



Сергей Багмутов

## Модули УСО для построения распределенных систем

В статье рассматриваются два варианта построения систем децентрализованного управления. Основное внимание уделено обзору номенклатуры и параметров интеллектуальных модулей ввода-вывода серий SNAP и OpenLine, сравнению подходов к их применению и анализу соответствующих электрических, конструктивных и эксплуатационных особенностей систем.

### ВВЕДЕНИЕ

Считаете ли вы, что первичные датчики и управляющие механизмы должны быть гальванически изолированы от управляющей системы и вычислителя? Если да, то наверно согласитесь и с тем, что развязка желательна не групповая, а поканальная. Полагаю, не встретит возражений и то, что в многоканальных системах с разнообразными типами датчиков и управляющих механизмов, дискретными и аналоговыми сигналами на ввод и на вывод для исключения избыточности желательно иметь возможность собрать одно- или двухканальные нормализаторы в один типовой конструктив. Традиционный подход, предполагающий использование быстродействующего АЦП в системе с мультиплексированием каналов и выносных нормализаторов с гальваноразвязкой (например, фирмы Analog Devices), — это хорошее, но достаточно дорогое решение, характеризующееся к тому же большой протяженностью аналоговых цепей, что в условиях сильных электромагнитных помех может оказаться неприемлемым.

Данная статья имеет цель показать некоторые особенности интеллектуальных модулей ввода-вывода с гальванической развязкой ряда ведущих производителей. На рынке распределенных систем управления существует до-

вольно сильная конкуренция, стимулируемая общими тенденциями построения современных децентрализованных систем управления на основе промышленных сетей. Заметно стремление известных производителей УСО наделить аналоговые модули с гальванической развязкой локальным интеллектом и возможностью «сотрудничать» с цифровыми модулями на равных правах, если под таковыми понимать единение в пределах одной базы ввода-вывода. Это не только создает условия для унификации оборудования, но и предоставляет возможность для ликвидации канальной избыточности, что в конечном счете ведет к сокращению затрат на аппаратные средства.

Рассматриваемые в статье модули поставляются фирмами-производителями как составные части распределенных систем, а также как OEM-продукт, используемый без жесткой привязки к определенному типу контроллера в любой конфигурации.

### СТРУКТУРНОЕ ПОСТРОЕНИЕ

Попытаемся сравнить продукты двух американских фирм, которые де-факто являются «законодателями мод» в своей области, — Grayhill и Opto-22. Эти ведущие производители в стремлении создать надежные, эффективные и

конкурентоспособные системы часто приходят к близким решениям.

### Архитектура систем

Внешне решения фирмы Opto-22 выглядят привычнее, с точки зрения традиционной структуры распределенных систем, чем аналогичные решения на базе изделий серии OpenLine фирмы Grayhill.

На рис. 1 представлена структурная схема распределенной системы, использующей удаленные УСО (модули SNAP), соединенные с ведущим контроллером или управляющим PC посредством одного из известных промышленных сетевых интерфейсов.

Процесс ввода-вывода и контроль промышленной сети осуществляются контроллером удаленной базы. Тип контроллера базы определяет тип применяемой сети. Каждый контроллер может поддерживать базы, несущие от 8 до 16 многоканальных модулей. Цифровые и аналоговые модули достаточно произвольно комбинируются в пределах базы (как правило, с некоторым ограничением числа аналоговых модулей). Один дискретный модуль поддерживает четыре канала ввода или вывода, один аналоговый модуль — два.

В пределах одной базовой панели могут произвольно объединяться дис-

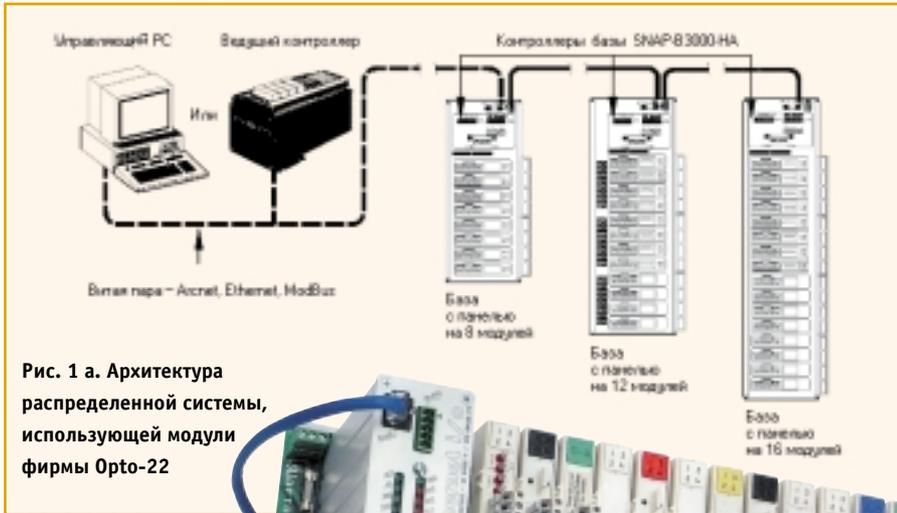


Рис. 1 а. Архитектура распределенной системы, использующей модули фирмы Opto-22

кретные и аналоговые модули, несмотря на то, что они имеют различное количество интерфейсных линий подключения. Этот факт мы рассмотрим подробнее при описании электрического интерфейса.

