



Система автоматизации городской газораспределительной сети на базе программно-технического комплекса «Каскад-САУ»

Александр Худов, Андрей Язев

В статье рассматривается система диспетчерского контроля и управления объектами телемеханики городской газораспределительной сети. Описываются технические характеристики, структура аппаратных средств, состав и функциональные возможности программного обеспечения системы. Особое внимание уделяется средствам отображения и архивирования данных, а также встроенным средствам диагностики и поставляемым средствам разработки.

История системы

ООО НТО «Терси-КБ» с 1996 года внедряет автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) на базе программно-технического комплекса «Каскад-САУ» собственной разработки. Возможности комплекса позволяют использовать его для решения задач любого уровня сложности — от крупных централизованных до небольших распределённых систем телемеханики. При этом комплекс может применяться как в качестве автономного средства автоматизации объектов, так и в качестве диспетчерского пункта в распределённой сети автоматизированных объектов. Одной из систем подобного рода является система автоматизации городской газораспределительной сети, внедрённая в городе Сарове в 2003 году.

Особенность данной системы автоматизации заключается в том, что в её состав, кроме традиционных газораспределительных пунктов (ГРП), входят городская газораспределительная станция и крупный потребитель газа — ТЭЦ.

Основными требованиями, предъявляемыми к разработке данной системы, были следующие:

- поддержка существующих линий связи с ГРП, допускающих низкое

качество передачи сигнала, а также долговременные обрывы связи;

- компактность применяемого оборудования;
- поддержка широкого спектра оборудования для коммерческого учёта газа (СПГ761, ЕК-88, ЕК-260, семейства «СуперФлоу» и др.);
- возможность модификации системы без существенных затрат в процессе эксплуатации.

В результате разработки была получена система телемеханики (СТМ), предназначенная для применения в качестве распределённой информационно-управляющей системы контроля технологического режима городских газораспределительных сетей, управления газораспределением и учёта газопотребления городской сети. Данная система изначально проектировалась как часть единой системы диспетчерского контроля и управления работой всех энергоресурсов города (газ, тепло, вода, электроэнергия и др.).

Структура и функции системы

Система состоит из оборудования, размещаемого на диспетчерском пункте управления (ДПУ), и контроллеров, установленных на контролируемых

пунктах (КП): газораспределительных станциях (ГРС) и пунктах (ГРП), регуляторных станциях (РС), вводах у потребителей газа.

Общая структура системы представлена на рис. 1.

Данная система телемеханики имеет двухуровневую структуру. На нижнем уровне расположены КП, осуществляющие измерение и контроль параметров технологического процесса по сигналам от датчиков, выдачу сигналов управления технологическим процессом, передачу информации по контролируемым параметрам технологического процесса на ДПУ.

На верхнем уровне СТМ находится ДПУ, имеющий в своем составе:

- автоматизированные рабочие места (АРМ) операторов, предназначенные для отображения измеряемых и контролируемых параметров технологического процесса, а также дистанционного управления технологическим процессом;
- коммуникационный и архивно-конфигурационный серверы, предназначенные соответственно для организации заданного регламента взаимодействия ДПУ с КП и для хранения программной конфигурации системы, накопления

