

КОМПЛЕКСЫ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ СМ 1820М

25 - летию проекта СМ 1800 посвящается...

**А.Н. Шкамарда, И.И. Бабанов, В.В. Гревцев,
В.И. Глухов, В.Г. Каневский, Ю.В. Нифонтов, Ю.П. Страшун (ОАО "ИНЭУМ")**

Показано, что КТС СМ 1820М удовлетворяют требованиям, предъявляемым к РСУ. Приводятся состав комплекса и технические характеристики входящих в КТС СМ 1820М устройств. Рассмотрены конкретные примеры применения КТС СМ 1820М.

В начале 80-х годов некоторые отечественные заводы освоили серийное производство и начали поставлять заказчикам управляющие вычислительные комплексы (УВК) семейства СМ 1800, разработанные в Институте электронных управляющих машин (ИНЭУМ)

До 1993 г. было выпущено более 60 тыс. УВК СМ 1800. Каталог потребителей УВК СМ 1800 по состоянию на апрель 1992 г. насчитывал более 2000 пользователей и охватывал такие важнейшие объекты, как металлургические комбинаты, сталепрокатные, станкостроительные, локомотивно-ремонтные заводы, заводы цветных металлов, организации, эксплуатирующие системы обработки экономической и геодезической информации и многие другие. Только на Московской железной дороге было развернуто ≥ 300 УВК.

Уже в те годы территориально-распределенным системам управления соответствовали многоуровневая организация СМ 1800, а также многомашинные комплексы, объединяемые в локальные сети. Характерно, что при этом использовались унифицированные средства СМ 1800.

В 1998 г. в ОАО "ИНЭУМ" была завершена разработка и начата поставка УВК СМ 1820М, представляющих качественно новый набор технических средств, построенных на современной элементно-конструктивной базе и новых структурных решениях.

Важнейшим требованием, положенным в основу КТС СМ 1800М, является обеспечение возможности эффективной системной интеграции многоуровневых РСУ на основе следующих принципов:

- масштабируемость, гибкость и функциональная полнота при использовании однородных аппаратно-программных средств;
- открытость при применении стандартизованных в международном масштабе аппаратных и программных интерфейсов;
- стандартизованность связующего звена между пользовательскими программами производственного и диспетчерского назначения и различными компонентами систем автоматизации (например, стандарт OPC);
- хранение всех данных о конфигурации системы и архивных данных в распределенной (резервируемой) реляционной БД;
- дистанционное управление в АСУ (через Internet, телекоммуникации и т.п.);

- модульность и повышенная надежность на основе единой качественной элементной и конструктивной базы, а также методов селективной отказоустойчивости и резервирования;

- приоритетное использование отечественных электронных и программных компонентов.

В составе КТС СМ 1820М имеются три класса устройств, выполняющих определенные функции в иерархической системе:

- промышленные контроллеры СМ 1820М КП и СМ 1820М КПК для построения удаленных и распределенных систем;

- комплексы нижнего уровня СМ 1820МНУ для систем с концентрированным размещением датчиков и исполнительных механизмов;

- комплексы верхнего уровня СМ 1820МВУ для построения рабочего места оператора-технолога (РМОТ) и серверов.

В каждом классе разработано несколько типов устройств и в зависимости от требований реализуемая система может комплектоваться и поставляться "под заказ".

Рассмотрим основные характеристики устройств каждого класса и примеры систем, построенных с их применением.

Промышленные контроллеры СМ 1820М КП и СМ 1820М КПК предназначены для работы в условиях промышленного производства. Они имеют возможность работать в локальных промышленных сетях (ЛПС) по интерфейсам RS-232/-422/-485, Ethernet. При необходимости ЛПС может быть резервируемой. В качестве системной шины используется шина ISA.

Таблица 1. Технические характеристики комплексов СМ 1820МНУ в зависимости от типа системного шкафа

Характеристики комплекса	Тип системного шкафа СМ 1820М		
	1700x600x500		2100x600x500
Габаритные размеры, мм	1700x600x500		2100x600x500
Потребляемая мощность от сети электропитания, КВА	≤480		≤520
Масса, кг	≤150		≤160
Число мест для вычислительных блоков	2		
Число мест для модулей связи с УСО	24	32	46
Число мест для блоков клеммных и блоков поправки на температуру холодных спаев термопар	8	-	16

Контроллеры являются проектно-компонруемыми изделиями. Состав контроллера определяется картой заказа, составленной на основе конфигуратора.