Архитектура перспективной системы, предлагаемой фирмой Grayhill, качественно отличается от описанной. OpenLine — это разумный компромисс между распределенными и централизованными системами (рис. 2). В качестве канального интерфейса между управляющим центральным процессором и базами ввода-вывода выбрана локальная шина, подобная шине ISA. Контроллеры OpenLine Ethernet и OpenLine ModBus — это микропроцессорные устройства на x86 совместимом процессоре. Каждый из этих контроллеров мо-

Рис. 1 б. SNAP I/O System (база с панелью на 12 модулей)

жет одновременно обслужить до восьми баз ввода-вывода. Связующим звеном между центральным процессором и модулями ввода-вывода является контроллер базы. Он хорошо «понимает» возможности подчиненных (и несмотря на это — тоже интеллектуальных!) модулей и потребности вышестоящего центрального процессора. В этом качестве используются как мощные процессоры, так и простые и, соответственно, недорогие контроллеры промышленных сетей, что обеспечива-

ет гибкость в определении архитектуры системы. Ну, а каждый специализированный дискретный и интеллектуальный аналоговый модуль ввода-вывода взаимодействует с двумя датчиками или исполнительными механизмами, гальванически изолируя от них верхние уровни системы. Получается эдакая прочно и надежно стоящая пирамидальная структура.

Контроллеры обеих систем могут работать в управляющих сетях различных типов. Наиболее перспективной представляется возможность их применения в сетях Ethernet, приобретающих все большую популярность в АСУ ТП.

**Базы ввода-вывода и объединительные панели**

То общее, что позволяет сравнивать рассматриваемые решения — это прежде всего возможность объединять в пределах одной базы (или панели) с произвольным адресным расположением цифровые и аналоговые модули. Более подробное рассмотрение базовых панелей и интерфейсов сопряжения с модулями оправдывается тем, что, к счастью, фирмы-производители сделали свои системы открытыми и модули ввода-вывода поставляются не только как компоненты системы, но и как OEM-продукт. Последнее позволяет использовать аналоговые и цифровые модули в составе свободно комплектуемых IBM PC совместимых контроллеров независимыми разработчиками и системными интеграторами. Основное внимание сосредоточим на механических и коммутационных характеристиках пассивных (без контроллеров баз) панелей.

Объединительные панели серии SNAP-B имеют ограничение на количество устанавливаемых модулей для одного подключения (шестнадцать). Это связано с особенностями электрического интерфейса, рассматриваемы-

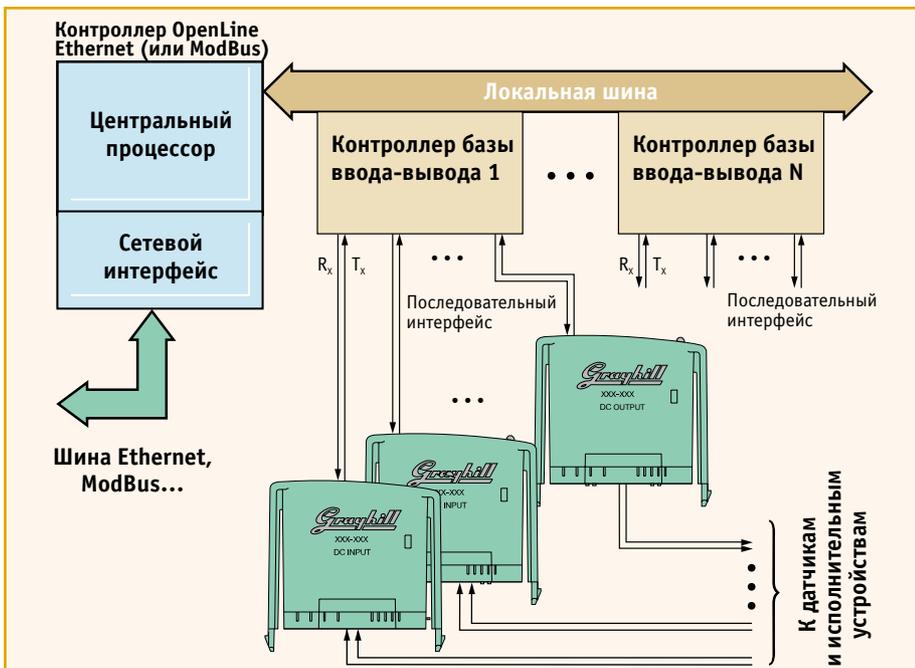


Рис. 2 а. Архитектура системы, использующей модули OpenLine



Рис. 2 б. База ввода-вывода системы OpenLine с модулями и контроллером базы

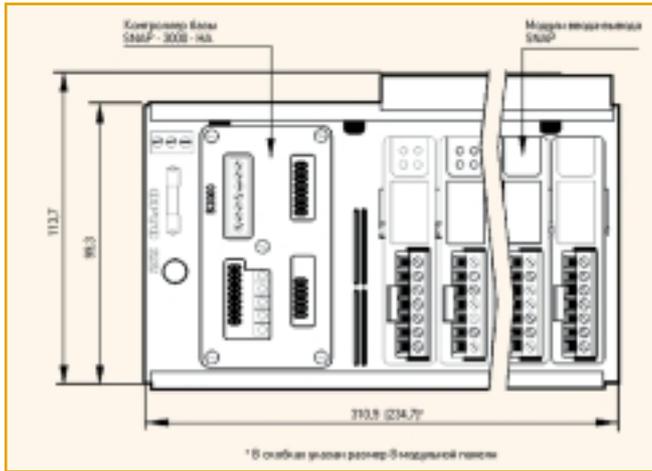


Рис. 3. Габаритный чертеж панели SNAP-B

ми далее, и в первую очередь — с использованием четырех адресных линий. В соответствии с этим панели бывают четырех типоразмеров: на 4, 8, 12 (рис. 3) и 16 модулей.

