

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ НА БАЗЕ КОНТРОЛЛЕРОВ ЭМИКОН

А.В. Балашов, зам. начальника отдела автоматизации
Закрытое акционерное общество «ЭМИКОН»

ЗАО «ЭМИКОН» имеет многолетний опыт проектирования и внедрения автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) на объектах АК «Транснефть», АК «Транснефтепродукт», ООО НК «Роснефть» и др. заказчиков.

Основным нашим заказчиком по автоматизации объектов трубопроводного транспорта является АК «Транснефть». По количеству поставленных на сегодняшний день микропроцессорных систем автоматизации нефтеперекачивающих станций, резервуарных парков и перевалочных нефтебаз в системе «Транснефть» мы сохраняем лидирующее положение. Имеются положительные отзывы АО «Черномортранснефть», АО «Приволжскнефтепровод», АО «МН «Дружба», АО «Северные МН» о работе систем автоматики поставки ЗАО «ЭМИКОН».

ЗАО «ЭМИКОН» является одним из трех основных генеральных подрядчиков АК «Транснефтепродукт» по поставке и внедрению микропроцессорных АСУ ТП и систем управления автоматическим пожаротушением.

За период с 1998 г. по 2007 г. внедрено 56 СА, 19 САРД и 80 САП.

АК «ТРАНСНЕФТЬ»

	Системы автоматизации (СА НПС)	Системы автоматического пожаротушения (САП)	Системы автоматического регулирования давления (САРД)
ОАО «Черномортранснефть»	13	21	8
ОАО «Северные МН»	9	9	4
ОАО «Уралсибнефтепровод»	8	8	
ОАО «Сибнефтепровод»	7	17	
ОАО «МН «Дружба»	6	10	1
ОАО «Приволжскнефтепровод»	2	8	2
ООО «Балтнефтепровод»	2	2	

АК «ТРАНСНЕФТЕПРОДУКТ»

	Системы автоматизации (СА НПС)	Системы автоматического пожаротушения (САП)	Системы автоматического регулирования давления (САРД)
ОАО «Юго-Запад Транснефтепродукт»	4		4
ОАО «Мостранснефтепродукт»	2	2	
ОАО «Уралтранснефтепродукт»	2	2	
ОАО «Средневожский Транснефтепродукт»	1	1	

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ (СА) НПС

СА предназначена для автоматизации технологических процессов НПС. Обеспечивает автономное поддержание режимов работы насосных агрегатов, задвижек, вспомогательных систем, а также изменение этих режимов либо автоматически, либо по командам с АРМа оператора-технолога как из местного диспетчерского пункта (МДП), так и из вышестоящего уровня управления - районного диспетчерского пункта (РДП).

СА является многофункциональным, многоканальным изделием. Функции контроля обеспечивают непрерывный мониторинг значений технологических параметров, параметров состояния оборудования и окружающей среды в помещениях. Функции управления предусматривают программный пуск и остановку каждого магистрального и подпорного насосного агрегата, а также дистанционное и автоматическое управление вспомогательными системами, запорной и коммутационной аппаратурой.

Функции защит предполагают отключение магистральных и подпорных насосных агрегатов, закрытие задвижек подключения НПС, отключение вспомогательных систем (маслосистемы, систем вентиляции, насосов откачки утечек и погружного насоса и др.) в зависимости от значений технологических параметров, параметров состояния оборудования и тревожной сигнализации.

Система строится по магистрально-модульному принципу и имеет иерархическую трехуровневую структуру.

К нижнему уровню относятся датчики технологических параметров, исполнительные механизмы, показывающие приборы, устанавливаемые на приборных щитах и отдельно по месту, а также блоки ручного управления (БРУ) с индикацией и необходимыми кнопками управления.

К среднему уровню относятся программно-аппаратные модули ПЛК, обеспечивающие управление основными и вспомогательными подсистемами НПС.

Верхний уровень системы включает в себя АРМ обслуживающего персонала (оператора-технолога, инженера, электрика, пожарного).

Информационная мощность системы (без учета резервных каналов) может быть от нескольких сотен до полутора тысяч каналов.

Надежность разрабатываемой системы обуславливается в большей степени надежностью ее нижнего и среднего уровней.

СА могут быть выполнены с использованием различных сетевых структур (магистральных, кольцевых, радиальных, комбинированных и др.). Передача данных в системах автоматики осуществляется с помощью дублированной кабельной сети. В зависимости от типа связи и удаленности объекта выбирается среда передачи данных (витая пара, коаксиальный кабель, оптоволоконный кабель).

