

Основные факторы, определяющие набор комплекса методов для решения стандартных эксплуатационных и геологических задач: состав продукции (газовая/нефтяная); конструкция забоя (с продуктивным интервалом, перекрытым/неперекрытым трубами НКТ); потенциальная энергия пластов (после пуска: фонтанирует/требуется возбуждения с помощью

компрессора/может работать исключительно насосным способом).

Следует иметь в виду, что любые предложения по жесткой конфигурации комплексов и их стандартизации должны браться лишь за основу. Каждая скважина по условиям измерений и другим параметрам — индивидуальна, и это необходимо учитывать при составлении конкретных программ проведения ГИС.

УДК 681.5

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС НА БАЗЕ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОНТРОЛЛЕРОВ АО "ЭМИКОН" СЕРИИ ЭК-2000

А. А. Алексеев, М. А. Алексеев
(АО "ЭМИКОН")

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

Контроллеры АО "ЭМИКОН" используются на предприятиях черной и цветной металлургии, перерабатывающих заводах агропромышленного комплекса, предприятиях нефтегазовой и нефтехимической промышленности, в системах автоматизации городских коммунальных хозяйств и т. д.

Примеры применения контроллеров:

сбор информации о работе газоперекачивающих агрегатов с электроприводом СТД-12500 и газотурбинными приводами ГТ-750-6;

АСУ автозаправочными станциями (системы охранной и пожарной сигнализации, контроль объема топлива в емкостях).

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

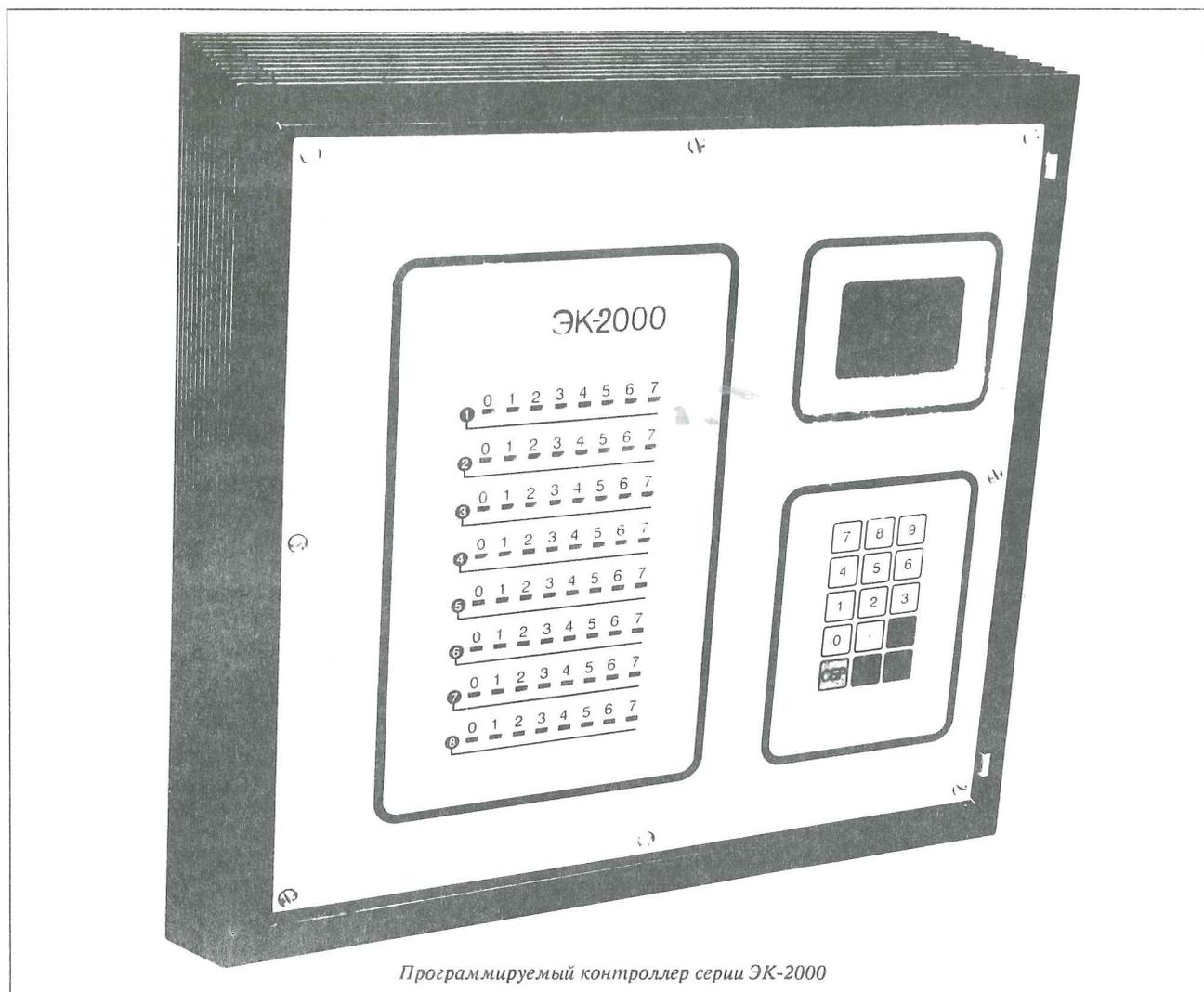
Высокие эксплуатационные характеристики контроллеров обеспечиваются оригинальной архитектурой, использованием электронных элементов только ведущих зарубежных фирм (Intel, Maxim, Hewlett-Packard, National Semiconductor, AT&T, Siemens и др.), применением новейших технологий при изготовлении печатных плат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

