

УСТРОЙСТВА СВЯЗИ С ОБЪЕКТОМ: МОДУЛИ ФИРМЫ ANALOG DEVICES

Евгений Карпенко

МОДУЛИ УСО

Подробно описаны аналоговые устройства связи с объектом (УСО) фирмы Analog Devices.

Читателям не надо представлять фирму Analog Devices, широко известную на нашем рынке в качестве производителя микросхем. В то же время не все знают, что Analog Devices выпускает широкую номенклатуру модулей УСО и плат ввода-вывода для применения в промышленности, измерительно-диагностических комплексах и лабораториях. Производство микросхем является основным бизнесом фирмы, и некоторое время назад серьезно рассматривалась возможность продажи производства модулей УСО другой компании. Тем не менее практически все осталось на своих местах, так как в конце концов для реализации этого направления в рамках Analog Devices было образовано независимое подразделение, получившее название Iomation. Верная своему названию Analog Devices выпускает практически только аналоговые модули УСО, которым и будет посвящен настоящий обзор. Мы подробно остановимся на модулях наиболее популярной серии 5В, после чего приведем достаточно полную информацию по модулям серий 3В, 6В и 7В.

Аналоговые модули УСО, предлагаемые Analog Devices, предназначены для обеспечения ввода сигналов с датчиков в устройство обработки и вывода сигналов для пропорционального управления исполнительными механизмами. Они обладают высокой точностью, хорошей линейностью и обеспечивают достаточно высокое напряжение изоляции. Кроме того, моду-

ли работают с различными источниками входных сигналов (токи, напряжения, сигналы от терморезисторов, термопар и т. д.) и могут быть быстро заменены при выходе из строя.

Модули серии 5В

Модули серии 5В (рис. 1) являются одноканальными устройствами и могут применяться для развязки и нормирования как входных, так и выходных сигналов. Напряжение питания составляет 5 В $\pm 5\%$ при токе потребления 30...200 мА.

Конструктивно модули выполнены в виде монолитных узлов размерами 57×57×15 мм со штыревым разъемом и монтируются на специальную монтажную панель. Такие монтажные панели

предназначены для установки только 5В совместимых модулей и поставляются фирмами Analog Devices, Octagon Systems, Advantech и другими.

Основным недостатком модулей является их достаточно высокая цена – \$150 за штуку при единичных поставках, но для ответственных приложений это может оказаться несущественным.

Входные модули выпускаются для работы с различными типами сигналов: мВ, В, мА, А и т. п. Кроме того, существует ряд модулей, предназначенных для работы с частотными сигналами, термопарами, терморезисторами и тензодатчиками. Полоса пропускания составляет 4 Гц для узкополосных вариантов и 10 кГц для широкополосных. Полная номенклатура модулей приведена в табл. 1.