По распределению «интеллекта» СА можно условно разделить на системы с распределенными процессорными устройствами, выполняющими алгоритмы локального управления, и СА с централизованным «интеллектом». В последнем случае в качестве центрального устройства используется высокопроизводительное процессорное устройство (как правило, с резервированием), а остальные более простые и дешевые процессорные устройства выполняют роль концентраторов данных. К ним подключаются модули удаленного ввода/вывода.

В качестве центрального контроллера СА, поставляемых ЗАО «ЭМИКОН», используются различные процессорные модули: CPU-03, CPU-17, CPU-20, в качестве концентраторов – модули CPU-17, а в качестве устройств удаленного ввода/вывода – модули семейства DCS-2000 (все модули производства ЗАО «ЭМИКОН»).

Примером реализации такой структуры может служить система автоматизации НПС «Самара-1», структурная схема которой приведена на рис. 1.

Аналогичные системы действуют более чем на тридцати НПС на объектах АК "Транснефть".

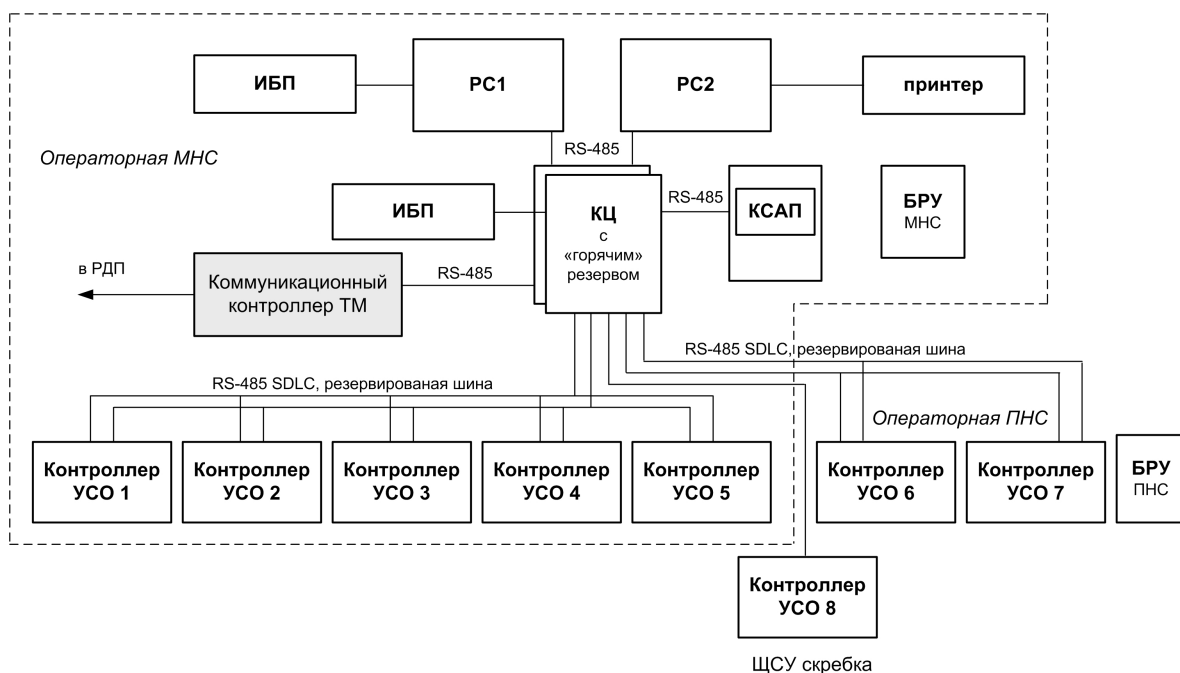


Рис. 1. Структурная схема СА НПС «Самара-1».

В состав среднего уровня здесь входят ПЛК серии ЭК-2000:

- контроллер центральный (КЦ), реализующий алгоритмы СА и выполняющий функции противоаварийных автоматических общестанционных защит. ПЛК построен по схеме горячего резервирования, которая резко снижает вероятность потери управления из-за сбоев процессора и обеспечивает повышенную надежность работы путем избыточного резервирования. Два однотипных процессорных модуля ПЛК монтируются на отдельных монтажных панелях (корзинах) и имеют одинаковое программное обеспечение и набор аппаратных средств для сетевого обмена. Один из ПЛК работает как основной, при этом второй работает в режиме «горячего» резерва. Основной контроллер выполняет программу управления удаленным вводом/выводом, обеспечивая управление объектом, а также обновляет оперативные данные резервного контроллера в каждом полном цикле выполнения программы (скане), при этом резервный контроллер готов взять на себя управление системой в течение следующего скана после отказа основного ПЛК. Типичное время выполнения программы для систем с горячим резервированием ~ 250 мс;
- контроллеры УСО:
 - 1-4 - контроллеры магистральных насосных агрегатов (4 шт.) - в операторной магистральной насосной станции (МНС);
 - 5 - контроллер вспомогательных систем МНС;
 - 6,7 - контроллеры подпорных насосных агрегатов и вспомогательных систем подпорной насосной станции (ПНС) (2 шт.) - в операторной ПНС;
 - 8 - контроллер узла пропуска скребка.

