



Виктор Жданкин

# Концепция FieldConnex® для промышленных сетей FOUNDATION Fieldbus H1 и PROFIBUS-PA: повышение производительности и снижение затрат

В статье представлена концепция FieldConnex® компании Pepperl+Fuchs для организации промышленных сетей во взрывоопасных зонах с сочетанием различных видов взрывозащиты и обеспечения связи с системами управления, расположенными в безопасной зоне. Кратко представлены основные компоненты системы FieldConnex®.

## Часть 1

Международный стандарт IEC 61158 “Fieldbus for use in Industrial Control Systems” («Промышленная управляющая сеть для применения в промышленных системах управления») определяет восемь независимых и несовместимых коммуникационных технологий, из которых FOUNDATION Fieldbus H1 и PROFIBUS-PA стали в значительной степени преобладающими в различных отраслях промышленности. Эти промышленные сети соответствуют требованиям стандарта IEC 61158-2, который устанавливает физический уровень так называемых промышленных сетей H1. Основными требованиями к промышленным сетям H1 являются:

- передача данных и питание устройств нижнего уровня по одной витой паре;
- гибкость при проектировании различных топологий сети;
- совместимость всех полевых приборов;
- взрывобезопасность при установке во взрывоопасных зонах;

- распределение одной инфраструктуры на многочисленные сегменты.

В системах автоматизации цифровая революция произошла на верхних уровнях: управление предприятием осуществляется компьютерами, которые легко взаимодействуют с системами управления бизнесом и ERP-системами (планирование бизнес-ресурсов), используя высокоскоростные коммуникации. Однако на нижнем уровне (уровне полевых устройств) всё ещё преобладает традиционная двухточечная кабельная проводка (point-to-point) между устройствами управления и полевыми устройствами на основе аналоговой технологии 4...20 мА для передачи данных и для питания устройств. Эта технология почти достигла своих пределов в показателях оптимизации и дальнейшего развития возможностей.

Для того чтобы создать эффективную и соответствующую перспективным требованиям коммуникационную сеть предприятия, необходимо обратить внимание на технологию промышленной сети. Многие годы развитие промышленных сетевых архитек-

тур было одной из самых обсуждаемых тем среди производителей и потребителей оборудования для промышленной автоматизации. Вопросы построения распределённых систем промышленной автоматизации на базе современных аппаратно-программных и сетевых решений были рассмотрены в многочисленных отечественных и зарубежных публикациях [1–7]. Необходимо отметить, что промышленная сеть имеет множество преимуществ перед традиционными централизованными системами и системами на основе унифицированного токового сигнала 4...20 мА: это улучшенная диагностика, меньшее время простоя оборудования, высокое качество связи, сокращение времени реакции на событие, возможность использования освобождённых ресурсов верхних уровней АСУ ТП для решения дополнительных задач, в том числе задач управления производством в целом. Вместе с усовершенствованной комплексной концепцией монтажа промышленные сетевые архитектуры обеспечивают экономии инвестиционных расходов.

Предлагаемая компанией Pepperl+Fuchs линейка устройств системы FieldConnex® обеспечивает реализацию усовершенствованной концепции монтажа, а также создаёт основу для оптимизации затрат в течение всего жизненного цикла, повышения надёжности эксплуатации и технического обслуживания системы, соответствия перспективным технологиям автоматизации и экономии на инвестиционных расходах.

Система FieldConnex® предлагает отдельные системные компоненты для реализации определённых функций, таким образом предоставляя возможность разработки требуемой топологии промышленной сети, оптимизированной для конкретного приложения с учётом окружающих условий, особенностей установки и специальных требований. Сформулирован ряд базовых принципов, которые помогут создать оптимизированную коммуникационную топологию сети. Но необходимо заметить, что реализация этих принципов зависит от местных и национальных правил и стандартов. Компоненты системы FieldConnex® сертифицированы в России: имеется Сертификат соответствия № РОСС ИТ. ГБ05.В02346, получено Разрешение № РРС 00-30575 на применение от Федеральной службы по экологическому,

технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор).

### ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ КОММУНИКАЦИЙ В ПРОМЫШЛЕННОЙ СЕТИ

Предварительно кратко охарактеризуем основные элементы инфраструктуры промышленной сети.

Промышленная сеть делится на многочисленные **сегменты**, которые, как правило, электрически независимы и могут иметь общую длину кабеля до 1900 м. В зависимости от таких факторов, как ток в сети, тип кабеля, вид взрывозащиты, требуемое время реакции или время цикла шины, к одному сегменту может быть подключено до 31 устройства.

**Магистральная линия связи** является основным кабелем структуры промышленной сети, через который осуществляется информационный обмен и электропитание. К ней подключаются оконечная нагрузка и источники питания.

Через **кабельный отвод** к магистрали подключаются приборы нижнего уровня. Он может иметь длину до 120 м. Максимальная длина кабельного отвода зависит от нескольких аспектов, таких как тип кабеля и общее число устройств, подключённых к одному сегменту. Рекомендуется подключать

только одно устройство к кабельному отводу.

Хотя стандарт допускает любой тип топологии сети, топология «магистраль с сегментами» стала наиболее распространённой топологией для технологических установок. Благодаря её ясно структурированному исполнению она проста для понимания и обслуживания.

Концепция магистрали повышенной мощности High-Power Trunk (рис. 1) является широко распространённой для применений во взрывоопасных зонах и общепромышленных приложениях. Частью концепции является безопасная прокладка магистральной линии в соответствии с IEC 60079-14. Сеть также должна быть оборудована защитой от короткого замыкания и должна работать без ограничения мощности.

Концепция High-Power Trunk с успехом применяется в промышленных сетях FOUNDATION Fieldbus H1 и PROFIBUS-PA. Рассматриваемая система FieldConnex® ориентирована на архитектуру промышленной сети High-Power Trunk.

Как видно из рис. 1, система с архитектурой High-Power Trunk имеет в своём составе источник питания, кабели, встроенные терминаторы, модули защиты от перенапряжений и интерфейсные