Архитектура и конструкция контроллеров. Контроллеры серии 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 можно расширить число входов/выходов до 1280 (рисунок).

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



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



Программируемый контроллер серии ЭК-2000

Все модификации контроллеров серии ЭК-2000 программно и конструктивно (на уровне модулей и блоков) совместимы. Конструктивно они состоят из вычислительного и кроссового блоков, соединенных между собой кабелями.

Габариты блоков (мм): вычислительного — 442×462×177; кроссового — 1066×470×150.

В двухкорпусном варианте каждый блок имеет собственный кожух, в однокорпусном — вычислительный и кроссовый блоки расположены в общем шкафу (кроссового блока).

Двухкорпусное исполнение позволяет диагностировать работу системы, не нарушая пылебрызгозащищенности контроллера. Для этого отключаются информационные кабели между блоками и к вычислительному блоку подключаются имитаторы объекта. Далее производится тестирование, и при обнаружении неисправности какого-либо МСО или всего блока он заменяется. Ремонт вычислительного блока может быть затем произведен в нормальных условиях. Двухкорпус-

ное исполнение необходимо использовать в тех случаях, когда контроллеры непосредственно устанавливаются в производственных помещениях, где возможно воздействие пыли или влаги как при эксплуатации, так и при ремонтных или профилактических работах.

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

В состав вычислительного блока входят: корпус с оребренными стенками, выполненными из алюминиевого профиля (только для двухкорпусного исполнения);

каркас с объединительным модулем;

модуль центральный;

модуль питания.

В вычислительном блоке устанавливаются модули связи с объектом.

Так как в модулях использованы электронные элементы с малым потреблением энергии, отпадает необходимость в принудительной вентиляции

(в конструкции отсутствуют вентиляторы), что существенно упрощает эксплуатацию и увеличивает надежность 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, выполненный из стального листа (кроме исполнения IP20);

панель кроссовая с клеммными соединителями;

блок выпрямителя, обеспечивающий питание +24 В для вычислительного блока и дискретных входных и выходных устройств пользователя;

панель монтажная для размещения дополнительных устройств пользователя.

К вычислительному блоку может подключаться панель оператора или переносной терминал.

Панель оператора может устанавливаться непосредственно в кожух вычислительного блока (при автономной установке контроллера), на двери электрошкафа или в пульте управления пользователя (если контроллер встраивается в пользовательское оборудование).

В зависимости от требований заказчика АО "ЭМИКОН" предоставляет несколько вариантов панелей оператора. Ниже приведены краткое описание и технические характеристики панелей.

Технические характеристики модулей. Широкий набор модулей связи с объектом позволяет создать системы управления различной конфигурации и степени сложности.