Технические возможности и характеристики контроллеров СМ 1820М КП/КПМ

Процессор.....	80386EX 25/33 МГц
Объем ОЗУ, Мбайт.....	≥ 1
Объем flash-ЗУ, Мбайт.....	≥ 1
Основной внешний интерфейс:	
физический интерфейс.....	RS-485
число узлов.....	≤ 32 (на одной ветви) и ≤ 4 ветвей
протокол передачи типа.....	MODBUS
Дискретный ввод/вывод и ввод числоимпульсных сигналов.....	есть
Аналоговый ввод с групповой гальванической развязкой унифицированных сигналов постоянного тока и напряжения постоянного тока низкого и среднего уровня, с выхода термодпар и термопреобразователей сопротивления.....	
есть	
Ввод широкого спектра аналоговых сигналов с поканальной гальванической развязкой и обработкой сигналов в каждом канале модуля.....	
есть	
Аналоговый вывод унифицированных сигналов с индивидуальной гальванической развязкой.....	
есть	
Система питания контроллеров.....	1/2 фидера 220В, 50 Гц, 220В или 24В постоянного тока.

Пылевлагозащитный корпус контроллера в виде навесного шкафа со степенью защиты IP-55 (по спец. заказу IP-66), отсутствие вентиляторов, расширенный температурный диапазон -10...50 °С (по спец. заказу -40...70 °С), высокие параметры электромагнитной совместимости (критерий А, гр. исп. III по ГОСТ Р 50746-98) позволяют успешно эксплуатировать эти устройства в промышленных условиях.

Контроллер СМ 1820М КП состоит из монтажного каркаса на 4, 6, 8 или 12 мест, в который устанавливаются модули различного назначения, включая блок питания, и кросса для размещения кроссовых модулей ввода/вывода. Контроллеры выпускаются в двух модификациях: КП – с кроссовыми модулями и КПМ – бескроссовые (входные/выходные цепи подключаются непосредственно к разъемам, установленным на модулях). Монтажный каркас и все модули выполнены в стандарте MicroPC фирмы Octagon Systems.

Технические характеристики модулей УСО в составе СМ 1820М КП и СМ 1820М КПМ представлены на сайте www.sm1820.h1.ru

Таблица 2. Основные характеристики вычислительного блока в СМ 1820МНУ

Наименование параметра	Значение
Процессор, МГц	166
Емкость оперативной памяти, Мбайт	48 ... 128
Емкость памяти Flash, Мбайт	4
Последовательный порт	RS-232
Параллельный порт	SPP/EPP/ECP
Часы РВ	Есть
Таймер	
Сторожевой таймер	
Выход в сеть Fast Ethernet	10BASE-T/100BASE-TX

Рассмотренные контроллеры могут использоваться как автономно, так и в составе иерархических АСУ, имеющих в составе от нескольких десятков до нескольких тысяч датчиков и исполнительных механизмов. Стоимость одного канала дискретного ввода/вывода и одного канала аналогового ввода/вывода в КТС СМ 1820М зависит от конкретного исполнения, конфигурации и требуемого числа каналов.

Дальнейшим развитием СМ 1820М КП и СМ 1820М КПМ явилась разработка миниатюрных мало-канальных моноблочных контроллеров, имеющих стандартное процессорное ядро, резервированный выход на интерфейс RS-485 и средства ввода/вывода аналоговых и дискретных сигналов. Число и тип последних определяется конкретным заказчиком. Моноблочные контроллеры могут при необходимости встраиваться в любые конструктивы или непосредственно в объект управления. Средства коммуникации, возможности резервирования моноблочных контроллеров практически ничем не отличаются от "больших" контроллеров СМ 1820М КП (КПМ), однако стоимость одного канала ввода/вывода существенно ниже, несмотря на дополнительные затраты, связанные с удовлетворением индивидуальных требований со стороны объектов управления.