Базовые панели OpenLine теоретически подобных ограничений не имеют. Grayhill производит их 8-модульными только из-за особенностей структуры своих готовых систем. Независимые производители не только могут, но и уже делают узлы с большим количеством модулей.

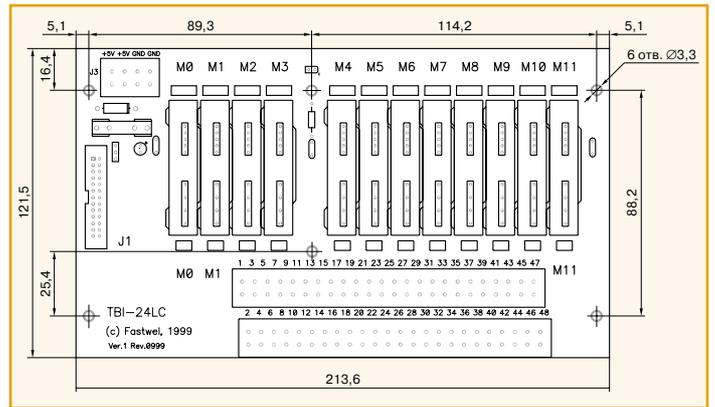


Рис. 4. Габаритный чертеж панели TBI-24LC фирмы Fastwel

Габариты, например, 12-модульной панели фирмы Fastwel (рис. 4, 5) не превышают 213,6·121,5 мм.

При сопоставимых габаритах надо учитывать, что панель SNAP поддерживает потенциально больше цифровых сигналов, а панель OpenLine — больше аналоговых. Каждая из них может крепиться на стандартном (35 мм) DIN-рельсе. Крепеж модулей ввода-вывода позволяет при их замене не демонтировать всю панель.

Обе фирмы используют промышленную компоновку высокой плотности, разнообразные варианты монтажа

и распределенное управление, чтобы обеспечить своим изделиям максимальную эксплуатационную гибкость в широком диапазоне применения. Системы включают высокой плотности АС и DC цифровые модули ввода-вывода, интеллектуальные аналоговые модули ввода-вывода, конструктивы для установки модулей. Продуманная конструкция обеспечивает простую установку и демонтаж модулей, а также почти на 60% по сравнению с традиционными решениями снижает требуемый для размещения оборудования объем (рис. 1 б и 2 б).

Общей для систем обеих фирм является идея о вынесении АЦП непосредственно к объекту сканирования, при этом каждый аналоговый входной модуль или модуль вывода фактически является адресуемым аналоговым процессором, выполняющим определенный достаточно гибкий набор команд. Эта идея имеет свои особенности, в частности:

- проще и дешевле гальванически «развязать» дискретный последовательный сигнал после преобразования;
- цифровой последовательный код более помехоустойчив, соответственно вероятность искажений при передаче данных по каналу связи с контроллером существенно меньше;
- при передаче цифрового последовательного кода по одному проводу появляется возможность применить на тех же каналах дискретные модули;
- при сравнимом качестве цена канала оказывается ниже, чем при традиционном применении быстродействующего АЦП с мультиплексором на системной шине.

Стремление к снижению цены канала привело эти две фирмы к объединению в пределах одного модуля нескольких аналоговых каналов (в данном случае по два), имеющих гальваническую развязку входа-выхода и источника питания, но не развязанных между собой. Действительно, очень часто этого и не требуется, но подобная развязка предотвращает токи в контуре заземления между внешними устройствами, а также возможные шумы, которые способны внести ошибку в преобразование данных.

Токи контура заземления появляются, когда два заземленных внешних устройства совместно используют соединение, а потенциал земли каждого устройства различен.

Таким образом, каждый двухканальный аналоговый входной модуль обслуживает два однопроводных входных канала с одним общим проводом, которые изолированы от других модулей и от выхода, но не друг от друга. Очевидным решением в данном случае является разнесение каналов с разным потенциалом земли на разные модули или, если это возможно, приведение к одному потенциалу корректной разводкой, экранированием и заземлением.

Поскольку наиболее интересным, на мой взгляд, узлом в подобных системах являются собственно модули ввода-



Рис. 5. Панель TBI-24LC

вывода, рассмотрим их более подробно. При этом, безусловно, надо обратить внимание и на то, что объединяет группу модулей в систему, то есть на пассивную объединительную панель, несущую локальную шину, с помощью которой автономные модули начинают вести себя согласованно и управляемо.

### МЕХАНИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕЙС

Конструкция модулей и панелей позволяет просто «прищелкнуть» модуль к панели. Обычно дополнительная подтяжка винтами не требуется. Однако для приложений, требующих повышенной надежности, панели Opto-22 предусматривают дополни-

тельный захват каждого модуля двумя винтами.

Панели обеих систем предназначены для монтажа на DIN-рельс. Это очень удобно в плане конструктивной унификации.

