К примеру, один из поступающих на сервер пакетов может нести в себе состояние 8-ми логических переменных, таких как наличие питания, проникновение на объект, затопление объекта и т.п. Соответственно данный регистр должен быть разделен на биты. С другой стороны, такие величины как электроэнергия, расход, количество отработанных моточасов являются интегральными и предел накопления соответствующих значений должен как минимум соответствовать пределу их аппаратной части. В данном случае требуется операция объединения входящих пакетов в 16-ти и 32-х битные регистры для получения большей разрядности числовых измерений.

Следует сказать несколько слов о контроле параметров объекта и управлении ими. Удаленный контроль осуществляется посредством слежения за состоянием соединения модема и сервера, передачи данных между ними и их непосредственным контролем. Удаленное управление объектом происходит таким же образом, как и передача данных. Для этой цели используется та же команда (AT+CIPSEND), которая посылается в модем, меняются только данные в команде в соответствии с требованиями протокола ModBus. Соответственно через некоторое время контроллер должен прочитать полученный с сервера ответ, расшифровать его и обработать действия оператора, если таковые имели место быть.

Неправильно будет не сказать о элементах безопасности при передаче данных. Каким бы ни был управляемый объект, данные, который передаются от него на диспетчерский пункт, могут носить конфиденциальный характер, поэтому их следует защитить от злоумышленников. Для этих целей в данной структуре используются шифрование трафика и система аутентификации (логин/пароль) с распределением полномочий.

После приема данных севером их необходимо обработать и обеспечить сопряжение с соответствующей графической частью, для того чтобы оператор (диспетчер) мог наблюдать и управлять процессом в режиме реального времени. В дереве OpenSCADA-системы имеется около 10 модулей для обработки полученных данных. Наиболее простым является блок-контроллер. Это модуль, на вход которого поступают какие-либо значения (логические, текстовые, числовые и т.д.), внутри пишется программа, необходимая для обработки поступивших величин, а на выходе получается результат, который непосредственно можно передавать в среду визуализации.

После объединения всех необходимых модулей программным кодом (скриптом), мы получаем визуальное представление удаленного объекта непосредственно на нашем рабочем столе. Кроме основных контролируемых параметров на насосных станциях, большое внимание уделяется времени работы оборудования и проведению планово-предупредительных ремонтов. Для этого в SCADA-систему из контроллера передаются данные о моточасах, наличии потока жидкости или газа, токах нагрузки и температуре двигателей и прочее. На основе вышеперечисленных данных строятся графики состояния оборудования, глядя на которые диспетчер заведомо может спланировать ремонт насоса, предотвратить перегрев обмоток двигателя. Но, тем не менее, система строится таким образом, что в случае безответственного отношения со стороны диспетчера, либо ввиду отсутствия соответствующего опыта, она сама предупредит его о необходимых действиях в случае возникновения предельно допустимой ситуации. Другими словами, строится иерархическая защита не только от непредвиденных ситуаций, но и от человеческого фактора. Каждый человек может вести себя по-

разному в критические моменты (паника, ошибки, бездействие), система с четким проработанным алгоритмом будет жестко следовать установленному направлению в любой ситуации.

Еще одним немаловажным атрибутом системы является архивирование событий, происходящих на объекте. Вместе с этим архивируются и действия оператора, поэтому в протоколе событий явно будет отражено, кто и в какое время производил изменения в системе, как реагировал на аварийные ситуации. Более того, система сохранит в архиве необходимые заказчику значения величин электроэнергии, расхода, давления, тока, скорости вращения и др. Также на основе архивов данных могут быть автоматически построены графики потребления. Анализ этих графиков позволит снизить пики нагрузки, предотвратить нежелательные режимы работы и вести соответствующий учет ресурсов.

В результате всей проделанной работы получаем гибкий комплексный проект, который можно установить не только на компьютер, но и на ЖК дисплей, расположенный непосредственно на электрическом шкафу, на планшет и смартфон. Эта гибкость и простота интерфейса управления позволит контролировать объект в любой момент времени из любой точки земного шара.

На рис. 3 представлен рабочий вариант пользовательского интерфейса насосной станции водоснабжения в г. Егорьевск Московской области [4].