Комплексы нижнего уровня СМ 1820МНУ

Необходимость в СМ 1820МНУ возникает при сосредоточенном размещении большого числа датчиков и исполнительных механизмов в АСУ, что экономически оправдано, невозможности по условиям ТП разместить контроллеры в непосредственной близости от управляемого объекта, а также при модернизации существующих систем, если аппаратура контроля и управления размещена в одном помещении, удаленном от объекта.

Отличительными особенностями комплексов СМ 1820МНУ являются работа с резервированными процессорами, с автоматическим подключением модулей УСО к резервному процессору при отказе основного без потери предистории процесса управления, возможность замены модулей УСО без отключения (прекращения функционирования) СМ 1820МНУ (hot swap).

Технические характеристики комплексов СМ 1820МНУ приведены в табл. 1, а основные характеристики вычислительного блока в СМ 1820МНУ – в табл. 2.

Комплекс СМ 1820МНУ по существу является интеллектуальным контроллером и содержит модули УСО (≤ 56 ед.), выходящие на специализированный параллельный интерфейс СМ 1820М-ИЗ.

Модули УСО (аналогового и дискретного ввода/вывода) имеют широкий спектр технических возможностей: ввод сигналов низкого и среднего уровня по току и напряжению, сигналов с выхода термодпар и термопреобразователей сопротивления, вывод аналоговых сигналов по напряжению и току; ввод инициативных дискретных сигналов, дискретных сигналов по напряжению типа "сухой контакт" и по уровням

транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ); вывод дискретных сигналов (команд управления на постоянном и переменном токе) и т. д.

Технические характеристик модулей УСО, выходящих на специализированный интерфейс СМ 1820М-ИЗ, приведены на сайте www.sm1820.hl.ru.

Комплексы верхнего уровня СМ 1820МВУ построены с применением вычислительных блоков (ВБ), выполненных по стандарту PICMG 2.0, revision 2.1 для промышленных компьютеров Compact PCI (1997 г.). Эти ВБ используют системную шину PCI, но конструктивно выполнены на базе стандартов Евромеханики. На системную шину устанавливается модуль процессора и имеется еще семь мест для установки дополнительных модулей.

Такое решение обеспечивает программную совместимость с IBM PC и соответствие жестким требованиям в части климатической и механической устойчивости, в том числе сейсмостойкости и виброустойчивости.

Технические характеристики комплексов СМ 1820МВУ приведены в табл. 3.

Системные применения СМ 1820М

Рассмотренные три класса устройств КТС СМ 1820М могут служить базой для интеграции локальной и/или распределенной системы с использованием головного компьютера НС (host computer), содержащей мало- и многоканальные средства связи с объектом.

Функциональная схема НС-системы приведена на рис. 1.

НС-система имеет операторский интерфейс ЧМИ, с помощью которого передаются команды

Таблица 3. Основные характеристики комплексов СМ 1820МВУ

Наименование параметра	Значение
Процессор типа Pentium III, МГц	850
Емкость оперативной памяти, Мбайт	256
Емкость памяти ЭШ, байт	
Емкость видеопамати для каждого монитора, Мбайт	4
Последовательный порт	RS-232, USB
Параллельный порт	SPP/EPP/ECP
Часы РВ	Есть
Таймер	
Сторожевой таймер	
Емкость накопителя на гибком магнитном диске 3,5", Мбайт	1,44
Емкость накопителя на жестком магнитном диске, Гбайт	20
Выход в сеть Fast Ethernet	10BASE-T/100BASE-TX
Видеомонитор 21" цветной: число разрешений, точек	≤ 2 ≤ 1600x1200
Клавиатура	Есть
Манипулятор типа "мышь"	
Источник бесперебойного питания	
Мощность потребления от сети переменного тока, типовая, ВА	600
Масса, кг	≤160
Габаритные размеры стола-тумбы, мм глубина без столешницы глубина со столешницей ширина высота (до верхней кромки столешницы)	500 1150 800 750