В состав контроллера входят следующие модули:

центральный CPU-01A (процессор — i80C188EB 16 МГц, системное ПЗУ — 32 Кбайт, пользовательское ПЗУ — 32 Кбайт, энергонезависимое ОЗУ — 32/64 Кбайт, энергонезависимый таймер/календарь, один последовательный интерфейс RS-232C или RC-485, один последовательный гальванически развязанный интерфейс RS-232C или токовая петля 20 мА);

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

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

ввода/вывода дискретных сигналов постоянного тока DI/O-01A ($U_{ном}$ — 24 В, $I_{н.мах}$ — 2 А, $N_{вх}=16$, $N_{вых}=16$);

вывода дискретных сигналов переменного тока DO-04A ($-U_{вых.ном}$ — 110 В, $I_{ном}$ — 2 А, $N=8$);

ввода аналоговых сигналов AI-01A (12 разрядов, $N=8$, подключение термисторов, термопар и тензодатчиков, число подключаемых расширителей — 9, диапазоны (мВ): 0...25; 0...50; 0...100; 0...200; 0...400; 0...800; -12,5...+12,5; -25...+25; -50...+50; -100...+100; -200...+200; -400...+400; -800...+800);

расширения ввода аналоговых сигналов AI-01AE (12 разрядов, $N=15$);

ввода аналоговых сигналов токовый AI-01B (12 разрядов, $N=8$, число подключаемых расширителей — 9, диапазоны (мА): 1...5; 4...20);

расширения ввода аналоговых сигналов AI-01BE (12 разрядов, $N=15$);

ввода аналоговых сигналов AI-02A (12 разрядов, $N=8/16$, число подключаемых расширителей — 9, диапазоны (В): 0...10; 0...5; 0...2,5; -10...+10; -5...+5; -2,5...+2,5; -1,25...+1,25);

расширения ввода аналоговых сигналов AI-02AE (12 разрядов, $N=22/44$);

ввода аналоговых сигналов AI-02B (12 разрядов, $N=8$, число подключаемых расширителей — 9, диапазоны (мА): 0...20; 0...10; 0...5; -20...+20; -10...+10; -5...+5; -2,5...+2,5);

расширения ввода аналоговых сигналов AI-02BE (12 разрядов, $N=22$);

вывода аналоговых сигналов AO-01A (12 разрядов, $N=4$, диапазоны (В): -5...+5; 0...5; -10...+10; 0...10; 2...10);

вывода аналоговых сигналов AO-01B (12 разрядов, $N=4$, диапазоны (мА): 0...5; 1...5; 0...10; 0...20; 4...20; -5...+5; -10...+10; -20...+20);

быстрых счетчиков QC-01A (16 разрядов, $N=8$, 500 кГц);

реверсивных счетчиков QC-02A (16 разрядов, $N=2$, 500 кГц);

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

связи с принтером P-01A (Centronics);

сетевой среднего быстродействия C-01A (2400 бит/с, 10 км, токовая петля 20 мА);

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

сетевой низкого быстродействия C-03A (1200 бит/с, V23, коммутируемые или выделенные телефонные линии);

блок питания PU-01A ($U_{вх}$ — 24 В, $U_{вых1}$ — 5 В, $U_{вых2}$ — ±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, $U_{вых1}$ — 5 В, $U_{вых2}$ — ±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 АО "ЭМИКОН" разрабатывает дополнительные модули связи с объектом.

Программирование контроллеров. Для сокращения сроков создания программного обеспечения АО "ЭМИКОН" разработан пользовательский язык программирования CONT. Программы, написанные на нем, работают в среде многозадачной операционной системы реального времени ЭК-ОС, которая поставляется с контроллером.

Отличительной особенностью 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 за счет возможности работы с условными переходами, подпрограммами, аппаратными и программными прерываниями.

Всем переменным в программе, кроме цифровых кодов, могут присваиваться 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 сохраняется при выключении питания и доступна для персонала, работающего с контроллером, с помощью панели оператора. Это позволяет последнему в ходе выполнения программы менять различные уставки (скорость, временные интервалы, температуру и т. д.) для гибкого управления технологическим процессом.

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

Для написания и отладки программ применяется 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 пользователь может работать в непрерывном, пошаговом режиме или в режиме с остановом в контрольных точках. При этом на дисплее компьютера отображаются значения интересующих пользователя переменных.

Распределенные системы управления. Контроллеры ЭК-2000 легко объединяются 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 мониторинга технологического процесса в качестве абонентов локальной сети может использоваться IBM-совместимый персональный компьютер. Пакет программ TRACE MODE фирмы ADASTRA или RealFlex (SOFTWARE SYSTEMS) позволяет отобразить на дисплее состояние до 4096 переменных, а также протолировать поступающие от контроллеров технологического процесса сообщения. Создание и редактирование мнемосхем объекта может осуществляться пользователем.

Панели оператора серии UniOP. В контроллерах "ЭМИКОН" в качестве систем отображения широко применяются панели оператора серии UniOP фирмы EXOR ELECTRONIC R&D (Италия).

