



OpenLine – новое поколение аппаратных средств для построения распределенных систем

Сергей Гусев

В статье кратко изложена концепция новой системы OpenLine фирмы Grayhill, обозначены основные характеристики компонентов системы и методы конфигурирования. Основное внимание уделено описанию новых двухканальных модулей ввода-вывода серии 70L/73L.

Введение

Данная статья посвящена новой системе ввода-вывода OpenLine фирмы Grayhill (рис. 1). Цель разработки этой линии оборудования — дать в руки разработчику АСУ ТП мощный и гибкий инструмент для создания современной распределенной системы сбора информации и управления. Система OpenLine объединила в себе традиционную надежность и способность работы в ши-

роком диапазоне температур, свойственные предыдущим разработкам фирмы Grayhill, с современным модульным дизайном и значительно большим интеллектом самих модулей ввода-вывода. Заметно также влияние на данную разработку общих тенденций построения современных децентрализованных систем управления на основе промышленных сетей и распределенных вычис-

лительных мощностей. Немалое внимание разработчики уделили максимальному снижению стоимости оборудования и простоте расширения системы в будущем.

На рынке распределенных систем управления существует довольно сильная конкуренция. Условно представленное в этой области оборудование можно разделить на три части.



Рис. 1. Общий вид системы OpenLine

Во-первых, это промышленные контроллеры и PLC, содержащие в себе вычислительные мощности, сетевую подсистему и набор блоков ввода-вывода.

Во-вторых, интеллектуальные распределенные УСО на базе различных промышленных сетей, объединяющие в себе коммуникационную подсистему и каналы ввода-вывода. Основная цель таких удаленных УСО – развивать существующие системы, где уже есть интеллект.

В-третьих, модули ввода-вывода с гальванической развязкой, которые используются для построения создаваемых пользователем систем любого уровня сложности.

Еще несколько лет назад фирма Grayhill имела сильные позиции в основном на третьем из обозначенных секторов рынка, производя великолепные модули аналогового и цифрового ввода-вывода и твердотельные реле. Но в последнее время стало заметным желание компании наделять свои модули УСО все большим интеллектом и выйти на рынок управляющих контроллеров. Здесь очень большую роль сыграло долгосрочное стратегическое партнерство фирм Grayhill и Octagon Systems. Плодом этого сотрудничества стал контроллер OpenLine, призванный составить мощную конкуренцию во всех секторах рынка распределенных систем.

Основные особенности разработки

Если попытаться кратко сформулировать основные идеи, воплощенные фирмой Grayhill в серии OpenLine, то это будет выглядеть так.

Компактность

Используется технология поверхностного монтажа, которая привела к уменьшению габаритов всех компонентов системы. Модули стали двухканальными в еще более компактном корпусе, сохранив поканальную гальваническую изоляцию.

Простота использования

Время на установку, конфигурирование и поиск неисправностей в системе OpenLine существенно сокращено. Все компоненты соединяются друг с другом

без кабелей, модули ввода-вывода устанавливаются в базы в произвольной последовательности. При включении питания система автоматически определяет состав модулей УСО и строит образ процесса, который может быть считан контроллером. Такая функция plug & play выгодно отличает OpenLine от большинства известных систем ввода-вывода, которые требуют начального конфигурирования. Развитая система самодиагностики, результаты которой отражаются на светодиодных индикаторах, позволяют быстро локализовать большую часть возможных неисправностей.

Низкая стоимость

Использование в качестве ядра системы IBM PC совместимого контроллера на базе процессора класса 5x86 позволило обеспечить производительность, более чем достаточную для сетевого локального управляющего узла при стоимости, меньшей, чем у классических PLC. Стоимость же двухканальных модулей ввода-вывода на сегодняшний день

резервирования, достаточно добавить в систему еще один контроллер. Такой простой способ резервирования отсутствует в арсенале решений большинства конкурентов фирмы Grayhill.

Сетевые возможности и совместимость

Уже сегодня контроллеры серии OpenLine могут работать в управляющих сетях на базе Ethernet и Modbus, не за горами появление контроллеров с другими популярными сетевыми интерфейсами. Кроме того, открытая архитектура модулей ввода-вывода позволяет использовать их отдельно от контроллеров OpenLine и строить на их основе собственные подсистемы УСО с очень невысокой стоимостью.

Краткое описание системы

Серия OpenLine – модульная конструкция, состоящая из четырех основных компонентов, пригодных для использования в самом широком спектре систем сбора данных и управления (рис. 2):

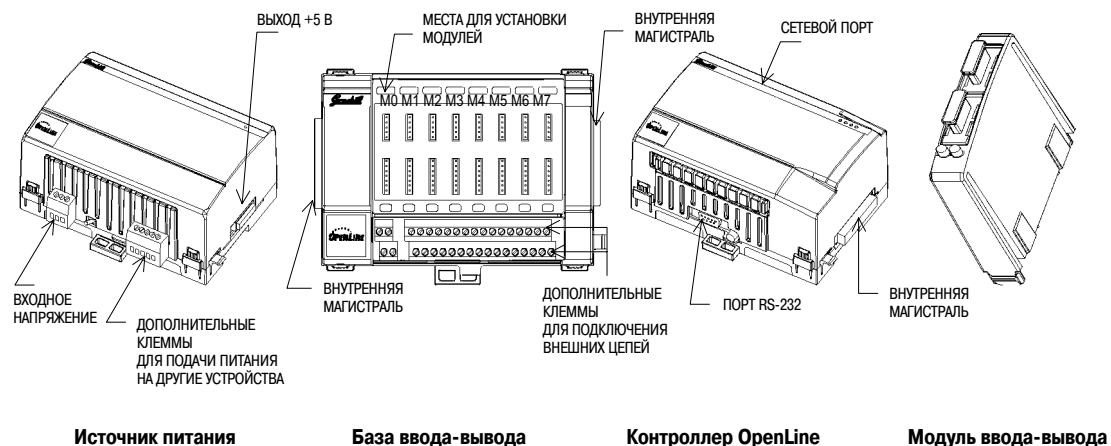


Рис. 2. Основные компоненты системы OpenLine

является, пожалуй, минимальной из всех известных аналогов. Похоже также, что два канала — это та золотая середина, которая позволяет пользователю иметь необходимое количество каналов ввода-вывода с минимальной избыточностью и одновременно максимально удешевить сами модули.