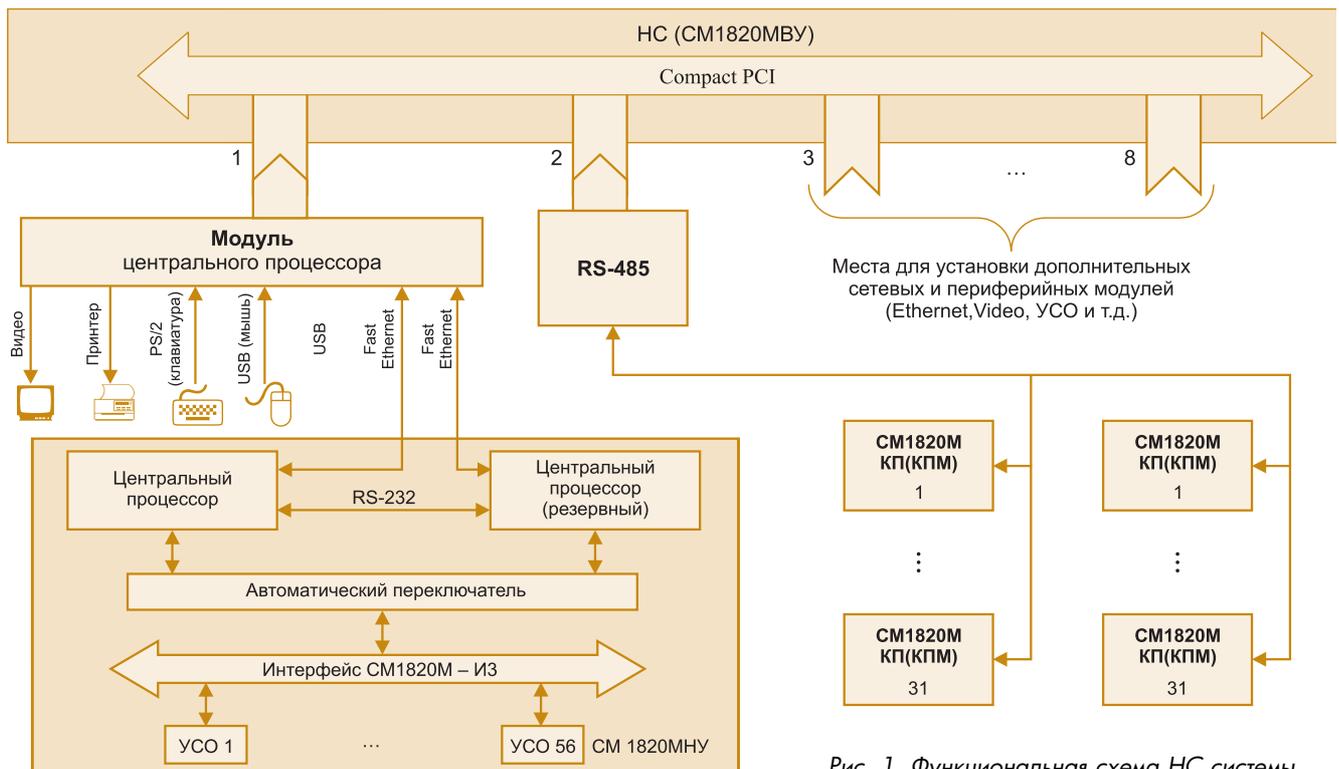


Рис. 1. Функциональная схема НС системы

Каждая вновь созданная система автоматизации отличается от других, а с течением времени отличается от себя.

Журнал "Автоматизация в промышленности"

оператора на МНУ и КП, регистрируются все изменения состояния системы в архивном файле (и на печати) и осуществляется диагностика работоспособности системы.

Верхний уровень строится, например, на основе машин верхнего уровня SM 1820МВУ.07., 08. В их состав входят цветной монитор (≤ 4 ед.), гибкий и жесткий магнитные диски, клавиатура, "мышь", печатающее устройство, четырехканальный коммуникационный модуль RS-485 для поддержки сегментов локальной сети, модуль Ethernet и др.

