

средства для ввода, хранения, отображения и редактирования DF- и DF/PN-моделей, а также ER- и DF/PN/ER-моделей;

средства для вычисления разрешающих условий переходов и выполнения операторов изменения значений атрибутов информационных сущностей системы;

средства для проведения имитационного моделирования функционирования системы на основе DF/PN- и DF/PN/ER-моделей в автоматическом и интерактивном режимах с построением и отображением соответствующих временных графиков.

Работа выполнена в Институте проблем управления, Москва.

Телефоны авторов: (095) 334-23-10; 334-89-81.

#### Список литературы

1. Gane C., Sarson T. Structured System Analysis. Tools and Techniques, Prentice-Hall, 1979.
2. Marco D., McGowan C. SADT: Structured Analysis and Design Technique, McGraw Hall, 1987.
3. Yourdon E. Modern Structured Analysis. New York: Yourdon Press / Prentice-Hall, 1989.
4. Калянов Г.Н. Современные CASE-технологии: Препринт. М.: Институт проблем управления РАН, 1992.
5. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем: Пер. с англ. М.: Мир, 1984.
6. Юдицкий С.А., Кутанов А.Т. Технология проектирования архитектуры информационно-управляющих систем: Препринт. М.: Институт проблем управления РАН, 1993.
7. Таль А.А., Юдицкий С.А. Иерархия и параллелизм в сетях Петри // Автоматика и телемеханика. 1982. № 7 и 9.

УДК 621.316.544.1

А.А. АЛЕКСЕЕВ,  
генеральный директор АО "ЭМИКОН",  
канд. техн. наук

## Программно-аппаратный комплекс на базе универсальных программируемых промышленных контроллеров серии ЭК-2000 фирмы ЭМИКОН

Фирма ЭМИКОН специализируется на разработке и выпуске микропроцессорных средств управления (программируемых промышленных контроллеров), а также проектировании и внедрении "под ключ" систем автоматизации технологических процессов и оборудования в различных отраслях промышленности.

Контроллеры фирмы ЭМИКОН применяются на предприятиях черной и цветной металлургии, на перерабатывающих заводах агропромышленного комплекса, на предприятиях стройиндустрии, в системах автоматизации городских коммунальных хозяйств.

Программируемые контроллеры серии ЭК-2000 предназначены для использования в тех системах управления, к которым предъявляются повышенные требования по надежности, защите систем управления от воздействия пыли, брызг, агрессивных сред, к работоспособности в широком диапазоне температур и воздействию вибраций.

Высокие эксплуатационные характеристики контроллеров обеспечиваются оригинальной архитектурой, использованием электронных элементов ведущих зарубежных фирм (Intel, Maxim, Hewlett-Packard, National Semiconductor, AT&T, Siemens и др.), применением новейших технологий при изготовлении печатных плат и монтаже модулей.

Внешний вид контроллера показан на первой странице обложки.

## Архитектура и конструкция контроллеров

Контроллеры сер. ЭК-2000 в зависимости от конфигурации могут быть отнесены к контроллерам как малого (до 64 входов-выходов), так и среднего (до 320 входов-выходов) класса. При объединении нескольких контроллеров в локальную сеть число входов-выходов увеличивается до 1280.

Конструктивно контроллеры сер. ЭК-2000 состоят из вычислительного и кроссового блоков, соединенных между собой кабелем. В двухкорпусном варианте каждый блок имеет собственный кожух, в однокорпусном — вычислительный и кроссовый блоки расположены в общем защитном кожухе.

Двухкорпусное исполнение позволяет производить диагностирование работы системы без нарушения пылебрызгозащищенности контроллера. Для этого отключаются информационные кабели между блоками, и к вычислительному блоку подключаются имитаторы объекта. Затем производится тестирование и при обнаружении неисправности какого-либо модуля связи с объектом (МСО) или всего блока производится его замена, после чего может быть произведен ремонт вычислительного блока. Двухкорпусное исполнение необходимо использовать в тех случаях, когда контроллеры устанавливаются непосредственно в производственных помещениях, где возможно воздействие пыли или влаги как при эксплуатации, так и при проведении ремонтных или профилактических работ.

В помещениях с более нормальными условиями эксплуатации целесообразно использовать более дешевый однокорпусный вариант.

В состав вычислительного блока входят: корпус (только для двухкорпусного исполнения) с оребренными стенками, выполненными из алюминиевого профиля; каркас с объединительным модулем; центральный модуль; модуль питания. В вычислительном блоке установлены МОС. Так как в них применены электронные элементы, имеющие малую энергию потребления, то отпадает необходимость в принудительной вентиляции (т.е. в вентиляторе), что существенно упрощает эксплуатацию контроллеров.

Все модули вычислительного блока выполнены на печатных платах размером 260×100 мм с двумя разъемами — одним системным и одним для подключения сигналов объекта. Модули имеют кодовую планку, обеспечивающую защиту от неправильной установки их в каркас.