Повышенная надежность

Все компоненты системы OpenLine разработаны так, что они максимально гармонично дополняют друг друга и не содержат «узких» мест. Кроме того, локальная магистраль данных/адреса, которая используется базами ввода-вывода, допускает работу одновременно с двумя контроллерами. Таким образом, для задач, которые требуют «горячего»

- контроллеры OpenLine и OpenDAC,
- базы ввода-вывода и пассивные панели для модулей,
- модули ввода-вывода,
- блоки питания.

Контроллеры OpenLine Ethernet и OpenLine Modbus представляют собой компактные микропроцессорные устройства, основанные на Intel x86 совместимом процессоре, работающие под управлением встроенной DOS фирмы General Software. Контроллеры используют в качестве сетевого протокола Modbus или Ethernet (TCP/IP). Каждый контроллер может работать одновременно с восемью базами ввода-вывода (до 128 каналов).

OpenDAC — это компактные и недорогие контроллеры, которые могут ра-

ботать максимум с двумя пассивными панелями для модулей OpenLine (32 канала ввода-вывода). С точки зрения сетевого протокола, они являются пассивными (slave) устройствами и выполняют роль неинтеллектуальных удаленных УСО.

Базы ввода-вывода представляют собой объединительные платы, оснащенные клеммными колодками, предназначенные для установки до восьми двухканальных модулей ввода-вывода, аналоговых и дискретных, в любой комбинации. Локальный микроконтроллер, находящийся на каждой базе, автоматически сканирует все установленные в нее модули и определяет их наличие, тип и состояние. В соответствии с составом обнаруженных модулей он формирует в собственной двухпортовой памяти образ процесса, который через локальную магистраль доступен для контроллера OpenLine.

Пассивные панели для установки модулей серии OpenLine очень похожи на базы ввода-вывода, но не содержат в своем составе микроконтроллер и двухпортовую память. Они не имеют интерфейса с локальной шиной контроллеров серии OpenLine и предназначены для работы только с контроллерами OpenDAC.

Двухканальные модули ввода-вывода доступны в виде широкого спектра устройств аналогового и дискретного ввода-вывода. Несомненно, данные модули являются изюминкой серии OpenLine. Они обеспечивают поканальную гальваническую изоляцию и высокую гибкость в конфигурировании систем. Модули совместимы с контроллерами OpenLine, OpenDAC и с оборудованием третьих фирм.

Блоки питания существуют как с универсальным входом переменного тока, так и с входом 24 В постоянного тока. Блоки питания могут работать параллельно, что необходимо для задач, в которых требуется дублирование системы питания.

Установка и конфигурирование системы OpenLine

Стандартным способом конфигурирования системы OpenLine является установка ее на типовой DIN-рельс шириной 35 мм и подъемом 7,5 мм. Допускается как горизонтальное, так и вертикальное расположение DIN-рельса. Горизонтальное расположение считается более предпочтительным, с точки зрения оптимизации охлаждения системы путем естественной конвекции воздуха. Для обеспечения дополнительной защи-

ты от воздействия вибрационных нагрузок, а также в случае вертикального расположения системы рекомендуется использовать по краям системы дополнительные фиксирующие элементы, устанавливаемые на DIN-рельс, например, поставляемые фирмой WAGO изделия 249-117.

Вы можете расположить непосредственно друг за другом до восьми баз ввода-вывода. Кроме того, на правой (свободной) стороне цепочки может находиться дополнительный (резервный) контроллер серии OpenLine для обеспечения дополнительной отказоустойчивости системы. В случае, если габариты объекта управления или используемый корпус не позволяет располагать все устройства в длину на одной линии, вы можете применить специальные расширители локальной магистрали для размещения системы в несколько рядов.

Средства повышения надежности

Контроллеры серии OpenLine 200 и 300 позволяют иметь на одной локальной магистрали два источника питания и два контроллера для обеспечения «горячего» резервирования (рис. 3). В

принимает управление локальной магистралью на себя. В это время отказавший основной контроллер можно заменить без остановки системы. Также возможна «горячая» замена источника питания.

Особенности аппаратной реализации системы OpenLine

Система OpenLine содержит несколько интересных инженерных решений, на которых стоит остановиться чуть более подробно.

Для пояснения особенностей построения системы OpenLine сравним ее конфигурацию с двумя типичными на сегодняшний день конфигурациями систем ввода-вывода.

Типичная конфигурация промышленного контроллера показана на рис. 4а. По такой схеме построены практически все PLC и IBM PC совместимые контроллеры. В качестве УСО в таких системах используются специальные модули ввода-вывода, имеющие с одной стороны интерфейс с внутренней шиной контроллера (это может быть ISA, VME, PCI, PC/104 или некая специализированная магистраль), а с другой стороны — несколько (обычно кратно

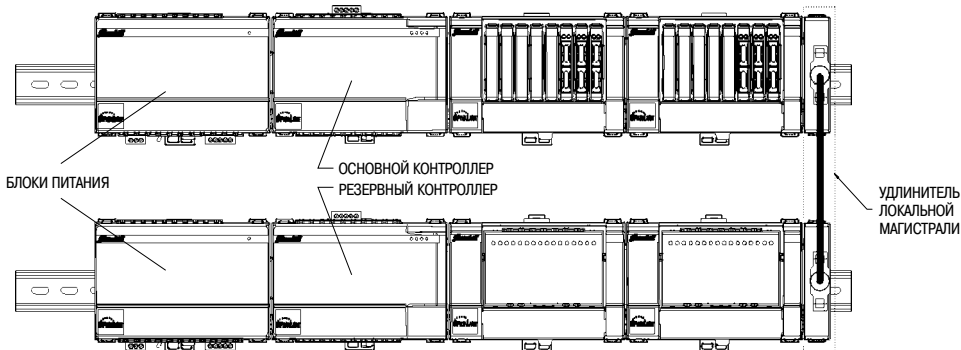


Рис. 3. Пример системы с дублированными контроллерами и источниками питания

этом случае один из контроллеров назначается основным, а другой - резервным. Основной контроллер выставляет и удерживает на локальной магистрали активный низкий уровень сигнала master до тех пор, пока он функционирует и по результатам самодиагностики считает себя исправным. Резервный контроллер контролирует этот сигнал. В случае обнаружения высокого уровня на линии master он считывает текущее состояние всех линий ввода-вывода и

восемью) каналов для подключения внешних сигналов. Несмотря на широкое распространение такого решения, у него есть недостатки. Главный из них заключается в том, что центральный процессор вынужден заниматься не только задачами управления и сетевого взаимодействия, но и ввода-вывода.