Основным средством представления информации оператору является цветной графический монитор. Информация на экран монитора выводится в виде мнемосхем, окон, таблиц, кнопок, текстовых сообщений. При выводе информации на экран монитора используется звуковое и цветовое кодирование, обеспечивающее оператора информацией о текущем состоянии технологического процесса.

Расширение и усложнение функций супервизорного управления в АСУ диктует применение более современных средств визуализации (контроля и управления), а также увеличение степени их распределенности. При этом дополнительные компоненты присоединяются к системе с помощью отдельных локальных производственно-диспетчерских сетей (ЛПДС). На нижней ступени, как обычно, используются локальные промышленные сети (ЛПС).

Чаще всего, на уровне ЛПДС выполняются не только диспетчерские функции, но также и многие другие, имеющие отношение к изменению параметров системы и заданию "на ходу" рецептов для получения конечных продуктов.

ЛПДС могут иметь различную топологию: звезда, магистраль, кольцо и т.д. Для решения задач иерархически распределенного управления, визуализации и архивации в КТС SM 1820М используется программный пакет SCADA – WinCC (Windows Control Center) фирмы Siemens. Функциональная схема многоуровневого УВК SM 1820М, содержащего ЛПС И ЛПДС, например, на основе оптического кольца, приведена на рис. 2.

В описываемом УВК находит применение РМОТ, обеспечивающее локальные средства оперативного управления процессом и ведения трендов и архивов, фиксации оперативных и аварийных сообщений, изменения параметров настройки системы. Конфигурирование операторских станций РМОТ и графических объектов осуществляется с помощью мульти-клиентского режима системы проектирования и использования WinCC фирмы Siemens.

Увеличение степени распределенности в современных УВК позволяет оперативно включать в состав действующей системы дополнительные станции визуализации различного назначения. Динамическое расширение числа решаемых производственных задач приводит к необходимости использования специальных серверных комплексов, позволяющих поддерживать распределенную БД.

Серверные комплексы SM 1820М предназначены для приема и обработки информации, поступающей по ло-

