



Система автоматизированного управления технологическими процессами газосборного пункта станции подземного хранения газа

Денис Андреехин

В данной статье представлена система автоматизированного управления газосборным пунктом станции подземного хранения газа, обеспечивающая надёжную и эффективную работу оборудования по закачке газа в пласт, по поддержанию пластового давления и отбору газа из хранилища.

ВВЕДЕНИЕ

Современные программно-технические средства, обеспечивающие обработку колоссального объёма информации в реальном времени, а также тридцатилетний опыт ООО «Фирма „Калининградгазприборавтоматика“» в области автоматизации нефтегазовой промышленности позволяют создавать автоматизированные системы управления технологическими процессами, которые постепенно вытесняют морально и технически устаревшие системы предыдущих поколений.

Объектом автоматизации, рассматриваемым в данной статье, является газосборный пункт станции подземного хранения газа (ГСП СПХГ), осуществляющий равномерную закачку газа в пласт в летний период, хранение и равномерный отбор газа из пласта в зим-

ний период и обеспечивающий выполнение необходимых гидрогазодинамических исследований скважин (рис. 1).

Система автоматизированного управления технологическими процессами газосборного пункта станции подземного хранения газа (САУ ГСП) предназначена для решения следующих задач:

- улучшения экономических показателей работы ГСП за счёт оптимизации управления пластом и увеличения объёмов хранимого активного газа;
- повышения надёжности и эффективности работы основного и вспомогательного технологического оборудования ГСП;
- обеспечения максимальной безопасности эксплуатации оборудования ГСП;
- повышения эффективности и облегчения работы персонала ГСП путём

предоставления полной информации по ГСП на автоматизированные рабочие места;

- предоставления полной информации по ГСП системе верхнего уровня.

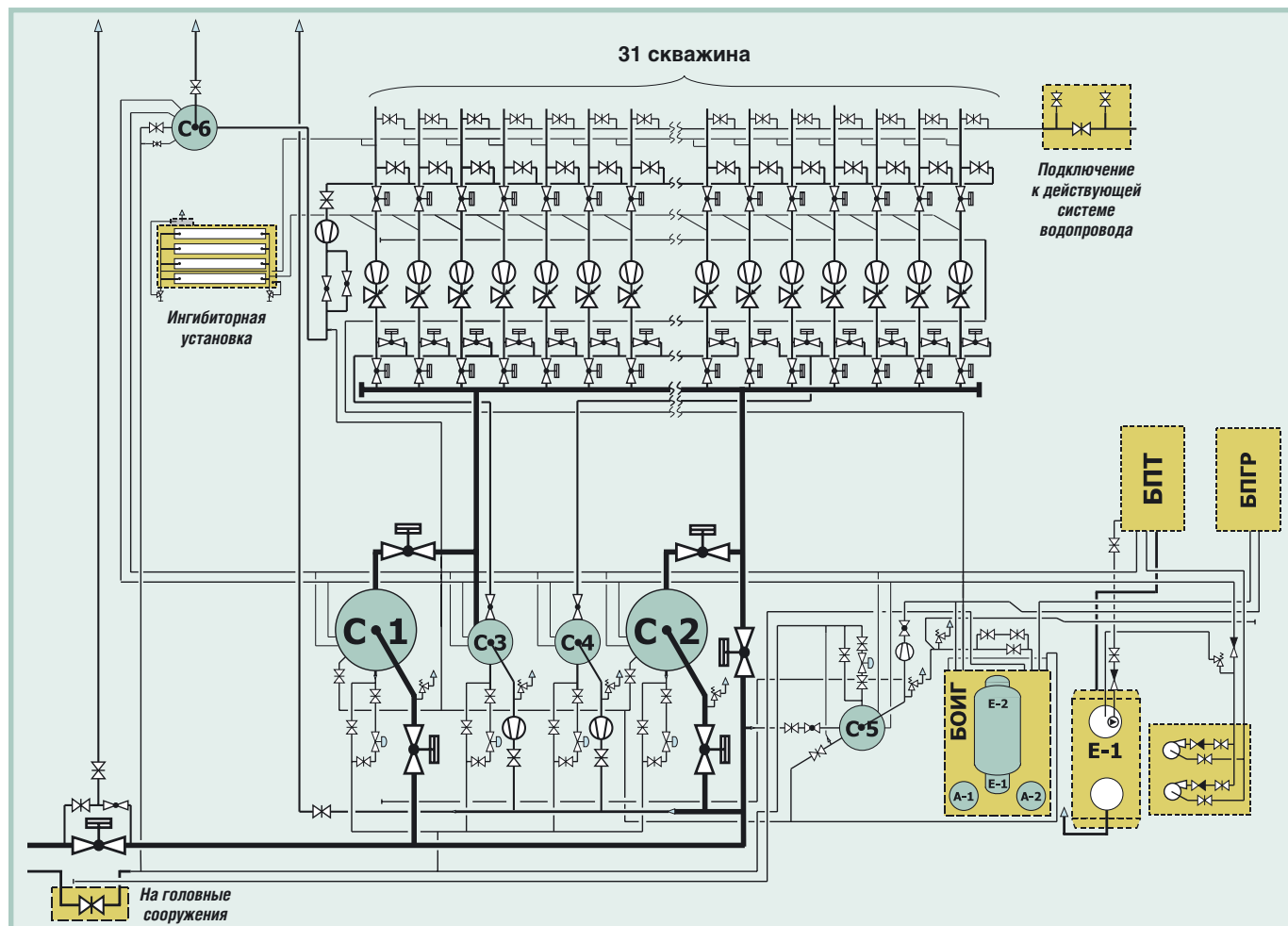
ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