Рис. 1. Модуль 5В фирмы Analog Devices

Таблица 1. Номенклатура модулей 5В фирмы Analog Devices

МОДУЛИ ВВОДА		
Входной сигнал	Выходной сигнал	
	±5В	0...5В
±10 мВ	5В30-01, 5В40-01*	5В30-04, 5В40-04*
±50 мВ	5В30-02, 5В40-02*	5В30-05, 5В40-05*
±100 мВ	5В30-03, 5В40-03*	5В30-06, 5В40-06*
±1 В	5В31-01, 5В41-01*	5В31-04, 5В41-04*
±5 В	5В31-02, 5В41-02*	5В31-05, 5В41-05*
±10 В	5В31-03, 5В41-03*	5В31-06, 5В41-06*
0...20 мА		5В32-01
4...20 мА		5В32-02
Термопара J (0...760° С)		5В37-Ј01, 5В47-Ј01
Термопара J (-100...+300° С)		5В47-Ј02
Термопара J (0...500° С)		5В47-Ј03
Термопара К (-100...+1350° С)		5В37-К02
Термопара К (0...1000° С)		5В47-К04
Термопара К (0...500° С)		5В47-К05
Термопара Т (-100...+400° С)		5В37-Т03, 5В47-Т06
Термопара Т (0...+200° С)		5В47-Т07
Термопара Е (0...+900° С)		5В37-Е04
Термопара Е (0...+1000° С)		5В47-Е08
Термопара R (0...+1750° С)		5В37-R05, 5В47-R09
Термопара S (0...+1750° С)		5В37-S06, 5В47-S10
Термопара В (0...+1750° С)		5В37-В06, 5В47-В11
Терморезистор Pt 100 Ом (-100...+100° С)		5В34-01
Терморезистор Pt 100 Ом (0...+100° С)		5В34-02
Терморезистор Pt 100 Ом (0...+200° С)		5В34-03
Терморезистор Pt 100 Ом (0...+600° С)		5В34-04
Терморезистор Cu (10 Ом @ 0°С)		5В34-С01
Терморезистор Cu (10 Ом @ 25°С)		5В34-С02
Терморезистор Ni 120 Ом (0...300° С)		5В34-N01
Тензорезистор (мост) 300 Ом...10 кОм; 3 мВ/В	5В38-02	
Тензорезистор (полумост) 300 Ом...10 кОм; 3 мВ/В	5В38-04	
Тензорезистор (мост) 300 Ом...10 кОм; 2 мВ/В	5В38-05	
Частотный сигнал 0...500 Гц		5В45-01*
Частотный сигнал 0...1 кГц		5В45-02*
Частотный сигнал 0...2,5 кГц		5В45-03*
Частотный сигнал 0...5 кГц		5В45-04*
Частотный сигнал 0...10 кГц		5В45-05*
Частотный сигнал 0...25 кГц		5В46-01*
Частотный сигнал 0...50 кГц		5В46-02*
Частотный сигнал 0...100 кГц		5В46-03*
Частотный сигнал 0...250 кГц		5В46-04*
МОДУЛИ ВЫВОДА		
Входной сигнал	Выходной сигнал	
	4... 20 мА	0... 20 мА
0... 5В	5В39-01	5В39-03
±5В	5В39-02	5В39-04

Примечание. Выделенным шрифтом отмечены модули с линеаризованной характеристикой;
* отмечены модули с полосой пропускания 10 кГц.

Рассмотрим более подробно работу входного модуля 5В32-02, предназначенного для нормализации сигнала 4...20 мА. Структурная схема модуля изображена на рис. 2.

Сигнал 4...20 мА с датчика, проходя через измерительный резистор, создает падение напряжения, которое посту-

пает на входные цепи. Схема защиты обеспечивает защиту от перенапряжений на входе, а фильтр верхних частот (ФВЧ) — подавление помехи на частоте 50 и 60 Гц. Напряжение гальванической развязки входа-выхода составляет 1500 В. Сигнал READ EN используется при мультиплексированном включе-

нии модуля и разрешает прохождение сигнала на выход. Основные параметры модуля указаны в табл. 2.

Выходные модули 5В выпускаются четырех типов. При этом модули 5В39-01 и 5В39-02 формируют гальванически развязанный сигнал 4...20 мА, а 5В39-03 и 5В39-04 — 0...20 мА. Структурная схема модуля изображена на рис. 3. Диапазон сопротивления нагрузки составляет 0...650 Ом, полоса пропускания — 400 Гц, а время нарастания выходного сигнала при его изменении от 10% до 90% — 2 мс. Точностные и эксплуатационные характеристики выходных модулей аналогичны соответствующим характеристикам входных. Выходные модули также допускают мультиплексированное включение, то есть один ЦАП обеспечивает работу нескольких модулей, при этом необходимый период регенерации аналогового сигнала на входе каждого модуля должен быть не менее 25 мс. Выбор модуля при этом осуществляется сигналом WRITE EN.

Монтажные панели

Фирма Analog Devices предоставляет четыре вида монтажных панелей: на 1, 2 и 16 модулей. Монтажные панели 5В01 и 5В02 рассчитаны на установку 16 модулей (рис. 4) и имеют габаритные размеры 442×88,1 мм. На панелях установлены гнезда для модулей, клеммные соединители для подключения источников внешних аналоговых сигналов, компенсаторы холодного спая термопар, гнезда для измерительных резисторов и 26-контактный разъем для подключения плат АЦП/ЦАП. Отличие между панелями заключается в том, что на 5В01 каждый модуль подключается к отдельному входу АЦП или выходу ЦАП, а 5В02 позволяет включать модули в мультиплексном режиме, так как в ней используются сигналы разрешения записи/считывания. При этом все входные модули подключаются на один вход АЦП, а все выходные — на один выход ЦАП.

