

Комплекс программно-технических средств контроля и управления ТП объектов ядерно-топливного цикла Ангарского электролизного химического комбината

А.П. Чепелянский, О.И. Левченко (АЭХК), А.А. Алексеев (ЗАО "ЭМИКОН")

Представлено описание комплекса программно-технических средств (ПТС) "Фобос", разработанного для автоматизации Ангарского электролизного химического комбината (АЭХК) на основе промышленных ПЛК фирмы ЭМИКОН. Приведен пример применения комплекса при автоматизации системы контроля и управления конденсационно-испарительными установками (КИУ) разделительного завода АЭХК.

АЭХК – одно из крупнейших предприятий атомной отрасли. Основными производствами комбината являются объекты ядерно-топливного цикла (ОЯТЦ) (разделительный и сублиматный заводы), а продукцией – природный и обогащенный гексафторид урана, фтор, безводный фтористый водород. Основные специфические требования и условия, которые необходимо учитывать при разработке, проектировании и модернизации систем контроля и управления ТП ОЯТЦ:

1) обеспечение требований действующих РД и НТД на проектирование систем контроля, управления и аварийной защиты ОЯТЦ;

2) большое число аварийных защит (АЗ) и блокировок по значениям технологических параметров и состоянию оборудования, повышенные требования к

функциональной надежности, точности и быстродействию аппаратных и программных средств при формировании и обработке АЗ;

3) обеспечение функциональной надежности и живучести программно-технических средств (ПТС) во всех режимах эксплуатации в целях исключения потери функций контроля и управления технологическим объектом;

4) полное или частичное дублирование и резервирование наиболее ответственных элементов оборудования;

5) большое число распределенных локальных единиц технологического оборудования (секции, узлы, установки), насыщенных исполнительными механизмами (ИМ), датчиками технологического контроля (ТК) и аварийной защиты (АЗ);