Контроллеры и PC объединены в ЛВС (полевая шина SDLC).

ПО КЦ и контроллеров УСО выполнено на языке программирования CONT с использованием интегрированной среды разработки ПО Cont-Designer.

ПО реализует алгоритмы:

- обработки первичной информации;

- управления и контроля магистральных насосных агрегатов, вспомогательных систем и запорной арматуры НПС;
- контроля технологических параметров, параметров окружающей среды и защиты НПС;
- подготовки и передачи информации о состоянии технологических объектов управления на верхний уровень (на рабочие станции операторной и в РДП);
- обработки команд управления с верхнего уровня;
- обмена информацией с РДП и связи с линейной ТМ.

Верхний уровень СА НПС обеспечивает:

- отображение информации (рис. 2) на экранах мониторов ПК (видеокадры, табличные формы, графики) для выполнения технологического мониторинга ТП;
- формирование журнала аварийных и технологических сообщений;
- формирование и печать отчетных документов;
- оперативное управление ТП;
- архивацию событий нижнего уровня и действий оператора.

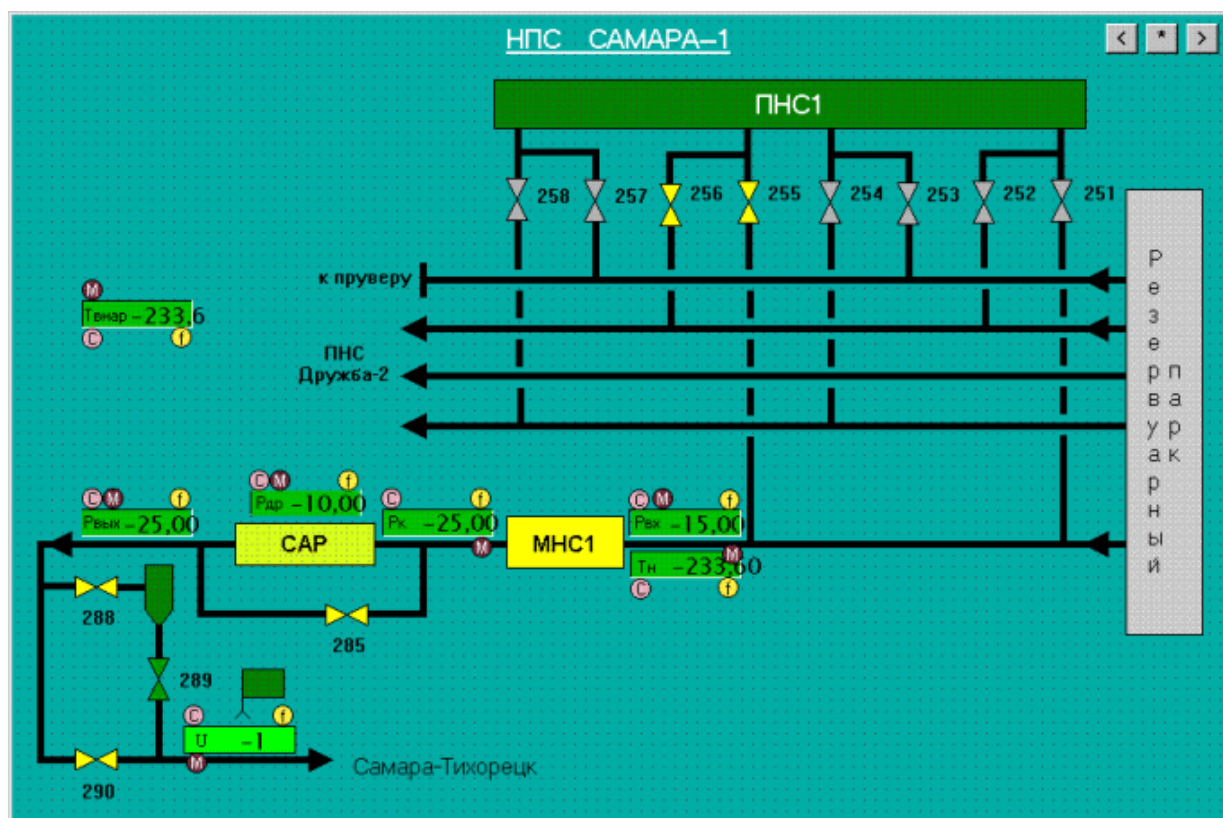


Рис. 2.

