

Автоматизация ГРС как важнейший компонент работ по газификации потребителей РФ

Рассмотрены решения по автоматизации газораспределительных станций (ГРС) на базе программно-технического комплекса СТН-3000-Р АО «АТГС», включая современные тенденции развития систем автоматического управления (САУ) ГРС. Отмечены преимущества автоматизации ГРС на единой программно-технической платформе с контролируруемыми пунктами телемеханики, предоставляющие широкие возможности по организации эффективной эксплуатации как отдельных программно-технических комплексов, так и газотранспортной системы в целом.

Ключевые слова: газораспределительная станция, системы автоматического управления, контролируемые пункты телемеханики.

Введение

Природный газ, транспортируемый по магистральным газопроводам высокого давления, перед подачей потребителям проходит через газораспределительные станции (ГРС) (рис. 1). Задачами ГРС является



Рис. 1. Пример ГРС

понижение давления до требуемой величины (например, с 10 МПа до 1,2 МПа), а также измерение расхода газа, его дополнительная очистка, подогрев, добавление одоранта и т.д. ГРС имеют различную производительность (то есть возможность подачи определенного объема газа за определенное время), обеспечивают подачу газа на крупные производственные предприятия, в городские распределительные сети, поселки и т.п., могут обслуживаться операторами или эксплуатироваться в автоматическом режиме.

Автоматизация ГРС является важной задачей, имеющей несколько целей. Во-первых, это обеспечение бесперебойной и безаварийной работы оборудования станции для подачи потребителям нужных объемов газа с заданными параметрами: давление, температура и др. Во-вторых, это учет объемов газа, поданных

потребителям или переданным в газораспределительную организацию для коммерческих расчетов. В ряде случаев измерение и учет расхода газа дополняется контролем его компонентного состава и теплотворных характеристик. В-третьих, это предоставление диспетчерской службе газотранспортного предприятия своевременной и достоверной информации о параметрах «выходного» потока газа в данной точке газотранспортной сети для решения задач управления газотранспортной системой (ГТС).

Рассмотрим комплексную задачу автоматизацию ГРС, обеспечивающую безопасное выполнение договорных обязательств по поставкам газа потребителям и эффективное управление ГТС предприятия.

Современной тенденцией является сооружение ГРС на основе компонентов, серийно выпускаемых специализированными заводами. Примерами производителей ГРС являются ООО «Авиа-Газ-Союз+», ООО «Газоснабжение», ООО «Завод Газпроммаш», ООО «Завод «Нефтегазоборудование», ООО «Завод «Саратовгазавтоматика», ООО «СтавГазСервис» и ЗАО «Уромгаз». В ряде случаев ГРС и газоизмерительные станции (ГИС) сооружаются по уникальным (нетиповым) проектам, технические решения разрабатываются организацией-проектировщиком.

Сегодня ПАО «Газпром» эксплуатирует порядка 4000 ГРС. Модернизация и строительство новых ГРС и ГИС является важной и актуальной задачей, в том числе благодаря реализации Программы развития газоснабжения и газификации регионов на 2021–2025 гг. в 68 регионах РФ (<https://mrg.gazprom.ru/about/gasification>). Программа предусматривает ввод в эксплуатацию большого числа новых ГРС с целью охвата трубопроводным газоснабжением все большего числа городских и сельских населенных пунктов, включая частные домовладения.

Решения АО «АТГС» по автоматизации ГРС

АО «АтлантикТрансгазСистема» имеет давнюю историю разработки и внедрения систем автоматизации управления (САУ) ГРС, базирующихся на программно-технических комплексах собственного производства СТН-3000/СТН-3000-Р. Всего за годы работы АО «АТГС» изготовило и внедрило около 500 САУ ГРС различных типов.

Первая САУ ГРС на базе СТН-3000 была изготовлена и внедрена в ООО «Пермтрансгаз» (современное название – ООО «Газпром трансгаз Чайковский») в 1998 г. В 2005 г. САУ ГРС на базе СТН-3000 успешно прошла межведомственные испытания в ООО «Пермтрансгаз» и была рекомендована к применению на объектах ПАО «Газпром». Разработка и производство САУ осуществлялось исключительно в РФ на производственных мощностях АО «АТГС» и компаний-партнеров в Москве и Московской области. До 2014 г. в САУ СТН-3000 применялись контроллеры и ряд других компонентов, закупаемых по импорту.

САУ ГРС на базе СТН-3000 полностью удовлетворяли самым современным требованиям, изложенным в нормативных документах ПАО «Газпром».

С 2014 по 2016 гг. АО «АТГС» в рамках программы импортозамещения разработало и освоило производство собственной линейки контроллеров СТН-3000-РКУ, полностью совместимых по информационному и программному обеспечению, коммуникационным протоколам с ранее применяемыми контроллерами. На основе ПЛК СТН-3000-РКУ и других компонентов отечественного производства был создан программно-технический комплекс (ПТК) СТН-3000-Р, применяемый для автоматизации территориально-распределенных сложных технологических объектов с непрерывным режимом функционирования: САУ ГРС, контролируемых пунктов телемеханики и других аналогичных технологических установок. На базе СТН-3000-Р было разработано новое поколение САУ ГРС, полностью удовлетворяющее требованиям ПАО «Газпром».