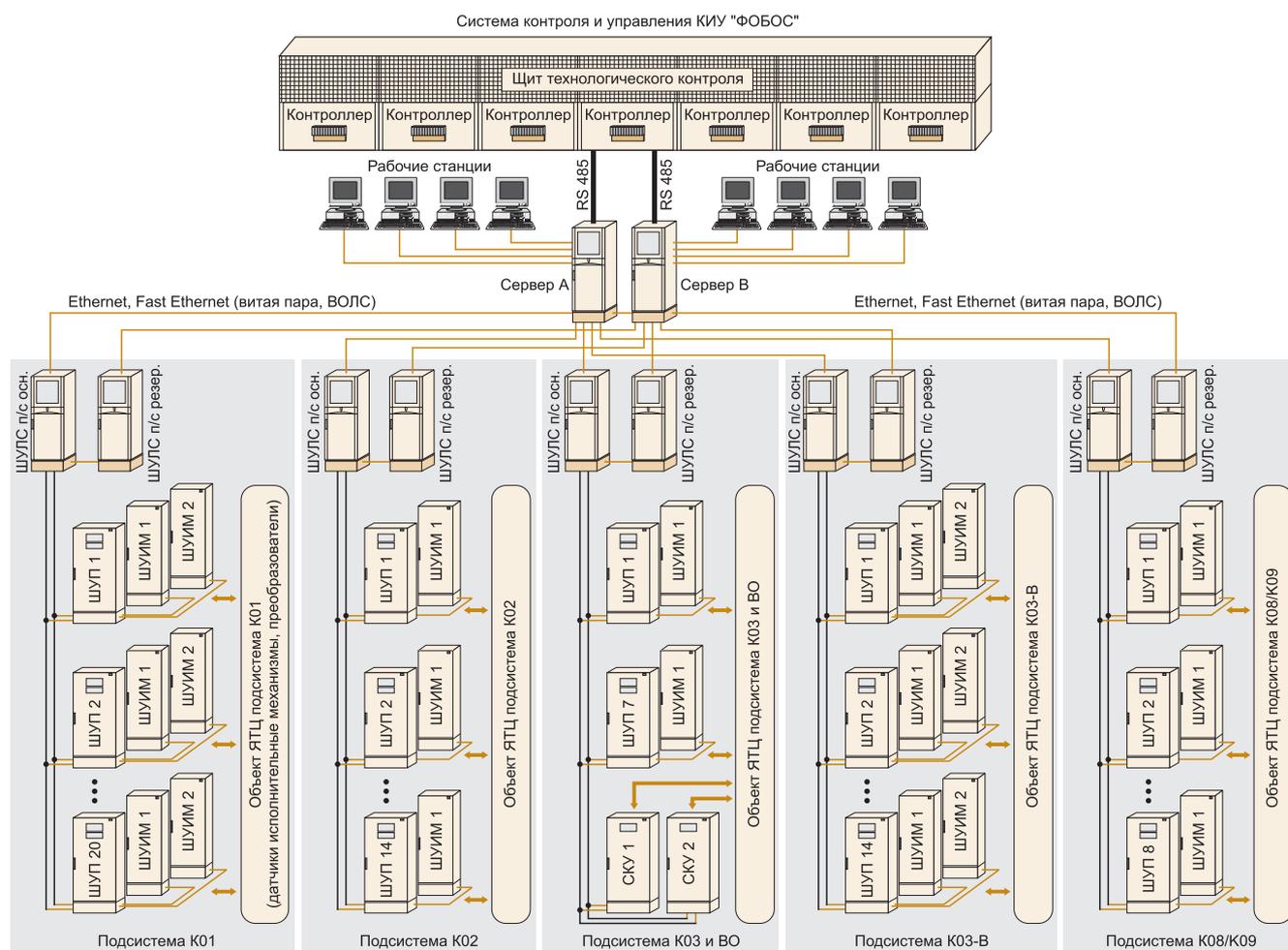


Рис. 1

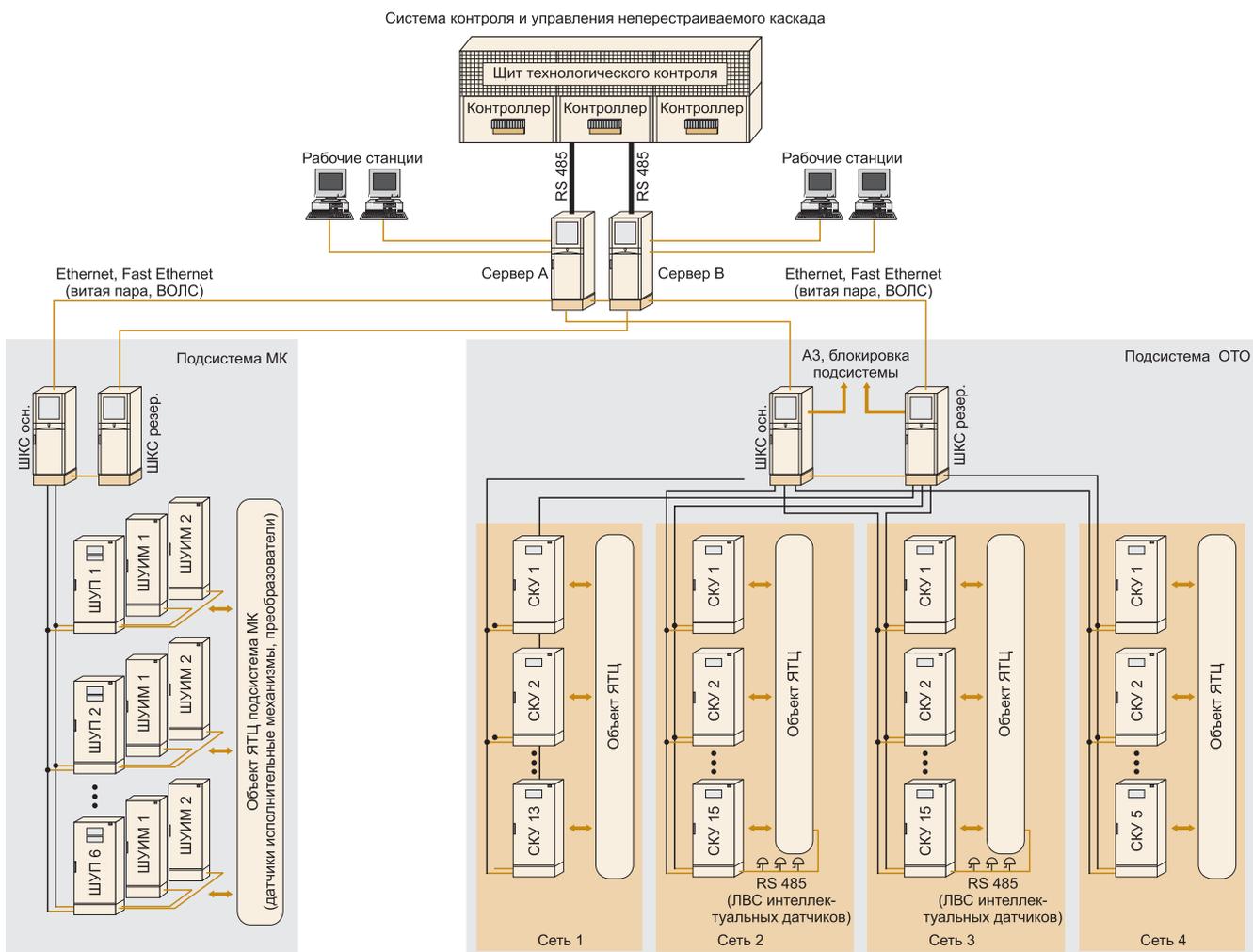


Рис. 2

6) обеспечение автоматического, дистанционного и местного контроля и управления технологическим оборудованием;

7) удаленность технологических объектов от центрального диспетчерского пункта (ЦДП) до 2 км;

8) отказ любой единицы оборудования системы не должен приводить к изменению состояния оборудования и нарушать функционирование всей системы в целом;

9) обеспечение непрерывной диагностики (дистанционной и местной) состояния технологического оборудования и системы, обеспечение выявления неисправности с точностью до типового элемента замены;

10) гарантированный доступ к каналам ЛВС в течение фиксированного интервала времени и возможность подключения новых абонентов без нарушения работы сети в целом;

11) оборудование должно быть рассчитано на непрерывную, длительную работу не менее 20 лет.

Комплекс ПТС "Фобос", разработанный для АЭХК, соответствует всем требованиям действующих НТД на оборудование систем контроля и управления ТП ОЯТЦ. На основе комплекса ПТС могут также создаваться системы автоматизации различных производств (энергетических, химических, машиностро-

ительных и др. отраслей). Типовые структуры систем автоматизации (СА) приведены на рис. 1, 2.

Комплекс имеет распределенную, трехуровневую, иерархическую структуру технических средств. В масштабе РВ ПТС комплекс обеспечивают следующие режимы контроля и управления ТП:

- "дистанционный", при котором контроль и управление объектом осуществляется с рабочих станций центрального диспетчерского пункта (ЦДП) производства;

- "местный", при котором контроль и управление ТП осуществляется посредством местных операторских пультов;

- "автоматический", при котором управление ТП, формирование и отработка АЗ и блокировок осуществляется ПО низового оборудования.

Полевой уровень оборудования, согласно особенностям технологии, образует ряд отдельных подсистем контроля и управления объектами ЯТЦ. Каждая подсистема включает: аналоговые и дискретные датчики ТК и АЗ, первичные нормирующие преобразователи сигналов датчиков, аппаратуру управления ИМ (индукторами, моторными задвижками, нагревателями, насосами и т.п.), сконцентрированную в шкафах управления ИМ (ШУИМ), 1...4 дублированных ЛВС, объединяющих

низовые логические стойки с ПЛК типа ШУП (шкафы управления процессом), СКУ (стойки контроля и управления). В качестве физического интерфейса полевой ЛВС используется RS-485, тип кабеля – "витая пара", метод доступа к среде – детерминированный "Master-Slave", протокол обмена информацией – ModBus, SDLC, максимальная скорость передачи данных 576 кбит/с при длине линии связи до 500 м. В качестве датчиков и первичных нормирующих преобразователей используются специализированные устройства, а также общепромышленные изделия, удовлетворяющие вышеуказанным требованиям для объектов ЯТЦ. Аналоговые датчики, как правило, имеют унифицированный выходной сигнал 4...20 мА или цифровой последовательный интерфейс.