Программное обеспечение верхнего уровня функционирует в среде Windows 2000 или Windows XP, в качестве среды разработки интерфейса «Человек-Машина» специалистами ЗАО «ЭМИКОН» используется программный пакет (SCADA) iFIX фирмы Intellution (на объектах АК «Транснефть») или Genesis 32 фирмы Iconics (на объектах АК «Транснефтепродукт»).

По требованию заказчика в качестве центрального контроллера СА, а также контроллеров удаленного ввода/вывода, в наших разработках были использованы процессорные модули MODICON фирмы «Шнайдер Электрик» и др. ЗАО «ЭМИКОН» разработало и внедрило целый ряд таких систем (СА НПС «Тажная», СА НПС «Печора»,

СА НПС «Крымская-1», СА НПС «Псечупская» в АК «Транснефть» и СА ЛПДС «Субханкулово», СА ГПС «Альметьевск» в АК «Транснефтепродукт»). При этом контроллеры «ЭМИКОН» интегрировались в данные системы в качестве контроллеров удаленного ввода/вывода. В составе контроллеров были реализованы дополнительные функциональные блоки, такие как встроенные барьеры искробезопасности, блоки питания датчиков и др. В зависимости от конкретной задачи контроллеры ввода/вывода реализовывали как простейшие алгоритмы нормализации и фильтрации входных сигналов, так и алгоритмы локальных систем (САРД, КАЗ). Это позволило создавать более гибкие и максимально адаптированные под поставленные задачи системы.

Среди функций, выполняемых системами автоматизации нефтеперекачивающих станций (НПС), основную часть занимают именно функции противоаварийных защит как агрегатных, так и общестанционных. Поэтому эти функции здесь совмещены с другими задачами автоматизации (автоматическое регулирование давления в трубопроводе, управление режимами перекачки, управление вспомогательными системами, обеспечивающими работу основных агрегатов и др.) и возложены на основной контур СА. В случае отказа основного контура аварийного отключения предусмотрен БРУ (блок ручного управления). Однако в некоторых случаях для этих целей мы использовали КАЗ (контроллер аварийных защит). Преимуществом применения КАЗ по сравнению с БРАО (БРУ) является возможность надежного автоматического выполнения «мягких» защитных отключений по алгоритму, использование его для тестирования работоспособности основного контура контроля и управления, заставляет искать приемлемые по стоимости решения в пользу КАЗ.

Требования к надежности и быстродействию КАЗ для СА объектов магистральных нефтепроводов менее жесткие, чем требования к контроллерам противоаварийных защит объектов нефтехимии и нефтепереработки, поскольку КАЗ в данном случае образует контур функционального резерва основного контура СА в части выполнения автоматических противоаварийных защит. В основной контур СА включаются контроллер центральный (КЦ), выполняющий все алгоритмы работы СА (в том числе алгоритмы противоаварийных защит), и связанные с ним по сети контроллеры УСО. Дублирование или функциональное резервирование датчиковой аппаратуры и «горячее» резервирование КЦ и полевой шины, закладываемое в основной контур СА на основании нормативных требований, уже обеспечивают высокую структурную надежность выполнения защит. Поэтому применение в качестве КАЗ специализированного сверхнадежного контроллера не требуется. Основной принцип повышения надёжности при использовании функционального резервирования заключается, как известно, в применении альтернативных технических средств и независимого от КЦ программного обеспечения.

ЗАО «ЭМИКОН» разработал и внедрил в АК «Транснефтепродукт» ряд систем автоматизации перекачивающих станций с использованием КАЗ распределенной структуры (СА ППС-1, ППС-2 «Стальной Конь», СА ППС «Становая», «8Н», СА ЛПДС «Субханкулово» и др.). Положительный опыт применения КАЗ в этих системах показывает целесообразность применения аналогичных технических решений и в СА НПС системы АК «Транснефть».

Пример структурной схемы СА НПС с использованием КАЗ показан на рис. 3.