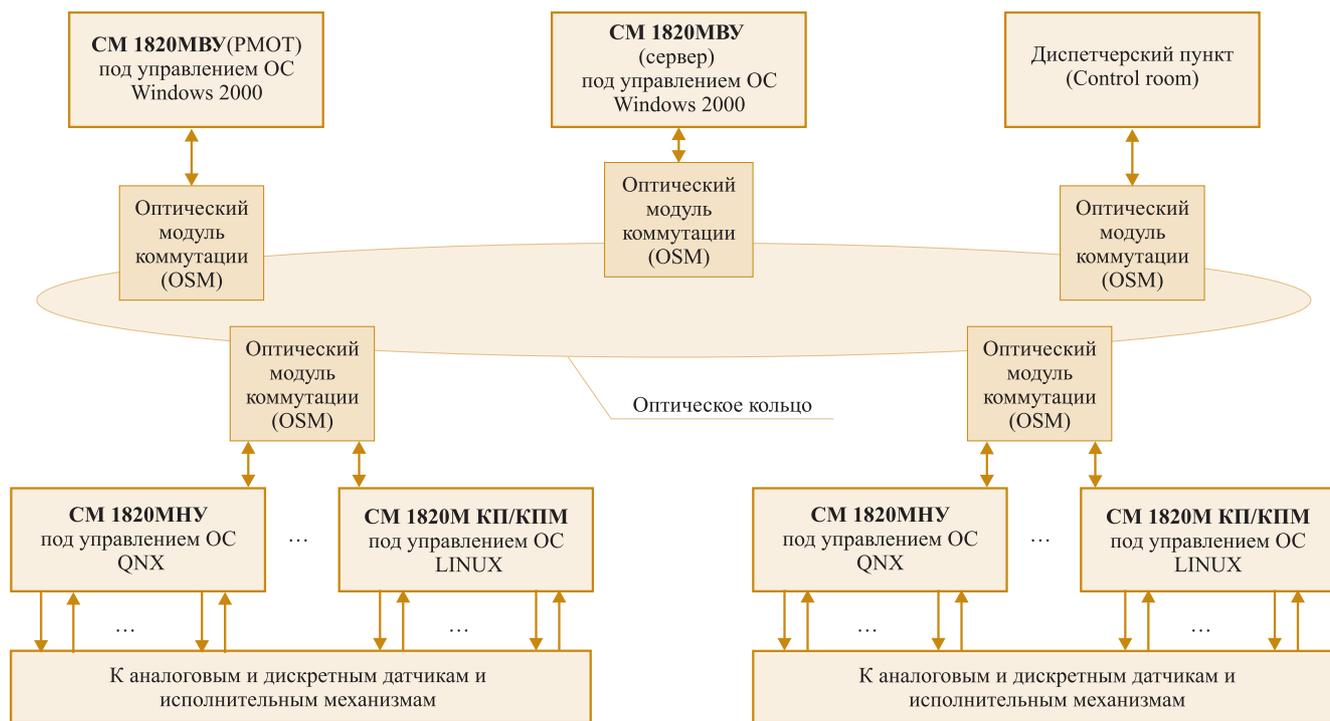


Рис. 2. Функциональная схема многоуровневого УВК SM1820М

кальным сетям, и ведения БД. Они обеспечивают программную совместимость с ОС Windows, Linux, QNX.

В описываемом УВК существует возможность сконцентрировать большое число средств визуализации на диспетчерском пункте (control room). Сбор и визуализация данных осуществляется в долговременном режиме, при этом для одного РМОТ предусматривается 2...4 согласованных экранов.

Резервирование системы на верхнем и нижнем уровнях обеспечивает повышенную надежность и безопасное управление.

Для достижения высокой помехозащищенности и быстродействия средств коммуникации в описываемом УВК используется сеть FAST Ethernet с резервируемым оптическим кольцом и технологией переключения на резерв. Высокую надежность коммуникации обеспечивает кольцевая структура на основе оптического модуля коммутации (OSM) и оптического менеджера дублирования. В УВК используются радиальные элементы на основе оптоволоконного и/или медного кабеля.

В качестве OSM в многоуровневом УВК СМ 1820М, например, может использоваться Ether Device Server фирмы MOXA Technologies, 8-ми портовый Ethernet-коммутатор для присоединения ПЛК, устройств ЧМИ и т.д. При применении многомодного оптоволоконного кабеля обеспечивается длина сегмента 2 км. Функция "Line Swap Fast recovery" обеспечивает возобновление связи между устройством сети и сервером через несколько мс после потери соединения. Если сеть перегружена или возникла аварийная ситуация, Ether Device Server посылает администратору сети сообщение об этом по электронной почте. Сервер распределяет трафик между управляемыми устройствами согласно их значимости.

Ether Device Server поддерживает стандарт обмена данными OPC, вер. 2.0. Клиенты OPC – это SCADA-системы.

В структуре УВК СМ 1820М (рис. 2) обеспечивается возможность непосредственного подключения к оптическому кольцу наряду с СМ 1820МНУ промышленных контроллеров СМ 1820М КП/КПМ, функционирующих под управлением открытой ОС Linux. По желанию заказчика на промышленный контроллер производится установка демонстрационной версии специализированного ПО (сервер БД (СБД) РВ, коммуникационное и интерфейсное ПО, Web-сервер и т.д.). Подключение осуществляется по стандарту Ethernet IEEE 802.3 (10 Base-T).

В качестве программного интерфейса в рассматриваемом УВК могут применяться различные сетевые технологии такие, как ODBC, CORBA, BSD сокет. Для удаленной работы с встроенным в СМ 1820М КП/КПМ СБД можно использовать библиотеку методов доступа с поддержкой асинхронного уведомления о событиях.

Таким образом, с помощью СБД и Web-сервера в КП/КПМ можно осуществлять дистанционное управление в АСУ на базе Internet. Подобным образом, с помощью аналогичных программных продуктов, это может быть также обеспечено в СМ 1820МНУ и СМ 1820МВУ.

В заключение следует рассмотреть конкретные применения КТС СМ 1820М с использованием вариантов НС-системы и многоуровневого УВК.