САУ ГРС на базе СТН-3000-Р в 2017 г. в Брянском ЛПУМГ ООО «Газпром трансгаз Москва» успешно и без замечаний прошла приемочные испытания в соответствии с документом «Регламент проведения испытаний опытных образцов системы автоматизации на объектах ПАО «Газпром». По результатам испытаний САУ ГРС на базе СТН-3000-Р рекомендованы к применению и в настоящее время успешно внедряется на объектах ПАО «Газпром». Заказчикам поставляются комплекты САУ ГРС исключительно на базе ПТК СТН-3000-Р. САУ ГРС на базе СТН-3000-Р имеет все необходимые разрешительные документы, включая сертификаты соответствия требованиям Технического регламента Таможенного союза, свидетельства об утверждении типа средств измерения, сертификат СДС «ИНТЕРГАЗСЕРТ». САУ ГРС СТН-3000-Р включена в единый Реестр материально-технических ресурсов, допущенных к применению на объектах Общества и соответствующих требованиям ПАО «Газпром», а программное обеспечение САУ включено в Единый реестр российских программ для ЭВМ и баз данных Минкомсвязи РФ.

Функции САУ ГРС

Основная задача САУ ГРС – обеспечение надежной и эффективной работы ГРС за счет оптимального управления режимами работы технологического оборудования, а также реализация точного измерения и последующего учета значений расхода газа, подаваемого потребителям, а также предоставление информации о работе ГРС на вышестоящий уровень управления.

Согласно СТО Газпром 2-2.3-1081-2016, основными функциями САУ ГРС являются:

- редуцирование высокого давления газа до давления в сетях газораспределения и поддержание его с заданной точностью;
- предотвращение гидратообразования (при необходимости);
- очистка газа от капельной влаги и механических примесей;
- измерение расхода газа;
- одоризация (при необходимости).

Кроме того, САУ контролирует значения давления и температуры газа в точки подключения ГРС к магистральному газопроводу, выполняет вспомогательные функции (управление освещением, вентиляции и др.), а также обеспечивает аварийную сигнализацию и останов ГРС с перекрытием кранов на узле подключения. САУ может обеспечивать и другие функции в зависимости от конструкции ГРС.

Контроль параметров работы ГРС, ввод необходимых команд управления и регулирования и другой необходимой информации осуществляются как по месту с помощью пульта оператора, так и удаленно с пункта управления газотранспортной системой.

Техническая реализация САУ СТН-3000/СТН-3000-Р

Важной и отличительной особенностью САУ ГРС на базе СТН-3000 и СТН-3000-Р является унификация основных применяемых технических решений САУ с системой телемеханики, реализуемой на соответствующих программно-технических комплексах. При этом для задач управления ГРС телемеханика является каналом взаимодействия САУ с вышестоящим уровнем управления. Со стороны телемеханики САУ ГРС рассматривается как «большой» контролируемый пункт телемеханики (КП ТМ), обрабатывающий расширенный объем информации и получающий специализированные команды.

Конструктивно САУ ГРС реализуется, как правило, в виде одного или нескольких шкафов напольного исполнения (для малых ГРС возможен вариант шкафа настенного исполнения, практически полностью совпадающего по составу со шкафом КП ТМ, однако такой вариант реализуется достаточно редко). Внешний вид шкафа САУ ГРС показан на рис. 2.



Рис. 2. Внешний вид шкафа САУ ГРС (справа – выставочный образец с открытой дверцей)

Основой САУ является контроллер СТН-3000-РКУм разработки и производства АО «АТГС», полностью унифицированный с контроллером телемеханики. Контроллер оснащается необходимым числом коммуникационных модулей и плат ввода/вывода физических сигналов. Применение в САУ данного контроллера обеспечивает полную программную и информационную совместимость САУ ГРС и КП ТМ СТН-3000/СТН-3000-Р, так и «наследование»

от СЛТМ следующих технических и эксплуатационных характеристик:

- высокая надежность при работе 24 ч в сутки 365 дней в году без вмешательства человека;
- широкий диапазон рабочих температур окружающей среды без обогрева и вентиляции (кондиционирования);
- надежная защита от пыли влаги, высокая устойчивость к разрядам атмосферного электричества;
- функциональное и надежное программное обеспечение реального времени, эффективно решающие все необходимые задачи обработки информации, обеспечивающее удаленный доступ авторизованных пользователей с уровня пункта управления ко всему объему информации по расходу газа, работе оборудования и т.п.;
- широкие возможности удаленной настройки и диагностирования САУ;
- мощная встроенная система бесперебойного питания, поддержка функционирования САУ ГРС в течение 72 ч на автономном источнике питания;
- поддержка различных каналов связи с вышестоящим пунктом управления, от высокоскоростных сетей до применения модемов со скоростью 1200 бит/с;
- открытость архитектуры, возможность расширения объема автоматизации и числа подключенных внешних устройств.