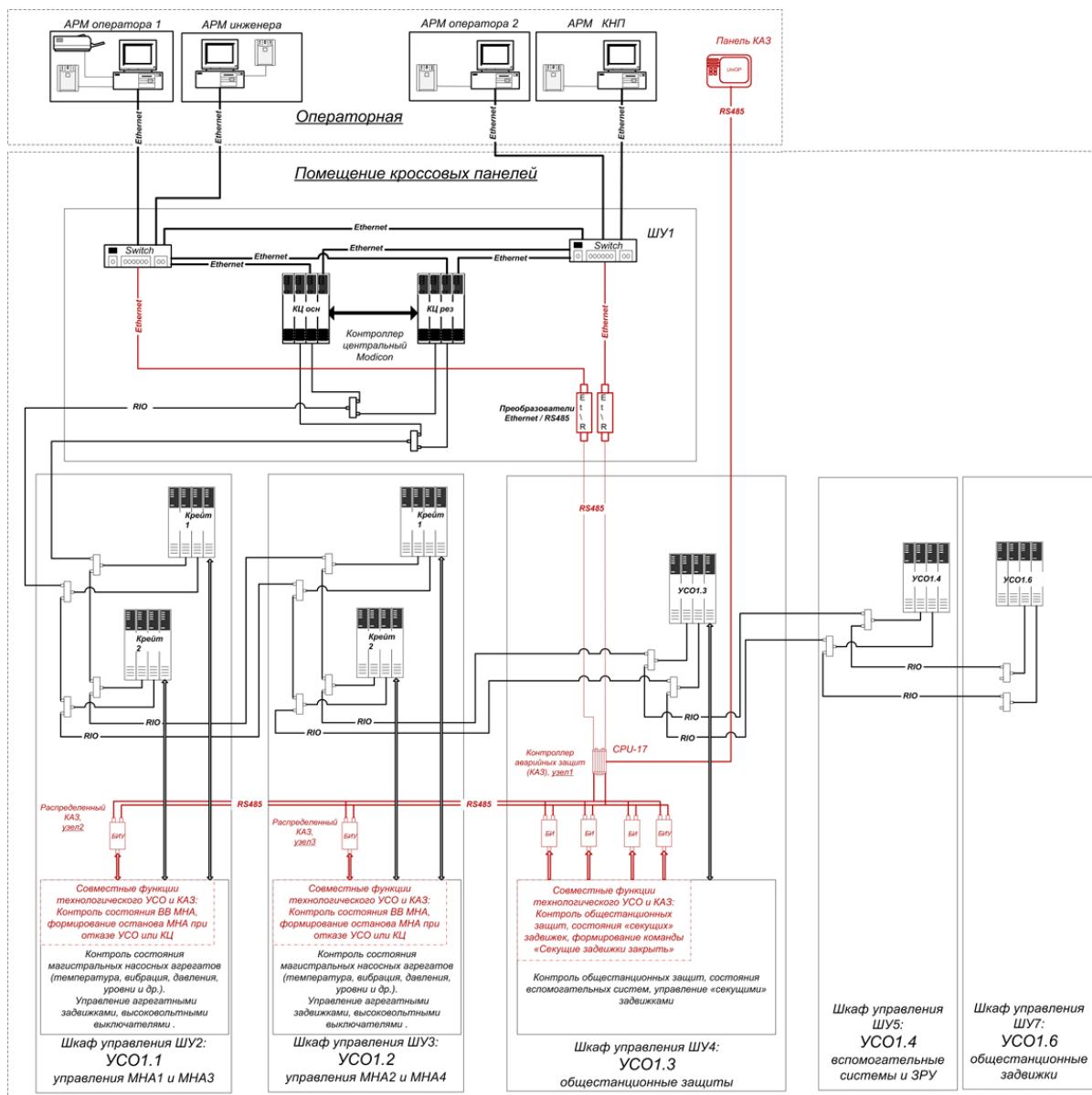


Рис. 3. Структурная схема СА промежуточной НПС с использованием КАЗ.

Основной контур СА (в данном случае – типовой промежуточной НПС без резервуарного парка) выполнен с использованием принятых в АК «Транснефть» и «Транснефтепродукт» в качестве базовых контроллеров MODICON фирмы «Шнайдер Электрик». Его состав соответствует принятым в АК «Транснефть» типовым проектным решениям автоматизации НПС.

КАЗ выполнен на базе малоканальных интеллектуальных модулей серии DCS-2000, связанных между собой по интерфейсу RS-485 (экранированная витая пара, протокол Modbus RTU, скорость передачи данных до 115,2 Кбит/с). Модули с объектовыми клеммниками образуют функциональные блоки – блоки измерения (БИ) с модулями ввода аналоговых и дискретных входных сигналов и блоки измерения и управления (БИУ), включающие модули входных аналоговых и дискретных сигналов и модули выходных дискретных сигналов. Блоки БИ и БИУ устанавливаются на DIN-рейку в шкафу управления. Это дает возможность рационального построения КАЗ распределенной структуры, когда модули УСО устанавливаются вблизи оборудования полевого уровня в шкафах контроллеров основного контура СА. Это позволяет сократить кабельные соединения и повысить помехозащищенность контура.