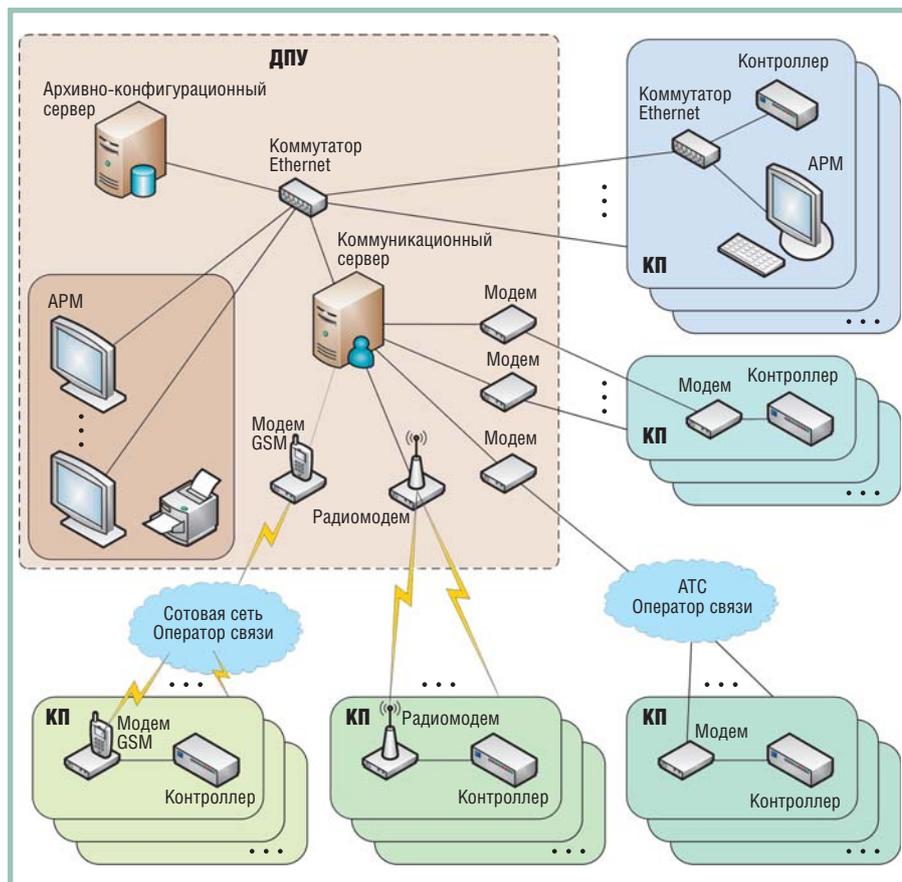


Рис. 1. Структурная схема СТМ

данных, предоставления доступа к ретроспективной информации о параметрах технологического процесса.

СТМ позволяет выполнять в автоматическом режиме ряд действий, направленных на контроль поставок газа потребителю.

1. На уровне КП вычислять или считывать со специализированных автономных устройств учёта мгновенный стандартный расход по каждому потребителю. При превышении сверхлимитного значения (задаётся уставкой) формировать на ДПУ тревожное сообщение с выдачей звуковой сигнализации.

2. На уровне КП вычислять или считывать со специализированных автономных устройств учёта стандартный объём по каждому потребителю по часам и по суткам. При превышении соответственно среднесуточной и среднесуточной нормы поставки (задаётся уставкой) формировать на ДПУ тревожное сообщение с выдачей звуковой сигнализации.

3. На ДПУ СТМ вести почасовой архив стандартного объёма по каждому потребителю:

- полный объём поставки газа в течение контрактных суток по часам;

- объём поставки газа сверх лимита в течение контрактных суток по часам;
- объём поставки газа сверх среднесуточной нормы в течение контрактных суток по часам.

Кроме перечисленных действий, СТМ позволяет отслеживать нарушения уставок технологических параметров и режимов работы оборудования с оповещением оператора ДПУ и возможностью в автоматическом режиме выполнять действия по предотвращению аварийных ситуаций — принимать от оператора и самостоятельно вырабатывать команды телеуправления и телерегулирования для оборудования КП (например, команды управления секучей арматурой, подогревателями газа и т.д.).

ПРОГРАММНО-АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КП

Аппаратура системы размещается в настенных шкафах со степенью защиты от внешних воздействий IP54. Внешний вид аппаратуры КП показан на рис. 2. С фронтальной стороны контроллерных шкафов осу-

ществляется доступ к модулям контроллера и органам управления питанием контроллера. Подвод внешних полевых кабелей к шкафам осуществляется снизу. Полевые кабели внутри шкафов крепятся к монтажным элементам конструкции, расположенным в нижней части шкафа. Гарантируется работа контроллера при температуре окружающего воздуха от 0 до +55°C.

Для осуществления местного контроля и управления на передней двери контроллера по желанию заказчика размещается терминал ввода данных с ЖК-дисплеем и клавиатурой для ввода данных.

Для защиты от сбоев в электропитании контроллер укомплектован источником бесперебойного питания (ИБП) компании APC, который дополнительно обеспечивает сигнализацию в системе о нарушениях в электроснабжении объекта. Благодаря применению ИБП поддерживается питание контроллера на время до 72 часов после прекращения подачи электроэнергии.

Сигналы датчиков регистрируются технологическим контроллером, в состав которого входят процессорный блок и блоки ввода/вывода собственного производства.

Для повышения помехоустойчивости дискретных и аналоговых входов используются специальные технические и программные решения:

- сглаживание и фильтрация мгновенных значений для телеизмерений;
- антидребезговые каскады для каналов телесигнализации и импульсных входов;
- проверка фактических значений телеизмерения на достоверность по критериям реальности значения параметра (физическим и технологи-



Рис. 2. Аппаратура КП

ческим диапазоном, скорости изменения параметра и т.п.).