Покажем особенности построения САУ ГСП на примере реально выполненного и внедрённого проекта, который может рассматриваться как типовое и расширяемое решение для большинства аналогичных объектов. В состав рассматриваемого ГСП СПХГ входят (рис. 2):

- установка отключающих устройств (УОУ), предназначенная для
- подключения 31 скважины к промплощадке ГСП при помощи коллектора,



Рис. 1. Газосборный пункт станции подземного хранения газа (Краснодарский край)



Условные обозначения:

- ✕ Кран шаровой с ручным приводом
- ✕ Кран шаровой с пневматическим приводом
- ✕ Задвижка клиновидная с ручным приводом
- ✕ Клапан обратный

- ✕ Результирующее устройство
- ✕ Автоматика сброса конденсата
- ✕ Сужающее устройство (замерная диафрагма)
- ✕ Насос циркуляционный

- ⊙ Насос погружной
- ↑ «Газ на свечу»
- ✕ Вентиль угловой
- ✕ Клапан предохранительный

C1...6 — сепараторы; E-1,2 — ёмкости; A-1,2 — адсорберы; БОИГ — блок осушки импульсного газа; БПР — блок подогрева газа регенерации; БПТ — блок подогрева теплоносителя.

Рис. 2. Технологическая схема ГСП СПХГ

- распределения газа по скважинам при закачке или для сбора газа из скважин при отборе,
- контроля параметров технологического режима работы скважин и отключения скважин от промплощадки при аварийных ситуациях;
- установка первичной сепарации газа (сепараторы C1 и C2), предназначенная для первичной очистки газа от механических примесей и жидкости;
- установка комплексного исследования режима работы скважин (сепаратор C4), предназначенная для измерения расхода и количества жидкости по каждой скважине при проведении исследовательских работ;
- установка подготовки и хранения импульсного газа (блок осушки им-

пульсного газа — БОИГ, блок подогрева газа регенерации — БПР, сепаратор C5), предназначенная для осушки и последующего хранения импульсного газа, используемого для управления запорной арматурой УОУ;

- установка подогрева теплоносителя (блок подогрева теплоносителя — БПТ, ёмкость E-1), предназначенная для подогрева теплоносителя, используемого для обогрева сепараторов на установках первичной сепарации газа и комплексного исследования режима работы скважин.