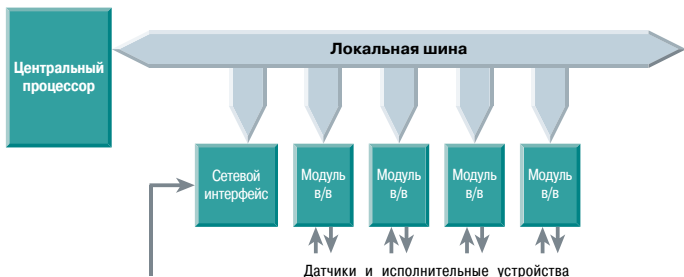


Рис. 4а. Обычный промышленный контроллер с модулями ввода-вывода

Причем алгоритмы работы с различными модулями ввода-вывода могут существенно отличаться друг от друга. Например, ряд модулей может использовать линии прерывания, другие требуют дополнительной настройки контроллера прямого доступа к памяти. В любом случае в такой системе должны присутствовать дополнительные программные компоненты — драйверы модулей ввода-вывода, специфичные для каждого типа примененных модулей.

На рис. 46 показана структура системы с использованием удаленных УСО, соединенных с контроллером посредством одного из известных промышленных сетевых интерфейсов (PROFIBUS, CAN, INTERBUS, MODBUS, LON, и т.д.). К преимуществам такой конфигурации относятся масштабируемость и возможность использования УСО разных производителей. Кроме того, процесс ввода-вывода осуществляется контроллером удаленного УСО. Далее, как правило, состояние каналов ввода-вывода каждого из контроллеров УСО отражается в едином окне двухпортовой памяти адаптера сети, установленного в центральном контроллере.

Таким образом, процессор осуществляет управление каналами ввода-вывода через окно памяти, пользуясь так называемым образом процесса. В основу системы OpenLine положена аналогичная идея построения виртуального образа процесса. Только в качестве каналаобразующего интерфейса был выбран не fieldbus, а несколько видоизмененное подмножество шины ISA, «родной» магистрали применяемого процессора. Казалось бы, такая конфигурация ближе к классической. Но отличия начинаются дальше. В качестве абонентов этой локальной шины выступают не модули УСО, а микроконт-

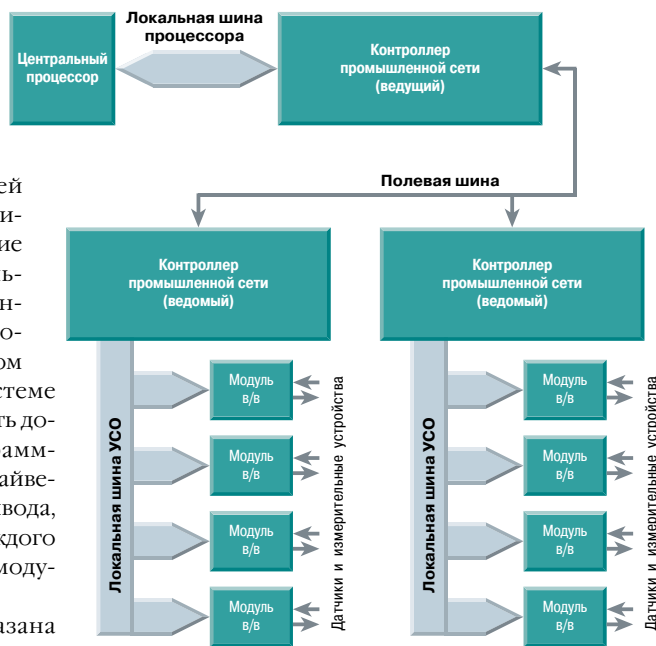


Рис. 46. Распределенная система, состоящая из контроллера и сетевых удаленных УСО

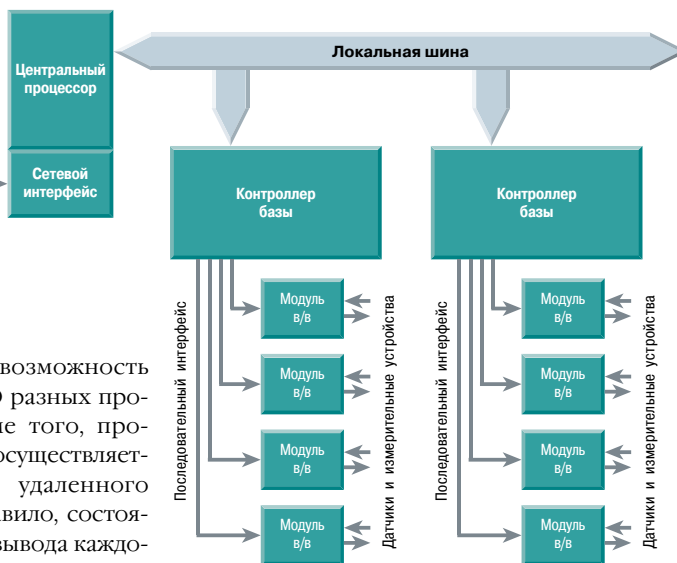


Рис. 48. Структура информационного взаимодействия компонентов системы OpenLine

роллеры, установленные в базах ввода-вывода. Каждый из этих контроллеров имеет свою двухпортовую память, которую он «публикует» на локальной шине OpenLine. Содержимое этой памяти отражает состояние модулей, которые в данный момент находятся в

этой базе. Все проблемы взаимодействия с модулями ввода-вывода берет на себя контроллер базы, а процессом управления занимается центральный контроллер, который работает с окнами двухпортовой памяти, так же как в случае работы с адаптером промышленной сети.

