

# **Промышленные приложения СКС на основе EtherNet/IP**

## Как Ethernet стал промышленным стандартом де-факто

Ни для кого не секрет, что технология Ethernet в настоящее время является практически 100-процентным лидером в системах передачи информации в коммерческих зданиях. Свою популярность она завоевала за счет уникального сочетания целого ряда положительных характеристик, наиболее важные из которых – возможность передачи данных со скоростями до 10 Гбит/с, простота адресации в логических протоколах (например, TCP/IP), умеренная стоимость, возможность интеграции в системы практически любого размера, универсальность приложений.

По мере появления на предприятиях в системах управления технологическими и производственными процессами сначала пассивных, а затем и полунинтеллектуальных и интеллектуальных датчиков и исполнительных устройств, развивались и методы управления самими устройствами. В общем, процесс проходил аналогично развитию систем передачи данных в локальных сетях коммерческих зданий – каждый производитель сетевого устройства для управления им разрабатывал частную систему.

Наиболее известными и популярными среди промышленных технологий передачи информации стали частные разработки отдельных корпораций и консорциумов производителей – ProfiBus, ModBus, InterBus, ControlNet, DeviceNet. Тем не менее, несмотря на популярность, эти технологии не обладают некоторыми свойствами, необходимыми для современных технологий передачи данных, – универсальностью, совместимостью, высокими скоростями обмена данными. Именно поэтому ни одна из этих технологий не смогла вытеснить остальные с рынка. Таким образом, промышленность, в конце концов, столкнулась с проблемой отсутствия единой унифицированной системы управления.

Претендентом на это пустующее место на рынке стал Ethernet. Еще в начале 80-х годов появились первые разработки промышленных приложений Ethernet на основе шинной технологии, получившие обобщенное название "промышленный Ethernet". Промышленный шинный Ethernet использует специальные протоколы передачи данных, – TF (стандарт MMS, ISO 9506), MAP (стандарт MAP 3.0), – но могут быть реализованы и более широко распространенные, – например, SPX/IPX или TCP/IP.

Постепенно, за счет своих положительных качеств, Ethernet стал приобретать черты промышленного стандарта де-факто. В настоящее время существующие решения и вновь разрабатываемые спецификации Ethernet, уже специально ориентированные на промышленные среды, называют EtherNet/IP – Ethernet Industrial Protocol.

**Таблица 1. Сравнительные характеристики промышленных технологий передачи данных**

	Технология		
	AS	ProfiBus	EtherNet/IP
Протокол	ASI	PROFIBUS-FMS PROFIBUS-DP PROFIBUS-PA	TF MAP
Метод доступа	Master/Slave	Token Master/Slave	CSMA/CD
Стандарт	IEC TG 17B	EN 50170-2	IEEE 802.3
Среда передачи	Неэкранированный однопарный кабель	Экранированная витая пара Оптическое волокно	Витая пара Оптическое волокно MM/SM
Топология	Шина Дерево	Шина Дерево Кольцо Звезда	Шина Дерево Звезда

Макс длина сегмента	300 м	Витая пара – 9,600 м Оптическое волокно – 90 км	Витая пара – 100 м Оптическое волокно: MM – 2,000 м SM – 3,000 м
Скорость обмена данными	Сеанс 5 мс	9,600 кбит/с – 12 Мбит/с	10 Мбит/с
Макс число устройств в сети	31	127	1024
Приложения	Соединение полевых устройств и приводов	Сети промышленного оборудования	Промышленные сети

### Коммутационные системы в производственных средах

В настоящее время на промышленном рынке наблюдается процесс эволюции технологий, требующий применения намного более надежных по сравнению с традиционными соединений в заводских условиях. Многие производители начинают внедрять на своих предприятиях так называемые системы планирования ресурсов предприятия (Enterprise Resource Planning, ERP), которые позволяют делать операции более эффективными, улучшать ассортимент продукции и снижать себестоимость производства. Ключом к реализации эффективного решения на основе системы ERP является доступ к достоверным данным в режиме реального времени. К сожалению, большинство производственного оборудования, используемого в настоящее время, не обладает возможностью эффективного сбора и передачи данных из производственных цехов в корпоративные сети. В связи с этим, ведущие производители автоматизированного производственного оборудования начинают предлагать решения, такие как, например EtherNet/IP, для управления процессами в цехах, конфигурацией системы и сбором данных для приложений ERP. Современные оценки дают повод ожидать, что к 2004 году более чем 22% всего вновь создаваемого производственного оборудования будет оснащено средствами подключения к сетям Ethernet. Как только это новое поколение производственного оборудования внедрится на рынок, заводские цеха станут прозрачным продолжением сети организаций.

К специфическим примерам приложений, потенциально выигрывающим от использования промышленных технологий Ethernet, относятся в первую очередь те, которые можно отнести к разряду «промышленных»:

- Горнодобывающие комплексы
- Автомобильные заводы
- Морские и речные порты
- Медицинские учреждения
- Предприятия по переработке сырья
- Предприятия пищевой промышленности
- Предприятия производства и распределения электроэнергии

Для этого типа конечных пользователей корродирующие газы и жидкости, экстремальные источники EMI, создаваемые робототехническим оборудованием, вибрации, высокие температура и влажность – обычное ежедневное явление. Связующим звеном между заводскими цехами и приложениями ERP, поддерживающим поток данных и обеспечивающим работу конкурентоспособных технологий, должен стать надежный промышленный коннектор.