Дисплейные панели UniOP позволяют осуществить эффективную систему сопряжения с оператором в условиях, когда к панели предъявляются требования малой стоимости и габаритов, но в то же время должна обеспечиваться простота и надежность эксплуатации в промышленных условиях, а также наиболее полное представление информации.

В панелях предусмотрено регулирование яркости и контрастности, т. е. их можно использовать практически при любом освещении.

В отличие от других операторских панелей, требующих, чтобы программа контроллера помещала содержимое отображаемых символов в специальные регистры, UniOP может непосредственно запрашивать внутренние переменные контроллера. Могут выдаваться данные любых 800 дисплейных страниц (ограничено только размером памяти) в нескольких форматах, таких, как дата, время, десятичный, двоичный, шестнадцатичный, с плавающей запятой, в линейном виде и в виде диаграмм.

В UniOP возможно преобразование входной информации для того, чтобы необработанные данные технологического процесса были более выразительными и наглядными (например, литры — как процент от вместимости цистерны).

Клавишная панель имеет сменные надписи, позволяющие легко адаптировать UniOP к потребностям пользователя. Удобно расположенная цифровая клавиатура обеспечивает несложный ввод данных. Кроме того, UniOP может проверять достоверность вводимой информации.

UniOP также содержит часы реального времени. Информация о времени и дате может

периодически передаваться в контроллер, что позволяет вести обработку данных, основанную на времени дня, дне недели или любом другом периоде.

UniOP контролирует и отображает до 256 аварийных сообщений. Для каждой аварийной ситуации определены и немедленно выдаются на дисплей UniOP характерные сообщения.

Благодаря 256-уровневой системе прерываний всегда отображаются самые важные сообщения. Чтобы не потерять информацию о них, может быть задано обязательное подтверждение оператором. Последние 100 аварийных ситуаций, переданных контроллером, сохраняются во внутреннем списке аварийных ситуаций, который можно просмотреть на экране или распечатать на принтере с последовательным интерфейсом.

Восьмиуровневый пароль защищает основные элементы системы от несанкционированного доступа, включая подтверждение аварийного сообщения, установку часов, распечатку списка аварийных событий, отображение страницы, ввод данных, конфигурацию системы (загрузка программы).

Основные характеристики:

- пылебрызгозащищенное исполнение (IP65);
- клавиатура с тактильными мембранными клавишами;
- светодиодные индикаторы состояния;
- сменные надписи на клавишах;
- один канал RS-232 (19200 бит/с) для подключения к компьютеру;
- один канал RS-232/RS-485/ токовая петля 20 мА для подключения к контроллеру;
- часы и календарь реального времени, поддерживаемые резервным питанием;
- пользовательское ОЗУ, поддерживаемое резервным питанием (32 Кбайт для панелей типа CP, 96 Кбайт для панелей типа MKD);
- дополнительная память (до 128 Кбайт для панелей типа MKD);

256 уровней приоритета аварийных сообщений;

- запоминание списка аварийных сообщений;
- защита на основе 8-уровневого пароля;
- печать сообщений, списков аварийных сообщений, аварийных ситуаций на принтере;
- отображение стандартного набора символов ASCII;

условия эксплуатации:

рабочая температура, °С	0...50 (-30...+50 в специальном исполнении)
влажность, %	0...95
питание, В/мА	24/500

Панели оператора UniOP могут непосредственно подключаться к контроллерам следующих фирм: "ЭМИКОН", Allen-Bradley, ABB, AEG Modicon, GE Fanuc, Hitachi, Matsuhita/Aromat, Mitsubishi, Omron, SAIA, Siemens Simatic, Square-D, Westinghouse.

Фирма готова разработать сетевые драйверы для других типов контроллеров, выпускаемых в России и странах СНГ.

Таким образом, панели UniOP могут работать с любыми промышленными контроллерами.

Промышленные компьютеры. АО "ЭМИКОН" поставляет также терминалы для промышленных компьютеров и полностью законченные промышленные АТ-совместимые компьютеры на базе 386 и 486 процессоров, имеющие монохромные или цветные дисплеи и пользовательские цифровые и функциональные клавиатуры.

Исполнение терминалов и промышленных компьютеров — пылебрызгозащищенное и взбрызженное.

В таблице приведены основные функциональные и технические характеристики различных типов панелей и промышленных компьютеров семейства UniOP.