Модули SNAP имеют съемный клеммный соединитель в верхней части для обеспечения доступности монтажа, а монтажные клеммы системы OpenLine находятся на объединительной панели. Вынесение клеммы за пределы модуля приводит к снижению его стоимости, а значит, и стоимости системы в целом, ускоряя к тому же замену модулей. Клеммники на панели радуют своей, может быть, избыточной мощностью, но так уж нас воспитали, что запас карман не тянет, тем более, что так же воспитаны и те, кто проложил ранее избыточно толстые провода. На несъемном соединителе проще применить безвинтовые клеммники фирмы WAGO, что и проделали уже некоторые производители, и такой подход ведет к повышенной надежности соединений и к снижению трудоемкости монтажа. Если на «нижних этажах» конструктива отсутствуют модули терморпар и термосопротивлений, имеющие

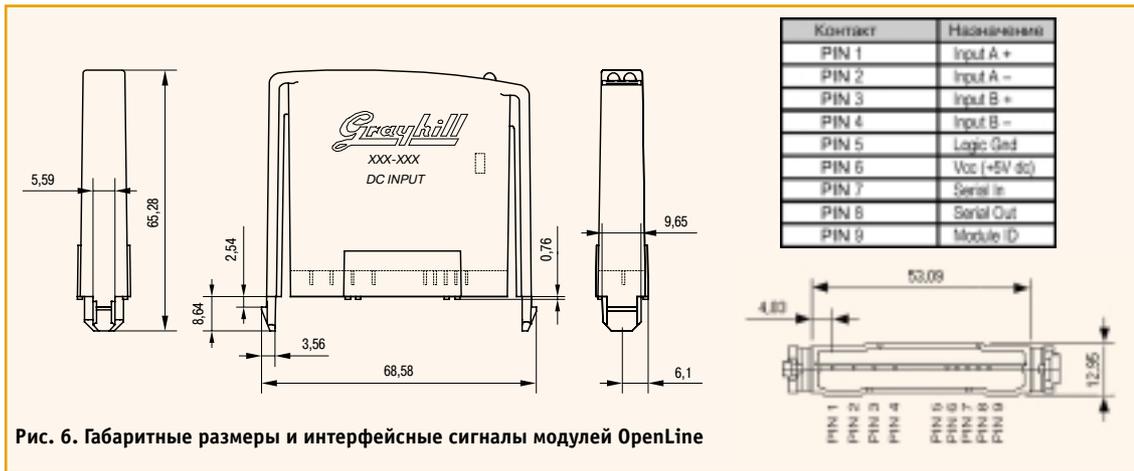


Рис. 6. Габаритные размеры и интерфейсные сигналы модулей OpenLine

съемный клеммный соединитель в верхней части, объединительные панели системы OpenLine можно расположить этажеркой, что иногда необходимо для обеспечения эффективной удельной емкости конструкции.

Разъем панели OpenLine имеет 12 контактов, а панели SNAP — 24, при этом разъем модуля — 20-штырьковый. Увеличенное количество контактов интерфейса SNAP, усложняющее и удорожающее систему, будет объяснено при описании электрического интерфейса. Дополнительные штырьки на разьеме объединительной панели предотвращают смещение модуля в процессе установки.

Объединительные панели SNAP бывают 2 типов: D-серии (только цифровые модули) и В-серии (цифровые и аналоговые модули). Все панели используют единственный источник питания — 5 В. Панели В-серии и связанный с ними «интеллект» обеспечивают возможность распределенного управления и сбора данных. В пределах одной объединительной панели возможно смешанное использование до

32 цифровых плюс 16 аналоговых каналов или только 32 аналоговых. Панели D-серии хороши тем, что предлагают широко известный в узких кругах 50-штырьковый интерфейс сопряжения, а посему они могут быть применены с управляющими контроллерами, спроектированными ранее под «Opto-22 классик». Дополнительная унификация еще никогда никому не мешала. Соединительные провода от первичных датчиков монтируются непосредственно на установленные в верхней части модулей съемные соединители.

Сравнение габаритных размеров модулей (рис. 6 и 7) показывает, что они значительно больше у SNAP, а следовательно, и у соответствующих им конструктивов.

**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕЙС**

Аналоговые и цифровые модули SNAP были разработаны как OEM-продукт, а также как компоненты системы Opto-22 SNAP I/O System. Цифровые модули SNAP имеют 4-канальную организацию и 4000 В изоляцию входа-выхода. Каждый из 4 каналов, как и у модулей OpenLine, имеет специфическую светодиодную индикацию. Каждый аналоговый входной модуль или модуль вывода — это фактически адресуемый аналоговый про-

цессор. Вы можете связываться с модулем или в ASCII, или в двоичных последовательных режимах. На рис. 7 показано назначение контактов логического коннектора модуля SNAP. Обязательные соединения для модуля любого типа — это питание +5 В обр. (относительно обратного), земля и контакты 1, 3, 5, 7, на которых устанавливается адрес модуля. Так как адресный интервал определяется 4 двоичными разрядами, только 16 модулей могут быть установлены на соединение. Только для аналоговых модулей используются net ± и serial ± соединения — это двухпроводные сигналы RS-485. Эти линии данных должны быть соединены параллельно с соответствующими штырьками для каждого аналогового модуля на шине; естественно, они не требуются для цифровых модулей. Для обеспечения необходимого согласования на каждом конце линии устанавливается резистор номиналом 220 Ом.

Цифровые модули требуют только питания и соединения TTL-уровня к сигналам от D0 до D3 на штырьках 2, 4, 6, 8. Во всех цифровых модулях Opto-22 используется инверсная логика, то есть логический 0 на входе соответствует включенному состоянию.