КАЗ распределенной структуры, показанный на рис. 3, включает в себя следующие узлы:

- узел 1: центральный процессорный модуль CPU-17, блоки измерительные (БИ), блоки измерения и управления (БИУ), принимающие сигналы о параметрах, по аварийным значениям которых выполняются общестанционные защитные отключения, принимающие сигналы состояния «секущих» задвижек станции и выдающие команды «Секущие задвижки закрыть»; устанавливается в шкафу контроллера УСО 1.3 общестанционных защит;
- узел 2: блок измерения и управления (БИУ), принимающий сигналы состояния ВВ магистральных насосных агрегатов МНА1 и МНА3 и выдающий команды «МНА1 (3) отключить»; устанавливается в шкафу контроллера управления и защит агрегатов МНА1 и МНА3;
- узел 3: блок измерения и управления (БИУ), принимающий сигналы состояния ВВ магистральных насосных агрегатов МНА2 и МНА4 и выдающий команды «МНА2 (4) отключить»; устанавливается в шкафу контроллера управления и защит агрегатов МНА 2 и МНА4;
- графическая операторская панель (UniOP ВКДР 16), устанавливаемая в операторной НПС.

Сигналы о параметрах, по аварийным значениям которых выполняются защитные отключения, заводятся как на контроллеры УСО основного контура, так и на КАЗ с одних и тех же дублированных датчиков (по схеме «токовая петля») или функционально резервированных датчиков.

С центральным контроллером СА КАЗ связан через преобразователь интерфейса Modbus/Ethernet для выполнения контроля работоспособности КЦ. При обнаружении останова вычислительного процесса в КЦ выполняются защитное отключение НПС. Только эта дополнительная по сравнению с БРУАЗ функция делает его применение предпочтительным. Кроме того, применение КАЗ существенно снижает «человеческий фактор» при выполнении противоаварийных защит, повышая надежность их выполнения до уровня, требуемого для перехода к «безлюдной» технологии эксплуатации НПС.

Как было сказано выше, использование в СА промышленных сетей со сложной топологией, с использованием методов повышения помехоустойчивости сети (автоарбитраж, контроль ошибок, диагностика каналов связи и пр.), а также модульного построения позволяет строить СА как распределенные, на основе единого центрального процессора и системы удаленных УСО (децентрализованный принцип построения ввода-вывода), так и объединяя в составе комплексной системы АСУТП несколько автономных СА. Примерами автономных систем могут быть системы автоматического регулирования (САР) давления, а также системы автоматического пожаротушения (САП).

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДАВЛЕНИЯ (САРД)

ЗАО «ЭМИКОН» разработало и внедрило в эксплуатацию более 19 САРД на базе контроллеров «ЭМИКОН».

Микропроцессорная система автоматического регулирования давления (в дальнейшем - САРД) является программно-техническим комплексом автоматического регулирования, построенным с использованием программируемого логического контроллера САРД (далее по тексту КСАРД) на базе контроллера серии ЭК-2000 или DCS-2000.

САРД предназначена для функционирования в составе системы автоматизации нефтеперекачивающих станций (НПС) или нефтепродуктоперекачивающей станции (ППС) и выполняет следующие функции:

- автоматическое ПИД-регулирование давления на приеме и выходе станции или регулирование в ручном режиме путем управления положением регулирующих органов (заслонок, клапанов и т.п.);
- поддержание давления нефти на приеме НПС не менее уставочного значения с целью обеспечения кавитационного запаса насосных агрегатов и одновременно максимально возможного расхода нефти по трубопроводу;
- поддержание давления нефти на выходе НПС не более уставочного значения для обеспечения сохранности трубопровода и/или требований режима перекачки с одновременным получением при этом максимально возможного расхода нефти по трубопроводу;
- снижение нагрузки на электродвигатели насосных агрегатов при пусках;

Скорость обмена информацией по сети (интерфейс RS-485) может достигать 576000 бит/с.

В состав САРД входят:

- программируемый логический контроллер КСАРД;
- блок ручного дистанционного управления положением регулирующего органа (БРУ);
- преобразователь частоты общепромышленного применения;
- электропривод регулирующих заслонок (как правило, асинхронный с червячным редуктором);
- датчики избыточного давления на входе, выходе и в коллекторе станции;
- электронный регистратор.