Такое «гибридное» решение имеет несколько преимуществ. Система получается относительно недорогой по сравнению с распределенными системами, так как не содержит специализированного адаптера промышленной сети. В то же время OpenLine свободна от основного недостатка централизованных систем — необходимости оперировать модулями, имеющими большое количество каналов. В системе OpenLine можно установить любое количество входных и выходных каналов (общим количеством не более 128), кратное двум, что позволяет максимально сократить избыточность системы. Разделение функций ввода-вывода и управления, свойственное решениям на основе fieldbus, реализовано в системе OpenLine не менее красиво, что существенно упрощает процесс доступа центрального процессора к каналам ввода-вывода и сводит его к работе с окном памяти, где расположен образ процесса. В то же время система OpenLine имеет дополнительное преимущество перед fieldbus-решениями — это способность контроллеров баз ввода-вывода автоматически определять состав и состояние модулей, установленных в базу, без необходимости ручного конфигурирования большинства распределенных систем.

В таблице 1 кратко сформулированы основные достоинства концепции OpenLine.

Рассмотрим теперь несколько более подробно основные компоненты системы OpenLine

Локальная магистраль

В качестве локальной магистрали в системе OpenLine используется подмножество шины ISA. Это определяется прежде всего типом используемого процессора и задачами, возложенными на эту магистраль. В состав этой магистрали входят следующие сигналы:

Таблица 1. Преимущества системы OpenLine

Преимущества	Централизованная система	Распределенная система, использующая удаленные УСО	OpenLine
Низкая стоимость	+		+
Низкая избыточность		+	+
Масштабируемость		+	+
Автоконфигурация	+		+

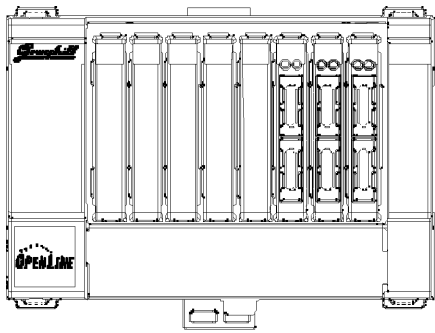


Рис. 5. Общий вид базы ввода-вывода с установленными модулями УСО

- D0-D7 – двунаправленная шина данных,
- A0-A11 – шина адреса памяти,
- ADDR0-ADDR2 – три линии адреса выбора базы ввода-вывода,
- MASTER – признак захвата шины основным контроллером в двухпроцессорной системе,
- WR – строб записи,
- RD – строб чтения,
- BUSY – признак занятости системы, например во время автоконфигурации,
- INT – линия запроса прерывания, в настоящее время не используется.

Основная задача магистрали – обеспечить доступ процессора к окнам двухпортовой памяти, расположенным на базах ввода-вывода. В настоящее время размер окна этой памяти составляет 512 байт на каждую базу. Таким образом, линии A0-A8 определяют адрес внутри окна памяти, а линии A9-A11 (они сейчас логически объединены с линиями ADDR0-ADDR2) определяют выбор базы.

База ввода-вывода

База ввода-вывода представляет собой конструктив, содержащий установочные места для восьми двухканальных модулей аналогового или дискретного ввода-вывода, специальный контроллер и соединители для стыковки с локальной магистралью OpenLine (рис. 5). Для подключения датчиков и исполнительных устройств на базе расположены 16 пар свинтовых колодок. Доступны версии с винтовыми и пружинными клеммами.

Микроконтроллер, расположенный на базах, является интеллектуальной

подсистемой ввода-вывода и отвечает за взаимодействие с модулями УСО и за формирование образа процесса в своей двухпортовой памяти. Объем этой памяти (512 байт на 16 каналов) выбран с явным запасом для дальнейшего развития и в настоящее время используется не более чем на треть. Но и сегодня вызывает уважение тот объем информации, который предоставляется базой центральному контроллеру, в том числе:

- список подключенных модулей – 16 байтов, доступных по чтению, определяется при включении питания. Каждому модулю отводится 1 байт;

записи. Значащими являются младшие 12 битов на канал;

- дополнительные регистры управления режимами дискретных входов – 16 байтов;
- информация о типе базы и версии Firmware – 4 байта.

Кроме того, в карте распределения памяти зарезервировано достаточно места под такие экзотические данные, как максимальное и минимальное значения аналоговых сигналов, их пиковые и пороговые значения, что свидетельствует о том, что разработчики фирмы Grayhill имеют планы дальнейшего развития базовых конструктивов ввода-вывода и наделения их еще большим интеллектом.

Модули ВВОДА-ВЫВОДА

Наиболее интересным узлом во всей системе OpenLine являются, безусловно, собственно модули ввода-вывода серии 70L/73L. Рассмотрим эти модули более подробно.

В отличие от хорошо известного и ставшего стандартом де-факто модулей УСО традиционной конструкции (см. «СТА» № 1/96), новые модули серии 70L и 73L не безлики, то есть имеют средства идентификации, позволяющие системе са-

мостоятельно определить, какие именно модули в ней установлены. Это не просто дань моде на plug & play, а дополнительный фактор, улучшающий потребительские свойства аппаратуры и экономящий время, а следовательно, и деньги на конфигурировании системы. Кроме того, оригинальная конструкция модулей (рис. 6) с креплением типа «защелка» позволяет голыми руками устанавливать и заменять модули в системе, не прибегая к помощи даже отвертки.