В состав кроссового блока входят: шкаф (только для исполнения IP-54), выполненный из стального листа; кроссовая панель с клеммными соединителями; блок выпрямителя, обеспечивающий питание +24 В для вычислительного блока и для дискретных входных и выходных устройств пользователя; монтажная панель для размещения дополнительных устройств пользователя.

К вычислительному блоку может подключаться панель оператора или переносной терминал. Панель оператора устанавливается непосредственно в кожух вычислительного блока (при автономной установке контроллера) либо на дверь электрошкафа или в пульт управления пользователя (в случае встраивания контроллера в пользовательское оборудование).

Фирма ЭМИКОН поставляет несколько вариантов панелей оператора в зависимости от требований заказчика. На панели оператора располагается дисплей и технологическая клавиатура, с помощью которых можно наблюдать за правильностью выполнения технологического процесса и вводить необходимые уставки или задавать различные режимы работы оборудования.

Дисплеи, устанавливаемые в панель оператора, могут быть выполнены на базе семисегментных светодиодных индикаторов (до 16 символов); жидкокристаллических матричных индикаторов (4 строки по 20 символов); жидкокристаллических экранов (8 строк по 40 символов); жидкокристаллических монокромных или цветных экранов (VGA).

Клавиатура панели оператора может содержать 15...64 тактильных клавиш. Степень защиты панелей — IP65.

Панель оператора может поставляться в виде переносного терминала. Максимальное расстояние от панели до контроллера 1 км.

В зависимости от требований заказчика контроллеры поставляются в различных модификациях. При заказе контроллеров следует пользоваться следующей классификацией:

ЭК-2 — — —	
Наименование серии кон- троллеров Степень защиты контроллера: 1 — IP20 2 — IP44 3 — IP54	Вариант исполнения контроллера: 1 — однокорпусной 2 — двухкорпусной  Типоразмер контроллера (Число слотов для установки МСО): 1 — 2 МСО 2 — 4 МСО 3 — 6 МСО 4 — 8 МСО 5 — 10 МСО

Например, обозначение пылебрызгозащищенного контроллера с возможностью подключения до 4 модулей связи с объектом в однокорпусном исполнении имеет вид: ЭК-2321.

Все модификации контроллеров сер. ЭК-2000 программно- и конструктивно (на уровне модулей и блоков) совместимы.

### Технические характеристики модулей

Широкий набор модулей связи с объектом позволяет создавать системы управления различной конфигурации и степени сложности.

В состав контроллера входят следующие модули:

— центральный модуль CPU-01A (процессор I80C188EB (16 МГц), системное ПЗУ (32К байт), пользовательское ПЗУ (32К байт), энергозависимое ОЗУ (32/64К байт), энергозависимый таймер/календарь, один последовательный интерфейс RS-232 или RS-485, один последовательный гальванически развязанный интерфейс RS-232 или токовая петля 20 мА);

— модуль ввода дискретных сигналов постоянного тока DI-01A ( $U_{\text{вх.ном}}$  — 24 В, число каналов  $N$  — 32);

— модуль вывода дискретных сигналов постоянного тока DO-01A ( $U_{\text{вых.ном}}$  — 24 В,  $I_{\text{н.макс}}$  — 2 А,  $N$  — 32, открытый сток, электронная защита от короткого замыкания выхода, активная и индуктивная нагрузка);

— модуль ввода-вывода сигналов постоянного тока DIO-01A ( $U_{\text{ном}}$  — 24 В,  $I_{\text{н.макс}}$  — 2 А,  $N_{\text{вх}}$  — 16,  $N_{\text{вых}}$  — 16);

— модуль вывода дискретных сигналов переменного тока DO-01A ( $\sim U_{\text{вых.ном}}$  — 110 В,  $I_{\text{ном}}$  — 2 А,  $N$  — 8);

— модуль ввода аналоговых сигналов AI-01A (диапазоны: 0...10 В; 0...5 В; 0...2,5 В; —10...+10 В; —5...+5 В; —2,5...+2,5 В; —1,25...+1,25 В; 12 разр.,  $N$  — 16);

— модуль ввода аналоговых сигналов AI-01B (диапазоны: 0...+1 В; 0...+0,5 В; 0...+250 мВ; —1...+1 В; —0,5...+0,5 В; —250...+250 мВ; —125...+125 мВ; 12 разр.,  $N$  — 16);

— модуль ввода аналоговых сигналов AI-01C (диапазоны: 0...+20 мА; 0...+10 мА; 0...+5 мА; —20...+20 мА; —10...+10 мА; —5...+5 мА; —2,5...+2,5 мА; 12 разр.,  $N$  — 16);

— модуль ввода сигналов с термометров сопротивлений AI-02A (12 разр.,  $N$  — 16, четырехпроводное подключение датчиков типа ТСМ, ТСП);

— модуль ввода сигналов с термопар AI-02B (12 разр.,  $N$  — 16, внешняя термокомпенсация);

— модуль вывода аналоговых сигналов AO-01A (—10...+10 В, 0...+10 В, —5...+5 В, 12 разр.,  $N$  — 4);