Обобщенная структура САУ ГРС показана на Рис. 3. Рисунок носит иллюстративный характер, показывающий пример подключения к контроллеру САУ различных измерительных и других внешних устройств.

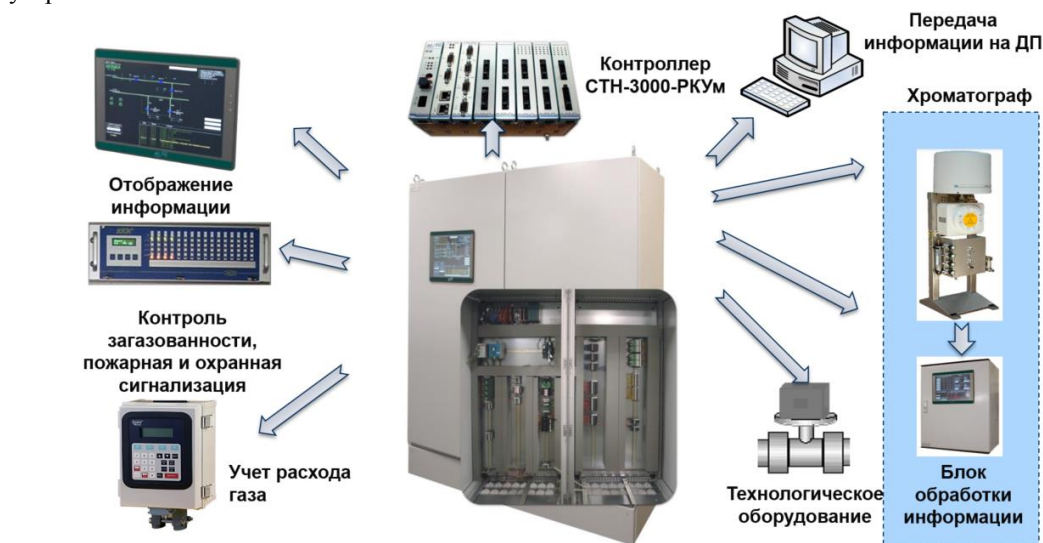


Рис. 3. Обобщенная структура САУ ГРС

Отметим, что учет расхода газа, подаваемого потребителям, и газа на собственные нужды САУ ГРС СТН-3000 выполняет с помощью вычислителей и корректоров расхода газа, подключаемых по цифровым интерфейсам передачи данных. В САУ ГРС СТН-3000 реализованы модули стыка со всеми вычислителями и корректорами расхода газа, применяемыми на объектах ПАО «Газпром».

Для стыковки, как правило, используются стандартные интерфейсы RS-232/485/422. Реализованы программные решения по интеграции с такими вычислителями расхода газа, как SEVC-D, ЕК-260, ЕК-270, Вымпел-500, Суперфлю-2ЕТ, Turbo Flow UFG и др., интеграция с программным комплексом HOST-4W производства ООО «СовТИГаз», приборами других производителей.

Все данные по расходу газа, получаемые из вычислителей и корректоров расхода газа, доступны в САУ ГРС, что позволяет использовать их в различных алгоритмах управления ГРС, например, управления процессом одоризации газа. Доступ к данным по расходу газа в режиме реального времени обеспечивается на любом уровне системы: непосредственно на вычислителе расхода газа, в САУ ГРС, на диспетчерском пункте. Необходимые для расчета расхода газа условно-постоянные параметры, включая параметры состава и характеристик газа, вводятся либо по месту от соответствующих приборов-газоанализаторов в автоматическом режиме, либо вручную оператором ГРС или вышестоящим диспетчером.

Блок обработки информации и другие вопросы

Одним из важных пунктов требований ПАО «Газпром» к автоматизации ГРС (согласно СТО Газпром 5.37-2020) является реализация и использование совместно с САУ блока обработки информации (БОИ). Назначение блока – реализация интерфейса с установленными на ГРС измерителями расхода газа и приборами измерения показателей состава и качества газа (как правило, поточными хроматографами). БОИ получает информацию с указанных устройств, обеспечивает ее архивирование и хранение согласно нормативным требованиям, фиксирует и протоколирует любое вмешательство в архивы и любую ручную корректировку информации. Информация, хранящаяся в оперативной памяти БОИ, является коммерческой. В случае возникновения разногласий при активировании объемов поставленного/полученного газа именно архивы БОИ запрашиваются и рассматриваются поставщиком и получателем газа для разрешения возникших разногласий.

Блок обработки информации, согласно СТО, реализует функции:

- сбора данных с вычислительных компонентов измерительной системы;
- сбора данных со средств измерения (СИ) физико-химических показателей (ФХП) газа;
- формирования отчетов;
- формирования архива данных и журналов вмешательств и нештатных ситуаций;
- порогового контроля результатов измерений, расчетов вычислительных компонентов и СИ ФХП газа;
- подсчета среднечасовых результатов измерений и вычисления параметров потока и ФХП газа;
- расчета теплофизических характеристик газа, вычисление которых не предусмотрено в вычислительном компоненте;
- расчета расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, по устройствам измерения и энергосодержания газа (при необходимости);
- хранения результатов измерений и результатов вычислений объема и ФХП газа;
- формирования журнала данных и анализа компонентного состава газа;
- записи данных о компонентном составе газа в вычислительные компоненты ИС.