В отличие от 20-штырькового соединителя SNAP, в серии OpenLine используется более простой интерфейс с 9-штырьковым соединителем (рис. 6). Количество интерфейсных линий, необходимых для связи с контроллером, совпадает у дискретных и аналоговых модулей — их всего две. Модули дискретного ввода используют контакты 7 и 8 (по одному на канал) как логический цифровой индикатор состояния канала. Модули дискретного вывода получают по этим же линиям цифровой сигнал установки канала. Аналоговые модули используют эти

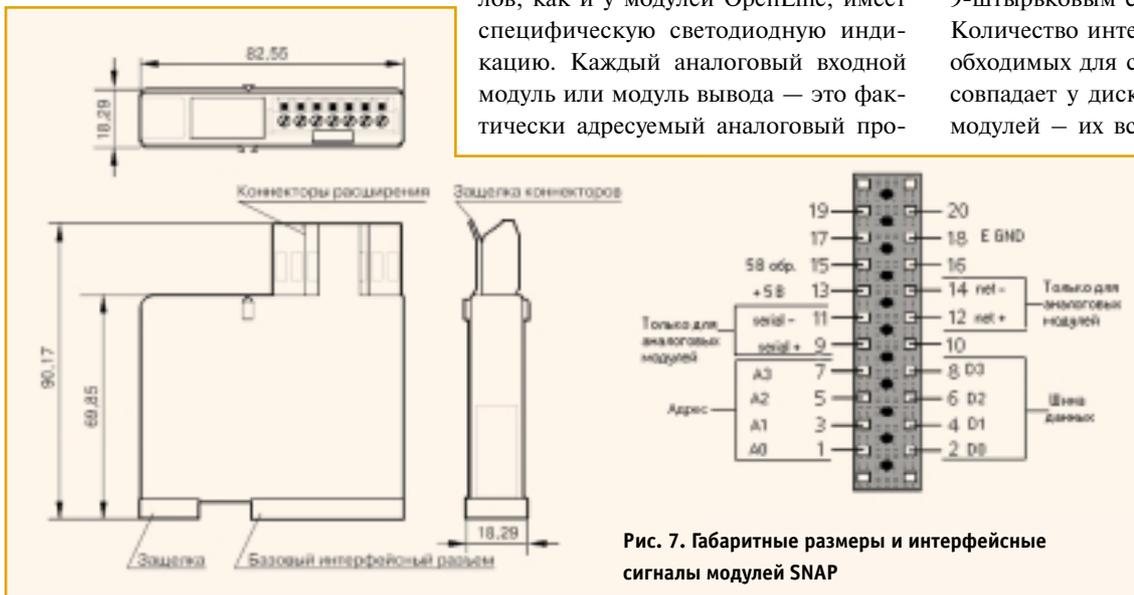


Рис. 7. Габаритные размеры и интерфейсные сигналы модулей SNAP

контурного ввода используют контакты 7 и 8 (по одному на канал) как логический цифровой индикатор состояния канала. Модули дискретного вывода получают по этим же линиям цифровой сигнал установки канала. Аналоговые модули используют эти

линии как последовательный канал. При этом по одной линии передается код, по другой принимается команда. Способ связи асинхронный, старт-стопный, TTL-уровня, со скоростью обмена 115,2 кбит/с. Вывод 9 служит для первичной идентификации модуля — он соединен с резистором определенного для модулей одного типа номинала. Интеллектуальные аналоговые модули также поддерживают уточненную идентификацию второго уровня, посылая код ответа на команду запроса типа. Это позволяет полностью сконфигурировать систему после включения питания. Контакты 5 и 6 необходимы для подачи напряжения питания +5 В. Контакты 1, 2, 3, 4 используются для соединения с внешними датчиками и исполнительными механизмами. На соединительной панели эти сигналы транслируются на внешние клеммные соединители. Для датчика, требующего более двух контактов (например 3-проводная схема подключения термосопротивления), соединительные провода монтируются непосредственно на установленные в верхней части модулей сменные коннекторы.

Как видно из рис. 2 а, независимо от типа модуля OpenLine (дискретный или аналоговый) остается постоянным количество интерфейсных линий сопряжения с контроллером; уровень сигнала в этих линиях физически однороден. SNAP пользуется шинным типом соединения, отдельной параллельной адресной частью и неоднородным физическим способом подключения дискретных и аналоговых каналов. Применение дифференциального интерфейса RS-485, оправданное для повышения помехозащищенности в промышленных условиях при значительном удалении абонента, в данном случае при непосредственной близости управляющего контроллера излишне удорожает систему. При полудуплексной связи и увеличении количества адресуемых модулей на двух проводах к тому же значительно падает максимально возможная скорость опроса, независимо от времени, затраченного каждым модулем на преобразование. Подобная схема во многом напоминает типовые сетевые решения на базе устройств популярной серии ADAM-4000 фирмы Advantech, но эти устройства поканально распределяются по всему объекту управления и их не пытаются объединить в пределах одной панели. Подход же фирмы Grayhill при максимальном времени преобразо-

вания и передачи данных о результатах за 500 мкс на два канала позволяет достичь большего быстродействия при параллельном опросе.

### Состав модулей УСО

#### Номенклатура дискретных модулей

Основные параметры дискретных модулей обеих фирм представлены в табл. 1 и 2.

Сравнение таблиц позволяет сделать вывод, что при приблизительном равенстве по количеству перекрываемых диапазонов выходные модули OpenLine мощнее (2 А против 3/4 А на канал).

Следует также учитывать, что проходная изоляция SNAP составляет 4000 В, а Open Line — 2500 В и что диапазон рабочих температур у SNAP от 0 до +70°C, а у модулей OpenLine — расширенный от -40 до +85°C.

#### Номенклатура аналоговых модулей

Номенклатуру аналоговых модулей рассматриваемых серий и их основные параметры отражают табл. 3 и 4.