СТРУКТУРА САУ ГСП

В состав САУ ГСП входят (рис. 3):

- система автоматизированного управления установкой отключающих устройств (САУ УОУ);

- система автоматизированного управления объектами жизнеобеспечения (САУ ОЖ);
- система автоматизированного управления и регулирования (САУ и Р);
- основное и резервное автоматизированные рабочие места (АРМ) оператора.

САУ УОУ предназначена для выполнения следующих функций:

- сбор и обработка информации, поступающей от технологического оборудования в виде дискретных сигналов;
- управление запорной арматурой УОУ и узла подключения ГСП;
- автоматическое формирование команд управления при возникновении аварийных ситуаций в технологическом процессе;
- осуществление аварийного останова ГСП по команде оператора;

- автоматический контроль целостности цепей управления и наличия напряжения питания цепей управления исполнительными механизмами (соленоидами узлов управления);
- контроль отработки команд исполнительными механизмами;
- предоставление информации о невыполнении операций управления по причине неисправности оборудования;
- индикация состояния (положения) исполнительных механизмов;
- автоматическое формирование предупредительной сигнализации;
- предоставление технологической информации на верхний уровень, а также для систем, входящих в состав САУ ГСП;
- контроль исправности технических средств системы с сигнализацией об отказе;
- контроль исправности каналов связи с системами, входящими в САУ ГСП.

САУ ОЖ служит для выполнения следующих функций:

- сбор и обработка информации, поступающей от технологического оборудования в виде дискретных и аналоговых сигналов;
- вычисление расхода технологического газа на сепараторах;
- вычисление объёма воды при сбросе её из сепараторов в узле комплексного исследования режима работы скважин;
- управление клапанами сброса жидкости из сепараторов;
- управление насосами подачи теплоносителя;
- управление подпиточным насосом ёмкости Е-1;
- управление розжигом БПТ и БПГР;
- осуществление аварийного останова БПТ и БПГР по команде оператора;
- индикация состояния (положения) исполнительных механизмов;
- индикация возникновения предупредительных или аварийных ситуаций в технологическом процессе;
- контроль отработки команд исполнительными механизмами;
- предоставление информации о невыполнении операций управления по причине неисправности оборудования;
- отображение значений технологических параметров на алфавитно-цифровом дисплее;
- проверка достоверности аналоговых сигналов, а также предоставление