Все модули серии 70L/73L используют одинаковый установочный соединитель (рис. 7). Модули дискретного ввода-вывода используют контакты 7 и 8 как цифровой ввод или вывод, а анало-

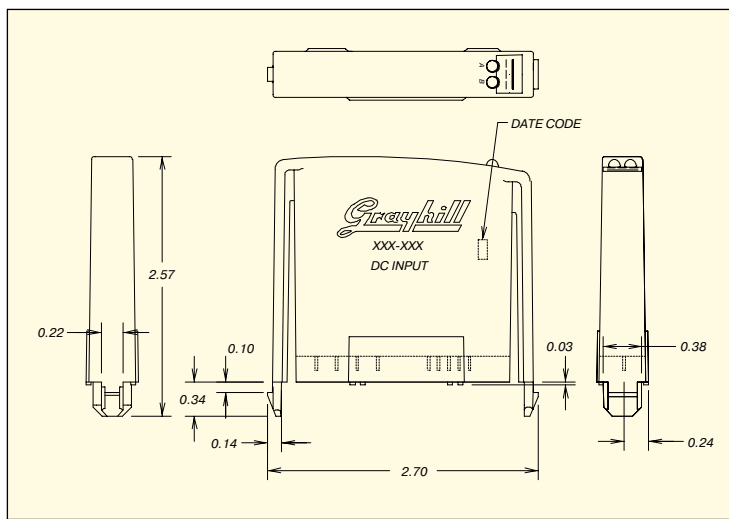
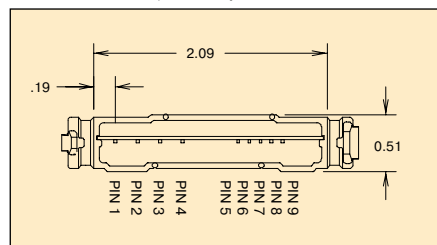


Рис. 6. Габаритные размеры модулей серии 70L/73L

- состояние дискретных входов – 2 байта (1 бит на канал), доступных по чтению;
- управление дискретными выходами – 2 байта (1 бит на канал), доступных по записи;
- аналоговые данные – 64 байта (по 4 байта на канал), доступных по чтению и



Номер контакта (PIN #)	Назначение (аналоговые модули)	Назначение (дискретные модули)
1	Вход/выход канала А +	Вход/выход канала А +
2	Вход/выход канала А -	Вход/выход канала А -
3	Вход/выход канала В +	Вход/выход канала В +
4	Вход/выход к анала В -	Вход/выход канала В -
5	Общий	Общий
6	+5 В	+5 В
7	Последовательный вход	Управление/состояние канала А
8	Последовательный выход	Управление/состояние канала В
9	Тип модуля	Тип модуля

Рис. 7. Расположение и назначение контактов модулей серии 70L/73L

говые модули – как последовательный канал со скоростью обмена 115,2 кбит/с. Вывод 9 всех модулей содержит резистор, соединенный с об-

щим проводом. Номинал этого резистора однозначно определяет тип модуля, что позволяет системе осуществить начальную автонастройку.

На рис. 8-11 приведены структурные схемы и способы включения типичных модулей аналогового и дискретного ввода-вывода серии 70L/73L.

Далее в табл. 2 и 3 приведены основные параметры доступных сегодня модулей серии 70L/73L.