Традиционные компоненты, служащие для коммутации элементов кабельных систем, обеспечивают конечных пользователей годами надежной службы в типичных офисных средах. Однако, при воздействии на эти «медные» и волоконно-оптические коннекторы экстремальных условий, таких как пыль, температура, влажность, электромагнитные помехи или вибрации рабочие характеристики их заметно деградируют. В агрессивных средах, особенно там, где воздействие одного или всех из перечисленных выше факторов происходит ежедневно, обычное сопрягаемое соединение (например, розетка и вилка типа RJ-45) может подвергаться коррозии, износу,

засорению твердыми частицами и, в конце концов, приходит в негодность. Как результат, конечные пользователи сталкиваются с необходимостью несения высоких затрат на эксплуатацию системы за счет постоянных процедур поиска неисправностей и замены компонентов.

В настоящее время на рынке появляется новое поколение коннекторов, созданных для обеспечения устойчивого к воздействию агрессивных сред соединения для технологий Ethernet и способных выдерживать самые экстремальные условия, – это более прочный, надежный и защищенный коннектор по сравнению со всеми предшествовавшими ему типами коннекторов Ethernet. Этот новый интерфейс обобщенно называют «промышленным коннектором», однако области его приложений не ограничены только производственными пространствами.

**Стандарты промышленных кабельных систем** Признавая назревшую необходимость в промышленных интерфейсах, ассоциация TIA (Telecommunications Industry Association) и комитет IEC (International Electrotechnical Commission) сформировали специальные комитеты для разработки стандарта промышленных кабельных систем. Первой начала работы в конце 1999 года рабочая группа TIA по промышленным телекоммуникационным инфраструктурам, – TR 42.9 (Industrial Telecommunications Infrastructure Group). Целью деятельности группы является разработка стандартов телекоммуникационных инфраструктур промышленных зданий, комплексов и кампусов, выходящих за рамки действия стандартов коммерческих зданий. Предполагается, что IEC последует примеру TIA и выпустит аналогичный стандарт на основе результатов работы TR-42.9. Публикация стандарта, разрабатываемого TIA, запланирована на 2002 год.

Кроме спецификаций соединительного интерфейса, TR-42.9 определяет требования к условиям окружающей среды, которым интерфейс должен соответствовать. TR-42.9 использует результаты работы, сделанной ранее IEC, сформулированные в спецификации, известной под названием International Protection (IP), и определяющей некоторые требования к контейнерам относительно условий окружающей среды. Система классификации на основе индексов IP (Таблица 2) использует две цифры для описания уровня защиты, обеспечиваемого неким герметичным контейнером. TR-42.9 применяет эту классификационную схему к промышленным розетке и вилке, сопрягаемым в герметичный конструктив. Первая цифра индекса означает степень устойчивости к проникновению твердых материалов, вторая – устойчивость к жидким аггрессорам.

**Таблица 2. Система классификации степени защиты на основе индексов IP**

Твердые тела			Вода		
Индекс	Степень защиты	Характеристика	Характеристика	Степень защиты	Индекс
<b>0</b>	Отсутствие защиты	Отсутствие защиты от случайного контакта и инородных тел	Отсутствие защиты	Отсутствие защиты от влаги	<b>0</b>
<b>1</b>	Защита от крупных инородных тел	Защита от контакта с рукой человека на большой площади и защита от крупных твердых инородных тел диаметром > 50 мм	Защита от капель воды, падающих вертикально	Защита от капель	<b>1</b>
<b>2</b>	Защита от инородных тел среднего размера	Защита от контакта с пальцами руки человека и защита от небольших твердых инородных тел диаметром > 12 мм	Защита от капель воды, падающих под углом до 15°	Защита от капель	<b>2</b>

3	Защита от инородных тел небольшого размера	Защита от инструмента, проводов или подобных им объектов диаметром > 2.5 мм и от небольших инородных тел диаметром > 2.5 мм	Защита от капель воды, падающих под углом до 60°	Защита от брызг	3
4	Защита от гранулообразных инородных тел	Защита от инструмента, проводов или подобных им объектов диаметром > 1 мм и от небольших инородных тел диаметром > 1 мм	Защита от воды, льющейся со всех направлений	Защита от брызг	4
5	Защита от оседающей пыли	Полная защита от контакта. Защита от внутренних повреждений оборудования вследствие пылевых отложений	Защита от струй воды, льющихся под давлением со всех направлений	Защита от струи	5
6	Защита от проникновения пыли	Полная защита от контакта. Защита от проникновения пыли	Защита от кратковременного затопления	Защита от затопления	6
			Защита от временного конденсата	Защита от конденсата	7
			Защита от воды под давлением (полное погружение)	Полная защита от влаги (герметичность)	8

Для гарантированного обеспечения коннекторами надежных рабочих характеристик Ethernet в агрессивных окружающих средах, TR-42.9, скорее всего, будет рекомендовать соединения с индексом не ниже IP 67. IP 67 означает, что в сопряженном состоянии (герметичном), соединение защищено от проникновения пыли и от временного образования конденсата воды.

В дополнение к требованиям защиты от проникновения пыли и воды окончательный вариант промышленного стандарта TR-42.9 будет включать в себя требования к защите от целого ряда дополнительных факторов, особенности которых описаны ниже.

**Влага и конденсат.** Традиционное коммутационное оборудование подвержено умеренному воздействию коррозии влагой в течение времени. Коррозия приводит к нерегулярным нарушениям в передаче сигналов. В крайних ситуациях, контакты в розетке могут разрушиться совершенно.



**Рисунок 1. Влага корродирует контакты в розетках. Постоянное ее воздействие способно, в конце концов, полностью разрушить все контакты, делая розетку непригодной к использованию. (Фотография The Siemon Company)**

**Корродирующие материалы.** Воздействие корродирующих газов и жидкостей – обычное явление в промышленных ситуациях. Масла, газы и химикалии могут «проесть» внешние защитные оболочки коннектора, контакты вилки и гнезда, оболочки кабеля.

**Экстремальные температуры.** Существующее коммутационное оборудование производится для работы в диапазоне температур от -10°C до +60°C, типичном для

большинства офисных сред и малых промышленных предприятий. Для агрессивных промышленных сред характерны как резкие перепады температур, так и длительные температурные режимы, выходящие за рамки указанных выше. Воздействие таких условий вызывает нарушения в нормальных рабочих характеристиках и снижает надежность системы.