Обозначение	Тип	Функциональное назначение	Техническая характеристика
UniKEY	ET-F	Клавиатура панели оператора	Цифровые клавиши, 20 функциональных клавиш, 20 светодиодных индикаторов
UniKEY	AT-F	Клавиатура промышленного компьютера	101-клавишная АТ-совместимая клавиатура
Uni 02	EF-02	Панель оператора	2 строки по 40 символов, вакуумный флюоресцентный дисплей (ВФД), клавиши управления курсором (КУК)
Uni 04	ER-04	Панель оператора	4 строки по 40 символов, жидкокристаллический дисплей (ЖКД), КУК
Uni 16	ER-16	Панель оператора	16 строк по 40 символов, загружаемые шрифты, ЖКД, КУК
Uni 16	EL-16	Панель оператора	16 строк по 40 символов, загружаемые шрифты, электролюминесцентный дисплей (ЭЛД), КУК
Uni 25	ER-25	Панель оператора	25 строк по 80 символов, ЖКД, КУК
Uni 25	EL-25	Панель оператора	25 строк по 80 символов, ЭЛД, КУК

Обозначение	Тип	Функциональное назначение	Техническая характеристика
UniPLUS 2	CPO1F-02	Панель оператора	2 линии по 20 символов, ВФД, цифровая клавиатура, 5 функциональных клавиш
UniPLUS 4	CPO1R-04	Панель оператора	4 линии по 20 символов, ЖКД, цифровая клавиатура, 5 функциональных клавиш
UniPLUS 4	CPO1F-04S	Панель оператора	4 линии по 20 символов, ВФД, цифровая клавиатура, 10 функциональных клавиш, загружаемые шрифты
UniPLUS 2	CPO2F-02	Панель оператора	2 линии по 20 символов, ВФД, цифровая клавиатура, 16 функциональных клавиш
UniPLUS 4	CPO2R-04	Панель оператора	4 линии по 20 символов, ЖКД, цифровая клавиатура, 16 функциональных клавиш
UniPLUS 2	MKDF-02	Панель оператора	2 линии по 40 символов, ВФД, цифровая клавиатура, 16 функциональных клавиш
UniPLUS 4	MKDR-04	Панель оператора	4 линии по 40 символов, ЖКД, цифровая клавиатура, 16 функциональных клавиш
UniPLUS 8	MKDR-08	Панель оператора	8 линий по 40 символов, ЖКД, цифровая клавиатура, 16 функциональных клавиш
UniPLUS 16	MKDL-16	Панель оператора	16 линий по 40 символов, ЭЛД, цифровая клавиатура, 16 функциональных клавиш
UniPLUS 16	MKDR-16	Панель оператора	16 линий по 40 символов, ЖКД, цифровая клавиатура, 16 функциональных клавиш
VGA ID	DIS01A	Промышленный монитор	АТ-совместимый 640×480 VGA, ЖКД, пользовательская АТ-совместимая клавиатура
VGA ID	DIS02A	Промышленный монитор	АТ-совместимый 640×480 VGA, ЭЛД, пользовательская АТ-совместимая клавиатура
T line IC	MAXRO2-486SX MAXRO2-486DX	Промышленные компьютеры	ЖКД VGA, 33 МГц, 4 Мбайт RAM, HDD-120 Мбайт, 16 градаций серого цвета
T line IC	MAXLO2-486SX MAXLO2-486DX	Промышленные компьютеры	ЭЛД VGA, 33 МГц, 4 Мбайт RAM, HDD — 120 Мбайт, 16 градаций серого цвета
T line IC	MAXCPO2-486SX MAXCPO2-486DX	Промышленные компьютеры	Цветной ЖКД, 64 оттенка цвета
T line IC	MAXCO2-486SX MAXCO2-486DX	Промышленные компьютеры	Активный цветной ЖКД VGA, 64 оттенка цвета

Простое программирование для любых прикладных задач. Панели оператора пользователь может запрограммировать с помощью программы UniOP Designer (Windows или MS DOS версии).

UniOP Designer — это мощная прикладная программа для персонального компьютера типа IBM PC, обеспечивающая интерактивную систему, для создания изображений на дисплейных панелях семейства UniOP, связанных с переменными внутри контроллера.

Прикладная задача реализуется легко и быстро. Редактор отображает страницу дисплейной панели. Каждая страница может редактироваться непосредственно с клавиатуры по методу WYSIWYG (What-You-See-Is-What-You-Get — "что вы видите, то и получаете"). Designer (в версии Windows) позволяет отображать панель на экране компьютера в том же цвете и с теми же

шрифтами, что и в реальной дисплейной панели.