Предусматривается пять режимов работы (управления) системы:

- автоматический по давлению (основной режим управления, при котором автоматически поддерживается давление нефти на приеме НПС не ниже и на выходе НПС не выше уставочного значения, а, также, осуществляется упреждающее регулирование при пусках насосных агрегатов с целью снижения нагрузки на электродвигатели насосных агрегатов);
- автоматический по дросселированию (дополнительный режим управления, при котором автоматически поддерживается перепад давления нефти на регулирующей арматуре равный уставочному значению);
- автоматический по позиционированию (дополнительный режим управления, при котором производится автоматическая установка регулирующей арматуры в заданное положение);
- кнопочный (дополнительный режим управления, при котором управление регулирующей арматурой производится вручную оператором с ПРС);
- ремонтный (дополнительный режим управления, при котором управление регулирующей арматурой блокируется).

Система может быть интегрирована с другими системами автоматического управления НПС и системами телемеханики, как на аппаратном уровне, так и по стандартным протоколам связи Modbus RTU.

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ (САП)

Начиная с 1998 г., на базе контроллеров ЭМИКОН внедрено более 80 микропроцессорных систем автоматического пожаротушения (САП).

В процессе проведения сертификационных испытаний наших контроллеров как приборов приемно-контрольных и приборов управления пожарных, в процессе разработки и общения с другими проектировщиками САП, при проведении приемо-сдаточных испытаний мы приобрели огромный опыт создания САП как для объектов АК «Транснефть» и АК «Транснефтепродукт», так и для других заказчиков.

Программно технические комплексы (ПТК) на базе контроллеров КСАП-01 и КСАП-02 широко применяются для построения САП на объектах трубопроводного транспорта (головных и промежуточных нефтеперекачивающих и нефтепродуктоперекачивающих станций, резервуарных парков, нефтебаз и нефтеналивных комплексов), а также других объектах нефтегазового комплекса.

ПТК САП позволяют в полном объеме обеспечить выполнение требований НПБ 88-2001.

Типичным случаем внедрения САП на базе контроллеров ЭМИКОН является САП такого большого объекта, как перевалочная нефтебаза (ПНБ) «Грушовая» (ОАО «Черномортранснефть»).

Система автоматического пожаротушения ПНБ «Грушовая» предназначена для обнаружения очагов возгорания, оповещения людей о пожаре и тушения пожара, а также защиты технологического оборудования и сооружений. Объектами пожаротушения перевалочной нефтебазы «Грушовая» являются:

- основной резервуарный парк, состоящий из десяти резервуаров РВСПК 50000 м³;
- насосная станция внутрипарковой перекачки;
- дополнительный резервуарный парк, включающий четыре РВСПК 50000 м³;
- насосная станция для мазута и тяжелой нефти.

Кроме того, средствами пожарной сигнализации (обнаружения и оповещения) оснащаются:

- операторная ПНБ «Грушовая»;
- помещения комплектной трансформаторной подстанции (КТП), распределительного устройства (РУ) и щита станции управления (ЩСУ);
- кабельные каналы;
- операторная ж/д эстакад;
- 3 сливо-наливные ж/д эстакады;
- площадка насосов легкой нефти;
- закрытая и открытая насосные слива дизельного топлива.

Для характеристики объемов автоматизации САП ПНБ «Грушовая» можно назвать общее количество входных и выходных сигналов контроллеров:

1. входных сигналов контроля технологических параметров работы системы пожаротушения - 243;
2. входных и выходных сигналов контроля и управления исполнительными механизмами (насосами, задвижками) - 848;
3. выходных дискретных сигналов (управления световыми и звуковыми оповещателями и т.д.) - 171.

Пожарные задвижки имеют интеллектуальный привод; контроль и управление ими осуществляется по интерфейсу. Количество интерфейсных входных сигналов (с пожарных извещателей и задвижек) - 480.

Ядром системы является контроллер центральный КСАП-01 КЦ с расширенным числом интерфейсных каналов, выполненный по схеме с «горячим» резервом. В САП используется 22 контроллера УСО КСАП-01 и КСАП-02, установленных в 19 шкафах управления пожарных. Большое количество контроллеров УСО, а также помещений, в которых они установлены, большие расстояния между этими помещениями обусловили построение информационной сети САП с использованием волоконно-оптических линий связи (ВОЛС).

Комплексная система автоматизации пожаротушения ПНБ «Грушовая» показана на рис. 4.