**Вибрация.** Все стандартное коммутационное оборудование ведет себя одинаково при воздействии экстремальных вибраций. Со временем контакты модульной вилки истираются о контакты розетки. На контактах в местах их соприкосновения появляются ямки, снижающие надежность соединения (Рисунки «Рисунок 2» и «Рисунок 3»). Но только этим проблема не ограничивается – вследствие воздействия в точке износа паров воды развивается коррозия.



**Рисунок 2. На рентгенограмме сопряженных розетки и вилки хорошо видно то место, где контакты вилки соприкасаются с контактами розетки. (Фотография The Siemon Company)**



**Рисунок 3. В результате длительного воздействия экстремальных вибраций контакты модульной вилки могут продавливать поверхность контактов розетки. Это явление может вызвать проблемы в передаче сигналов. (Фотография The Siemon Company)**

**Электромагнитные помехи (EMI).** Высокие уровни EMI характерны для сред, в которых производственное оборудование или трассы систем электропитания расположены близко к трассам системы передачи данных. Станки и системы электропитания генерируют электрические поля, которые наводят на сегменты систем передачи данных помеховые сигналы, нарушающие целостность информационных сигналов.

Подробно о работе группы TR-42.9 можно узнать на Интернет-сервере TIA по адресу [www.tiaonline.org](http://www.tiaonline.org). В результате работы TR-42.9 производители получают возможность создавать компоненты и кабельные системы, способные функционировать в жестких условиях агрессивных промышленных сред. Кроме требования к системам защиты промышленные стандарты также должны обеспечить совместимость продукции различных производителей промышленных коннекторов.

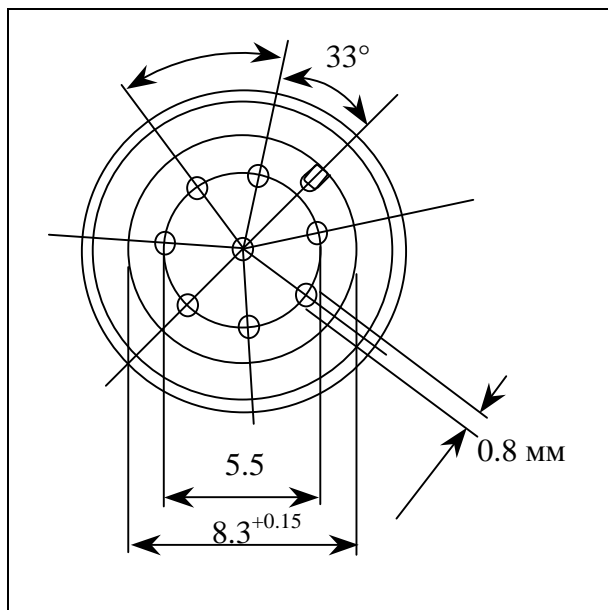
Профессиональные промышленные ассоциации также не стоят в стороне и прилагают все усилия к стандартизации наиболее перспективных компонентов в качестве прототипов стандартных коннекторов EtherNet/IP. Ассоциации ODVA (Open DeviceNet Vendor Association) и ControlNet™ создали совместную специальную группу JSIG (joint special interest group) с целью разработки стандартов промышленного протокола Ethernet (EtherNet/IP). В результате анализа нескольких потенциально перспективных конструкций интерфейсов JSIG выбрала конструктив вилки и розетки типа «RJ-45» компании Siemon, оборудованный защитным корпусом на основе байонетного затвора. Ключевыми преимуществами байонетного интерфейса являются превосходная сопротивляемость проникновению влаги и жидкостей и быстрая работа затвора, уменьшающая время, требующееся для сопряжения розетки и вилки.

**Ограничения использования стандартных коннекторов типа «RJ45» в промышленных средах и альтернативные решения** Традиционные коннекторы типа «RJ45» обладают рядом недостатков, препятствующих их применению в промышленных приложениях. Наиболее важными из этих ограничений являются два:

- Все коннекторы, поставляемые на рынок, не идентичны.
- Интерфейс контакта вилка-гнездо с точки зрения механического износа совершенно не приемлем для промышленных сред.

Более двадцати лет назад Люмбергом был изобретен популярный вариант промышленного коннектора, получивший название M12. Существует и стандарт, описывающий требования и спецификации этого типа коннектора, – IEC 61076. Первоначально M12 был предназначен для применения в промышленных цепях управления оборудованием и технологическими процессами. К основным характеристикам M12 (Рисунок 4) относятся следующие:

- Резьбовое соединение M12
- Круглые контакты диаметром 0.8 мм
- Класс защиты IP67/68
- Диапазон рабочих температур – 25°C +85°C
- Вибрации в диапазоне 10 – 500 Гц – 0.35 мм или 5g
- Промышленные стандарты сварки: CE – 4 кВ, EN50199 – 6 кВ
- В конструкцию включены магнитные материалы для подавления шумов
- Контакт не типа IDC

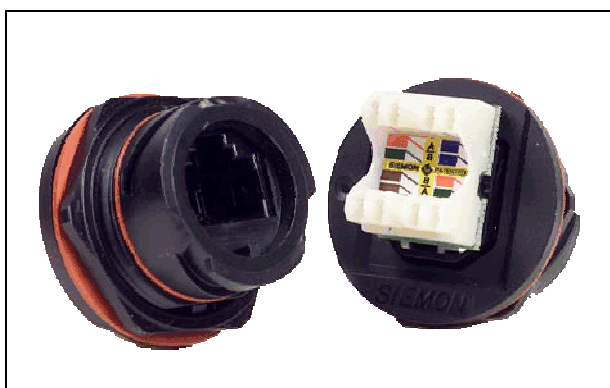


**Рисунок 4. Промышленный коннектор Люмберга – М12.**

К сожалению, М12 не способен создать конкуренцию коннекторам типа «RJ45» вследствие обусловленных его конструкцией слабых рабочих характеристик передачи, не способных обеспечить работу современных высокоскоростных технологий и, в том числе, EtherNet/IP.