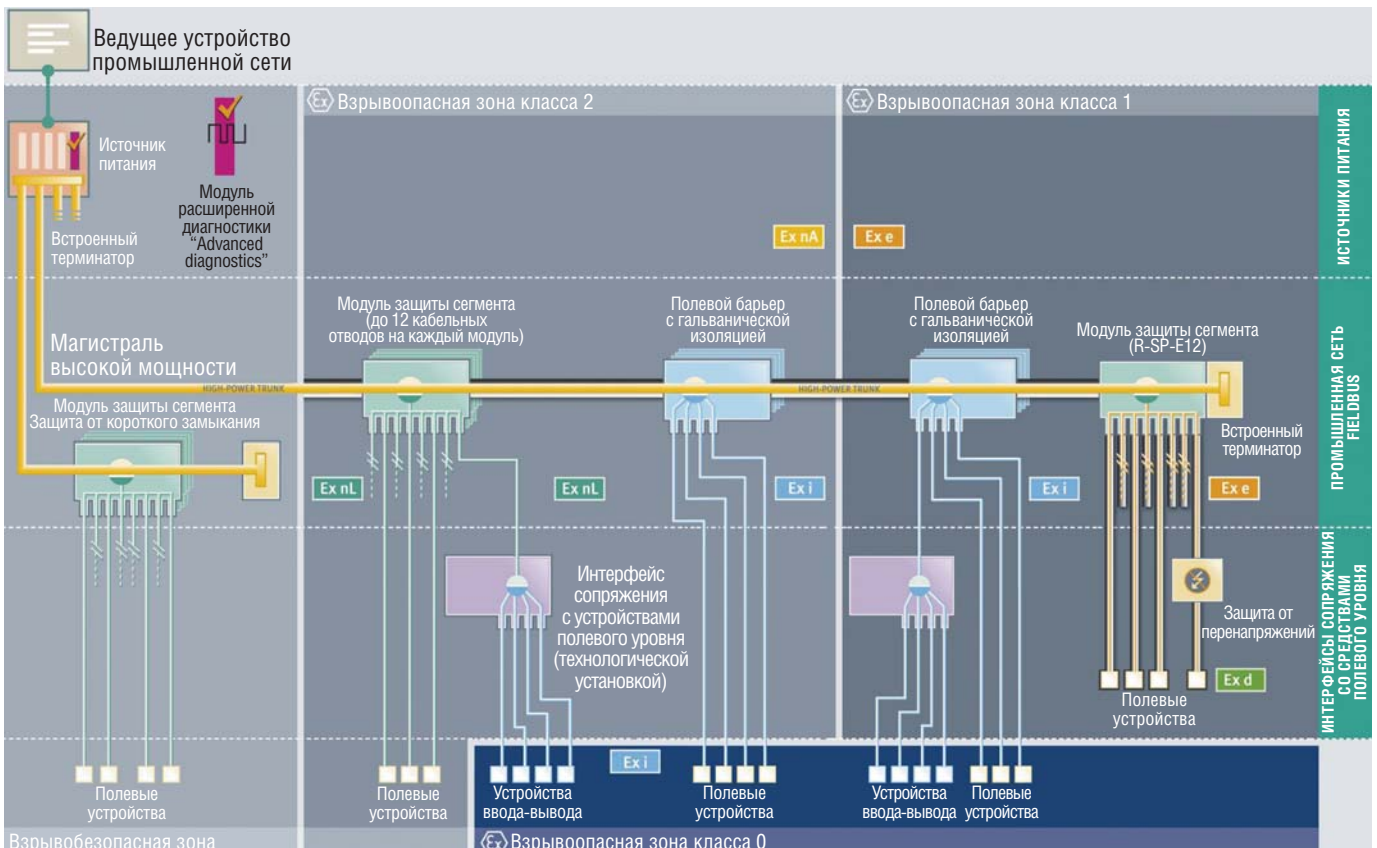


Рис. 1. Концепция архитектуры High-Power Trunk для промышленной сети в системах автоматизации

Максимальные значения токов и напряжений для категорий взрывоопасных смесей IIC и IIB согласно концепции FNICO

Максимальное выходное напряжение $U_{\text{в}}$ , В	Ток, мА	
	Категория взрывоопасной смеси IIC	Категория взрывоопасной смеси IIB
14	247	513
15	179	478
16	139	389
17	109	324
17,5	101	287

модули, а также модули защиты сегментов и полевые барьеры. В зависимости от уровня взрывоопасности система FieldConnex® позволяет приспособить топологию точно в соответствии с требованиями конкретной технологической установки. Эта система предлагает все необходимые модули для создания надёжной и эффективной топологии коммуникации промышленной сети для всех возможных условий – от взрывобезопасных зон до взрывоопасных зон классов 1 и 2. Для обеспечения соответствия самым разнообразным требованиям система FieldConnex® имеет распределительные коробки, модули защиты сегмента и полевые барьеры (Field-Barrier) в различных конструктивных исполнениях корпусов, с различными способами подключения кабелей.

В целях оптимизации показателей работоспособности и затрат в течение жизненного цикла системы каждое полевое устройство должно иметь свою отдельную точку подключения к магистральной кабелю. Система FieldConnex® предлагает несколько вариантов распределительных коробок (Junction Box) для подсоединения полевых устройств к магистрали сети с числом точек подключения полевых устройств от одного до восьми на коробку. Возможность выбора распределительной коробки и размещения её как можно ближе к полевому устройству позволяют минимизировать длину линий отводов, что является одним из основных факторов снижения себестоимости системы.