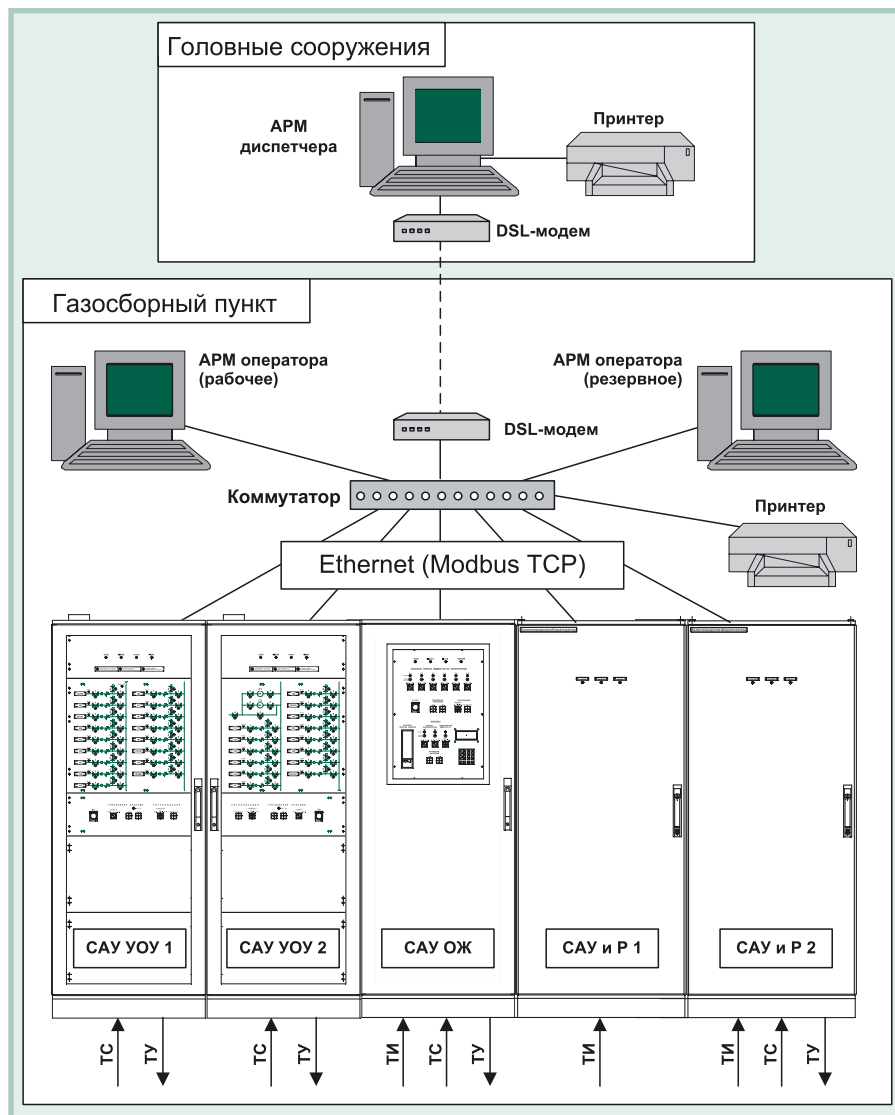


Рис. 3. Структура САУ ГСП

- информации о выходе значений контролируемых параметров за установленные пределы;
- автоматическое формирование предупредительной сигнализации;
- предоставление технологической информации на верхний уровень, а также для систем, входящих в состав САУ ГСП;
- контроль исправности технических средств системы с сигнализацией об отказе;
- контроль исправности каналов связи с системами, входящими в САУ ГСП. САУ и Р реализует следующие функции:
- сбор и обработка информации, поступающей от технологического оборудования в виде дискретных и аналоговых сигналов;
- проверка достоверности аналоговых сигналов, а также предоставление информации о выходе значений контролируемых параметров за установленные пределы;

- вычисление мгновенного, интегрального расхода технологического газа на шлейфах установок отключающих устройств;
- автоматическое регулирование расхода скважины в соответствии с заданными уставками по каждой скважине отдельно (регулирование расхода осуществляется с использованием ПИД-регулятора);
- автоматическое поддержание оптимальной производительности ГСП в целом в соответствии с газопотреблением (регулирование дебита осуществляется с использованием ПИД-регулятора);
- автоматическое управление регулирующими устройствами К.РУ.05.91.10 (далее по тексту – КРУ) в соответствии с газопотреблением;
- автоматизированное управление КРУ путём задания оператором степени открытия;
- контроль отработки команд исполнительными механизмами;



Рис. 4. Шкафы с аппаратурой САУ ГСП



Рис. 5. Контроллер MicroPC установлен в каждом шкафу САУ ГСП

- предоставление информации о невыполнении операций управления по причине неисправности оборудования;
- автоматическое формирование предупредительной сигнализации;
- контроль исправности технических средств системы с сигнализацией об отказе;
- контроль исправности каналов связи с системами, входящими в САУ ГСП;
- предоставление технологической информации на верхний уровень.