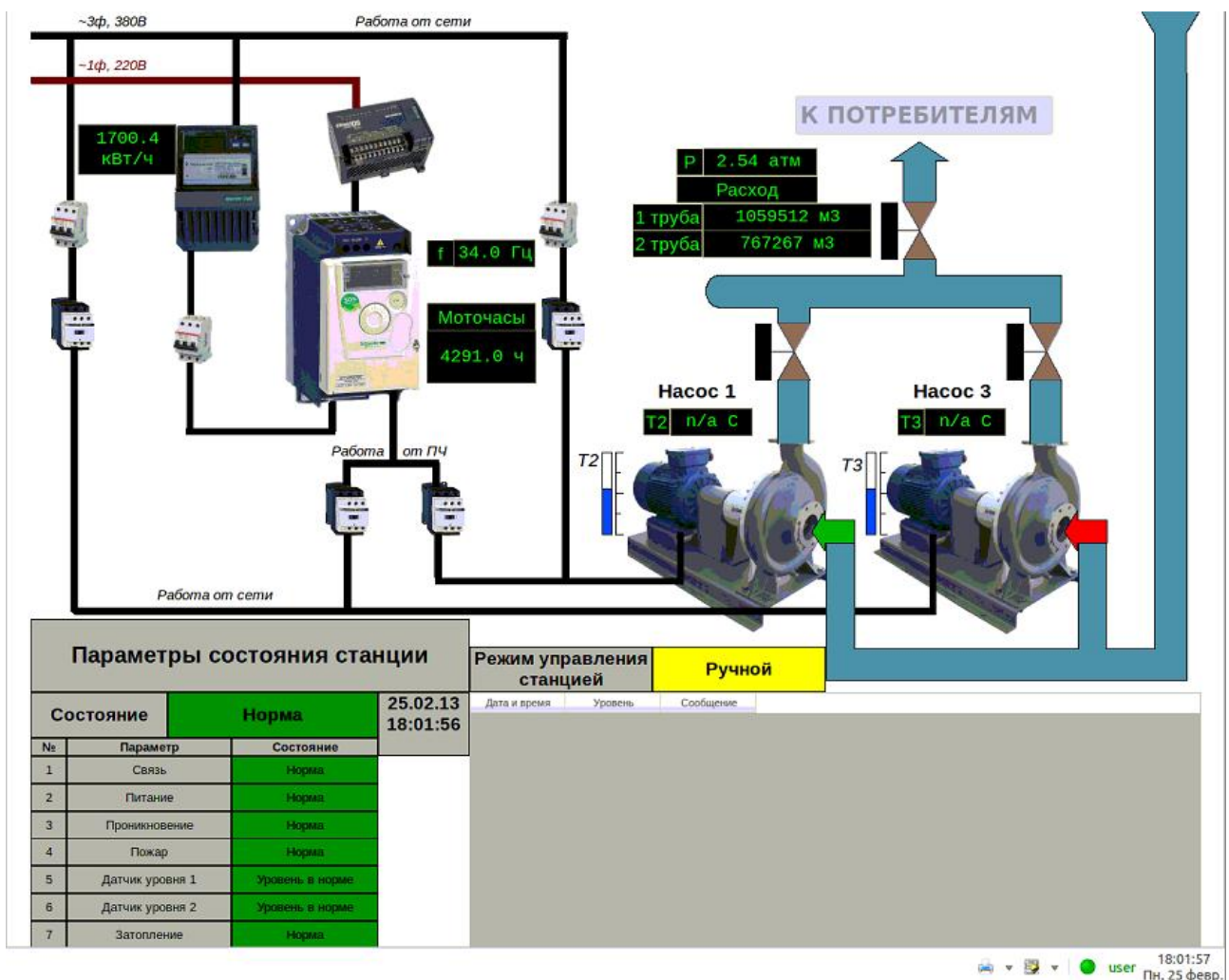


Рис. 3. Пользовательский интерфейс насосной станции г. Егорьевск Московской области

Применение комплексной системы автоматизации на насосной станции практически показала эффективность применения частотного управления насосами, что позволило значи-

тельно сократить затраты предприятия на электроэнергию. Применение SCADA системы позволило снизить затраты на человеко-ресурсы, увеличить оперативность контроля, управления и обеспечить своевременность планово-предупредительных ремонтов. Более того, комплексное применение автоматизации всего предприятия позволяет продлить срок службы оборудования, что снижает амортизационные затраты предприятия.

Выводы

1. Показана необходимость и предложено комплексное решение в вопросе энергоэффективности при помощи построения АСУ ТП на базе SCADA системы.
2. Продемонстрирована практическая разработка открытой SCADA системы.
3. Применение АСУ ТП на базе SCADA системы для насосной станции подтвердила высокую эффективность подобных систем.
4. Показаны возможные договорные отношения при проведении комплексной автоматизации предприятия

Библиографический список

1. Федеральный закон Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ.
2. **Тихомиров, В.А.** Техничко-экономическое обоснование применения преобразователей частоты для насосной станции / В.А. Тихомиров, Ф.Ф. Юрлов, Г.М. Мирясов // Актуальные проблемы электроэнергетики. Труды НГТУ. – Нижний Новгород, 2007. Т. 66. С. 151–154.
3. **Тихомиров, В.А.** Система автоматического управления насосной станцией на основе открытой SCADA системы OpenSCADA / В.А. Тихомиров, В.В. Кардаш, Г.В. Свердлик // Актуальные проблемы электроэнергетики. Труды НГТУ. – Нижний Новгород 2009. Т. 77. С. 83–87.
4. **Мальцев, А.Н.** Автоматические системы удаленного диспетчерского контроля и управления на основе SCADA системы / А.Н. Мальцев, В.А. Тихомиров // Актуальные проблемы электроэнергетики. Труды НГТУ. – Нижний Новгород, 2012. С. 137–141.
5. Автоматизация насосных станций // Сборник материалов на сайте: <http://www.profinnov.ru>

*Дата поступления
в редакцию* 03.02.2014

V.A. Tihomirov¹, A.N. Maltsev^{1,2}

AUTOMATION OF PUMPING STATION BASED ON PLC AND SCADA SYSTEM

Nizhny Novgorod state technical university n. a. R.E. Alexeev¹,
«ТМ» Ltd²

The questions of development of complex automated systems of remote Supervisory control and management for the pumping stations. The main tasks for the automation of pumping stations - an increase in energy efficiency of the installed equipment, increase of reliability of its functioning and reliability of the entire network distribution of water in the whole on the basis of application of modern technical solutions, modern principles of automation, management and collection of information. Is suggested several variants of automation to increase the energy efficiency of the pumping stations. Shows an example of a system of remote control of the control and management of pump station in the city Yegoryevsk, Moscow region. Presented the possible types of contractual relations between the parties.

Keywords: integrated automation, increasing the energy efficiency of the pumping stations, SCADA system, remote control, leasing.