Еще одной альтернативой стандартным коннекторами стали в последнее время специально разработанные для работы в агрессивных средах интерфейсы на основе байонетного сопрягающего механизма IMAX™ (Рисунок 5), созданного компанией The Siemon Company. Этот интерфейс, несмотря на свою новизну, уже становится признанным в промышленности стандартом де-факто промышленного коннектора. К основным его характеристикам можно отнести следующие:

- Совместимость со стандартным конструктивом типа «RJ-45»
- Превосходная защита от проникновения влаги и жидкостей
- Совершенная система сопрягающего механизма
- Короткое время сопряжения вилки и розетки



**Рисунок 5. Альтернативный промышленный интерфейс IMAX™**

#### **Решения на основе промышленных коннекторов, доступные сегодня**

Производители стараются соответствовать требованиям, разрабатывая продукцию, соответствующую инициативам промышленных стандартов. Компания The Siemon Company создала промышленный коннектор, отвечающий всем предполагаемым требованиям TIA и IEC. Промышленные розетка и вилка марки Siemon IMAX™ обес-

печивают превосходные характеристики сопротивляемости жестким условиям окружающей среды.

Промышленное решение Siemon достигает класса IP 67 в основном за счет средств совмещения вилки и розетки. Конструкция вилки оснащена уникальным байонетным механизмом, по своей форме соответствующим корпусу розетки. Вилка вставляется в розетку, и с помощью простого поворота корпуса, вилка и розетка приводятся в сопряженное состояние.

IMAX™ обеспечивает превосходную защиту от влаги и вибрации. Сопрягающая конструкция препятствует проникновению влаги как из воздуха, так и при непосредственном контакте с жидкой субстанцией. Кроме этого, сопрягающий конструктив сопротивляется вибрации за счет поддержания относительного расположения вилки относительно розетки. Это не позволяет вилке перемещаться во время вибрации, что в противном случае привело бы к повреждению контактов розетки.

В конструкции IMAX™ используются материалы, более устойчивые к химикалиям и имеющие более широкий диапазон рабочих температур (от  $-25^{\circ}$  до  $85^{\circ}\text{C}$ ), чем традиционные коннекторы. По сравнению с рабочим диапазоном стандартных коннекторов промышленный коннектор Siemon расширяет диапазон рабочих температур более, чем на 50%.

Для работы в средах с высокими уровнями EMI, Siemon предлагает экранированные версии промышленного коннектора на основе ScTP. Решения ScTP, являющиеся по своей сути кабелями UTP с общим сетчатым экраном или фольгой, идеальны для использования в тех средах, где требуется дополнительная защита от EMI для обеспечения целостности сигналов данных. Как и экранированные кабели, коммутационное оборудование также обладает высокой степенью экранирования и, кроме того, низким импедансом передачи, что позволяет защищать информационный сигнал в точке его перехода из кабеля горизонтальной системы в аппаратный шнур.

В каких случаях использовать кабельные системы UTP и ScTP? Если есть возможность поддержания расстояний до источника EMI (Таблица 3), применение систем UTP является адекватным решением; если нет, рекомендуется применять решения на основе ScTP.

**Таблица 3. Минимальное разделение систем электропитания и кабельных систем UTP (данные The Siemon Company)**

	Уровень мощности		
	< 3 кВА	≥ 3 кВА < 6 кВА	≥ 6 кВА
<b>Трассы</b>	50 мм	1.5 м	3 м
<b>Пространства</b>	50 мм	3 м	6 м

Компания Siemon активно работает с организациями, занимающимися разработкой стандартов, в направлении принятия интерфейса IMAX™ в качестве рекомендуемого для промышленных приложений. Ассоциация ODVA (Open DeviceNet Vendor Association) стала первой, выбравшей IMAX™ в качестве одобренного ею промышленного интерфейса. ODVA – организация, занимающаяся разработкой и совершенствованием сетевых технологий DeviceNet и EtherNet/IP, а также продвижением стандартизованных протоколов и коммутационного оборудования EtherNet в промышленный мир. Кроме этого, Siemon активно работает с аналогичной целью в ассоциации TIA (Telecommunications Industry Association) и комитете IEC (International Electrotechnical Commission, МЭК).



Ассоциации ODVA и ControlNet™ создали совместную специальную группу JSIG (joint special interest group) с целью выработки стандартов промышленного протокола Ethernet (EtherNet/IP). В результате анализа нескольких потенциально перспективных конструкций интерфейсов JSIG выбрала конструктив вилки и розетки типа RJ-45 компании Siemon, оборудованной защитным корпусом на основе байонетного затвора. Основными преимуществами байонетного интерфейса являются превосходная сопротивляемость проникновению влаги и жидкостей и быстрая работа затвора, уменьшающая время, необходимое для сопряжения розетки и вилки.

В своем частном стандарте, подготовленном совместно с ControlNet International, ODVA описывает базовые требования и спецификации промышленного интерфейса, предназначенного для работы с промышленным Ethernet (EtherNet/IP). Информация приведена во втором томе, «EtherNet/IP Adaptation of CIP», в главе 8, «Physical Layer».

Стандарт рассматривает два варианта герметичного интерфейса – экранированный и неэкранированный. Основные характеристики интерфейса приведены ниже.