Основное и резервное АРМ предназначены для выполнения следующих функций:

- отображение на мониторах мнемосхем ГСП в целом и отдельных узлов технологического оборудования ГСП в виде экранных форм (окон), выполненных по принципу многоуровневого вложения от общего к частному;
- визуализация на мониторах информации от датчиков и сигнализаторов технологического оборудования ГСП в реальном масштабе времени;
- предоставление информации о неисправности шкафов управления САУ ГСП с глубиной до сменного модуля;
- регистрация и архивирование с глубиной ретроспективы до 1 года информации о состоянии запорной арматуры ГСП, состоянии технологического оборудования, аварийных и предаварийных ситуациях, действиях оператора (управление технологическим оборудованием, изменение уставок технологических параметров и т.д.);

- дистанционное управление технологическим оборудованием ГСП;
- ведение статистического учёта характеристик скважины с глубиной ретроспективы до 1 года;
- представление информации на мониторах в форме журнала сообщений и событий, рапортов и трендов для анализа истории хода технологического процесса;

- генерация сменных ведомостей в форме твёрдых копий по запросу сменного инженера;
- контроль исправности каналов связи со шкафами САУ ГСП;
- задание режимов работы САУ ГСП;
- обеспечение механизма регистрации пользователей для защиты от несанкционированного управления технологическим оборудованием ГСП.