Разница подходов двух фирм в данном случае состоит в том, что SNAP при меньшем количестве типов модулей делает их многодиапазонными (программируемыми на определенный диапазон измерений подобно популярной серии ADAM-4000). Может быть, такая избыточность функций на один модуль иногда оправдана, но при поканальном конфигурировании системы это не имеет значения.

#### Особенности аналоговых модулей ввода

Попробуем хотя бы поверхностно сравнить параметры представителей двух серий, имеющих одинаковый входной диапазон. Для примера выбраны входные модули напряжения: модуль SNAP-AIV обеспечивает номи-

Таблица 1. Дискретные модули серии OpenLine

Модуль	Входной сигнал	Входное сопротивление	Коммутируемое напряжение	Номинальный ток в нагрузке/канал**	Максимальное время срабатывания
70L-OAC			24-140 В перем. тока	0,02-2 А	1/2 периода
70L-OACA			24-280 В перем. тока	0,02-2 А	1/2 периода
70L-ODC			3-36 В пост. тока	0,02-2 А	50 мкс
70L-ODCA			4-200 В пост. тока	0,02-1 А	750 мкс
70L-ODCB			3-60 В пост. тока	0,02-2 А	500 мкс
70L-IAC	0-140 В перем. тока	22 кОм			20 мс
70L-IACA	0-280 В пост. тока	60 кОм			20 мс
70L-IDC	0-32 В пост. тока	1,8 кОм			0,4 мс
70L-IDCB	0-32 В пост. тока	900 Ом			0,075 мс
70L-IDCG*	35-60 В пост. тока	10,6 кОм			10 мс
70L-IDCNP*	15-32 В пост. тока	1,9 кОм			5 мс

\* Неполяризованные.

\*\* Модули OpenLine имеют нагрузочную способность 4 А на модуль (два канала).

Таблица 2. Дискретные модули серии SNAP

Модуль	Входной сигнал	Входное сопротивление	Коммутируемое напряжение	Номинальный ток в нагрузке/канал*	Время срабатывания
SNAP-OAC5			12-250 В перем. тока	3/4 А	1/2 периода
-ODC5SRC			5-60 В пост. тока	0,02-3/4 А	100 мкс
-ODC5SNK			5-60 В пост. тока	0,02-3/4 А	100 мкс
-ODC5R			«Сухой» контакт	0-0,5 А	500 мкс
-IAC5	90-140 В перем. тока	169 кОм			30 мс
-IAC5A	180-280 В перем. тока	305 кОм			30 мс
-IDC5	10-32 В пост. тока	15 кОм			15 мс
-IDC5D	2,5-28 В пост. тока	3 кОм			1 мс
-IDC5-Fast	2,5-16 В пост. тока	440 Ом			0,025 мс
-IDC5-Fast A	18-32 В пост. тока	8 кОм			0,025 мс

\* Модули SNAP имеют нагрузочную способность 3 А на модуль (4 канала).

Таблица 3. Аналоговые модули серии SNAP

Модуль	Тип входного сигнала	Тип выходного сигнала	Разрешающая способность
SNAP-AIARMS	0-10 A rms		400 мкА
AIARMS	0-250 В rms		10 мВ
AICTD	Проба ICTD -40...100°C		0,8°C
AIMA	-20...+20 мА		0,8 мкА
AIRATE	0-25000 Гц		1 Гц
AITM	Е, J, К-термопары: -210...1372°C		6 мкВ (диапазон от -150 до 150 мВ)
AITM-2	В, С, D, G, N, T, R, S-термопары		2 мкВ (диапазон от -50 до 50 мВ)
AIRTD	ТС 100 Ом		0,042°C (0,016 Ом)
AIV	-10...+10 В или -5...+5 В		0,4 мВ или 0,2 мВ
AOA-3		4-20 мА (один канал)	3,9 мкА
AOV-5		0-10 В	2,44 мВ
AOV-7		-10...+10 В	4,88 мВ
AOA-23		4-20 мА (два канала)	3,9 мкА
AOV-25		0-10 В	2,44 мВ
AOV-27		-10...+10 В	4,88 мВ

Таблица 4. Аналоговые модули серии OpenLine

Модуль	Тип входного сигнала	Тип выходного сигнала	Разрешающая способность
73L-II020	0-20 мА		4,88 мкА
73L-II420	4-20 мА		3,91 мкА
73L-ITCJ	J-термопара: -210...+1200°C		0,34°C
73L-ITCK	K-термопара: 100...1372°C		0,36°C
73L-ITCT	T-термопара: -240...400°C		0,16°C
73L-IV1	0-1 В		244 мкВ
73L-IV10	0-10 В		2,44 мВ
73L-IV100M	0-100 мВ		24,4 мкВ
73L-IV10B	-10...+10 В		4,88 мВ
73L-IV5	0-5 В		1,22 мВ
73L-IV50M	0-50 мВ		12,2 мкВ
73L-IV5B	-5...+5 В		2,44 мВ
73L-OI020		0-20 мА	4,88 мкА
73L-OI024		0-24 мА	5,88 мкА
73L-OI420		4-20 мА	3,91 мкА
73L-OV10		0-10 В	2,44 мВ
73L-OV10B		-10...+10 В	4,88 мВ
73L-OV5		0-5 В	1,22 мВ
73L-OV5B		-5...+5 В	2,44 мВ

нальный входной диапазон -5... +5 В или -10... +10 В, и модуль OpenLine 73L-IV5B (73L-IV10B) с таким же входным диапазоном. Некоторые параметры этих модулей для сравнения сведены в табл. 5.