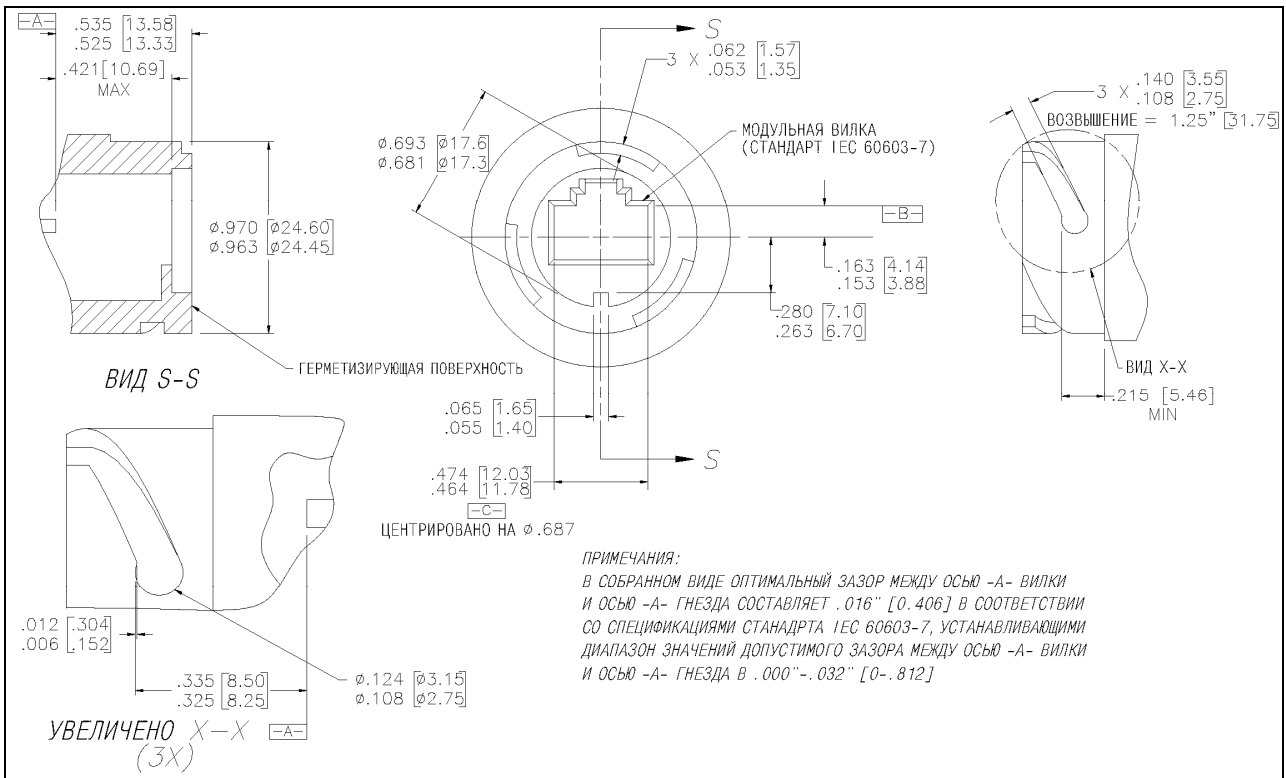
Стандартный усиленный промышленный 8-позиционный 8-контактный модульный коннектор должен соответствовать требованиям, приведенным в таблице (Таблица 4).

**Таблица 4. Спецификации промышленного коннектора Enet**

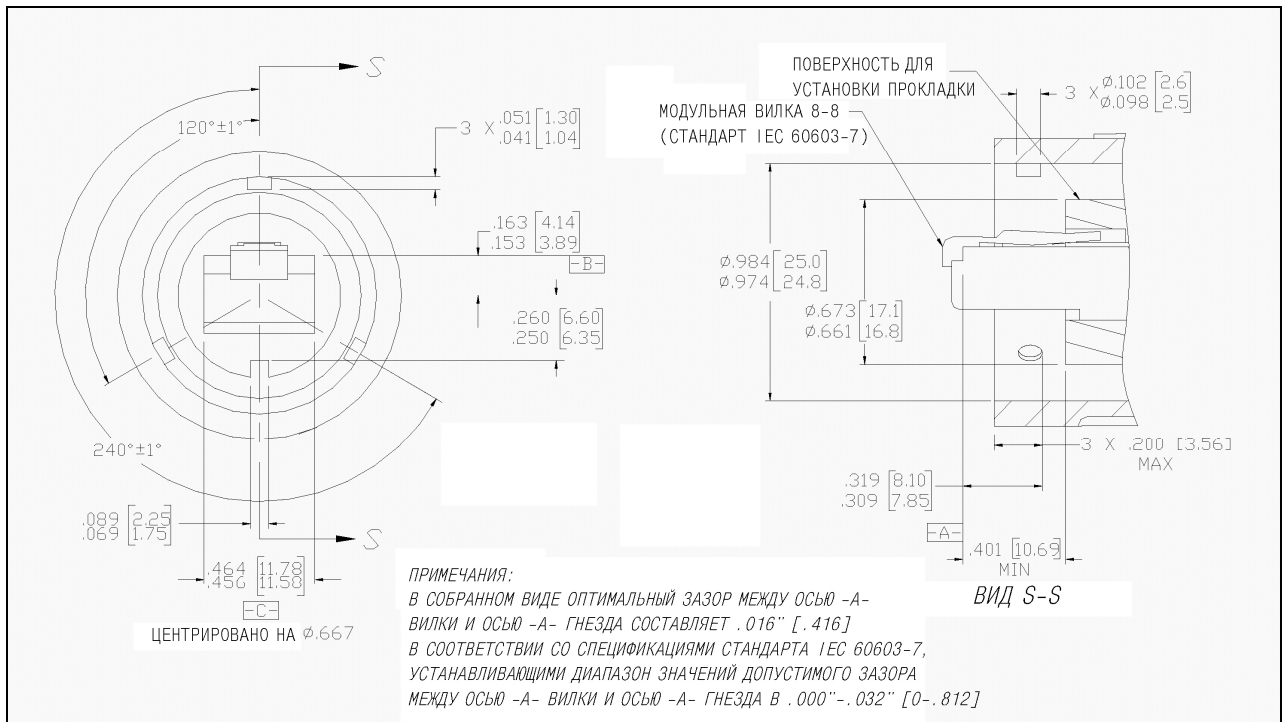
Характеристики	Тип коннектора	
	Модульный 8-8 экранированный	Модульный 8-8 неэкранированный
<b>Электрические</b>		
Проводники	8 + 1 экран	8
Вносимые потери	ANSI/TIA/EIA-568-B.2 – Категория 5e	ANSI/TIA/EIA-568-B.2 – Категория 5e
Возвратные потери, RL	ANSI/TIA/EIA-568-B.2 – Категория 5e	ANSI/TIA/EIA-568-B.2 – Категория 5e
Переходное затухание, NEXT	ANSI/TIA/EIA-568-B.2 – Категория 5e	ANSI/TIA/EIA-568-B.2 – Категория 5e
Эффективность экрана	ANSI/TIA/EIA-568-B.2 – Категория 5e	НЕТ
<b>Механические</b>	<b>Модульный 8-8 экранированный</b>	<b>Модульный 8-8 неэкранированный</b>
Конструкция разъема	Вилка – Гнездо	Вилка – Гнездо
Спецификации сопряжения	CEI IEC 60603-7	CEI IEC 60603-7
Покрытие контактов	Слой Au толщиной $\geq 50$ микродюймов (1.27 мкм) на слое Ni или эквивалентного ему покрытия толщиной $\geq 100$ микродюймов (2.54 мкм)	Слой Au толщиной $\geq 50$ микродюймов (1.27 мкм) на слое Ni или эквивалентного ему покрытия толщиной $\geq 100$ микродюймов (2.54 мкм)
LLCR контакта в конце срока службы	$< 20$ МОм	$< 20$ МОм
LLCR контакта в начале срока службы	$\leq 2.5$ МОм	$\leq 2.5$ МОм
Срок службы контакта	$\geq 750$ циклов сопряжения	$\geq 750$ циклов сопряжения