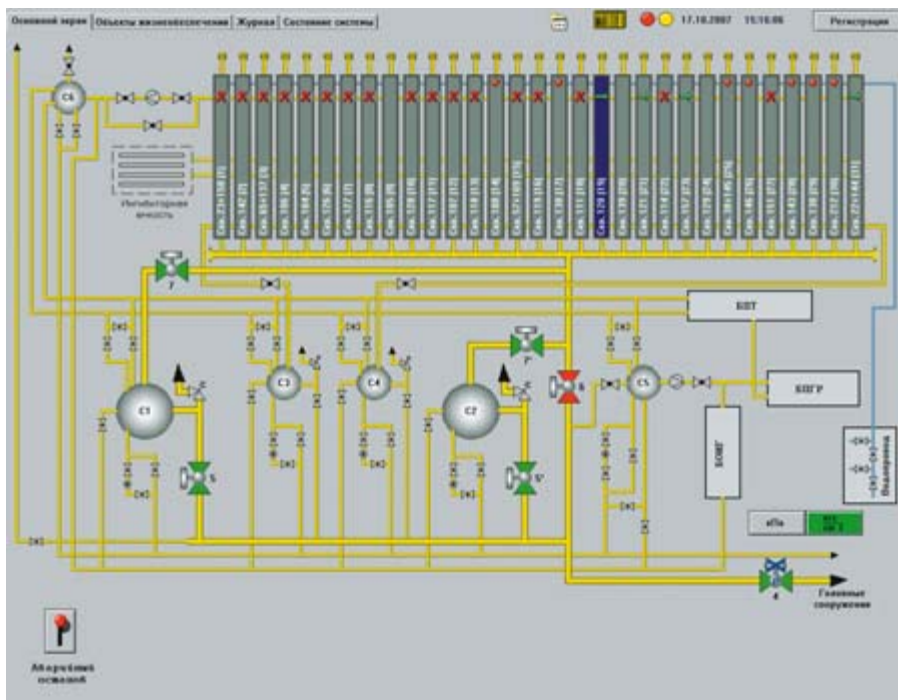


Рис. 6. Экранная форма с общей технологической схемой ГСП

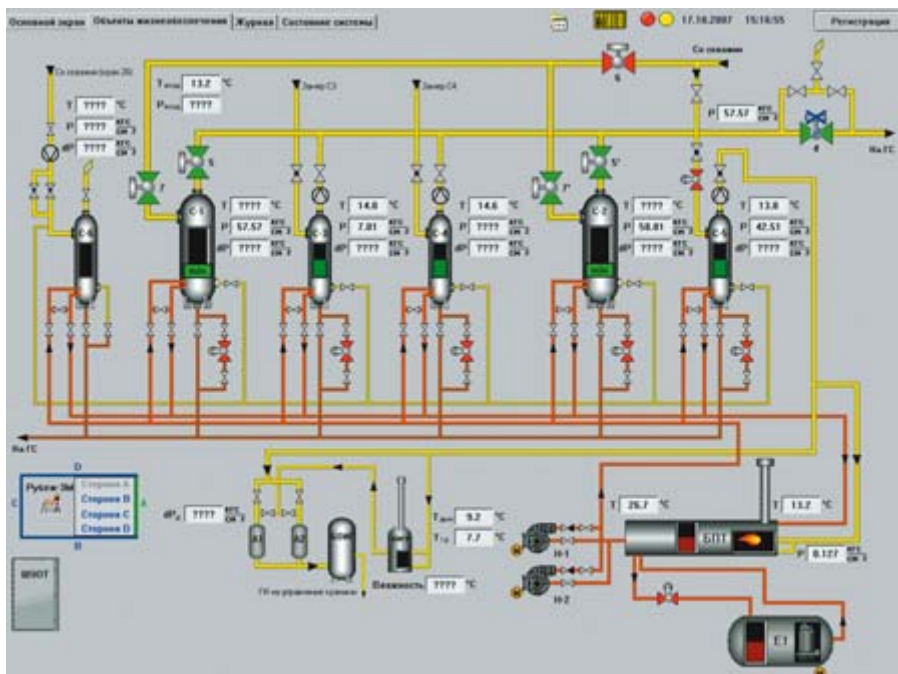


Рис. 7. Окно объектов жизнеобеспечения ГСП

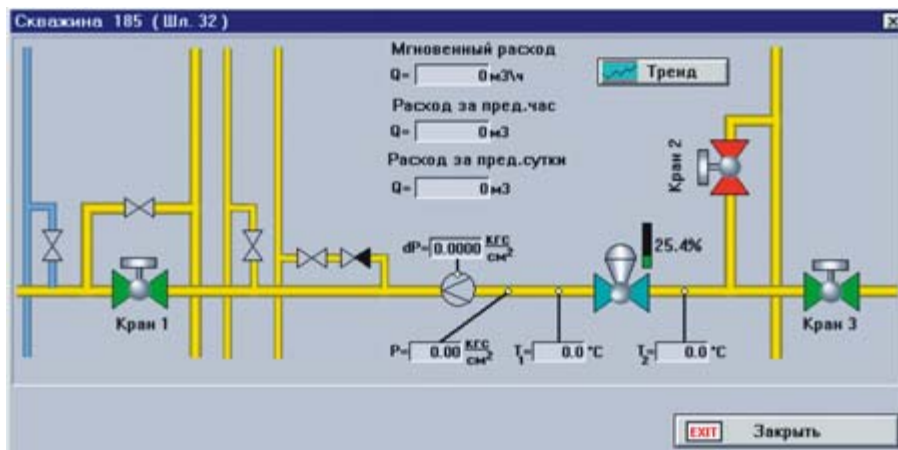


Рис. 8. Окно управления шлейфом ГСП

Все системы, входящие в состав САУ ГСП, осуществляют обмен информацией посредством сети Ethernet и используют протокол обмена Modbus TCP.

САУ ГСП также осуществляет передачу информации по ГСП на АРМ диспетчера, расположенный на головных сооружениях СПХГ.

Аппаратно-программные характеристики САУ ГСП

Аппаратура САУ ГСП размещена в шкафах двустороннего обслуживания производства фирмы Schroff (рис. 4). Шкафы САУ ОЖ и САУ УОУ имеют органы управления и индикации, расположенные на передней панели. В каждом шкафу САУ ГСП установлен контроллер MicroPC (рис. 5), выполненный на базе процессорной платы Fastwel CPU686E, а также плат расширения Octagon Systems 5700 (13-разрядный АЦП/ЦАП) и Fastwel UNIO96-1 (универсальный модуль ввода-вывода), число которых варьируется в зависимости от количества сигналов ввода-вывода.