Панели 5В03 и 5В04 являются немultipлексированными и к устройствам обработки подключаются не через разъем, а посредством клеммных соединений.

Фирма Advantech предоставляет панель PCLD5В16В, которая функционально аналогична панели 5В01 и имеет такие же габаритные размеры. Однако на ней расположено еще несколько разъемов для подключения к платам обработки фирмы Advantech посредством штатных кабелей.

Фирма Octagon Systems предлагает монтажную панель АIN-5В, которая

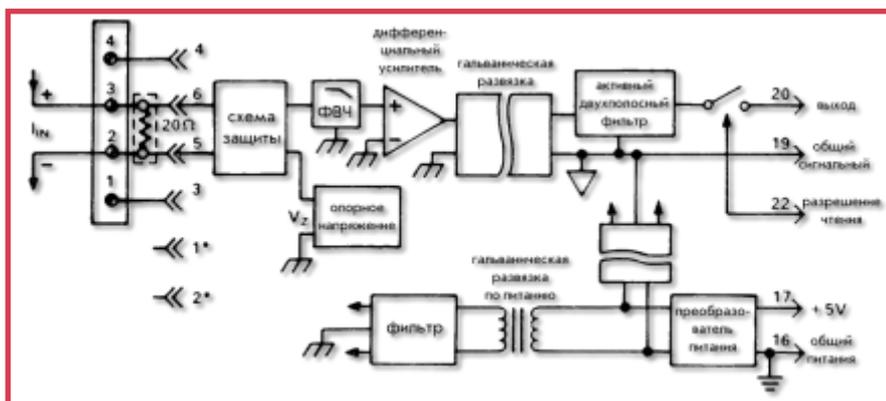


Рис. 2. Структурная схема входного модуля 5B32-02

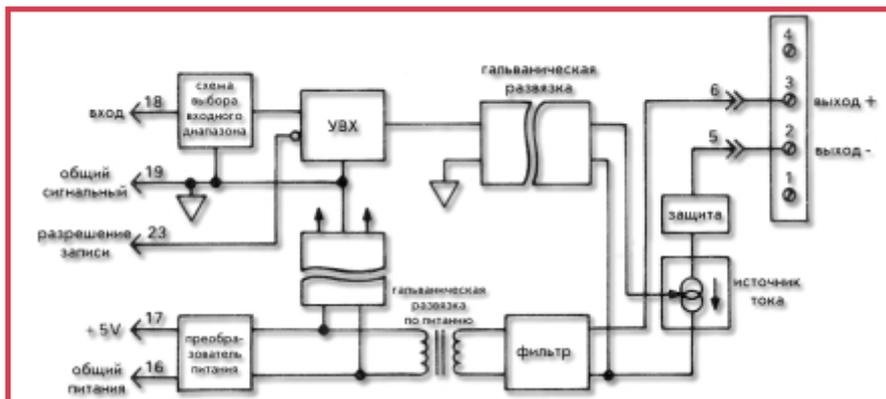


Рис. 3. Структурная схема выходного модуля 5B39

Таблица 2. Параметры модуля 5B32-02

Параметр	Значение
Входной сигнал	4...20 мА
Выходной сигнал	0...5 В
Точность	±0,05 % от шкалы
Нелинейность	±0,02 % от шкалы
Измерительный резистор	20±0,02 Ом
Температурная нестабильность	±0,0025 %/°С от шкалы
Температурная нестабильность измерительного резистора	±0,001 %/°С от шкалы
Уровень входного шума в диапазоне частот 0,1–10 Гц	10 нА (rms) RTI
Уровень выходного шума на частоте 100 кГц	200 мкВ (rms) RTI
Полоса пропускания, -3 дБ	4 Гц
Время нарастания выходного сигнала в диапазоне 10...90%	0,2 с
Напряжение гальванической развязки	
Непрерывное	240 В (rms)
Импульсное	Согласно IEEE-STD 472
Подавление синфазной помехи (CMR @ 50...60 Гц)	160 дБ
Подавление наводок (NMR @ 50/60 Гц)	60 дБ
Защита по входу	
Непрерывное напряжение	240 В (rms)
Импульсное напряжение	Согласно IEEE-STD 472
Выходное сопротивление	50 Ом
Защита от КЗ по выходу	Есть
Время выборки выходного сигнала	20 мкс
Уровень логического нуля для сигнала READ EN	0...+1 В
Уровень логической единицы для сигнала READ EN	+2,5...+36 В
Входной ток логического нуля для сигнала READ EN	0,4 мА
Напряжение питания V _S	5 В ±5 %
Чувствительность к изменению напряжения питания (RTI)	±2 мкВ/V _S %
Ток потребления	30 мА
Диапазон температур	
Рабочий (в рамках спецификаций)	-25...+85°С
Рабочий (с возможным ухудшением параметров)	-40...+85°С
Хранения	-40...+85°С
Влажность	0...95% при 60°С без конденсации