Герметичный интерфейс должен отвечать как минимум требованиям класса IP67 в соответствии с положениями стандарта IEC 60529.

Герметичные варианты модульных гнезда и вилки построены на основе спецификации VG 95 234. На приведенных далее чертежах гнезда и вилки показаны конструкции, способные обеспечить совместимость параметров сопряжения и герметичности с продукцией различных поставщиков, производящих одну или обе части разъема. Гнездо может быть установлено на печатной монтажной плате или кабеле, в заводских или полевых условиях. Гнездо полностью совместимо со всеми стандартными вилками, а вилка – со всеми стандартными гнездами, за исключением запирающего механизма.



**Рисунок 6. Герметичное 8-контактное 8-позиционное модульное гнездо**



**Рисунок 7. Герметичная 8-контактная 8-позиционная модульная вилка**

Устройство, служащее для подключения к промышленной «медной» среде EtherNet/IP, должно соответствовать требованиям стандарта IEC 8802.3. Волновое сопротивление интерфейса (импеданс) должно соответствовать спецификациям стандарта ISO/IEC 8802.3 (ANSI/IEEE Std 802.3) и дополнению к стандарту IEEE Std 802.3u-1995 за исключением такого параметра, как допустимое отклонение величины импеданса. Отклонение импеданса должно быть ограничено 5%. Диапазон рабо-

чих температур и вибраций интерфейса должен соответствовать той среде, в которой предполагается его работа.

### **Промышленные коннекторы на рынке коммерческих зданий**

Одним из решений по защите компонентов телекоммуникационных систем является применение защитных контейнеров, полностью скрывающих в себе коннекторы. В качестве примера можно привести монтажную коробку, устанавливаемую ниже уровня чистого пола и способную защитить соединения от воды и мелких твердых частиц. К сожалению, такое решение требует конкретного применения, то есть оно не может быть универсальным и должно быть приспособлено для конкретных условий и, вследствие этого, как правило, дорого, громоздко и обеспечивает неадекватную защиту. Все это ограничивает широкое применение подобных частных решений.

Такие ситуации гораздо более распространены, чем многие предполагают, и каждая из них является поводом для возникновения проблем у конечного пользователя и дорого ему обходится. Незащищенные компоненты и, в общем, бесполезные контейнеры можно увидеть практически на каждом объекте, начиная с медицинских зданий и заканчивая предприятиями переработки пищевых продуктов, портов, упаковочных складов, и перерабатывающих предприятий. В каждом случае поиск неисправностей, обслуживание и исправительные меры, связанные с этими системами, заставляют конечных пользователей, монтажников и консультантов искать более надежные решения. К счастью новые промышленные кабельные системы обеспечивают идеальное недорогое решение.

### **Промышленные розетка и вилка IMAX™**

Промышленная розетка IMAX™, разработанная компанией The Siemon Company, представляет из себя модуль серии MAX™ категории 5е, установленный в защитном корпусе (Рисунок 8). Как вилка, так и розетка характеризуются классом защиты IP (International Protection) 67. Внешний корпус розетки изготовлен из долговечного, устойчивого к химическим веществам пластика промышленного класса и оборудована патентуемым байонетным сопрягающим механизмом. При повороте затвора на четверть оборота вилка и гнездо полностью совмещаются и оказываются герметично изолированными от проникновения жидкостей и других загрязняющих веществ из окружающей среды. Байонетный механизм исключает недостаточную или чрезмерно плотную фиксацию конструкции в собранном состоянии, таким образом, гарантируя надежное сопряжение розетки и вилки в точно заданном положении, что позволяет достичь уровня рабочих характеристик категории 5е даже в самых жестких условиях окружающей среды.