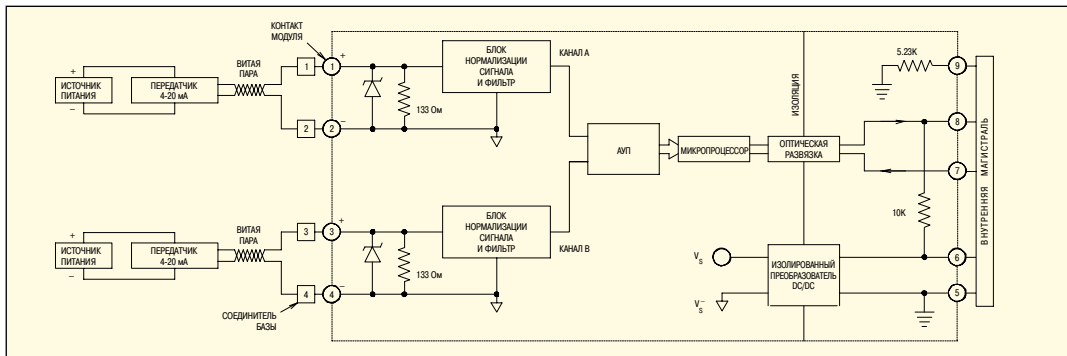


Рис. 8. Структурная схема модуля приема аналогового сигнала в диапазоне 4-20 мА

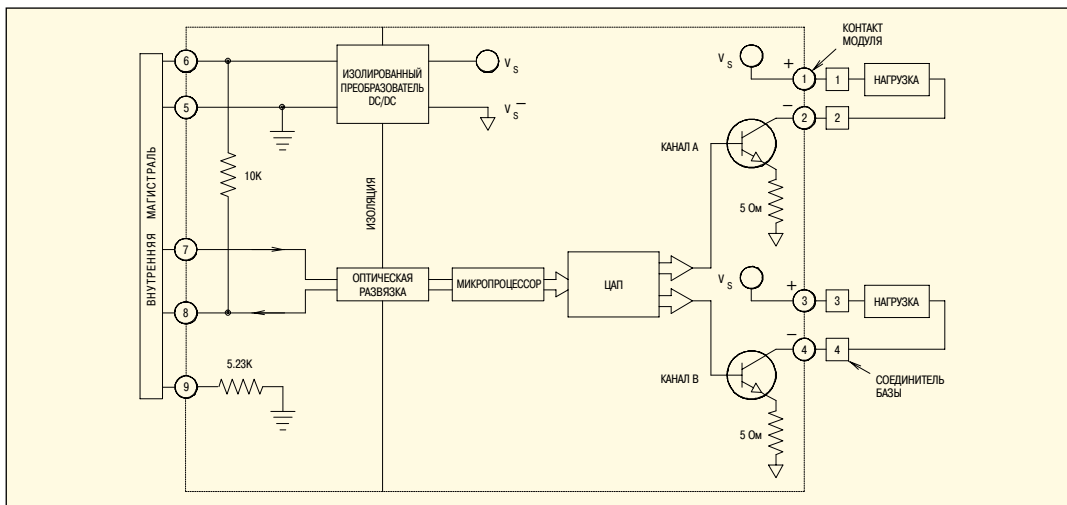


Рис. 9. Структурная схема модуля вывода аналогового сигнала в диапазоне 4-20 мА

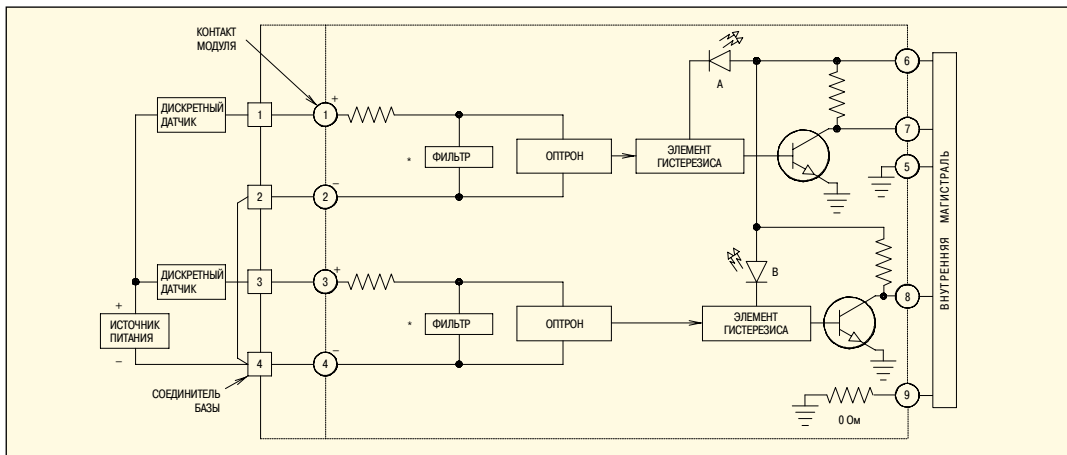


Рис. 10. Структурная схема модуля дискретного ввода постоянного тока 3-32 В

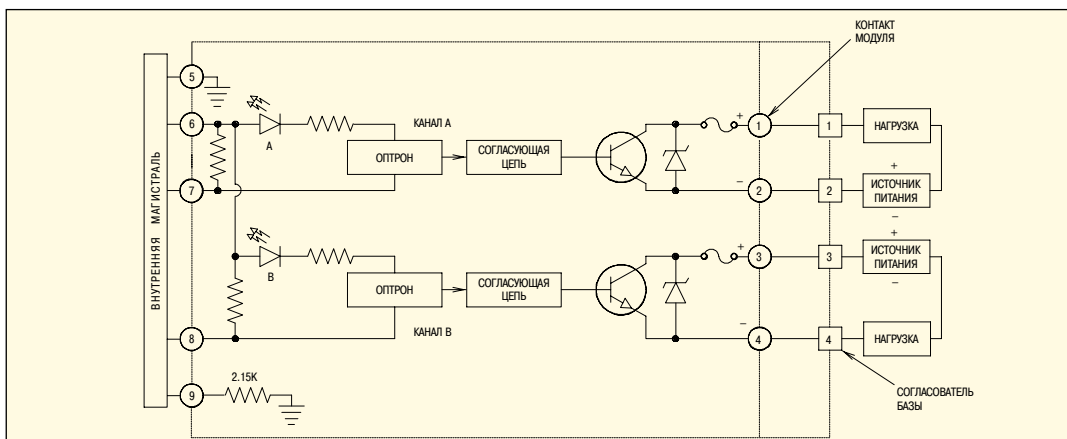


Рис. 11. Структурная схема модуля дискретного вывода постоянного тока 3-32 В



Таблица 2. Характеристики дискретных модулей ввода-вывода

Модуль	Тип входного сигнала	Входное сопротивление	Коммутируемое напряжение	Номинальный ток в нагрузке	Время срабатывания
70L-OAC			24...140В AC	0,06...4А	5 периода (максимум)
70L-OACA			24...280В AC	0,06...4А	5 периода (максимум)
70L-ODC			3...36В DC	0,06...4А	50 мкс (максимум)
70L-ODCA			4...200В DC	0,04...2А	750 мкс (максимум)
70L-IAC	0...140В AC	22 кОм			20 мс (максимум)
70L-IACA	0...280В DC	60 кОм			20 мс (максимум)
70L-IDC	0...32В DC	1,9 кОм			0,4 мс (максимум)
70L-IDCB	0...32В DC	960 Ом			0,075 мс (максимум)

Таблица 3. Характеристики аналоговых модулей ввода-вывода

Модуль	Тип входного сигнала	Тип выходного сигнала	Разрешающая способность
73L-II020	Ток 0...20 мА		4,88 мкА
73L-II420	Ток 4...20 мА		3,91 мкА
73L-IV50M	Напряжение 0...50 мВ		12,2 мкВ
73L-IV100M	Напряжение 0...100 мВ		24,4 мкВ
73L-IV1	Напряжение 0...1 В		244 мкВ
73L-IV5	Напряжение 0...5 В		1,22 мВ
73L-IV10	Напряжение 0...10 В		2,44 мВ
73L-IV5B	Напряжение -5...+5 В		2,44 мВ
73L-IV10B	Напряжение -10...+10 В		4,88 мВ
73L-ITCJ	J термопара -210...1200°C		0,34°C
73L-ITCK	K термопара -100...1372°C		0,36°C
73L-ITR100	100 Ом платиновый термометр сопротивления -50...+1768°C		0,44°C
73L-OI420		Ток 4...20 мА	3,9 мкА
73L-OV10		Напряжение 0...10 В	2,44 мВ
73L-OV10B		Напряжение -10...+10 В	4,88 мВ

Метрологические характеристики модулей серии 73

Для того чтобы у читателя сложилось

устойчивое мнение о модулях ввода-вывода серии OpenLine, приведем некоторые типичные графики точностных па-

раметров модулей на примере модуля аналогового ввода напряжения в диапазоне 0...50 мВ (рис. 12-15).