позволяет разместить 4 входных и 2 выходных модуля, при этом места входных и выходных модулей строго определены, в отличие от рассмотренных ранее монтажных панелей, которые допускают произвольное размещение входных и выходных модулей. Габаритные размеры платы составляют 170,2×99 мм. Подключение к устройствам обработки осуществляется посредством 20-контактного разъема. Дополнительные клеммные соединения, расположенные на панели, позволяют объединять до 4 панелей AIN-5B для подключения к 16-канальной плате АЦП.

Применение

Модули 5B могут применяться с любыми платами АЦП, работающими с входными сигналами 0...5 В или -5...+5 В. При этом разработчику, как правило, следует побеспокоиться только о соединительном кабеле между монтажной панелью и платами обработки. Если в системе АСУ ТП применяются монтажные панели и платы обработки одной фирмы, то подключение производится посредством штатных кабелей. Так, совместное применение платы PCL-818L и PCLD 5B16B фирмы Advantech не вызывает затруднений.

В то же время условия эксплуатации модулей 5B (в частности, широкий температурный диапазон) привлекают разработчиков, ориентирующихся на продукцию фирмы Octagon Systems. Использование штатных монтажных панелей типа AIN-5B не всегда оправданно, так как накладывает ряд ограничений, в частности, по количеству модулей, подключаемых к одной плате АЦП. Подключение же монтажных панелей 5B01 и 5B02 позволяет увеличить число каналов, обрабатываемых одной платой АЦП. Применение панели 5B01 совместно с платами АЦП фирмы Octagon Systems представляется нецелесообразным ввиду того, что они несовместимы по разъемам и, следовательно, необходимо самостоятельно изготовить кабель достаточно сложной конфигурации. В этом случае может оказаться более правильным применение платы PCLD5B16B, так как при этом соединение с платами 6012, 5710 и 5720 осуществляется посредством штатных кабелей SMA20 фирмы Octagon Systems, а для подключения платы 5710 потребуется изготовить кабель, имеющий с одной стороны розетку на 40 контактов, а с другой стороны две розетки на 20 контактов. При этом сохраняется регулярная структура кабеля, так как шлейф необходимо только разделить пополам по 20 проводов. Для