**Рисунок 8. В промышленной розетке марки Siemon для сопряжения с вилкой используется байонетный механизм, обеспечивающий всей конструкции класс защиты IP 67. (Фотография The Siemon Company).**

Промышленная вилка IMAX™ построена на основе модульной вилки категории 5е. Также как и розетка IMAX, она заключена в корпус промышленного класса и использует патентуемый байонетный сопрягающий конструктив. Промышленная вилка мо-

жет быть терминирована в полевых условиях, позволяя, таким образом, быстро создавать кабельные сегменты любой длины непосредственно на объекте в случае, если кабель был случайно поврежден или перерезан.



**Рисунок 9. Промышленная вилка марки Siemon может быть легко терминирована в полевых условиях. (Фотография The Siemon Company)**



**Рисунок 10. Промышленная розетка IMAХ™ может быть установлена в монтажную рамку из нержавеющей стали, которая способна обеспечить определенную степень герметизации и защиту от проникновения влаги и мелких твердых частиц.**

Терминирование вилки IMAХ™ в полевых условиях происходит аналогично обычной модульной 8-контактной 8-позиционной вилке. Процедура терминирования выполняется в три шага (Рисунок 11):

- Терминирование кабеля модульной вилкой с помощью обжимного инструмента;
- Фиксация корпуса разъема на вилке;
- Затягивание уплотняющей гайки на корпусе разъема с одновременной фиксацией кабеля.

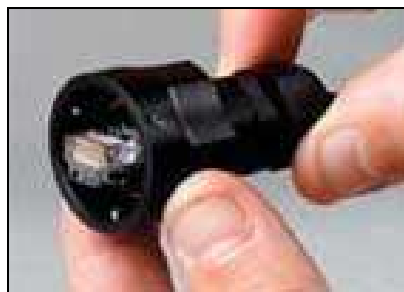
**1**



**2**



**3**



**Рисунок 11. Процедура терминирования промышленной вилки IMAХ™**

**Кабели на основе витой пары проводников для систем EtherNet/IP** По сравнению с «обычными» кабелями, используемыми в сетях и кабельных системах коммерческих и жилых зданий, и подчиняющихся требованиям стандарта ANSI/TIA/EIA-568-

В.2, кабели, предназначенные для работы в промышленных средах, должны быть способны противостоять без потери качества рабочих характеристик передачи следующим воздействиям окружающей среды:

- Экстремальные температуры
- Контакт с жидкостями – нефтепродуктами и химикалиями
- Контакт с грязью и твердыми частицами
- Воздействие солнечного света
- Шум и электромагнитные помехи (EMI)
- Динамические механические нагрузки (изгибы)
- Вибрации
- Механические факторы, способные вызвать повреждения кабеля

С точки зрения рабочих характеристик передачи кабели промышленного класса должны соответствовать спецификациям категории 5е в соответствии с требованиями стандарта TIA/EIA-568-B.2. Разрабатываемый в настоящее время TIA стандарт промышленных кабельных систем берет за основу положения стандарта ANSI/TIA/EIA-568-B.2 и признает две среды передачи – 4-парные кабели UTP и ScTP. Температурный диапазон нового класса кабелей в рабочем режиме должен составлять 0°C + 60°C и в экстремальных условиях – 40°C + 75°C.





Все кабели на основе витой пары, предназначенные для работы в системах EtherNet/IP, должны обладать соответствующими классами защиты:

- Класс защиты от ультрафиолетового излучения
- Защита от масел (классы I и II)
- Температурный класс – 75°C
- Класс степени изгиба при – 40°C в соответствии со стандартом UL 1581
- Класс пожаробезопасности – CMR

### Промышленная кабельная система

В настоящее время на рынке предлагается законченное решение промышленной кабельной системы EtherNet/IP совместной разработки Siemon/CommScope, полностью соответствующая требованиям стандартов ODVA, EtherNet/IP и положениям проекта TIA TR 42.9. Система включена в проект стандарта IEC. Решение использует в качестве коммутационного оборудования коннекторы Siemon IMAX™ и промышленный кабель EtherNet марки CommScope на основе витой пары проводников (Таблица 5).

**Таблица 5. Промышленный кабель EtherNet марки CommScope**

		Помеховая обстановка	
		Умеренные уровни шума (0 дБ)	Высокие уровни шума (50 дБ)
Механические нагрузки (изгиб)	Умеренные уровни нагрузки (85 000 циклов)	одножильный неэкранированный  <b>2001</b>	одножильный экранированный  <b>2003</b>
	Высокие уровни нагрузки (4 000 000 циклов)	многожильный неэкранированный  <b>2002</b>	многожильный экранированный  <b>2004</b>

Для интересующихся развитием промышленных сетевых технологий можно порекомендовать Интернет-сервер библиотеки промышленного Ethernet (Industrial Ethernet Book), который всегда находится на передовом рубеже технологической революции, с последними новостями рынка.

Компании и организации, участвующие в Industrial Ethernet Book:

Группа IDA – Interface for Distributed Automation ([www.ida-group.com](http://www.ida-group.com))



Группа IDA ставит своей целью создание стандартного интерфейса, основанного на технологии Ethernet TCP/IP для распределенных автоматизированных решений на основе IDA (Interface for Distributed Automation). С момента своего создания, этот стандарт станет доступным для использования всем заинтересованным компаниям.

Ассоциация IEA – Industrial Ethernet Association ([www.industrialethernet.com](http://www.industrialethernet.com))



Ассоциация IEA была создана в начале 1999 года с целью разработки стандартов для использования продукции Ethernet на рынке промышленных приложений, а также для продвижения универсальной терминологии среди поставщиков и разработчиков. Членство в IEA открыто для всех желающих и заинтересованных в стандартизации и адаптации технологии.