Система контроля электроснабжения (ОАО "ИНЭУМ", 2000г.) на основе варианта НС-системы, включает пункт управления (СМ 1820МВУ. 07, модем, принтер, монитор, щит диспетчера) и три ЛПС магистрального типа, обеспечивающих связь по стандарту RS-485, к каждой из которых подключается ≤ 31 контроллера СМ 1820М КП (КПМ). Число подключаемых аналоговых, дискретных и число-импульсных сигналов от датчиков объекта ≤ 17000 . Число сигналов телеуправления ≤ 10000 .

Система управления ТП на базе агрегатированного комплекса средств управления и СМ 1820М (ОАО "ИНЭУМ", 2000 г.). АСУТП на основе варианта НС-системы, используются три НС-компьютера СМ 1820МВУ, объединенных друг с другом с помощью концентратора сети FAST Ethernet, связь с объектом осуществляется через агрегатированный комплекс средств управления.

ИТК "Сатурн" (ОАО "ИНЭУМ" – технические средства, ЦНИИКА – программные средства, 2001г.) рекомендован для замены средств "Орион-М" и РМОТ-02 ИВС "Уран" на АЭС с энергоблоками ВВЭР-400, ВВЭР-1000, выполнен на основе варианта НС-системы. НС СМ 1820МВУ.08 включает вычислительный блок СМ 1820М-В.1.07 со стандартным набором технических средств и шлюз СМ 1820М-В.1.11, обеспечивающий связь с дуплексным регистром мини ЭВМ СМ-2М.

Система контроля и управления движением электропоездов Московского метрополитена, внедренная на станциях "Анино", "Бульвар Дмитрия Донского" (внедрена 2001-2002 гг.), на станции "Парк Победы" (2003 г.) (ОАО "ИНЭУМ" – контроллеры СМ 1820М КП, НИИВК – ЛПС, ВЦ Метрополитена – комплекс программно-технических средств централизованного диспетчерского управления).

Система выполнена на основе варианта НС-системы. НС установлен в центральном ЦДП (ЦДП). ЛПС выполнена на базе резервированных волоконно-оптической линии связи (ВОЛС), преобразователя ВОЛС/RS-485 и "многоточки" по стандарту RS-485. К ЛПС подключаются контроллеры двух типов по схеме взаимного резервирования: СМ 1820М КП 2.9 и СМ 1820М КП 2.12. Каждый контроллер имеет два канала последовательной передачи данных по интерфейсу RS-485. Если расстояние от ЦДП более 1200 м, используется ВОЛС для передачи информации на расстояние ≤ 40 км.

Контроллер СМ 1820КП 2.9 предназначен для регистрации, обработки и передачи на ЦДП сигналов типа "сухой контакт" (общее число сигналов с расширением ≤ 288); контроллер СМ 1820 КП 2.12 – для управления исполнительными механизмами службы движения электропоездов по командам от ЦДП (общее число каналов управления – 96 ед.).

Наряду с рассмотренными выше контроллерами разработаны опытные образцы малоканальных кон-

УПРАВЛЯЮЩИМ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫМ КОМПЛЕКСАМ СМ 1800 - 25 ЛЕТ!

2003 г. стал юбилейным для специалистов ОАО "ИНЭУМ". 25 лет назад было положено начало выполнению проекта СМ 1800.

За 25 лет своего существования проект СМ 1800 претерпел ряд модификаций и усовершенствований, отражающих все последние конструктивные веяния научно-технического прогресса. В пользу именной разработки ОАО "ИНЭУМ" говорят множества успешных применений комплекса в промышленности и народном хозяйстве России.

Поздравляем всех специалистов ОАО "ИНЭУМ", принимавших участие в создании семейства СМ 1800 под руководством Н.Л. Прохорова, Н.Д. Кабанова, А.Н. Шкамарды, и желаем новых достижений в области создания управляющих вычислительных комплексов, незыбимых позиций на отечественном рынке промышленной автоматизации.

Редакция и редколлегия журнала "Автоматизация в промышленности".

троллеров в специальном конструктиве. Число каналов типа "сухой контакт" – 16 ед., число каналов управления – 4 (8) ед. Габаритные размеры контроллеров – 112x87x180 мм в стандартном металлическом корпусе, используемом для размещения реле. Такое решение позволяет существенно сократить затраты на кабели связи с объектом и провести монтажные работы по подключению контроллеров в промышленных условиях.