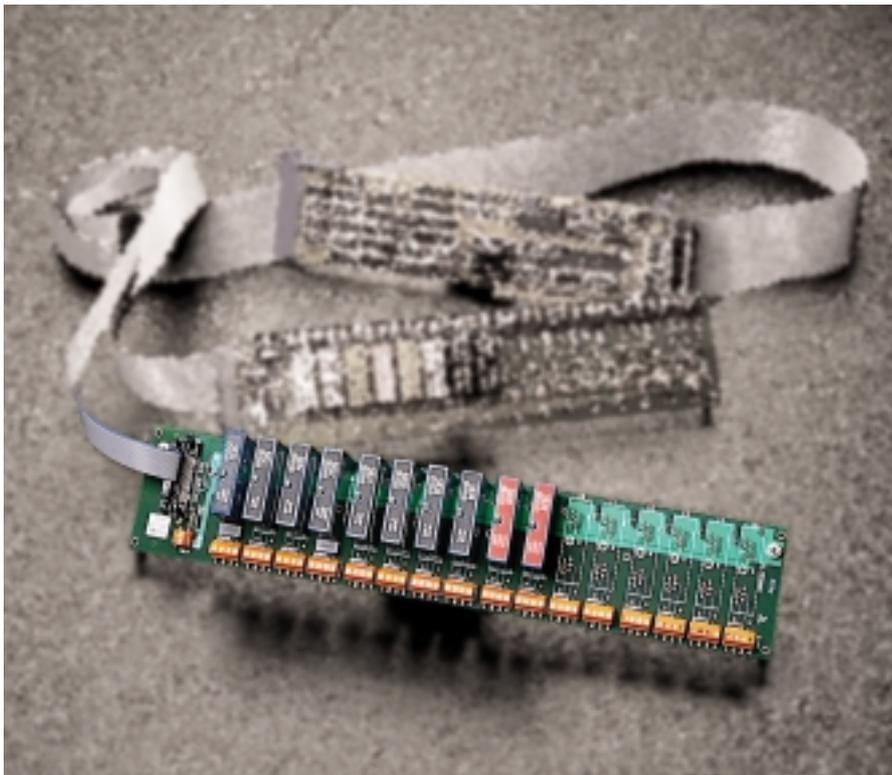


Рис.4. Модули 5В, установленные на монтажной панели 5В02 (на переднем плане)

подключения платы ЦАП 5750 требуется специализированный кабель сложной конфигурации, который проще сделать для разъема DB37M, ответная часть которого также расположена на плате PCLD5B16B.

Для подключения большего числа модулей следует применять плату 5700 совместно с панелями 5B02. При этом подключение панелей осуществляется через специальный порт на плате посредством штатного кабеля САВ-01-2 фирмы Analog Devices, предназначенного для работы с двумя панелями

5B02, либо при помощи аналогичного самодельного кабеля на 5 разъемов для подключения четырех панелей 5B02. Следует помнить, что при работе с панелями 5B02 входные и выходные сигналы мультиплексированы, что ограничивает частоту опроса входных модулей и период регенерации для выходных модулей, который должен быть не меньше 25 мс.

Для работы с нестандартными сигналами фирма Analog Devices может изготовить модули на заказ. При этом минимальное количество модулей — 10

штук, а цена на 5-10% больше цены стандартного модуля. Таким образом отечественные разработчики могут решить вопрос обработки сигналов 0...5 мА, поскольку международные стандарты не предусматривают работы с данным сигналом, в то время как в странах бывшего СССР этот стандарт достаточно распространен. Если же изготовление заказного модуля не представляется целесообразным, то можно использовать в системах с сигналами 0...5 мА модуль 5B32-02 (0...20 мА), но вместо измерительного резистора сопротивлением 20 Ом применять точный резистор сопротивлением 100 Ом.

Модули серии 3В

Модули 3В являются более ранней версией модулей нормализации и работают с теми же входными сигналами, что и 5В, однако выходными сигналами являются как напряжение +10...-10 В или 0...10 В, так и ток 4...20 мА или 0...20 мА. Точность преобразования составляет 0,1 %, нелинейность 0,01%, а напряжение гальванической развязки 1500 В. Неудобством является то, что для питания модулей в общем случае необходимо три напряжения питания: +15 В, -15 В и +24 В.

Не способствует популярности модулей 3В также их более высокая, чем у модулей 5В, стоимость.

Модули серии 7В

Нормализующие модули 7В (рис. 5) функционально аналогичны модулям 5В, имеют приблизительно такие же точностные и эксплуатационные параметры.

Основным отличием является напряжение питания +24 В против +5 В для модулей 5В, выходные сигналы 1...5 В и 0...10 В против 0...5 В и +5...-5 В. Точность 0,1% против 0,05%, рабочий диапазон температур -40°C...+85°C против -25°C...+85°C. В качестве примера в табл. 3 приведены спецификации для модуля 7B32.