Входные и выходные цепи контроллера имеют защиту от короткого замыкания и перенапряжения. Измерительные каналы имеют метрологические характеристики с нормируемыми основными и дополнительными погрешностями. Относительная погрешность измерительных каналов не превышает 0,15%.

Контроллер выполнен в виде набора типовых модулей, устанавливаемых на стандартный DIN-рельс. Возможность добавления модулей ввода/вывода позволяет изменять информационно-управляющую ёмкость контроллера в зависимости от требований системы автоматизации в широких пределах. Внешний вид контроллера КП и его размещение внутри контроллерного шкафа показаны на рис. 3.

Для подключения внешних сигналов все блоки ввода/вывода имеют съёмные клеммные колодки, что позволяет производить быструю замену блоков в случае неисправности. Количество каналов ввода/вывода данной системы может достигать следующих значений:

- каналы телеуправления (ТУ) – 14;
- каналы телесигнализации (ТС) – 42;
- каналы телеизмерений текущих (ТТ) – 8;
- каналы телеизмерений интегральных (ТИ) – 16;
- каналы телерегулирования (ТР) – 8.

Программное обеспечение (ПО) контроллера работает в среде реального времени – операционной системе, обеспечивающей гарантированную реакцию на событие в детерминированное время. Специализированное ПО технологического контроллера позволяет реализовать следующие основные функции:

- циклическое выполнение процессов ввода/вывода данных и заданного технологического алгоритма;
- диагностика состояния устройств ввода/вывода;
- приём и выполнение команд управления со стороны ДПУ;
- доступ к текущей технологической информации со стороны ДПУ.

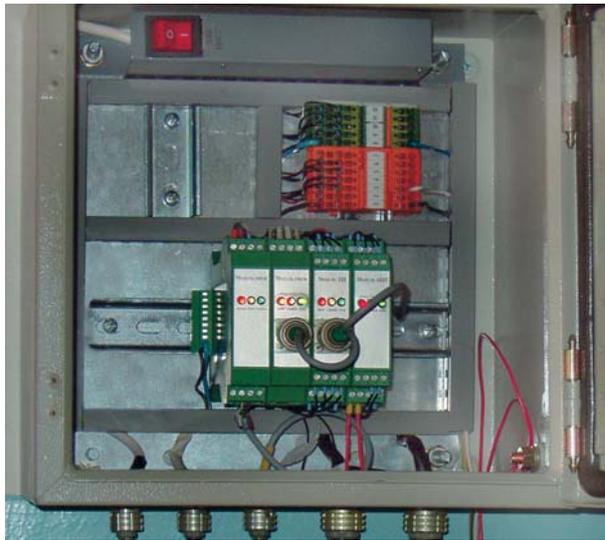


Рис. 3. Контроллер КП

Разработка технологических алгоритмов контроллеров ведётся в среде специализированного программного обеспечения «Каскад-САУ», входящего в состав верхнего уровня, с использованием языков программирования международного стандарта IEC 61131-3 (языка функциональных блоков FBD и языка структурированного текста ST). Полученный в результате разработки системно-независимый код технологического алгоритма сохраняется в специальной таблице конфигурационной БД.

Для связи контроллера КП с ДПУ в системе используется блок связи собственной разработки. Этот блок осуществляет связь по двухпроводной выделенной линии со скоростью 1200 бод с удалением до 30 км по протоколу V.23. Используемый протокол и физические характеристики сигнала блока позволяют поддерживать устойчивую связь на линиях с низким качеством связи. Допускается подключение до 16 КП к одной линии связи с диспетчерским пунктом. Для защиты блока связи и технологического контроллера от повышенного напряжения и высоковольтных помех между вводом линии связи и блоком связи размещается блок защиты.

В качестве каналов связи между КП и ДПУ СТМ возможно также использование следующих решений:

- модемного соединения по коммутируемым линиям;
- сегментов сети Ethernet с пропускной способностью от 512 кбит/с до 1 Гбит/с (витая пара категории 5, оптоволокно);
- радиоканалов (возможна организация радиоканалов, не требующих

разрешений ГРЧЦ и Госсвязьнадзора РФ о назначении частот для сегментов до 5 км);

- сети сотовой связи GSM (GPRS или/и SMS).

При этом используются протоколы:

- Modbus RTU;
- Modbus TCP;
- протокол, использующий процедуру обмена на базе кадров формата FT3.

Кроме того, возможна разработка стыка для любого открытого протокола.

Для осуществления местного контроля и управления (на уровне объекта) на КП возможна организация подключения средств отображения, в качестве которых могут выступать различные устройства от встроенного ЖК-индикатора до панельного компьютера с сенсорным экраном. Для технического обслуживания и конфигурирования КП используется встроенный панельный компьютер (в случае оснащения КП таковым) или переносное терминальное устройство (ноутбук).