Попытка объединить несколько входных диапазонов с программным переключением в одном типе модуля, характерная для SNAP, – это неплохо в плане гибкости применения, но в итоге, по-моему, влечет за собой усложнение модуля, удорожание и некоторую функциональную избыточность, так как, формируя систему поканально, интегратор, как правило,

знает, какие диапазоны ему потребны. По-видимому, избыточность приводит к тому, что ток потребления в два раза превышает потребление модулей OpenLine.

Модули OpenLine имеют расширенный температурный диапазон, поэтому для систем, работающих при отрицательных температурах, выбор модулей OpenLine является безальтернативным решением. Погрешность преобразования (16 разрядов) меньше у модулей SNAP, что, однако, не отражается на общей точности (возможно, из-за универсальности входа). Максимально допустимая скорость опроса, как уже от-

Таблица 5. Сравнение параметров модулей SNAP и OpenLine

Параметр	SNAP	OpenLine
Тип входа	Напряжение	Напряжение
Входной диапазон	-5...+5 В или -10...+10 В	-5...+5 В (73L-IV5B) -10...+10 В (73L-IV10B)
Входное сопротивление	1 МОм	2,2 МОм
Время получения результата	определяется количеством абонентов	500 мкс
Время срабатывания	10 мс (63,2% изменение входа)	1,0-1,5 мс (100% изменение входа)
Напряжение изоляции входа-выхода	4000 В пост. тока	2500 В пост. тока
Точность	0,05 %, 5 мВ (диапазон 10 В) 2,5 мВ (диапазон 5 В)	0,03% диапазона при 25°C (тип.), 0,06% (макс.)
Диапазон рабочих температур	от 0 до 70°C	от -40 до 85°C
Диапазон температур хранения	от -25 до 85°C	от -55 до 100°C
Ток, потребляемый от источника 5 В±15%	170 мА	52 мА (тип.), 75 мА (макс.)

мечалось, больше у OpenLine, да и время выхода на режим тоже.

### ПРАКТИЧЕСКИЕ СОВЕТЫ ПО ПРИМЕНЕНИЮ

Рассматриваемые в данной статье модули серий SNAP и OpenLine могут использоваться как OEM-компоненты. Так как же их включить в систему?

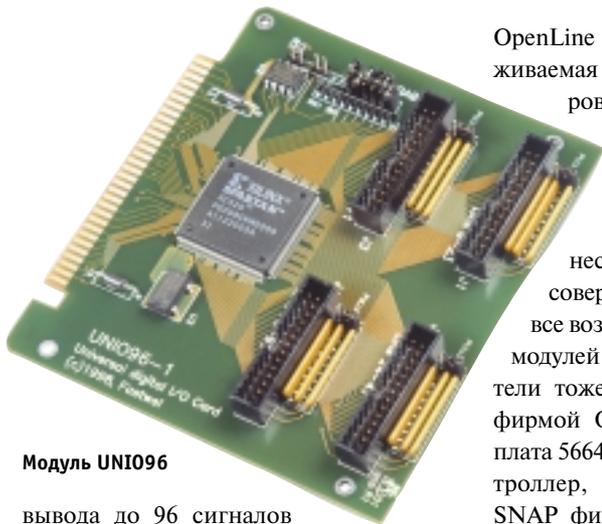
Прежде всего — контроллер. Фирма Fastwel, например, производит универсальный IBM PC совместимый микро-

контроллер на базе процессора Am188ES 40 МГц, допускающий одноплатное применение и имеющий все необходимое для поддержания многоканальной аналого-цифровой контрольно-управляющей системы на базе модулей обеих серий. Кроме этого, микроконтроллер имеет универсальный порт дискретного ввода-вывода, реализованный на матрице FPGA, который может использоваться и для подключения плат с опторазвязкой, в том

числе, и двух плат TBI-24LC производства той же фирмы. Каждая из панелей TBI-24LC (рис. 5) поддерживает до 12 модулей серии OpenLine (24 канала) в произвольной комбинации. Каждая плата подключается одним плоским кабелем SMA-26. С данным микроконтроллером могут использоваться и модули серии SNAP, но это связано с необходимостью применения оригинальных несущих плат и кабеля.

Аппаратные возможности микроконтроллера этим, впрочем, не ограничиваются, так как он имеет один или два изолированных порта RS-422/485, изолированный порт аналогового ввода-вывода и внешнюю стандартную магистраль ISA, которую можно использовать при необходимости увеличения количества каналов ввода-вывода путем установки специализированных плат расширения. Некоторые из таких устройств заслуживают отдельного упоминания, тем более, что они могут использоваться в любой IBM PC совместимой промышленной системе, имеющей шину ISA. Прежде всего это модули ввода-вывода UNIOXX-X.

Модули выполнены в формате MicroPC и предназначены для ввода-



Модуль UNIO96

вывода до 96 сигналов логического уровня. Они базируются на программируемой логической матрице FPGA и технологии программирования в системе (ISP), что позволяет пользователю изменять алгоритм работы самостоятельно, пользуясь как готовыми схемами (а их в поставке достаточно для удовлетворения почти всех мыслимых запросов: таймеры, счетчики, ШИМ и т.д.), так и разработанными самостоятельно. Одно из основных применений UNIOXX-X — обслуживание модулей гальванической развязки Grayhill и Opto-22 и интерфейс с платами TBI-24LC.