Второй иерархический уровень оборудования комплекса предназначен для: управления полевыми стойками (выполнения функций сервера ввода/вывода и мастера ЛВС), формирования и обработки общих подсистемных блокировок и АЗ, обмена информацией с оборудованием ЦДП по протоколу EtherNet/Fast EtherNet. Включает стойки связи типа ШУЛС (шкафы управления локальными сетями) и сетевые концентраторы типа ШКС (шкафы сетевых концентраторов). В зависимости от географии объекта оборудование данного уровня может быть расположено на ЦДП или в производственных цехах непосредственно у технологического оборудования.

Верхний уровень комплекса имеет в своем составе два независимых полуккомплекта оборудования, включающие серверы БД системы и рабочие станции оператора-технолога, щит технологического контроля (ЩТК), оборудование управления щитом и аппаратуру гарантированного электропитания ЦДП. Обмен информацией между компьютерами ЦДП осуществляется посредством сетей EtherNet/Fast EtherNet.

Для обеспечения необходимого уровня функциональной надежности применяется дублирование оборудования второго и третьего иерархических уровней, а также каналов ЛВС.

Основными структурными единицами комплекса являются проектно-компонуемые логические стойки, включающие: промышленные ПЛК или РС-совместимый компьютер, имеющие в своем составе центральный процессор; коммуникационные модули; устройства связи с объектом (УСО); источники гарантированного питания; органы управления и индикации; элементы коммутации.

Рассмотрим технические характеристики основных компонентов комплекса.

Полевые логические стойки комплекса (ШУП ЭЛ.2.009, СКУ ЭЛ.2.038 – рис. 3) предназначены для ис-

пользования в СА ТП в качестве свободно программируемых управляющих вычислительных комплексов. Могут использоваться как для самостоятельного локального контроля и управления технологическими объектами, так и для работы в составе иерархических систем.

ШУП построены на базе промышленного контроллера ЭК-2000 (ЗАО "ЭМИКОН") и предназначены для контроля и управления технологическими объектами средней и большой информационной мощности.

СКУ предназначена для контроля и управления небольшими локальными технологическими объектами, требующими повышенной надежности и безотказности, и состоит из конструктивно разделенных логической и силовой частей. Логическая часть стойки выполнена на базе контроллеров DCS-2000 (ЗАО "ЭМИКОН"). Основные узлы стойки (процессор, источники питания, внутренние каналы последовательной связи) дублированы.

Все представленные стойки имеют пылебрызгозащитное исполнение со степенью защиты IP55 по ГОСТ 14254 и предназначены для круглосуточной непрерывной работы.

По устойчивости к электромагнитным помехам имеют группу исполнения III по ГОСТ Р 50746 для функционирования в производственных помещениях с жесткой электромагнитной обстановкой.

Полевые стойки являются проектно-компонуемыми изделиями, комплектность которых определяется требованиями заказчика.

Стойки обеспечивают в масштабе РВ выполнение следующих функций:

- сбор и преобразование сигналов аналоговых и дискретных датчиков;
- арифметическую и логическую обработку информации;
- формирование и выдачу сигналов управления исполнительными механизмами;
- автоматическое управление ТП и оборудованием, обработку аварийных защит по заданной программе;
- управление ТП и оборудованием с местного пульта;
- обмен информацией с верхним иерархическим уровнем комплекса по двум независимым каналам ЛВС;
- самодиагностику и тестирование основных узлов;
- отображение символьной и графической информации на экране встроенного местного пульта;
- ввод данных в цифровом виде, хранение списка аварийных тревог и событий;
- ведение календаря РВ.