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ПОЖАРОТУШЕНИЯ ПНБ «ГРУШОВАЯ»

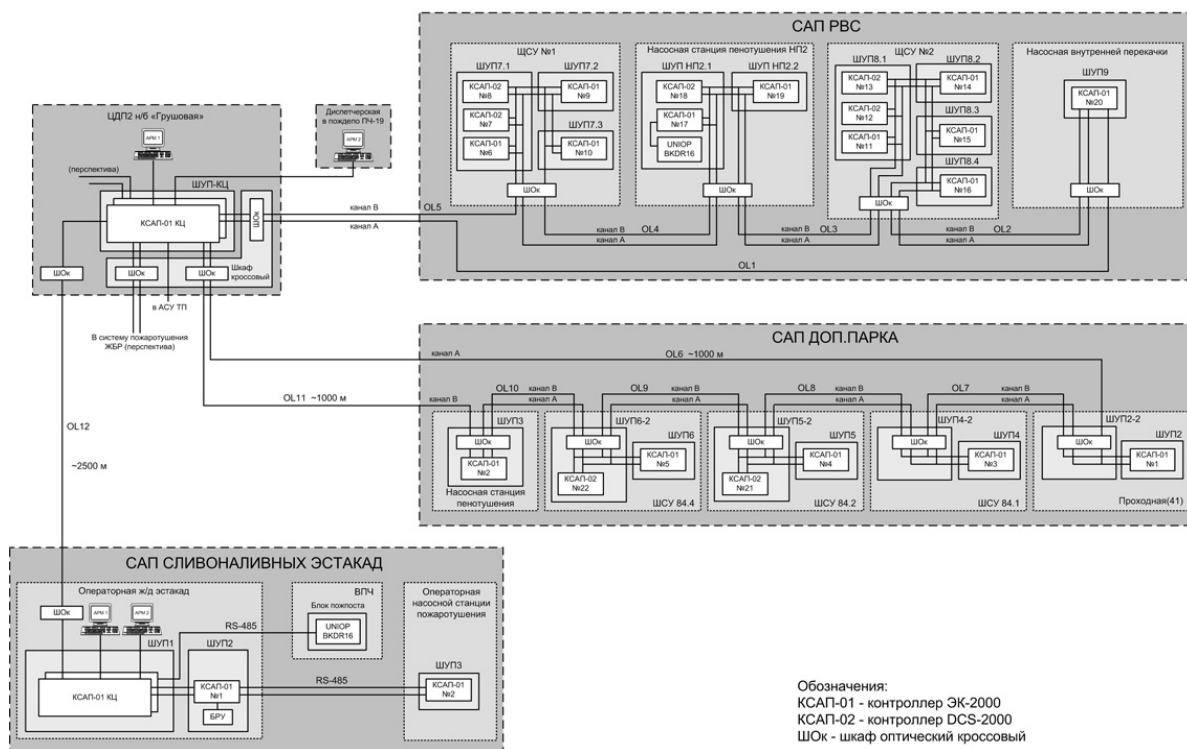


Рис. 4.

Контроллеры КСАП-02 используются в основном для приема сигналов от двухдиапазонных (ИК-УФ) извещателей пожарных пламени ИПЭС (поставщик - ЗАО «Электронстандартприбор»), примененных для сигнализации пожара. Извещатели имеют дискретные, аналоговые (токовые) и интерфейсный выходные сигналы. В данном случае используются интерфейсные сигналы (две шины по 5 ИПЭС в каждой).

В системе используются задвижки с интеллектуальным приводом двух типов - БУР и ПБЭ 7М1 (поставщик - Томская электронная компания). Данные типы привода позволяют осуществлять контроль и управление задвижками, как физическими дискретными сигналами, так и по интерфейсу. В САП заложена возможность использования каждого из вариантов. Для преобразования реализованного в интеллектуальном приводе протокола CANbus в Modbus RTU используется стандартный преобразователь МКС-07.

САП эксплуатируется с мая 2005 г.

Накопленный за предыдущие годы опыт поставки и внедрения САП различных объектов, наличие всех необходимых лицензий и сертификатов надзорных органов России позволяет нам предлагать свои услуги по поставке комплексов программно-технических средств САП на базе контроллеров «ЭМИКОН» для всех отраслей промышленности.

Список литературы:

1. А.А. Алексеев, М.А. Алексеев. Система автоматизации НПС "Самара-1" на базе контроллеров ЭК-2000 // Промышленные АСУ и контроллеры. 2001. № 5.
2. А.А. Алексеев, В.А. Алексеев, А.И. Морозов. Об использовании контроллеров противоаварийных защит в системах автоматизации объектов магистральных трубопроводов // Промышленные АСУ и контроллеры. 2007. № 6.
3. А.А. Алексеев, В.А. Алексеев, М.А. Алексеев, Е.А. Трофимов. Система автоматического пожаротушения нефтебазы «Грушовая» на базе контроллеров производства компании ЭМИКОН (КСАП-01, КСАП-02) // Автоматизация в промышленности. 2006. № 6.