Проблемой промышленной сети является опасность полного разрыва коммуникации при повреждении одного из подключённых устройств. Для предотвращения отрицательного влияния короткого замыкания одной из линий отвода система FieldConnex® имеет усовершенствованный модуль защиты сегмента (Segment Protector).

Для применений во взрывоопасных зонах класса 2 в системе FieldConnex® имеются соответствующие модули, предназначенные для создания структуры, отвечающей концепции оценки искробезопасности FNICO (Fieldbus Non-Incendive Concept) – концепции промышленной сети с уровнями энергии, не вызывающими воспламенения горючей смеси. FNICO, будучи производной от концепции FISCO (Fieldbus Intrinsically Safe Concept) [8], принималась во внимание компанией Pepperl+Fuchs при разработке концепции

искробезопасной промышленной сети. Концепция FNICO, подразумевающая пониженную мощность и использование меньшего количества компонентов, обеспечивает по части рабочих характеристик и стоимости оборудования значительный выигрыш, являющийся результатом пониженного коэффициента искробезопасности цепей (1,1 против традиционного 1,5).

FNICO реализуется ограничением максимального напряжения питания до 17,5 В (чтобы могла использоваться аппаратура FISCO) и ограничением тока короткого замыкания по выходу до уровней, при которых электрический разряд не вызывает воспламенения горючей смеси во взрывоопасной зоне класса 2 для категорий взрывоопасных смесей IIC и IIB (или эквивалентных). Характеристика воспламенения для FNICO была получена эмпирически, а затем опубликована в стандарте IEC 60079-27 и может быть использована любыми производителями источников питания (табл. 1). Ограничение тока, предписанное этой таблицей, является, тем не менее, ограничивающим условием, особенно для магистральной линии, проложенной в зоне с взрывоопасной смесью категории IIC. Между тем дополнительно оговаривается, что при эксплуатации основной магистрали во взрывоопасной зоне класса 2 нет условий для образования электрического разряда, что идентифицируется как защита вида “nA”. В этом случае допускается неограниченный ток от источника питания, который модули защиты сегментов, установленные во взрывоопасной зоне класса 2, подают в каждый отходящий от них кабельный отвод в виде ограниченных токов (то есть применяется защита вида “nA [L]”, обозначенная на рис. 1 как “Ex nL”).

Так как FNICO является, по существу, искробезопасной системой, то её устройства тоже рассматриваются как искробезопасные и могут подсоединяться и отсоединяться под напряже-

нием без риска воспламенения горючей смеси. Другим преимуществом такой системы является то, что кабели отводов являются свободными от обязательной механической защиты, за счёт чего обеспечивается экономия и по весу оборудования, и по его стоимости.

В системе FieldConnex® также имеются модули для создания структур промышленной сети, отвечающих требованиям таких концепций, как FISCO или Entity.

Замену установленных во взрывоопасной зоне класса 1 полевых устройств без выключения напряжения позволяет осуществлять взрывозащита вида «искробезопасная электрическая цепь». Для того чтобы преодолеть ограничения этого вида взрывозащиты, компания Pepperl+Fuchs в тесном сотрудничестве со своими основными заказчиками разработала передовую технологию защиты и распределения электропитания в промышленной сети – FieldBarrier, реализуемую с использованием одноимённых устройств. Эта технология объединяет взрывозащиты видов «искробезопасная электрическая цепь» и “e” и позволяет подключать к сегменту промышленной сети большое количество полевых устройств, сохраняя при этом параметры искробезопасности. Более того, магистраль и кабельные отводы могут иметь максимально возможные длины, установленные в стандарте на промышленную сеть. Полевые барьеры для искробезопасных сегментов сетей PROFIBUS-PA и FOUNDATION Fieldbus H1 имеют маркировку взрывозащиты 2Exme[ia]IICT4, степень защиты до IP67, диапазон рабочих температур от –50 до +70°C. Их применение в промышленной сети сопряжено со следующими особенностями:

- сегментный соединитель с защитой вида “e” устанавливается во взрывоопасной зоне (на рис. 1 не показан, так как размещается на более высоком уровне промышленной

сети, чем тот, который представлен на схеме);

- магистральный кабель, коммутирующий сегментный соединитель и несколько модулей полевых барьеров, характеризуется защитой вида “e”;
- кабельные отводы (до 4 на каждое устройство FieldBarrier) имеют длину до 120 м, параметры выходов полевых барьеров соответствуют концепции FISCO, потребляемый ток по каждому отводу до 40 мА;
- на каждый отвод приходится до 3 полевых устройств.

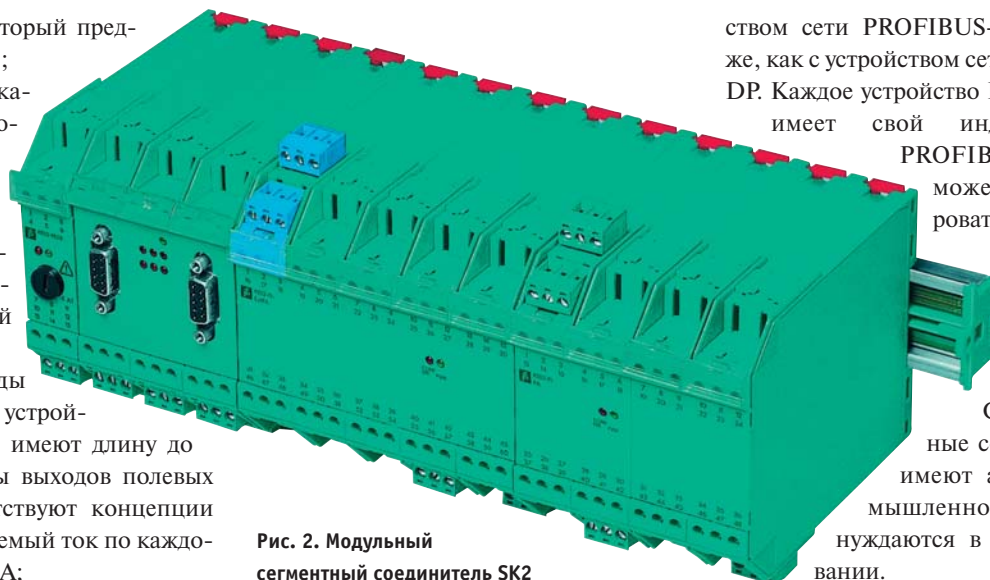
Применение полевых барьеров FieldBarrier в промышленной сети, развернутой во взрывоопасной зоне класса 1, позволяет значительно увеличить количество полевых устройств и минимизировать накладные расходы на развертывание сети во взрывоопасной зоне.

## ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ СИСТЕМЫ FIELDCONNEX®

Для обеспечения полевых устройств промышленных сетей PROFIBUS-PA и FOUNDATION Fieldbus H1 электропитанием и коммуникациями компания Pepperl+Fuchs в рамках системы FieldConnex® разработала повторители мощности (Power Repeater), сегментные коммутационные устройства (соединители, полевые барьеры, модули защиты) и распределительные коробки.

### Сегментные соединители

Сегментные коммутационные устройства (соединители) FieldConnex® формируют интерфейс между сетью PROFIBUS-DP (технология передачи RS-485 в соответствии со стандартом EN 50170) и сегментом PROFIBUS-PA (передача данных с использованием сигнала силы тока на основе стандарта IEC 61158-2). Они преобразуют цифровые телеграммы в код сети



**Рис. 2. Модульный сегментный соединитель SK2 с резервированным подключением к сети PROFIBUS-DP, установленный на силовой рейке с модулями Power Link**

PROFIBUS-PA Manchester II, устанавливая скорость передачи данных 31,25 кбит/с и подключают источник питания к двухпроводной линии промышленной сети без ухудшения цифрового сигнала в канале связи.