Непосредственно САУ ГРС при этом отвечает за контроль и управление технологическими узлами станции, обеспечение пожарной, газовой безопасности, передачу информации на вышестоящий уровень. Как правило, БОИ устанавливаются на крупных ГРС с большим расходом газа. Для ГРС малой и средней производительности БОИ часто не реализуется, его функции выполняет контроллер САУ ГРС. Взаимодействие БОИ и САУ ГРС иллюстрирует рис. 4.

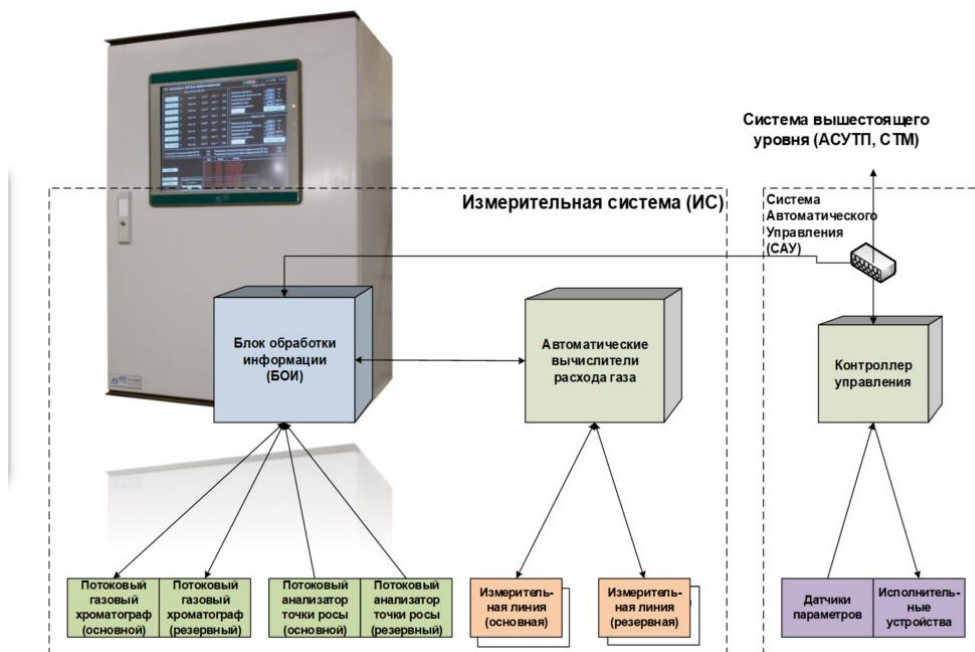


Рис. 4. Взаимодействие БОИ и САУ ГРС

Технически БОИ является отдельным конструктивно-законченным изделием (рис. 5). В варианте СТН-3000-Р – это отдельный шкаф напольного исполнения с собственным контроллером СТН-3000-РКУМ и устройствами для подключения к приборам измерения расхода газа и контроля параметров состава и качества газа. Как отдельное устройство БОИ рассматривается и с точки зрения сертификации и оформления разрешительной документации. На БОИ СТН-3000-Р получены сертификат соответствия требованиям технического регламента Таможенного союза, свидетельство об утверждении типа средств измерения, сертификат СДС «ИНТЕРГАЗСЕРТ». БОИ СТН-3000-Р прошло приемочные испытания согласно регламенту ПАО «Газпром» совместно с САУ ГРС СТН-3000-Р.

Пост оператора и пункты управления

Согласно СТО Газпром 2-2.3-1081-2016, формы обслуживания ГРС подразделяются на централизованную, периодическую, надомную и вахтенную, для каждой конкретной ГРС форма обслуживания определяется эксплуатирующей организацией и задается проектом. В соответствии с требованиями «Основных положений по автоматизации газораспределительных станций» САУ ГРС на базе



Рис. 5. Шкаф БОИ с установленными устройствами для стыковки с вычислителями расхода газа

СТН-3000-Р снабжена локальным пультом оператора и двухпостовым удаленным пультом сигнализации (вариант размещения пультов сигнализации – один в помещении на ГРС, другой – в доме оператора при надомном варианте обслуживания). На пультах выводится сигнализация о чрезвычайных ситуациях и аварии ГРС.

Более полная информация выводится на TFT-панель, размещаемую на лицевой стороне двери шкафа САУ ГРС. Там же монтируются кнопки для экстренного останова ГРС и выполнения других аварийных операций (Рис. 6).

Панель оператора по функциональности соответствует автоматизированному рабочему месту, оснащенной



Рис. 6. Панель оператора производства АО «АТГС» (справа), установка панели и кнопок экстренного останова ГРС на двери шкафа САУ ГРС СТН-3000-Р (слева)

SCADA-системой, при этом она обладает меньшей стоимостью, существенно более высокой надежностью и простотой в эксплуатации.