Кроме того, входные модули 7В работают с более широкой номенклатурой термодпар (табл. 4), а выходные, кроме токовых сигналов, формируют также сигнал +10...-10 В. Также важным отличием является наличие трех групп по напряжению изоляции: 1500 В, 100 В и модули без гальванической развязки.

Для модулей серии 7В поставляются монтажные панели на 4, 8 и 16 модулей. Стоят модули от \$90 для неизолированных моделей до \$120/130 для изолированных.

Таблица 3. Параметры модуля 7B32-0101

Параметр	Значение
Входной сигнал	4...20 мА
Выходной сигнал	1...5 В
Точность	0,1% от шкалы
Нелинейность	0,02% от шкалы
Температурная нестабильность шкалы	±0,035%/°C
Входное сопротивление	200 Ом
Полоса пропускания	-3 дБ
Время нарастания выходного сигнала (0...90%)	10 мс
Напряжение гальванической развязки	1500 В (rms)
Коэффициент подавления синфазной помехи (CMR @ 50/60 Гц)	105 дБ
Защита по входу	120 В (rms)
Защита от КЗ по выходу	Есть
Защита по входу, импульсная	IEEE-STD 472-1974, IEC 255-4, Класс II
Защита от электростатического разряда	IEC 801-2, Уровень 2
Напряжение питания	14...35 В
Ток потребления	20 мА
Рабочий диапазон температур	-40°C...+85°C
Влажность	90% без конденсации
Вес	60 г