Рис. 12. Относительная погрешность измерения модуля аналогового ввода (в % от полной шкалы)

Под относительной погрешностью понимается величина, вычисляемая по следующей формуле:

$$E = (V_c - V_m) \times 100 / R,$$

где V_c — подаваемое напряжение,

V_m — измеренное значение,

R — диапазон полной шкалы измерения.

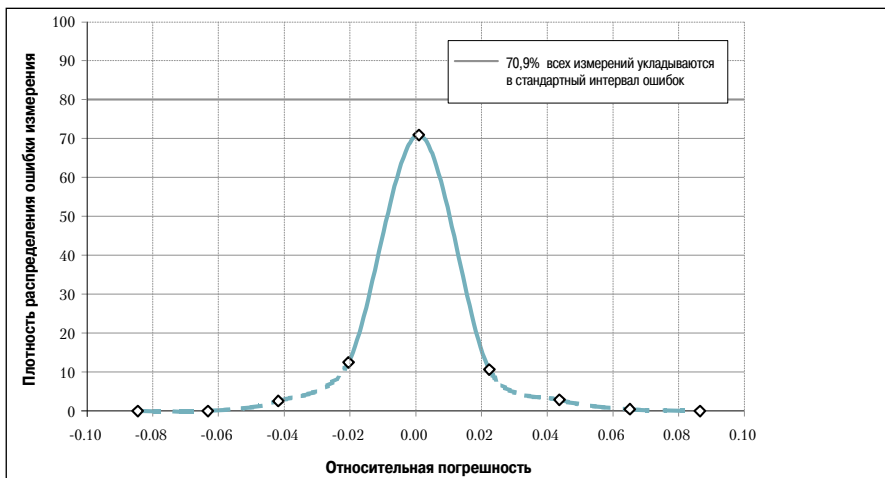


Рис. 13. Плотность распределения ошибки измерения

Под плотностью распределения ошибки измерения понимается экспериментальная зависимость вероятности попадания величины относительной погрешности в заданный диапазон при большой серии измерений.

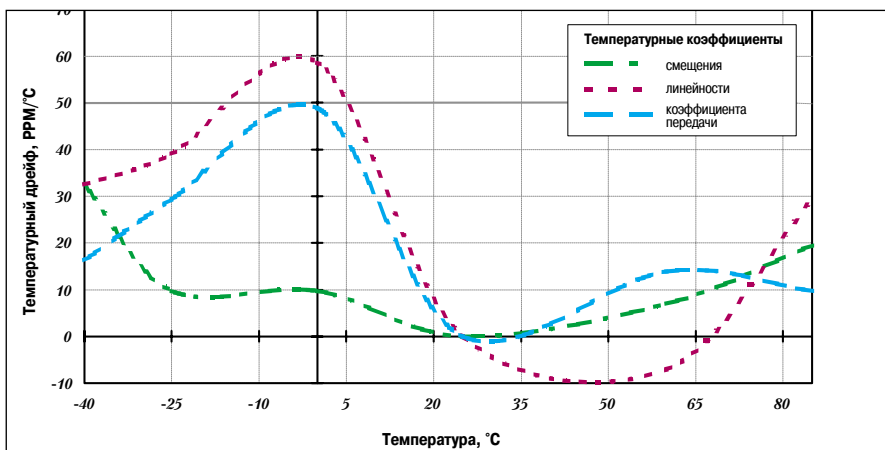


Рис. 14. Величины температурных дрейфов

На графике показаны температурные дрейфы основных параметров модуля в ppm/°C относительно температуры 25°C. (1 ppm = 10⁻⁶)

$$D = (V_m - V_p) \times 106 / (R \times \Delta T),$$

где V_m — параметр, измеренный при данной температуре,

V_p — параметр, измеренный при исходной температуре,

R — полная шкала измерений,

ΔT — приращение температуры.

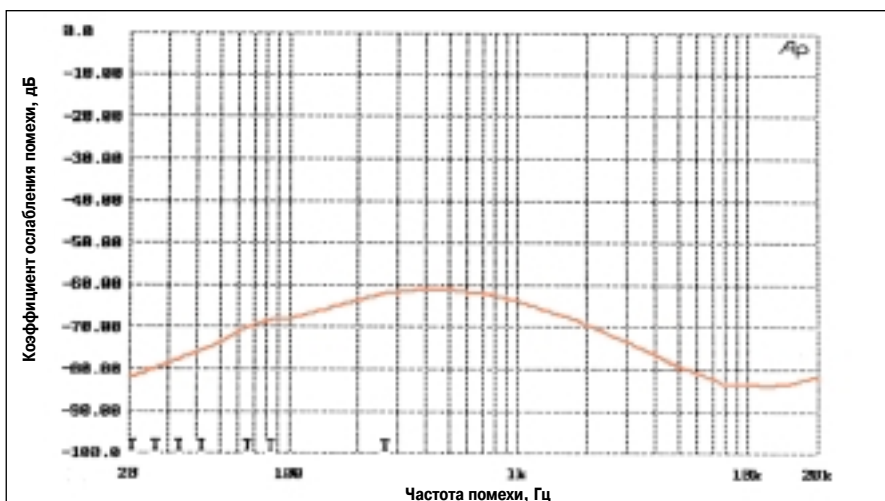


Рис. 15. Зависимость коэффициента подавления помехи общего вида от частоты

Алгоритм работы модулей с микроконтроллером базы ввода-вывода

При включении питания микроконтроллер сканирует выводы 9 всех модулей и определяет наличие и тип установленных модулей по алгоритму, показанному в табл. 4.

При обнаружении аналоговых модулей контроллер определяет их тип, посылая команду 'H'. Информацию об обнаруженных модулях контроллер помещает в соответствующие адреса двухпортовой памяти.