На панели оператора реализованы видеокadres, отображающие следующую информацию:

- 1) общая мнемосхема и мнемосхемы отдельных узлов ГРС;
- 2) информация по измерительной системе;
- 3) индивидуальная информация по вычислителям расхода газа;
- 4) индивидуальная

информация по хроматографам;

- 5) информация по анализаторам точки росы;
- 6) протоколы событий и вмешательств;
- 7) другая информация, включая диагностику системы управления.

Управление технологическим оборудованием производится с помощью функциональных кнопок, отображаемых на соответствующем видеокadre. С локального пульта также может вводиться любая информация, необходимая для функционирования САУ ГРС: уставки, параметры узлов замера расхода газа, данные о составе газа и т.п. Отметим, что интерфейс оператора САУ ГРС реализован с учетом требований ПАО «Газпром» по информационной безопасности.

Интеграция данных ГРС в единое цифровое пространство

Сбор информации и дистанционное управление ГРС осуществляется посредством системы телемеханики с использованием тех же каналов связи, что и для КП крановых узлов [1]. При этом САУ на базе СТН-3000 одновременно решает как задачи управления технологическим оборудованием, так и задачи «классической» телемеханики в части контроля узла подключения ГРС к газопроводу. Включение САУ ГРС в информационно-управляющий канал СЛТМ обеспечивает эффективное решение задачи интеграции информации о поставках/расходах газа и состоянии соответствующего технологического оборудования всех ГРС в единое цифровое пространство предприятия. Это позволяет на качественно новом уровне решать задачи планирования поставок газа потребителям с учетом сезонных факторов, потребностей производственных предприятий и суточных колебаний, обеспечивать надежный и эффективный (по выбранному критерию) транспорт газа и сбалансированную работу газотранспортной системы в целом. В качестве базовой системы оперативно-диспетчерского управления (СОДУ) и отдельных пунктов управления используется ПТК СПУРТ-Р разработки АО «АТГС».

Весь объем информации, имеющейся в САУ ГРС, включая данные по узлам коммерческого учета газа, может быть передан в СОДУ транспортом газа и использован на любом уровне – в диспетчерском пункте филиала (ЛПУМГ) или в центральном диспетчерском пункте предприятия.

В зависимости от принятых проектных решений с САУ ГРС в СОДУ могут передаваться ключевые параметры или самая полная информация о ходе технологического процесса на ГРС. Например, на уровень пунктов управления могут передаваться и использоваться архивные данные по измерителям расхода газа, протоколы данных, событий и вмешательств в вычислители расхода и САУ (Рис.7 и 8) и другая информация.

В зависимости от принятой стратегии управления диспетчеру могут быть предоставлены различные права по дистанционному управлению технологическим оборудованием ГРС: от полного запрещения дистанционного управления (режим мониторинга) до возможности дистанционного управления любым технологическим блоком ГРС.

На уровне пунктов управления газотранспортным предприятием за счет интеграция САУ ГРС на базе СТН-3000-Р в СОДУ обеспечивается решение следующих важных задач:

- работа с информацией реального времени;
- работа с архивными данными по расходу газа и другими показателями;

- прогнозирование газопотребления по ГРС и ее отдельным выходам, отдельным районам (балансовым зонам) и в целом по региону ответственности предприятия;
- моделирование режима работы газотранспортной сети в статическом и динамическом режимах, включая анализ текущего режима работы ГТС и прогноз его возможного изменения на 1...3 сут. вперед;
- расчет оперативного и отчетного балансов газа по отдельным балансовым зонам и по предприятию в целом;
- анализ состояния оборудования ГРС, выявление нестандартных (нештатных) ситуаций;
- непосредственный доступ к архивам приборов учета газа со всех уровней управления: архивы данных, событий, вмешательств для обеспечения точного контроля за ходом поставок газа.

Кроме этого, дистанционно с уровня пункта управления возможна полная диагностика, корректировка, загрузка и перезагрузка программного обеспечения САУ. Выполнение этих операций квалифицированным специалистом без выезда на место существенно экономит время на сопровождение или модернизацию систем автоматизации.

Преимущества унификации СЛТМ и САУ ГРС

ГРС	Время	Час	Сутки	Аудит
ГРС Базовская	15 Мин	Час	Сутки	Аудит
ГРС Боновская	15 Мин	Час	Сутки	Аудит
ГРС Большой				
ГРС Верхне-Черенская				
ГРС Каргинская				
ГРС Круговская				
ГРС Манойлино				
ГРС Перелазовская				
ГРС Песчаная				
ГРС Серафимович				
ГРС Средне-Царицинская				
ГРС Усть-Хоперская				
ГРС Чукаринская				

Рис. 7. Пример отображения на ARMe ПУ архивной информации о расходах газа из САУ ГРС