Таблица 4. Номенклатура модулей 7В фирмы Analog Devices

МОДУЛИ ВВОДА

Входной сигнал	Выходной сигнал	
	1...5 В	0...10 В
0...10 мВ	7В30-01-1	7В30-01-2
0...100 мВ	7В30-02-1	7В30-02-2
0...1 В	7В30-03-1	7В30-03-2
±10 мВ	7В30-06-1	7В30-06-2
±100 мВ	7В30-07-1	7В30-07-2
0...5 В	7В31-04-1	7В31-04-2
1...5 В	7В30-05-1	7В30-05-2
0...10 В	7В31-01-1	7В31-01-2
±1 В	7В30-08-1	7В30-08-2
±5 В	7В31-02-1	7В31-02-2
±10 В	7В31-03-1	7В31-03-2
4...20 мА	7В32-01-1, 7В30-05-1, 7В33-01-1, 7В30-04-1	
0...20 мА	7В32-01-2, 7В30-05-2, 7В33-01-2, 7В30-04-2	
Термопара J (-100...760° С)	7В27-J-01-1*, 7В37-J-01-1	7В27-J-01-2*, 7В37-J-01-2
Термопара J (0...+200° С)	7В27-J-10-1*, 7В37-J-10-1	7В27-J-10-2*, 7В37-J-10-2
Термопара J (0...400° С)	7В27-J-11-1*, 7В37-J-11-1	7В27-J-11-2*, 7В37-J-11-2
Термопара J (0...600° С)	7В27-J-12-1*, 7В37-J-12-1	7В27-J-12-2*, 7В37-J-12-2
Термопара J (+300...+600° С)	7В27-J-13-1*, 7В37-J-13-1	7В27-J-13-2*, 7В37-J-13-2
Термопара J (0...+760° С)	7В47-J-01-1	7В47-J-01-2
Термопара J (-100...300° С)	7В47-J-02-1	7В47-J-02-2
Термопара K (-100...+1350° С)	7В27-K-02-1*, 7В37-K-02-1	7В27-K-02-2*, 7В37-K-02-2
Термопара K (0...300° С)	7В27-K-20-1*, 7В37-K-20-1	7В27-K-20-2*, 7В37-K-20-2
Термопара K (0...600° С)	7В27-K-21-1*, 7В37-K-21-1	7В27-K-21-2*, 7В37-K-21-2
Термопара K (0...1200° С)	7В27-K-22-1*, 7В37-K-22-1	7В27-K-22-2*, 7В37-K-22-2
Термопара K (+600...+1200° С)	7В27-K-23-1*, 7В37-K-23-1	7В27-K-23-2*, 7В37-K-23-2
Термопара K (0...1300° С)	7В47-K-03-1	7В47-K-03-2
Термопара K (0...1600° С)	7В47-K-04-1	7В47-K-04-2
Термопара T (-100...+400° С)	7В27-T-02-1*, 7В37-T-02-1	7В27-T-02-2*, 7В37-T-02-2
Термопара T (0...+400° С)	7В47-T-05-1	7В47-T-05-2
Термопара T (-100...+200° С)	7В47-T-06-1	7В47-T-06-2
Термопара E (0...+900° С)	7В27-E-04-1*, 7В37-E-04-1	7В27-E-04-2*, 7В37-E-04-2
Термопара E (0...+900° С)	7В47-E-07-1	7В47-E-07-2
Термопара R (0...+1750° С)	7В27-R-05-1*, 7В37-R-05-1	7В27-R-05-2*, 7В37-R-05-2
Термопара R (+500...+1750° С)	7В47-R-08-1	7В47-R-08-2
Термопара S (0...+1750° С)	7В27-S-06-1*, 7В37-S-06-1	7В27-S-06-2*, 7В37-S-06-2
Термопара S (+700...+1750° С)	7В47-S-09-1	7В47-S-09-2
Термопара B (0...+1800° С)	7В27-B-07-1*, 7В37-B-07-1	7В27-B-07-2*, 7В37-B-07-2
Термопара B (+800...+1800° С)	7В47-B-10-1	7В47-B-10-2
Термопара N (+200...+1300° С)	7В47-N-11-1	7В47-N-11-2
Терморезистор Pt 100 Ом (100...+100° С)	7В14-01-1, 7В34-01-1	7В14-01-2, 7В34-01-2
Терморезистор Pt 100 Ом (0...+100° С)	7В14-02-1, 7В34-02-1	7В14-02-2, 7В34-02-2
Терморезистор Pt 100 Ом (0...+200° С)	7В14-03-1, 7В34-01-2	7В14-03-2, 7В34-01-2
Терморезистор Pt 100 Ом (0...+600° С)	7В14-04-1, 7В34-04-3	7В14-04-2, 7В34-04-2
Терморезистор Pt 100 Ом (-50...+350° С)	7В14-05-1, 7В34-05-3	7В14-05-2, 7В34-05-2
Терморезистор Cu 10 Ом (0...120° С)	7В14-С-01-1	7В14-С-01-2
Терморезистор Ni 120 Ом (0...+300° С)	7В14-N-01-1, 7В34-N-03-1	7В14-N-01-2, 7В34-N-03-2
Терморезистор Ni 120 Ом (0...+200° С)	7В14-N-02-1, 7В34-N-04-1	7В14-N-02-2, 7В34-N-04-2

МОДУЛИ ВЫВОДА

Входной сигнал	Выходной сигнал	Обозначение
±10 В	±10 В	7В22
1...5 В	4... 20 мА	7В39-01
1...10 В	0... 20 мА	7В39-02

Примечание. Курсивом отмечены модули без гальванической развязки,

* отмечены модули с напряжением гальванической развязки 100 В,

выделенным шрифтом отмечены модули с линеаризацией характеристики.

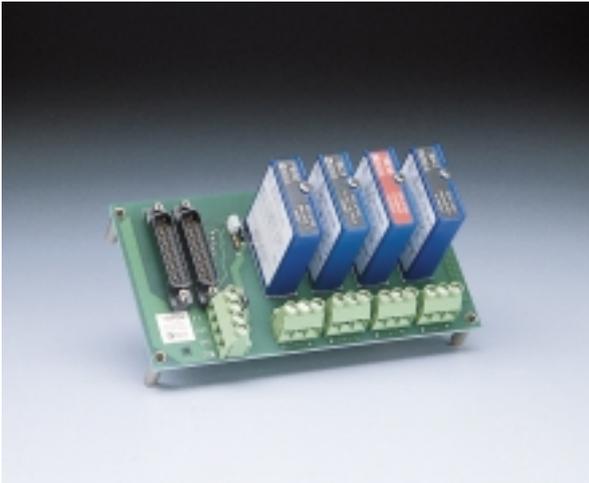


Рис. 5. Модули 7В на монтажной панели



Рис. 6. Модули 6В на монтажной панели 6ВР04-2 с разъемом для подключения интерфейса RS-232