ПРОГРАММНО-АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДПУ

Основное оборудование ДПУ СТМ размещается в 19" шкафу фирмы Rittal и состоит из коммуникационного и архивно-конфигурационного серверов, блоков питания и блоков связи с КП. В данном проекте из-за небольшого объёма информации функции разных серверов были совмещены в одном комбинированном сервере, в качестве аппаратной реализации которого был выбран промышленный компьютер на базе платформы IPC-610 фирмы Advantech. Для защиты от сбоев электропитания серверного шкафа применён ИБП компании APC. Внешний вид серверного шкафа ДПУ показан на рис. 4.

Вспомогательным оборудованием ДПУ СТМ является комплект автоматизированных рабочих мест оператора, подключённых к комбинированному серверу СТМ через сегмент локальной вычислительной сети Ethernet. При реализации ДПУ СТМ рекомендуется устанавливать несколько АРМ:

- АРМ диспетчера для оперативного контроля и управления;
- АРМ метролога для оперативного контроля и обзора сводок по расходу газа;
- АРМ инженера для оперативного контроля и диагностики линий связи и технологического оборудования КП.

Каждое АРМ представляет собой персональный компьютер офисного исполнения. Все АРМ функционируют независимо и могут частично или полностью дублировать друг друга.

В состав специализированного программного обеспечения АРМ и комбинированного сервера ДПУ входят программные модули, предназначенные для выполнения следующих основных функций:

- администрирование системы;
- хранение баз данных конфигурации и организация доступа к ним;
- архивирование технологической информации в архивных БД и организация доступа к ним;
- идентификация пользователей системы;
- формирование и отображение сводок;
- отображение текущих и архивных технологических данных;
- отображение текущих и архивных технологических событий;
- отображение текущих диагностических данных;
- оперативное управление;
- конфигурирование системы.

Модули поставляются единым комплектом. Запуск и работа модулей осу-

ществляется как в комплексном режиме (запуск всех систем отображения информации и управления для работы АРМ оператора), так и в индивидуальном порядке (работы по настройке системы).

Возможность экспорта данных обеспечивается включением в состав ПО ДПУ СТМ сервера OPC с поддержкой интерфейса Data Access (версии 2.0 и 3.0), позволяющего передавать данные ДПУ в другие системы.

СРЕДСТВА ОТОБРАЖЕНИЯ И АРХИВИРОВАНИЯ ДАННЫХ

В стандартный комплект поставки СТМ включён полный набор средств представления технологической и системной информации, используемый в современных SCADA-пакетах: технологические мнемосхемы, окна отображения тревог и событий, тренды и сводки.

Развитая система отображения данных «Каскад-САУ» позволяет создавать технологические мнемосхемы с поддержкой анимации и звукового сопровождения процесса. Взаимодействие системы отображения с системой тревог даёт возможность автоматического переключения на мнемосхему вы-



Рис. 4. Серверный шкаф ДПУ

деленной тревоги. Взаимодействие системы отображения с системой трендов позволяет открыть тренд текущих

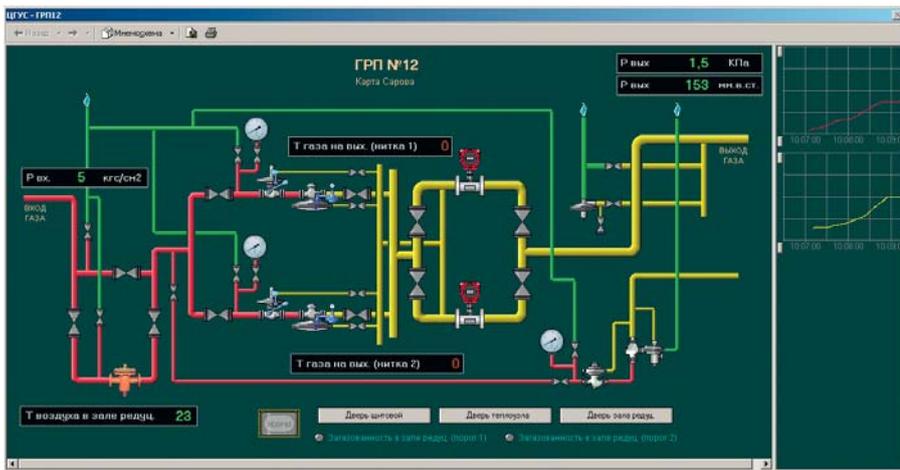


Рис. 5. Мнемосхема отдельного объекта СТМ

или архивных значений одним щелчком на параметре мнемосхемы.