— модуль вывода аналоговых сигналов AO-02A (0...5 мА, 0...20 мА, 12 разр.,  $N$  — 4);

— модуль быстрых счетчиков QC-01 (500 кГц, 16 разр.,  $N$  — 8);

— модуль реверсивных счетчиков QC-02 (500 кГц, 16 разр.,  $N$  — 2);

— модуль управления монохромным видеотерминалом V-01 (64 символа, 25 строк, алфавитно-цифровая информация и псевдографика, видеовыход);

— модуль связи с принтером P-01 (Centronics);

— сетевой модуль низкого быстродействия C-01 (2400 бит/с, 10 км, токовая петля 20 мА);

— сетевой модуль среднего быстродействия C-02 (1 Мбит/с до 100 м, 64 Кбит/с до 500 м, RS-485);

— блок питания PU-01A ( $U_{вх} = 24$  В,  $U_{вых1} = 5$  В,  $U_{вых2} = \pm 15$  В,  $I_{вых1} = 4$  А,  $I_{вых2} = 0,4$  А);

— блок питания PU-01B ( $U_{вх} = 24$  В,  $U_{вых1} = 5$  В,  $I_{вых1} = 4$  А);

— блок питания PU-02A ( $U_{вх} = 220$  В,  $U_{вых} = 5$  В,  $U_{вых2} = \pm 15$  В,  $I_{вых1} = 4$  А,  $I_{вых2} = 0,4$  А);

— блок питания PU-02B ( $U_{вх} = 220$  В,  $U_{вых1} = 5$  В,  $I_{вых1} = 4$  А);

Все модули связи с объектом имеют гальваническую развязку между входными и выходными цепями и системным питанием.

По желанию заказчика фирма ЭМИКОН может разработать дополнительные модули связи с объектом.

### Программирование контроллеров

Для сокращения сроков создания программного обеспечения фирмой ЭМИКОН разработан пользовательский язык программирования CONT. Программы, написанные на этом языке работают в среде многозадачной операционной системы реального времени ЭК-ОС, поставляемой с контроллером.

Отличительными особенностями языка CONT является сочетание текстового написания команд с символьным представлением битовых операций в виде релейно-контактных символов. Это дает пользователю большую гибкость при написании программ благодаря возможности работы с условными переходами, подпрограммами, аппаратными и программными прерываниями.

Всем переменным, которые используются в программе (кроме цифровых кодов), могут быть присвоены символьные имена, что значительно упрощает отладку программы. В качестве переменных в языке CONT используются разряды дискретного ввода-вывода, флаги, регистры, счетчики, таймеры, параметры технологического процесса. Последняя переменная представляет собой регистр, информация в котором сохранится при выключении питания и доступна для персонала, работающего с контроллером,

с помощью панели оператора. Это позволяет оператору в ходе выполнения программы изменять различные уставки (скорость, временные интервалы, температуру и т.д.) для гибкого управления технологическим процессом.

Язык программирования CONT является открытым, т.е. в исходный текст программы можно включать подпрограммы, написанные на языке АССЕМБЛЕР процессора Intel 8086. В качестве таких подпрограмм могут быть использованы библиотечные функции (например "ПИД-регулятор", "Арифметика с плавающей запятой", "Передача массива" и др.). Функции имеют входные и выходные параметры, в качестве которых используются переменные, указанные пользователем.

Для написания и отладки программ используется интегрированная среда CONT, работающая в операционной среде MS-DOS на IBM-совместимом персональном компьютере и включающая в себя редактор исходных текстов, транслятор и отладчик.

При отладке программы контроллер подключается к персональному компьютеру по интерфейсу RS-232C. Во время отладки программы пользователь может работать в пошаговом режиме, в режиме с остановом в контрольных точках или в непрерывном режиме. При этом на дисплее компьютера могут отображаться значения интересующих пользователя переменных.

### Распределенные системы управления

Контроллеры ЭК-2000 могут быть легко объединены в локальную сеть на базе интерфейсов RS-232C, RS-485, токовая петля 20 мА, модем V23. Существующее программное обеспечение позволяет создавать локальные сети звездообразной и магистральной архитектуры. Для обеспечения мониторинга технологического процесса в качестве абонентов локальной сети может быть использован IBM-совместимый персональный компьютер. Пакет программ TRACE MODE фирмы AdAstra позволяет отобразить на дисплее состояние до 4096 переменных, а также осуществить протоколирование поступающих от контроллеров технологического процесса сообщений. Создание и редактирование мнемосхем объекта может осуществляться пользователем.

Адрес фирмы ЭМИКОН: 115230, Москва, Варшавское шоссе, д. 42. АО ЭМИКОН. Телефон: (095) 111-92-57. Факс: 111-92-87.

### Дорогие читатели!

Невзирая на трудности, мы обеспечиваем Вас первоклассной научно-технической информацией. Используйте журнал для рекламы Вашей продукции. Этим Вы поможете его сохранить.