Альянс IAONA – The Industrial Automation Open Networking Alliance ([www.iaopennetworking.com](http://www.iaopennetworking.com))



Альянс IAONA создан для продвижения открытых сетевых технологий в промышленных и интегральных приложениях, а также для разработки рекомендаций и дополнений к стандартам с целью удовлетворения требований промышленности. IAONA приглашает всех специалистов к участию в открытом форуме для обмена идеями и информацией относительно открытых сетевых технологий.

IAONA Europe ([www.iaona-eu.com](http://www.iaona-eu.com))



IAONA Europe – альянс ведущих производителей и конечных пользователей автоматизированных систем, преследующий своей целью утверждение Ethernet в качестве стандартного приложения во всех промышленных средах на международном уровне.

IEEE Standards Association CSMA/CD ACCESS METHOD (802.3) (<http://standards.ieee.org/catalog/IEEE802.3.html>)



Рабочая группа IEEE, занимающаяся технологиями сетей классов LAN и MAN (Information technology – Local and metropolitan area networks – Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications).

Консорциум Fast Ethernet ([www.iol.unh.edu/consortiums/fe/index.html](http://www.iol.unh.edu/consortiums/fe/index.html))

Fast Ethernet

Fast Ethernet Consortium занимается тестированием продукции и программного обеспечения на основе технологии Fast Ethernet (IEEE 802.3u) на совместимость и соответствие требованиям стандартов.

Альянс «10 Gigabit Ethernet Alliance» ([www.10gea.org](http://www.10gea.org))



Специальным назначением этой корпорации является распространение стандартов, основанных на технологии 10 Gigabit Ethernet и поощрение использования и реализации 10 Gigabit Ethernet в качестве ключевой сетевой технологии для соединения различных вычислительных комплексов, устройств передачи данных и телекоммуникационных устройств.

Технический справочник «TechFest Ethernet Technical Summary» ([www.techfest.com/networking/lan/ethernet.htm](http://www.techfest.com/networking/lan/ethernet.htm))



Интернет-сервер предоставляет обзорную информацию обо всем, что касается технологий Ethernet, начиная со структуры, управления доступом к среде передачи и заканчивая спецификациями физического уровня (кабельной системы и коннекторов).

Интернет-сервер Чарльза Сперджина «Charles Spurgeon's Ethernet Web Site» ([www.ots.utexas.edu/ethernet/](http://www.ots.utexas.edu/ethernet/))



Интернет-сервер предоставляет исчерпывающую информацию о технологиях Ethernet (IEEE 802.3) в локальных вычислительных сетях (LAN), включая первоначальную версию системы 10 Мб/с, систему Fast Ethernet 100 Мб/с (802.3u), Gigabit Ethernet 1000 Мб/с (802.3z/802.3ab) и 10 Gigabit Ethernet (802.3ae).

Справочный центр «Optical Ethernet Resource Center» ([www.optical-ethernet.com](http://www.optical-ethernet.com))

Этот сервер познакомит вас с современными событиями, связанными рынком оптических приложений технологии Ethernet.

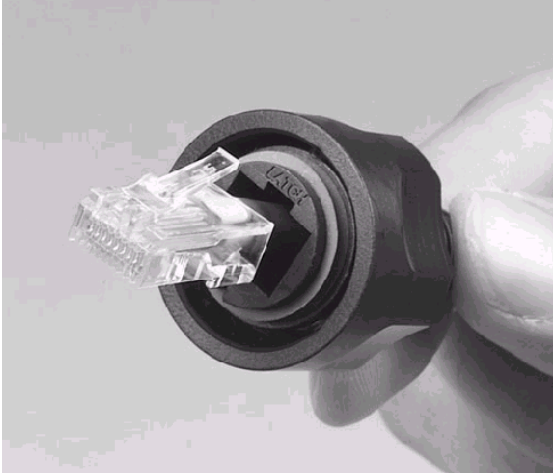
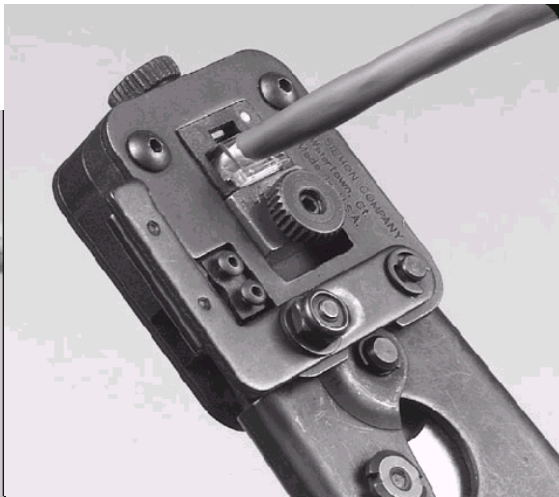
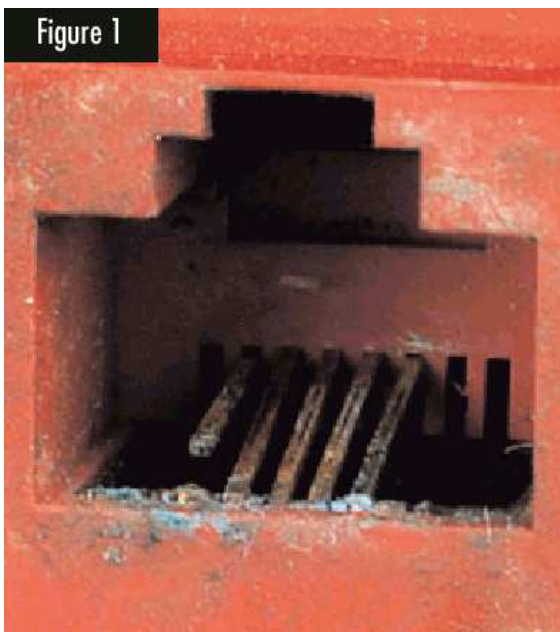


Figure 1



© IT Consulting 2002