Дата	Событие
11.12.12 16:09	Плотность газа при н.у. (кг/м3) - ИЗМ 0.678 0.712
11.12.12 16:09	Давление газа - ИЗМ 760 753
11.12.12 15:26	Молярная доля CO2 в газе (%) - ИЗМ 1.1 0.474
11.12.12 15:25	Молярная доля N2 в газе (%) - ИЗМ 1.1 1.851
11.12.12 15:22	Плотность газа при н.у. (кг/м3) - ИЗМ 0.7 0.678
11.12.12 15:22	Энергоемкость газа (МДж/м3) - ИЗМ 60 50
11.12.12 15:22	Давление газа - ИЗМ 770 760
11.12.12 14:39	Частота следования импульсов - НПУ 0.01818182 (0.5)
11.12.12 14:37	Давление газа - Норма 2.49808
11.12.12 14:37	Давление газа - НПУ 2.035556 (2)
11.12.12 14:13	Частота следования импульсов - НАУ0.002430134 (0.01)
11.12.12 13:54	Частота следования импульсов - НПУ 0.01818182 (0.5)
10.12.12 3:43	Дата время системы - 10-DEC-12 03:43:08.0
10.12.12 2:53	Дата время системы - 10-DEC-12 02:53:28.0

Рис. 8. Пример отображения архива событий САУ ГРС

Важным аспектом построения эффективной АСУ транспортом газа с развитой функциональностью является унификация программно-технических средств СЛТМ и САУ ГРС. В случае применения СЛТМ на базе СТН-3000-Р реализация САУ ГРС на аналоговой платформе обеспечит бесшовную интеграцию данных систем и реализацию всех преимуществ: «поднятие» на уровень пунктов управления всей необходимой информации, удаленное обслуживание и модернизацию программного обеспечения САУ ГРС и подключенных к ней «интеллектуальных» приборов и систем. С другой стороны, применение САУ ГРС, отличных от контролируемых пунктов телемеханики, приводит к существенным проблемам, технические аспекты которых иллюстрирует рис.9.

Одно из главных составляющих высокой функциональности СЛТМ и САУ на базе СТН-3000/СТН-3000-Р – применение специализированного протокола BSAP¹ для взаимодействия контролируемого пункта телемеханики и САУ с пунктом управления. При поддержке всеми устройствами в системе

¹ Бристольский стандартный асинхронный / синхронный протокол (BSAP) - это протокол промышленной автоматизации, разработанный Bristol Babcock и управляемый Emerson. Это протокол ведущий/ведомый, подходящий как для синхронных высокоскоростных локальных сетей, так и для асинхронных низкоскоростных глобальных сетей.

данного протокола может быть реализована максимальная информационная насыщенность взаимодействия указанных объектов. Если в сеть СТН-3000/СТН-3000-Р включается устройство, не поддерживающее данный протокол, для его интеграции в СОДУ возможна реализация нескольких технических решений.

1) Переход опроса всех устройств на другой протокол, например, Modbus, что однозначно приводит к значительной потере функциональности.

2) Организация для контролируемого пункта и САУ с разными рабочими протоколами разных каналов связи и дополнительного комплекса на уровне пункта управления (Рис., правая часть), что приводит к усложнению системы, снижению надежности и повышению ее стоимости.

3) Использование аппаратных (или программных по возможности) преобразователей протоколов (Рис., левая часть). Решение также усложняет систему, не приводя к существенному росту функциональности – канал связи между конвертером протокола и САУ другого типа остается «узким горлышком» решения. Аналогично предыдущему варианту, снижается надежность системы.

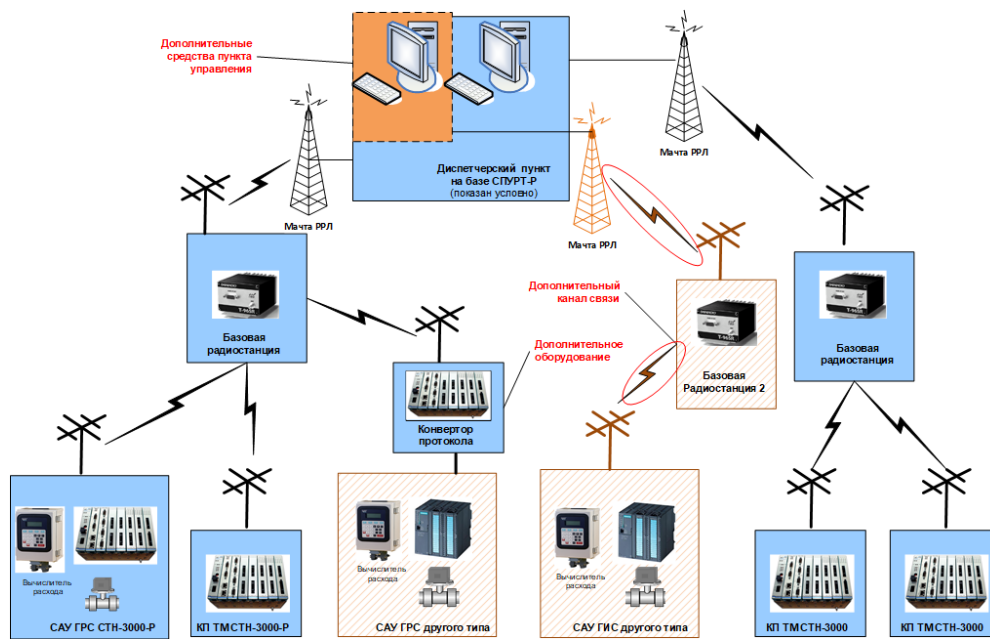


Рис.9. Интеграция в систему телемеханики САУ ГРС другого типа

Одно из главных составляющих высокой функциональности СЛТМ и САУ на базе СТН-3000/СТН-3000-Р – применение специализированного протокола BSAP² для взаимодействия контролируемого пункта телемеханики и САУ с пунктом управления. При поддержке всеми устройствами в системе данного протокола может быть реализована максимальная информационная насыщенность взаимодействия указанных объектов. Если в сеть СТН-3000/СТН-3000-Р включается устройство, не поддерживающее данный протокол, для его интеграции в СОДУ возможна реализация нескольких технических решений.