Рис. 3

Рабочие условия эксплуатации полевых стоек

Температура окружающего воздуха, °С.....	0...50
Относительная влажность воздуха, %	<95
при температуре 35°С, без конденсации влаги	
Синусоидальная вибрация частотой, Гц	10...55
с амплитудой ≤0,15 мм	
Интенсивность землетрясения, баллы	9 по MSK-64
при установке изделия на уровне	
0...10 м относительно земли	

Основные параметры оборудования приведены в табл. 1.

Стойки управления ЛВС – ШУЛС (ЭЛ.2.010) и концентраторы – ШКС (ЭЛ.2.052) предназначены для работы в качестве управляющих вычислительных комплексов. Размещаться могут непосредственно возле технологического оборудования или в ЦДП.

Стойки в масштабе РВ обеспечивают программно-аппаратное выполнение следующих функций:

- арифметическую и логическую обработку информации в соответствии с системой команд PC-совместимых компьютеров;
- управление ЛВС нижнего уровня RS-485 по протоколам ModBus, SDLC;
- работу в ЛВС верхнего уровня по протоколам EtherNet, Fast EtherNet;
- обмен информацией между иерархическими уровнями системы;
- ввод с клавиатуры алфавитно-цифровой информации;
- отображение на экране монитора символьной и графической информации.

ШУЛС, ШКС имеют пылебрызгозащитное исполнение со степенью защиты IP55 по ГОСТ 14254 и предназначены для круглосуточной непрерывной работы в закрытых производственных помещениях.

Условия эксплуатации ШУЛС, ШКС

Температура окружающего воздуха, °С ...	0...35 (до 50°С для ШКС)
Относительная влажность воздуха, %	<95
при температуре 30°С без конденсации влаги	
Атмосферное давление, КПа.....	84...107 (630...800 мм рт.ст.)

По устойчивости к электромагнитным помехам ШУЛС имеет группу исполнения II, а ШКС группу исполнения III по ГОСТ Р 50746 для производственных помещений с жесткой электромагнитной обстановкой. Электропитание ШУЛС и ШКС осуществляется от однофазной сети переменного тока напряжением 220В ^{+10/-15} % и частотой 50±1Гц.

Стойки серверов БД комплекса и рабочие станции оператора-технолога выполнены на базе IBM PC-совместимых промышленных компьютеров, укомплектованных: дисплеем, клавиатурой, модулями связи Ethernet, FastEthernet и источниками бесперебойного питания (ИБП).

Программное обеспечение комплекса

Полевые стойки ШУП и СКУ работают под управлением ОС OS-188. Программирование контроллеров осуществляется на специализированном языке

Таблица 1

Основные параметры	Значение	
	ШУП (ШУП-М)	СКУ
Тип промышленного контроллера (поставщик ЗАО "ЭМИКОН")	ЭК-2000	DCS-2000
Тип центрального процессора	CPU-03A/03B (CPU-20A PC/104)	CPU-15/17
ОС	OS-188 (ОС QNX4)	OS-188
Среда программирования	CONT (IisaGraf Pro)	CONT
Число модулей УСО, ед.	< 11	< 10
Число каналов ввода дискретных сигналов типа "сухой контакт", ед.	< 352	< 80
Число каналов вывода дискретных сигналов управления исполнительными механизмами, ед.	< 320	< 36
Число каналов ввода аналоговых сигналов постоянного тока, ед.	< 240	< 36
Число каналов вывода аналоговых сигналов постоянного тока, ед.	< 120	< 36
Число независимых каналов ЛВС для связи с верхним уровнем (скорость передачи до 576 Кб/с), ед.	2	
Число независимых каналов связи с цифровыми датчиками (полевая шина RS-485)	< 4	
Дополнительные интерфейсные каналы типа USB, EtherNet	+ для ШУП-М	-
Параметры электропитания: - напряжение, В - частота, Гц	220 ^{+10/-15} % 50 ±1	220 ^{+10/-15} % 50 ±1
Потребляемая мощность, ВА	≤500	≤300 блок контроллера
Габаритные размеры стойки, мм	≤(1600x800x600)	≤(1900x500x600)
Масса, кг	≤160	≤150