Система отображения событий и тревог «Каскад-САУ» предоставляет пользователю гибкие средства настройки и управления. Среди возможностей этой системы есть возможность открытия нескольких окон событий с назначением в каждом окне своего метода фильтрации сообщений.

В состав мнемосхем СТМ входят отдельные мнемосхемы объектов и общая мнемосхема городской газораспределительной сети. На общей мнемосхеме на фоне карты города установлены мнемознаки, показывающие текущее состояние отдельных объектов. Выбор мышью мнемознака определённого объекта открывает соответствующую этому объекту мнемосхему. Пример мнемосхемы отдельного объекта системы представлен на рис. 5.

Мнемосхема отдельного объекта представляет собой схему технологического оборудования объекта с мнемознаками датчиков (значения давления, температуры и др.) и отдельных узлов (состояние запорной арматуры и др.). Выбор мышью определённого мнемознака открывает соответствующее контекстное меню, позволяющее оператору вызвать тренд выбранного параметра, карту управления оборудованием или информационную карту (паспорт оборудования), на которой представлена дополнительная информация об аппаратной привязке датчиков, значении действующих уставок, текущем статусе и значении параметров ввода/вывода.

Изменение предусмотренных уставок производится из отдельной карты или таблицы изменения уставок «на ходу» и не требует специального выполнения процедуры переконфигури-

рования системы. При подаче сигнала управления или изменении уставки системой контролируется наличие у текущего пользователя соответствующего разрешения. Все действия оператора регистрируются в системе событий, записываются в архив и отображаются на всех АРМ системы.

Программное обеспечение архивирования работает в составе ПО комбинированного сервера ДПУ. Архивированию в «Каскад-САУ» подлежат все без исключения события, значения по выбранным параметрам, а также сводки. При архивировании текущих значений дополнительно производится расчёт средних значений за разные интервалы времени (среднее за минуту, час, сутки, месяц). Все возможности, предоставляемые «Каскад-САУ» для просмотра текущих данных на АРМ, доступны и для просмотра архивов. Так же как и для текущих данных, возможны просмотр архивных данных в виде трендов и таблиц, вывод их на печать и экспорт в файл.

СРЕДСТВА ДИАГНОСТИКИ

В СТМ встроены развитые средства диагностики и самодиагностики. Состояние любого оборудования, подключённого к КП и ДПУ, состояние линий связи, состояние баз данных могут быть введены в систему как отдельные сигналы, к которым применимы все доступные средства обработки, от отображения на мнемосхемах до формирования событий и архивирования.

Программное и технологическое обеспечение КП и ДПУ работает с информацией не только на основе полученных количественных значений, но и с учётом качества этих значений.

Поддерживается большой набор признаков качества, позволяющий производить диагностику пригодности каждого значения параметра к вычислениям на технологическом уровне. В частном случае речь идёт о диагностике работы аппаратного обеспечения ввода/вывода с детализацией до состояния линии связи с датчиком (анализ обрыва и короткого замыкания). Данный анализ информации способствует быстрому обнаружению и устранению сбоев аппаратных средств при сохранении непрерывности технологического процесса, так как технологические алгоритмы могут предусматривать несколько сценариев работы в таком режиме. Часть режимов, такие как имитирование, маскирование, недостоверность параметра и другие, может быть принудительно установлена оператором и технологическим алгоритмом.

СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ

В стандартный комплект поставки СТМ включён полный набор средств разработки, позволяющий с любого АРМ производить настройку конфигурации системы от внешнего вида технологических мнемосхем до алгоритмов технологического контроллера.

В «Каскад-САУ» используется единая база данных параметров системы. Такой подход позволяет исключить дублирование параметров, что характерно для систем с отдельным программированием контроллеров и средств отображения АРМ.

В результате того, что вся конфигурация системы хранится в одном месте, отпадает необходимость в синхронизации базы данных параметров между отдельными клиентскими рабочими местами. Это максимально облегчает подключение дополнительных АРМ — достаточно лишь установить программное обеспечение «Каскад-САУ» верхнего уровня на новое рабочее место.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная система эксплуатируется с 2003 года в цехе газовых сетей города Сарова. В 2006 году выпущена новая версия системы, в которой реализовано большое количество пожеланий эксплуатирующей организации, связанных с модификацией программного и технологического обеспечения. С мая 2008 года на базе данного решения начато внедрение системы автоматизации городской сети теплоснабжения. ●