Модули серии 6В

Модули 6В (рис. 6) предназначены для распределенного сбора данных. Их метрологические и эксплуатационные характеристики в основном соответствуют модулям 5В. Каждый модуль содержит в себе микроконтроллер с гальванически развязанным последовательным интерфейсом, 16-разрядный АЦП для входных модулей или 12-разрядный ЦАП для выходных и накопительный буфер. Микроконтроллер по запросу передает данные из буфера в устройство обработки посредством интерфейса RS-232 или RS-485 со скоростью до 19,2 кБод. Конструктивно модуль представляет собой монолитный узел размерами 58,4 × 78,7 × 19 мм со штыревым разъемом. На объекте модули устанавливаются на специализированные монтажные панели на 1, 4, и 16 модулей. Панели имеют клемм-

ные соединения для подключения внешних датчиков, витой пары интерфейса RS-485 и разъем для подключения интерфейса RS-232. Диапазон измеряемых величин и тип термопар может задаваться программно через последовательный интерфейс. Протокол обмена по последовательному интерфейсу совместим с модулями ADAM-4000 фирмы Advantech. К достоинствам модулей 6В можно отнести их широкий рабочий диапазон температур (-25°C...+85°C против -10°C...+70°C для модулей ADAM-4000), к недостаткам можно отнести то, что, в отличие от ADAM-4000, модули 6В не являются функционально законченными блоками и требуют применения монтажных панелей. Номенклатура модулей 6В приведена в табл. 5, а соответствие международных обозначений термопар и обозначений, принятых в странах СНГ, — в табл. 6. Более подробно соответствие типов термопар описано в ГОСТ 3044-84 (СТ СЭВ 1059-85) «Преобразователи термоэлектрические. Но-

минальные статистические характеристики».

Заключение

Модули 5В фирмы Analog Devices являются стандартом de facto, и многие другие фирмы предлагают аналогичные устройства, совместимые по разьему с модулями 5В, и панели для них, что позволяет разработчику не зависеть от поставок одной фирмы. Из известных на нашем рынке фирм-поставщиков 5В совместимых модулей можно отметить Burr Brown и Western Reserve Control.

Использование 5В и 7В модулей позволяет осуществить согласование практически любого датчика или исполнительного механизма с управляющим компьютером, обеспечив при этом гальваническую развязку, что особенно важно при модернизации систем на отечественных предприятиях. Точностные и временные характеристики модулей обеспечивают качественный сбор сигналов.

Широкая номенклатура модулей при этом позволяет использовать нормирующие элементы одного производителя, а условия эксплуатации – применять их совместно с вычислительным оборудованием и датчиками, рассчитанными на работу в условиях пониженных температур без дополнительного обогрева. ●

Таблица 5. Номенклатура модулей 6В фирмы Analog Devices

Модуль	Входные сигналы	Примечание
6В11	Напряжение: ±15 мВ, ±50 мВ, ±100 мВ, ±500 мВ, ±1В, ±5 В; ток ±20 мА; термопара тип J, K, T, E, R, S, B	Модуль может работать с сигналом 4...20 мА
6В12	Напряжение: ±150 мВ, ±500 мВ, ±1В, ±5 В, ±10 В, ±50 В; ток ±20 мА	Модуль может работать с сигналом 4...20 мА
6В13	Терморезистор Pt 100 Ом; Cu 10 Ом; Cu 25 Ом; Ni 120 Ом	
6В21	4...20 мА, 0...20 мА	Выходной модуль

Таблица 6. Соответствие условных обозначений термопар

Тип термопары согласно международной системе обозначений	Тип термопары согласно обозначениям, принятым в странах СНГ
K	ТХА
S	Платина-Родий (10%) – Платина
R	Платина-Родий (13%) – Платина
B	Платина-Родий – Платина-Родий
J	Железо – Константан
L	Хромель – Капель
E	Хромель – Константан
M	Медь – Капель
T	Медь – Константан