программирования высокого уровня CONT. Разработка и отладка прикладного ПО осуществляется в интегрированной среде CONT-Designer, работающей в ОС MS Windows. Системное ПО разработано фирмой ЗАО "ЭМИКОН" для семейств контроллеров ЭК-2000 и DCS-2000 и поставляется вместе с контроллерами.

В контроллере ЭК-2000 ОС OS-188 скомпонована с системным ПО и размещена в ПЗУ модуля процессора CPU-03A/03B. Прикладная программа загружается во flash-память процессора.

В контроллере DCS-2000 ОС OS-188, а также тестовое ПО, скомпонованное с прикладной программой, размещены во flash-памяти модуля процессора CPU-15/17.

IBM PC промышленные компьютеры ШУЛС, серверы и рабочие станции АРМ оператора-технолога функционируют под управлением ОС "жесткого РВ" ОС QNX4. ПО АРМ оператора-технолога реализовано с помощью прикладного пакета программ RealFlex 4 и включает: БД, подсистему отображения (мнемосхемы), процедуры управления, настройки, отчеты и архивную информацию.

Для расширения функциональных возможностей RealFlex были разработаны дополнительные программные модули: контроля состояния связи с контроллерами; отображения диаграмм управления на АРМ; расширения функций отображения трендов и

Таблица 2

Основные параметры	Значение
Число подсистем нижнего уровня, ед.	5
Число комплектов оборудования ЦДП, ед.	2
Число рабочих станций АРМ оператора-технолога, ед.	8 (по 4 в каждом ПК)
Число низовых стоек ШУП, С У в системе, ед.	65
Параметры ЛВС нижнего уровня: • тип интерфейса • максимальная скорость передачи информации, КБод • тип протокола	RS-485 576 ModBus, SDLC
Параметры ЛВС верхнего уровня: • тип протокола • физическая среда • максимальная скорость передачи, мБод	Fast EtherNet "витая пара" 5 кат. 100
Число каналов УСО, ед.	7300
Число информационных сигналов и переменных в БД, ед.	30000
Время опроса дискретных и аналоговых датчиков низовыми стойками, с	≤0,5
Время реакции низовых стоек на внешнее воздействие (время отработки АЗ и блокировок), с	≤0,5
Цикл опроса, отображения и регистрации сигналов и параметров на АРМ, с	≤2
Время прохождения команд управления с ЦДП на низовые стойки, с	≤1

меню управления; расширения функций управления аналогами и статусами; просмотра файлов событий, уставок и коэффициентов; метрологической аттестации, а также сканеры для обмена данными между низовыми стойками и БД.

Примеры реализованных проектов

На базе разработанного комплекса ПТС специалистами АЭХК был реализован ряд проектов по созданию СА различной сложности для ОЯТЦ:

- автоматизированная система контроля и управления КИУ разделительного завода АЭХК;
- СА неперестраиваемым разделительным каскадом и диффузионным оборудованием АЭХК;
- системы контроля и управления очистительными установками и установкой питания К01 для ФГУП "Производственное объединение "Электрохимический завод" (ПО "ЭХЗ" г. Зеленогорск).

В настоящее время в стадии разработки находятся проекты:

- система контроля и управления производством гексафторида урана сублиматного завода АЭХК;
- система контроля и управления ТП КИУ участка "Челнок" для Сибирского химического комбината (СХК, г. Северск);
- система управления основным технологическим оборудованием разделительного производства ПО "ЭХЗ" (работа выполняется специалистами ПО "ЭХЗ").