4) Переход опроса всех устройств на другой протокол, например, Modbus, что однозначно приводит к значительной потере функциональности.

5) Организация для контролируемого пункта и САУ с разными рабочими протоколами разных каналов связи и дополнительного комплекса на уровне пункта управления (Рис., правая часть), что приводит к усложнению системы, снижению надежности и повышению ее стоимости.

6) Использование аппаратных (или программных по возможности) преобразователей протоколов (Рис., левая часть). Решение также усложняет систему, не приводя к существенному росту функциональности – канал связи между конвертером протокола и САУ другого типа остается «узким горлышком» решения. Аналогично предыдущему варианту, снижается надежность системы.

Кроме того, существуют и дополнительные организационные вопросы, возникающие при эксплуатации в рамках одной системы разнородных контролируемых пунктов и САУ, включая:

- необходимость привлечения двух и более организаций для выполнения пусконаладочных работ и дополнительных наладочных работ по отработке стыка;
- необходимость наличия специалистов у эксплуатирующей организации, умеющих работать с двумя различными системами автоматизации и соответствующие дополнительные затраты на обучение и подготовку специалистов;
- необходимость поддержания ЗИП для двух систем вместо одной;

² Бристольский стандартный асинхронный / синхронный протокол (BSAP) - это протокол промышленной автоматизации, разработанный Bristol Babcock и управляемый Emerson. Это протокол ведущий/ведомый, подходящий как для синхронных высокоскоростных локальных сетей, так и для асинхронных низкоскоростных глобальных сетей.

- необходимость привлечения двух организаций для технического обслуживания, сопровождения и модификации для двух систем автоматики вместо одной.

Таким образом, необходимо стремиться к унификации решений и применяемых программно-технических средств в рамках одной системы, которая в большинстве случаев организационно соответствует филиалу газотранспортного предприятия – ЛПУМГ.

ГРС нового поколения

В 2017 г. ПАО «Газпром» сформулировало требования к созданию и автоматизации ГРС нового поколения (ГРС НП) или «интеллектуальные» ГРС. Общая информация по ГРС НП приведена, например, в [2, 3]. Основными отличиями ГРС НП является применение более совершенных технологий отечественного производства, обеспечение энергонезависимости за счет использования в качестве основного или резервного возобновляемого источника энергии (ВИЭ), продолжительный срок службы и увеличенный межремонтный интервал, модульная схема построения, безлюдная или малолюдная эксплуатация и наличие «интеллектуальной» САУ ГРС.

«Интеллектуальная» САУ ГРС обеспечивает более сложные и комплексные алгоритмы контроля, управления и регулирования работой станции, чем используемые ныне в ГРС «предыдущего поколения». Согласно типовым техническим требованиям к автоматической газораспределительной станции нового поколения (АГРС-НП), САУ ГРС должна обеспечить:

- реализацию функций контроля и управления отдельными блоками, узлами и АГРС-НП в целом как при работе в нормальном режиме, так и во внешних ситуациях;
- контроль работы ГРС с оповещением персонала о нештатных ситуациях и выполнением алгоритмов аварийной остановки;
- защиту потребителя от превышения/снижения давления газа на выходе ГРС, регулирование расхода газа с ограничением при превышении лимита газопотребления;
- функционирование на основе алгоритмов, использующих математические модели технологического процесса ГРС;
- расчет режимных параметров математической модели ГРС;
- сравнение расчетных и измеренных режимных параметров;
- анализ величины расхождения значений, динамики изменения параметров;
- сравнение трендов с ранее достигнутыми режимами работы оборудования;
- прогнозирование событий и режимов, оценка рисков и вероятностей наступления нештатных ситуаций;
- формирование информационных сообщений и управляющих воздействий, направленных на предупреждение нештатных ситуаций;
- передачу информации о работе ГРС на локальный пульт контроля и управления, пункт управления системы телемеханики;
- контроль за действиями персонала, работающего с системой, а также предотвращение несанкционированного доступа к системе;



Рис. 10. Демонстрация функциональности учета оборудования по QR-коду в ГРС нового поколения

- высокую надежность и эффективность функционирования системы как при работе в нормальных режимах, так и при нештатных ситуациях за счет диагностики технических средств;
- формирование периодического отчета о работе ГРС по устанавливаемой форме с возможностью выгрузки и сравнения с архивными отчетами;
- расчет показателей наработки оборудования/остаточного ресурса узлов, систем, элементов ГРС; запас одоранта (прогноз по времени),

запас свободного объема емкостей сбора конденсата (прогноз по времени);

- другие функции в соответствии с принятыми проектными решениями.