При этом в одном из вариантов схемы реализуется упомянутая ранее возможность параллельного опроса нескольких каналов модулей серии OpenLine. На рис. 8 представлена примерная блок-схема организации работы на 24 канала, которая имеет два параллельно работающих приемных сдвиговых регистра с возможностью выдавать одну команду (а больше и не надо) — команду «читать» — двум модулям (на четыре канала).

При этом достижимо следующее время опроса:

- 4 входа за 600 мкс;
- 24 входа за 3,6 мс (UNIO24);
- 48 входов за 3,6 мс (UNIO48);
- 96 входов за 3,6 мс (UNIO96).

Система, построенная на базе упомянутых контроллеров и модулей UNIO, может обслуживать практически неограниченное число каналов ввода-вывода как при локальном наращивании в пределах базы контроллера (монтажный каркас ISA), так и при увеличении количества абонентов, используя, например, для связи между ними сеть на основе RS-485. Компоненты такой системы не будут противоречить друг другу по допустимому температурному диапазону, если использованы модули

OpenLine (−40...+85°C). Если необслуживаемая система должна функционировать в условиях российского мороза, то на модули Opto-22 ориентироваться не стоит.

Описанными здесь платами, несмотря на все их техническое совершенство, не исчерпываются все возможные варианты включения модулей в систему. Другие производители тоже их заметили. В частности, фирмой Octagon Systems выпускается плата 5664, представляющая собой контроллер, поддерживающий модули SNAP фирмы Opto-22. Она дает возможность непосредственного подключения объединительных панелей серии SNAP-B, поддерживая широкий спектр цифровых и аналоговых модулей и их совместное использование. 5664 может быть использована совместно с любыми IBM PC совместимыми контроллерами. Эта плата соединяется с панелями модулей параллельными кабелями SMA-80-24 и позволяет иметь до двух 8- или 16-позиционных панелей для подключения 64 аналоговых и до 64 цифровых каналов ввода-вывода в допустимых комбинациях: на одной объединительной панели возможно смешанное использование до 32 цифровых плюс 16 аналоговых каналов или только 32 аналоговых. Разнообразные аналоговые и цифровые модули могут быть скомбинированы на панели, до двух плат 5664 может быть использовано одновременно (128 каналов). Для обеспечения связи с интеллектуальными аналоговыми каналами ввода-вывода используется

по одному порту RS-485 на одну панель. 64 цифровые линии ввода-вывода и два RS-485 порта организованы в две идентичные группы коннекторов. Каждый групповой коннектор имеет двухпроводный порт RS-485 и 32 TTL совместимые цифровые линии ввода-вывода. Каждая линия может быть индивидуально запрограммирована на ввод или вывод, однако, поскольку цифровые модули SNAP сгруппированы по четыре однонаправленных канала в один модуль, данная возможность остается невостребованной. Два RS-485 разделяют одно прерывание.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учитывая уже состоявшуюся широкую поддержку модулей серии OpenLine как фирмой Fastwel, так и многими другими производителями, их функциональное и конструктивное сходство с модулями SNAP и возможность объединения модулей разных серий в рамках одного конструктива, формируется понимание того, что выбор модулей определяется только требованиями к системе и условиями эксплуатации.

В данной статье не ставилась цель подробного технического описания модулей. Программные протоколы обмена с модулями также не рассматривались. Вся эта информация свободно доступна на сайтах производителей модулей. ●

**С. Багмутов — сотрудник фирмы ПРОСОФТ**  
**Телефон: (812) 325-3790**  
**E-mail: serg@prosoft.spb.ru**

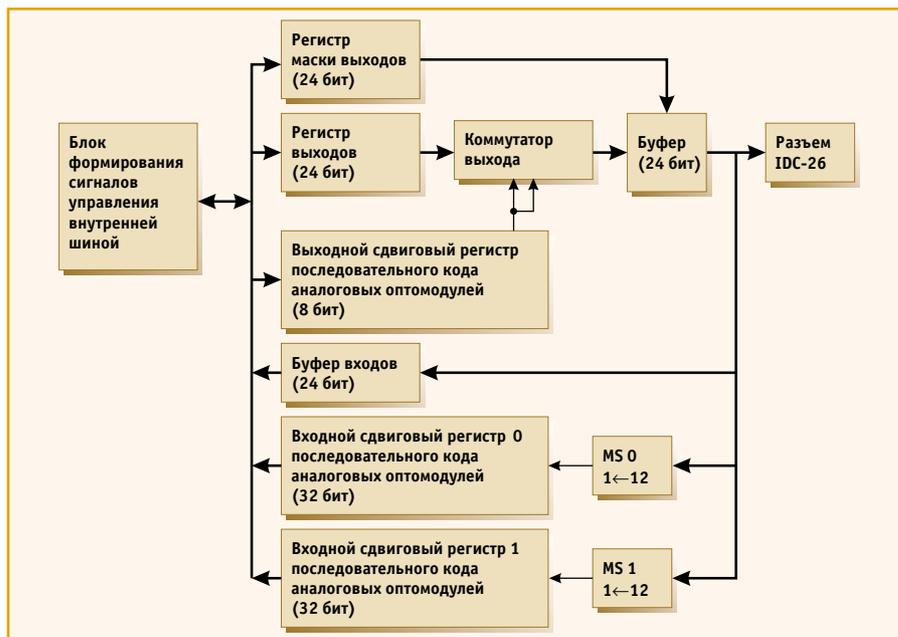


Рис. 8. Схема, реализуемая на FPGA модуля UNIO для обслуживания 24 каналов OpenLine