Кратко рассмотрим технические характеристики системы контроля и управления КИУ разделительного завода АЭХК (рис.1). Система предназначена для сбора, обработки и трансляции на ЦДП информации о параметрах и состоянии технологического оборудования и исполнительных механизмов КИУ, контроля протекания ТП, ручного управления оборудованием по ко-

Таблица 3

Основные параметры	Значения
Число подсистем полевого уровня, ед.	2
Число комплектов оборудования ЦДП, ед.	2
Число рабочих станций АРМ оператора-технолога, ед.	4 (по 2 в каждом П.)
Число низовых стоек ШУП, С У в системе, ед.	54
Параметры ЛВС нижнего уровня: • тип интерфейса • максимальная скорость передачи информации, КБод • тип протокола	RS-485 576 ModBus, SDLC
Параметры ЛВС верхнего уровня: • тип протокола • физическая среда • максимальная скорость передачи, мБод	Fast EtherNet "витая пара" 5 кат. 100
Общее число каналов УСО, ед. - Из них, ед. • дискретных входных/выходных • аналоговых входных • цифровых	2059 1335/501 199 24 (32 датчика)
Число информационных сигналов и переменных в БД, ед.	12286
Время опроса дискретных и аналоговых датчиков полевыми стойками, с	≤0,5
Время реакции низовых стоек на внешнее воздействие (время отработки АЗ и блокировок), с	≤0,5
Цикл опроса, отображения и регистрации сигналов и параметров на АРМ, с	≤2
Время прохождения команд управления с ЦДП на полевые стойки, с	≤1

мандам с ЦДП и с местных пультов управления, автоматического управления ТП по сигналам датчиков ТК и АЗ, формирования светозвуковых аварийных, предупредительных и известительных сигналов, регистрации, архивирования и вывода технологической информации на экраны мониторов АРМ и щит технологического контроля (ЩТК). Основные технические характеристики системы представлены в табл. 2.

ЩТК системы состоит из мозаичных панелей, объединенных в единый конструктив. Управление отображением и сигнализацией каждой панели осуществляется промышленным контроллером ЭК-2000, расположенным внутри щита. На мозаичных наборных полях панелей ЩТК размещены графические изображения мнемосхем технологических установок, светодиодные индикаторы обобщенной сигнализации отклонений и состояний технологического оборудования, модули отображения цифровой индикации значений датчиков, состоящих из двух четырехразрядных блоков полупроводниковых семисегментных индикаторов и платы управления, соединенной с контроллером по интерфейсу RS-485.

Остановимся подробнее на технических характеристиках СА неперестраиваемым разделительным каскадом (рис. 2), которая обеспечивает контроль и управление ТП одного из основных производств разделительного завода – неперестраиваемым разделительным каскадом. Максимальное расстояние от ЦДП до объекта контроля и управления – до 1 км. В качестве стоек управления подсистемами применены ШКС, на полевого уровне – СКУ. Связь между полевым оборудованием и ЦДП осуществляется по волоконно-оптическим линиям связи. Основные характеристики СА приведены в табл. 3.

В процессе реализации новых проектов проводится модернизация отдельных компонентов комплекса, создаются новые образцы оборудования, отражающие современные тенденции развития СА. Специалистами АЭХК совместно с ЗАО "ЭМИКОН" разработан ШУП-М на базе РС-совместимого центрального процессорного устройства в формате РС/104 (рис. 4). С точки зрения технических характеристик и модулей УСО ШУП-М аналогичен стойке ШУП. Программное обеспечение ШУП-М – ОС QNX 4/QNX Neutrino. Прикладное ПО контроллеров выполняется в среде ISaGRAF, предоставляющей разработчику возможность использования любого из пяти языков стандарта IEC1131-3. Стойки ШУП-М будут применены в разрабатываемой в настоящее время системе контроля и управления производством ГФУ сублиматного завода АЭХК. В рамках данного проекта, совместно с ООО "Науцилус" (Москва), проводятся также работы по модернизации программных средств диспетчерского контроля и управления.