Технические средства общестанционного уровня контроля/система общестанционного мониторинга (ТСОМ) и система химического мониторинга (СХМ) для АЭС (ОАО "ИНЭУМ", 2003г.) подключаются к ЛПДС (в составе многоуровневого УВК), выполненной на базе кольцевой оптоволоконной сети Ethernet. Радиальные сегменты – оптоволоконный и/или медный кабель. Скорость передачи 10/100 Мбайт/с. Протокол передачи – TCP/IP. Программное обеспечение: ОС Windows 2000, SCADA-система WinCC. ТСОМ предназначены для получения и отображения оперативной информации о состоянии ТП АЭС и аварийной сигнализации, а также обработки информации о ТП. В состав ТСОМ входят резервированное серверное устройство, реализованное на двух комплексах СМ 1820МВУ-102, рабочее место начальника смены – на двух СМ 1820МВУ-103, локальная сеть (общая с системой СХМ). СХМ предназначены для сбора, обработки и отображения данных химико-технологического контроля внутриконтурных процессов и состояния систем поддержания водно-химического режима. В состав СХМ входят: РМОТ, реализованное на комплексе СМ 1820МВУ-108, рабочие места лаборантов химической лаборатории – на СМ 1820МВУ-104, локальная сеть (общая с системой ТСОМ).

Система радиационного контроля АЭС (внедрена в 2003 г.) (ОАО "ИНЭУМ" – вычислительные комплексы и НИТИ им. А.П. Александрова – системы) вы-

полнена на базе семи НС-комплексов СМ 1820МВУ, выполняющих функции машин верхнего уровня. Связь с аппаратурой сбора информации осуществляется по 32 каналам интерфейса RS-485.

Система разогрева натрия (СРН) и система контроля течи натрия (СКТН) реактора ИБР-2 в ОИЯИ (г. Дубна) на базе КТС СМ 1820М (внедрение 2004 г.) (ОАО "ИНЭУМ") выполнены на основе вариантов НС-системы, включают общий НС (рабочее место оператора РМО) – СМ 1820МВУ. РМО предназначено для отображения информации о состоянии систем и выдачи команд для изменения уставок управления и сигнализации, а также для выдачи команд на включение/выключение электронагревателей.

СРН, помимо СМ 1820МВУ, включает два СМ 1820МНУ и два шкафа электротехнического оборудования СМ 1820М-ШЭ. Первый предназначен для сбора данных с датчиков, предварительной обработки информации, выдачи управляющих сигналов и передачи данных в РМО через локальную сеть Ethernet, второй – для размещения коммутирующих элементов, органов ручного управления включением и отключением электронагревателей натрия, датчиков тока.

СКТН, помимо СМ 1820МВУ, включает комплекс СМ 1820МНУ и предназначена для обеспечения контроля сигналов, поступающих от 250 датчиков типа "сухой контакт", замыкающихся при наличии утечек натрия. Комплекс СМ 1820МНУ в СКТН связан с СМ 1820МВУ через локальную сеть Ethernet.

Разработки КТС СМ 1820М защищены сертификатами соответствия, тремя сертификатами об утверждении типа средств измерений. Поставка оборудования ОАО "ИНЭУМ" на объекты использования атомной энергии одобрена Госатомнадзором России (www.sm1820.hl.ru).

Шкамарда Александр Николаевич – канд. техн. наук, нач. отдела,

Бабанов Игорь Иванович – зам. начальника отдела, **Гревцев Виктор Валерианович** – нач. лаборатории,

Глухов Виктор Иванович – ст. научн. сотрудник, **Каневский Виктор Георгиевич** – ведущий инженер,

Нифонтов Юрий Васильевич – нач. лаборатории,

Страшун Юрий Павлович – канд. техн. наук, нач. лаборатории ОАО "ИНЭУМ".

Контактный телефон (095) 455-57-61, факс 455-57-51.

E-mail: alex.S@kirsoft.com.ru, <http://www.sm1820.hl.ru>