Одной из главных особенностей является обеспечение дистанционного регулирования объемов подаваемого газа по каждой из выходных ниток ГРС. Функциональность регулирования позволяет дистанционно изменять объемы подаваемого газа потребителю, подстраивая под актуальные объемы режимы работы других узлов и установок ГРС, например, одоризацию.

Новым направлением повышения «интеллектуальности» ГРС является паспортизация оборудования и создание прототипов «цифровых двойников» или «электронных паспортов ГРС» (ЭП ГРС), содержащих информацию о составе оборудования, технических характеристиках, производителях, серийных и индивидуальных номерах элементов ГРС, сведения о проведенных работах по техническому обслуживанию, ремонту и замене оборудования ГРС, наработке элементов, достигнутых режимах работы, в том числе о работе в предельном и аварийном режиме, обнаруженных дефектах. В ЭП должна содержаться в электронном виде заводская документация, входящая в комплект поставки, и исполнительная документация по ГРС.

Для реализации функциональности ЭП все узлы ГРС маркируются QR-кодами. Сменный персонал и другие специалисты оснащаются переносными устройствами, связанными через мобильную сеть с централизованной базой данных. Наводя фотокамеру переносного устройства, специалист получает доступ к соответствующей информации. При необходимости он может внести дополнительную информацию или комментарий, которые становятся доступны всем пользователям системы и соответствующим приложениям. Приложения отслеживают вводимую информацию на предмет выявления нестандартных ситуаций, обеспечивают мониторинг хода устранения неисправностей, решают другие задачи. Практическую реализацию подхода иллюстрирует рис.10.

Отметим, что ПАО «Газпром» (СТО ПАО «Газпром» 4.2-2-002-2009, п.6.5.1) запрещает подключение мобильных устройств (ноутбуков, служебных, мобильных телефонов, карманных персональных компьютеров, коммуникаторов, смартфонов и т.п.) к АСУТП включая, в том числе СОДУ и СЛТМ. Поэтому для реализации представленной функциональности следует выделять отдельные серверы, работающие автономно и не связанные с АСУТП предприятия.

Вычислительные возможности, информационная емкость, гибкость коммуникационных решений СТН-3000-Р обеспечивают создание САУ, соответствующих требованиям к автоматизации ГРС НП. Обеспечение автоматической работы ГРС в безлюдном варианте с дистанционным регулированием подачи газа по заданным уставкам, а также выполнение других требований к ГРС НП является штатным режимом использования СТН-3000-Р. Задачи создания «цифрового двойника» ГРС и расширенного учета и контроля состояния оборудования станции (как показывает опыт создания пилотных систем подобного назначения) решаются в рамках централизованных информационных систем предприятия, то есть вне САУ ГРС на вышестоящем уровне управления. САУ ГРС является одним из важнейших источников данных для указанных технологий. Кроме того, САУ ГРС может получать информацию из «цифрового двойника» - как и во всех аналогичных ситуациях, это вопрос не технических возможностей системы, а реализации политики информационной безопасности.

Заключение

Уже более 20 лет АО «АтлантТрансГазСистема» предлагает комплексные решения по автоматизации ГРС, включающие поставку программно-технических средств, адаптацию программного обеспечения к конкретной ГРС, шеф-монтаж, пусконаладочные работы на объекте и выпуск полного комплекта эксплуатационной документации. Изготовленные компанией и внедренные на различных предприятиях ПАО «Газпром» САУ ГРС на базе комплексов СТН-3000 и СТН-3000-Р надежно эксплуатируются и обеспечивают автоматизацию важнейших вопросов организации газоснабжения потребителей РФ и поставок газа на экспорт.

Функциональность и интеграционные возможности САУ ГРС на базе СТН-3000-Р играют важнейшую роль в реализации современных концепций цифровой трансформации предприятия, включая создания цифровых моделей («двойников») газотранспортной системы и ГРС как ее компонента.

САУ на базе СТН-3000-Р показала свою подготовленность к выполнению задач контроля и управления ГРС НП. Специалисты АО «АТГС» развивают функциональные возможности САУ и реализуют сложные алгоритмы, следуя современным тенденциям развития ГРС и газотранспортных сетей в целом.

Лавров С.А. - заведующий отделом АСУТП АО «АтлантТрансГазСистема»

Конкин Р.Н. - к.т.н., ведущий инженер системного сектора отдела АСУТП

Список литературы

1. Буц В.В., Савенков К.Г., Рошин А.В., Лавров С.А. Современные решения и подходы к телемеханизации объектов линейной части // Газовая промышленность. 2021. Спецвыпуск №2 (№818).
2. Интеллектуальные газораспределительные станции нового поколения // Территория Нефтегаз. 2016. №12. Стр. 30-33.
3. Гистанов Р.Ю., Посмак М.П., Лигачев А.В. Перспективы развития ГРС ПАО «Газпром» // Территория Нефтегаз. 2016. №12. Стр. 34-38.