Поля данных задаются в любом месте экрана. Они могут либо только отображаться, либо и отображаться и модифицироваться, что обеспечивает высшую степень функциональности. Кроме того, каждое поле данных может представляться на экране в различных форматах.

Идентификация поля данных осуществляется очень просто, поскольку обозначения переменных, используемые в Designer, совпадают с переменными, которые применяются в контроллерах пользователя.

В среде DOS или Windows Designer позволяет легко создавать прекрасные интеллектуальные дисплеи.

Если разработка закончена, пользователю нужно только подсоединить компьютер к дисплейной панели и загрузить прикладную программу отображения. Несколько минут —

и панель может работать в режиме "on-line" с вашим контроллером. Кроме того, существующие в панели программы могут вызываться в любое время для дальнейшего редактирования.

Возможность использования загружаемых драйверов обмена данными с контроллером позволяет построить систему с новейшими

изделиями сегодняшнего и завтрашнего дня.

За дополнительной информацией о контроллерах "ЭМИКОН", а также о панелях оператора и промышленных компьютерах семейства UniOP обращайтесь по адресу: 115230 Москва, Варшавское шос., 42, АО "ЭМИКОН"; тел. (095) 111-92-57; телефакс: (095) 111-92-87.

УДК 681.5

ЭЛЕМЕНТЫ АЭРОГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ЗАБОЙНЫХ ПАРАМЕТРОВ

В. Н. Есауленко
(Астраханский ГТУ)

В начале 60-х гг. в нашей стране и за рубежом появилось новое направление в области построения систем автоматического управления — струйная техника. Большой интерес, проявляемый к ней до сих пор, объясняется огромными возможностями, заложенными в этой технике.

Существуют два фундаментальных механизма, на которых строятся элементы аэрогидродинамического действия (струйные элементы): взаимодействие струй жидкости или газа и взаимодействие потока со стенкой.

Струйные элементы не имеют подвижных частей, что обуславливает отсутствие износа, обеспечивает неограниченный срок службы и возможность работы при высоких температурах. Единственной причиной неисправности может быть засорение. Однако использование надежного фильтра или струйных систем, работающих по замкнутому циклу, устраняет эту неисправность.

Элементы аэрогидродинамического действия изготавливаются из пластмасс, металла, стекла или керамики. Условия, в которых могут работать струйные элементы, недоступны для электронных устройств. Например, струйные элементы из керамики функционируют при температурах до 2000 °С.

Выбор соответствующего материала и способа сборки обеспечивают работу таких устройств при ударах или ускорениях до нескольких тысяч *g*. Стоимость изготовления струйных устройств в 100 раз ниже электронных.

Единственным препятствием для широкого внедрения струйных элементов в различных областях техники может стать их низкое быстродействие. Время переключения элемента состав-

ляет 1 мс, а скорость распространения сигнала по каналу примерно 300 м/с. В настоящее время достигнута скорость работы струйных систем более 1 кГц [1].

Оценивая технические характеристики струйных элементов и сравнивая их с условиями на забое бурящихся скважин, можно сделать заключение, что они идеально вписываются в систему буровой инструмент — скважина.

Действительно, вибрации на забое достигают десятков *g*, температура в отдельных геологических районах в глубоких скважинах — 250...300 °С. Частотный диапазон, в котором работают струйные элементы, полностью соответствует диапазону частот гидравлического канала связи. Как известно, наименьшее затухание полезного сигнала в гидравлическом канале связи забоя с устьем скважины находится в диапазоне 0,01...0,5 Гц.

При проектировании систем автоматического управления забойными параметрами возникает вопрос обеспечения питания струйной глубинной измерительной аппаратуры. Решить его можно, встраивая в глубинный контейнер баллон со сжатым газом. Давление в нем может достигать на поверхности при нормальных условиях 15...20 МПа. Объем может быть любым и ограничивается только диаметром, который не должен превышать 60 мм, поскольку определяется необходимым расходом бурового раствора. Существуют примеры применения индивидуального питания струйных систем, выполненного в виде баллона со сжатым газом. Так, фирмой "Хониуэлл" спроектированы струйные силовые элементы для продольной стабилизации ракет Т1М с вместимостью баллона 130 см³, обеспечивающие 10 мин полета.