Таблица 4. Алгоритм определения типа модуля

Сопrotивление в цепи «Тип модуля» (PIN 9)	Тип модуля
Бесконечность (разрыв)	Модуль не установлен
5,23 кОм	Аналоговый модуль
2,15 кОм	Модуль дискретного вывода
0 Ом (короткое замыкание)	Модуль дискретного ввода

Оценка стоимости типовых конфигураций

Один из стандартных способов включения показан на рис. 16.

На этой схеме представлен способ стыковки модулей серии OpenLine с IBM PC совместимым контроллером произвольной конфигурации с использованием платы UNIO и терминальных плат TBI-16L/24L. Платы TBI-16L/24L специально разработаны для обеспечения возможности подключения новых модулей к платам серии UNIO, одна из стандартных конфигураций которых

расчитана именно на такую работу. Различие между платами TBI-16L и TBI-/24L состоит только в том, что TBI-24L содержит большее количество мест для установки модулей, в то время как TBI-16L является полным конструктивным аналогом стандартной базы ввода-вывода серии OpenLine.

Экономическая целесообразность такого решения видна из табл. 6.

Данная таблица говорит сама за себя. Мне остается лишь добавить, что и в том и в другом случае у пользователя имеются очень удобные способы программирования системы. При использовании стандартного комплекта OpenLine программист может легко работать с каналами ввода-вывода на низком уровне через окно двухпортовой памяти. Для программирующих на Си поставляется удобная библиотека функций. Сторонники МЭК-1131 смогут работать с сери-

Таблица 5. Формат команд аналоговых модулей ввода-вывода

Команда	Направление	Описание	Для модулей аналогового ввода	Для модулей аналогового вывода
H	К модулю	Считать содержимое регистра	X	X
##	К модулю	Номер регистра	X	X
##	От модуля	Младший байт	X	X
##	От модуля	Старший байт	X	X
h	К модулю	Считать номер версии	X	X
##	От модуля	Номер версии	X	X
V	К модулю	Чтение из модуля	X	
##	От модуля	Младший байт канала A	X	
##	От модуля	Старший байт канала A	X	
##	От модуля	Младший байт канала B	X	
##	От модуля	Старший байт канала B	X	
W	К модулю	Запись в модуль		X
##	К модулю	Младший байт канала A		X
##	К модулю	Старший байт канала A		X
##	К модулю	Младший байт канала B		X
##	К модулю	Старший байт канала B		X
##	От модуля	Байт статуса		X

Обмен информацией с аналоговыми модулями происходит по последовательному интерфейсу со скоростью 115,2 кбит/с с использованием команд в формате ASCII, указанных в табл. 5.

Полностью описание системы команд и форматов ответов модулей серии 70L/73L можно найти в Bulletin #743 на web-узле фирмы ПРОСОФТ (www.prosoft.ru). Но эта информация может быть интересной только для людей с явным избытком свободного времени или для тех, кто решится на разработку собственного контроллера для модулей серии 70L/73L. Надеюсь, что большая часть пользователей предпочтет воспользоваться стандартными способами включения.

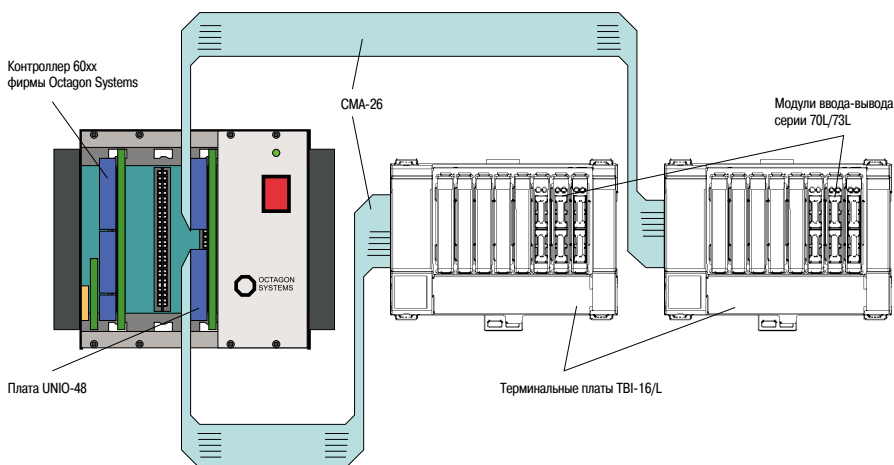


Рис. 16. Типовая схема включения модулей серии 70L/73L в контроллер пользователя

Таблица 6. Сравнение стоимости систем одинаковой функциональности, построенных на базе контроллеров OpenLine и контроллеров Octagon Systems, с модулями 70L/73L

	8AI/8AO, 8DI/8DO OpenLine	24AI/24AO, 24DI/24DO OpenLine	8AI/8AO, 8DI/8DO UNIO+70L/73L	24AI/24AO, 24DI/24DO UNIO+70L/73L
Контроллер OpenLine Ethernet	1*1820	1*1820		
Базы ввода-вывода	2*245	6*245		
Источник питания OpenLine	1*280	1*280		
Модули AI	4*140	12*140	4*140	12*140
Модули AO	4*140	12*140	4*140	12*140
Модули DI	4*28	12*28	4*28	12*28
Модули DO	4*28	12*28	4*28	12*28
Контроллер Octagon Systems			1*542	1*542
Сетевая плата			1*278	1*278
UNIO-48			1*200	
UNIO-96				1*286
TBI-16L			2*120	
TBI-24L				4*100
Кабель CMA-26			2*30	4*30
Корзина			1*82	1*82
Источник питания			1*228	1*228
Итого:	\$3934	\$7602	\$2974	\$5968

ей OpenLine, используя среду программирования ISaGRAF. Если же Вы остановитесь на варианте работы через плату UNIO, то такая конфигурация в ближайшее время будет поддержана в популярной среде разработки программ для распределенных и встраиваемых систем Ultralogik.

Надеюсь, что в скором времени многие из тех, кто уже имеет опыт в разработке систем управления с повышенными требованиями к надежности, а также те, кто только начинает работы в этом направлении, на практике оценят все возможности, которые предоставляет разработчикам новое поколение

устройств ввода-вывода серии OpenLine. ●