В качестве системного программного обеспечения (ПО) контроллера Fastwel CPU686E используется операционная система реального времени QNX, которая обеспечивает надёжную и отказоустойчивую работу контроллерного оборудования. При создании прикладного ПО контроллера была использована система разработки ISaGRAF 3.4, позволяющая создавать приложения с использованием языков программирования стандарта IEC 61131-3.

САУ ГСП обеспечивает приём следующих сигналов:

- телеизмерения (ТИ)
 - от преобразователей с электрическим выходным сигналом постоянного тока 4...20 мА (95 сигналов),
 - от термопреобразователей сопротивления медных типа ТСМ-100 (76 сигналов),
 - от датчиков положения потенциометрических (32 сигнала);
- телесигнализации (ТС) от дискретных датчиков сигналов типа «сухой» контакт (240 сигналов).

САУ ГСП формирует сигналы телеуправления (ТУ) исполнительными механизмами, обеспечивающие коммутацию следующих типов электрических цепей:

- напряжения 24 В постоянного тока со значением тока до 2 А (100 сигналов);
- напряжения 220 В переменного тока со значением тока до 2,5 А (240 сигналов);

● напряжения 24 В постоянного тока со значением тока до 30 А (32 сигнала).

Подключение внешних кабелей в шкафах САУ ГСП осуществляется посредством клемм фирмы WAGO, что обеспечивает качественные, надёжные соединения и ускоряет процесс монтажа оборудования как на этапе создания системы, так и на этапе её внедрения.

Гальваническая развязка входных цепей дискретных сигналов осуществляется посредством платы TBI-24/0 (Fastwel), после которой дискретные сигналы поступают на плату ввода-вывода UNIO96-1 и далее в процессорную плату контроллера. Сигналы ТУ, формируемые контроллером, с платы UNIO96-1 через платы TBI-0/24 (Fastwel) поступают в цепи управления исполнительными механизмами.

Преобразование входных аналоговых сигналов (4...20 мА, 0...1500 Ом, сигналы от TCM-100), их гальваническую развязку и нормирование осуществляют модули согласования Analog Devices серии 5В. С выходов этих модулей сигналы поступают на плату аналогового ввода-вывода Octagon Systems 5700 и далее в процессорную плату контроллера. Приведённая погрешность каждого канала не превышает 0,2%.

АРМ ОПЕРАТОРА

АРМ оператора состоит из двух ПЭВМ, одна из которых работает в «горячем» резерве. В состав АРМ также входит сетевой лазерный принтер.

Системное ПО выполнено на основе операционной системы Microsoft Windows XP. Для организации хранения и обработки технологической информации используется Wonderware Industrial SQL Server, что обеспечивает надёжность и безопасность хранения данных, а также позволяет хранить большой объём технологической информации без ущерба быстрдействию АРМ. Прикладное ПО выполнено на базе программного пакета InTouch 9.0.

АРМ оператора представляет информацию по ГСП в виде мнемосхем всего ГСП (рис. 6) или отдельных его объектов и систем (рис. 7 и 8), выполненных по принципу многоуровневого вложения от общего к частному.

Информация от аналоговых датчиков представляется следующими способами:

● отображением на экране АРМ физического значения аналогового параметра;