Успешная работа по созданию комплекса ПТС и внедрению СА на их базе обусловлена многолетним сотрудничеством приборной службы АЭХК с московскими фирмами ЗАО "ЭМИКОН" и ООО "Науцилус". После длительных совместных тестовых испытаний были окончательно утверждены главные компоненты



Рис. 4

комплекса, определяющие его функциональную надежность – это семейства промышленных контроллеров ЭК-2000, DCS-2000 и ОС РВ QNX. Многочисленные успешные внедрения СА, осуществленные за последние годы, высокая надежность в процессе эксплуатации оборудования и системного ПО (что для наших производств является важнейшим показателем) подтвердили правильность сделанного выбора.

И в заключение необходимо отметить, что все работы по созданию комплекса проводятся в соответствии с требованиями условий действия лицензии, выданной отделу главного прибориста АЭХК, на право конструирования и изготовления оборудования, элементов и систем для ядерных установок, радиационных источников, пунктов хранения ЯМ и РВ, хранилищ радиоактивных отходов. На все оборудование комплекса разработана техническая и про-

граммная документация. Заявленные технические характеристики оборудования подтверждены испытаниями в специализированных испытательных лабораториях. Имеются протоколы испытаний и разрешения ФС ЭТАН России на использование комплекса для ОЯТЦ. ПТС комплекса приняты отраслевой межведомственной комиссией в соответствии с действующим отраслевым стандартом ОСТ 95 18 "Порядок проведения НИОКР".

*Чепелянский Александр Петрович – главный приборист,
Левченко Олег Иванович – начальник лаборатории АЭХК,
Алексеев Алексей Александрович – канд. техн. наук, ген. директор ЗАО "ЭМИКОН".*

*Контактный телефон (495) 785-51-82.
E-mail: emicon@dol.ru [Http://www.emicon.ru](http://www.emicon.ru)*

МОХА подготовила смену коммутатору ED-6008

Компания Ниеншанц-Автоматика, ведущий партнер MOXA Networking в России, от лица производителя объявляет о начале поставок в Россию новых промышленных управляемых Ethernet-коммутаторов EDS-408A. Серия EDS-408A стала эволюцией известных и хорошо себя зарекомендовавших 8-портовых коммутаторов ED-6008, представленных на рынке с 2002 г. Новые устройства полностью поддерживают функциональность ED-6008, но при этом имеют сниженное энергопотребление, а главное - отвечают последним европейским требованиям RoHS по защите окружающей среды.

Серия EDS-408A включает три модели: EDS-408A (8 портов Ethernet 10/100 Base TX "витая пара"), EDS-408A-MM-SC (6 портов Ethernet 10/100 Base TX "витая пара" + 2 порта многомодового оптоволокна), EDS-408A-SS-SC (6 портов Ethernet 10/100 Base TX "витая пара" + 2 порта одномодового оптоволокна).

Техника класса Industrial Ethernet уникальным образом сочетает широкие возможности Ethernet-устройств и специфические конструктивные особенности оборудования для промышленного применения. Такие харак-

теристики, как прочный металлический корпус, клеммы для подключения резервированных источников электропитания 12...45 В, крепление на DIN-рейку и возможность работы в экстремальных температурах (40...75°C) позволяют использовать коммутаторы EDS-408A в самых жестких условиях эксплуатации. Богатые интеллектуальные функции коммутаторов дают возможность интегрировать промышленные сети с офисными коммуникационными системами любой сложности, строить резервированные сети, назначать повышенный приоритет обслуживания особо важным данным, а также мгновенно оповещать операторов о происходящих в сети событиях.

Основные особенности устройств EDS-408A: возможность построения резервированных сетей по кольцевой топологии TurboRing или по протоколу Rapid Spanning Tree (RSTP); поддержка виртуальных сетей VLAN; назначение приоритета трафику QoS; SNMP-управление версии 1, 2c или 3; автоматическое оповещение о событиях в сети при помощи E-Mail или релейного контакта.

[Http://www.nnz-ipc.ru](http://www.nnz-ipc.ru)