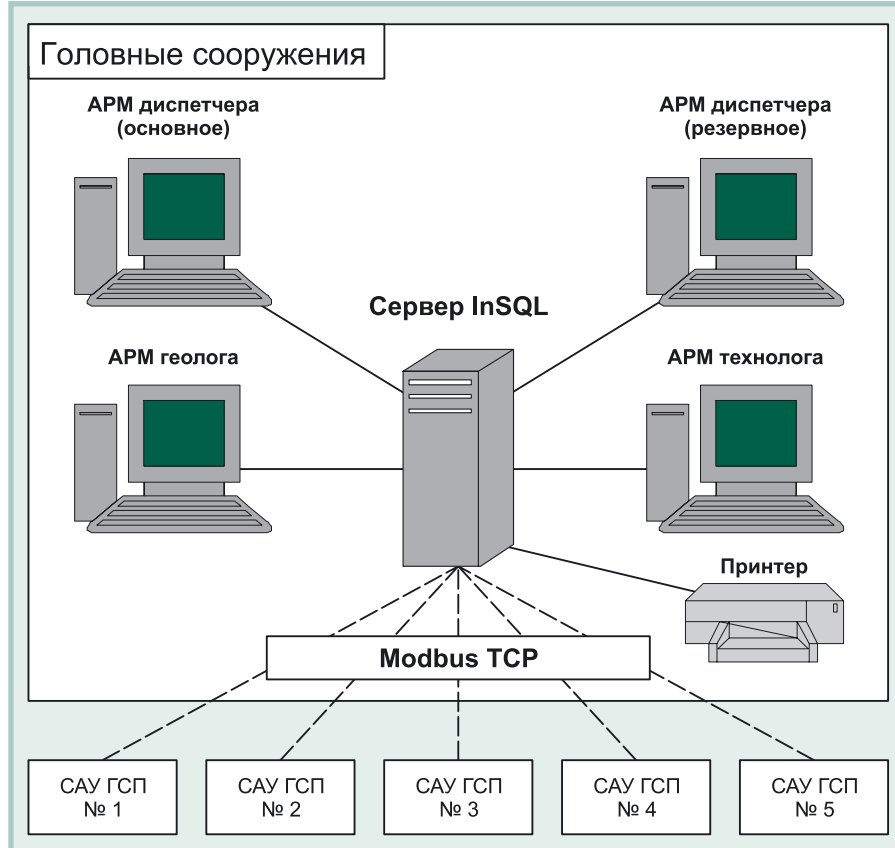


Рис. 9. Структура перспективной интегрированной системы автоматизированного управления технологическими объектами СПХГ

- отображение на АРМ паспорта аналогового параметра, в котором предоставляется полная информация по аналоговому сигналу (уставки, пределы датчика, информация о достоверности датчика, выход за уставки) с возможностью ее изменения;
- отображением на экране АРМ исторического тренда с возможностью выбора временного диапазона или в режиме реального времени;
- генерацией отчётов в виде твёрдых копий по запросу сменного инженера.

Информация, полученная от технологического оборудования в форме дискретных сигналов, отображается на экране АРМ в виде журнала сообщений и событий или графическими средствами (изменение цвета, формы и т.п.), а также представляется путём генерации журналов событий в виде твёрдых копий по запросу сменного инженера.

АРМ оператора позволяет формировать команды управления технологическим оборудованием, а также задавать режимы работы ГСП посредством изменения таблицы газопотребления. Все действия оператора регистрируются в журнале событий. В целях защиты от несанкционированного управления технологическим оборудованием ГСП предусмотрена регистрация пользова-

телей АРМ оператора с разными уровнями доступа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленная в статье САУ ГСП прошла межведомственные приёмочные испытания на одной из СПХГ Краснодарского края и рекомендована к серийному производству и применению на технологических объектах ПХГ ОАО «Газпром».

Модульный принцип построения программно-технических средств этой САУ обеспечивает возможность модернизации и развития САУ ГСП как отдельного объекта или в составе интегрированной системы автоматизированного управления технологическими объектами станции подземного хранения газа.

В будущем при внедрении нескольких САУ ГСП в составе данной СПХГ планируется создание мощной системы диспетчеризации (рис. 9), предназначенной для сбора и обработки информации по всем ГСП СПХГ. Наличие полной технологической информации обеспечит улучшение экономических показателей работы СПХГ за счёт оптимизации управления пластом и увеличения объёмов хранимого активного газа. ●