Сигнал между сетями PROFIBUS-DP и PROFIBUS-PA передается прозрачно. Ведущее устройство (Master) сети PROFIBUS обменивается информацией с каждым подключенным устрой-

ством сети PROFIBUS-PA точно так же, как с устройством сети PROFIBUS-DP. Каждое устройство PROFIBUS-PA

имеет свой индивидуальный PROFIBUS-адрес и может конфигурироваться и параметрироваться посредством своего индивидуального GSD-файла. Сами сегментные соединители не имеют адреса в промышленной сети и не нуждаются в конфигурировании.

Сегментные соединители SK1 FieldConnex® формируют интерфейс между сетью PROFIBUS-DP со скоростью передачи данных 93,75 кбит/с и одним сегментом PROFIBUS-PA. Несколько сегментных соединителей могут быть объединены на одной силовой рейке (Power Rail) и обеспечиваются электропитанием от одного магистрального источника питания.

Сегментный соединитель SK2 FieldConnex® даёт возможность подключить несколько сегментов PROFIBUS-PA к одной магистрали PROFIBUS-DP благодаря модульной концепции построения этого соединителя, реализованной на базе нескольких модулей шлюзов (Gateway) и модулей канала передачи мощности (Power Link). Шлюзы образуют интерфейс между сетями PROFIBUS-PA и PROFIBUS-DP, предоставляя возможность сетям PROFIBUS-DP работать на любой установленной скорости от 45,45 кбит/с до 12 Мбит/с. В зависимости от версии шлюза может быть подключено от 5 до 20 модулей Power Link посредством силовой рейки (рис. 2) или с помощью проводов, каждый модуль соответствует одному сегменту PROFIBUS-PA. Например, версия шлюза DPR.4PA характеризуется возможностью резервированного подключения к сети PROFIBUS-DP и наличием четырёх каналов

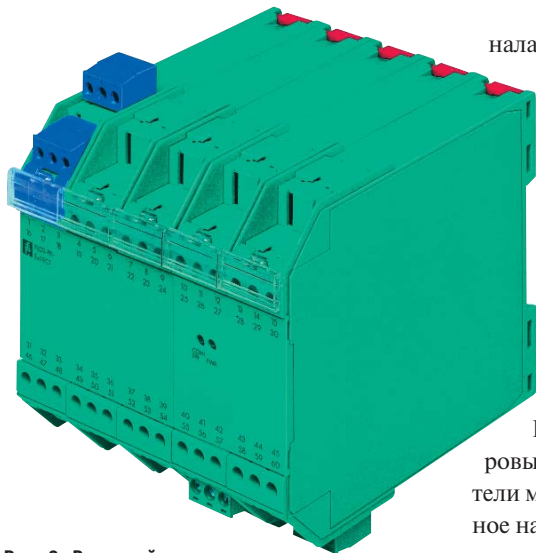


Рис. 3. Внешний вид модуля повторителя мощности для искробезопасного сегмента промышленной сети (вариант для FISCO или Entity)

для подключения до пяти модулей Power Link к каждому. Модули Power Link доступны в искробезопасном и общепромышленном исполнении. Они позволяют подключать к каждому сегменту полевые устройства в количестве вплоть до максимально допустимого (до 31). Соответствующим размещением полевых устройств между ка-

налами шлюзов может быть оптимизировано время цикла передачи (коммуникации) промышленной сети.

**Модуль повторителя мощности**

Модули повторителя мощности (Power Repeater) FieldConnex® обеспечивают электропитанием полевые устройства через кабели связи сети PROFIBUS-PA и усиливают цифровые системные сигналы. Повторители мощности обеспечивают постоянное напряжение для полевых устройств независимо от нагрузки и входного напряжения. Они восстанавливают форму и уровень входных и выходных сигналов.

До 31 повторителя может быть расположено в одной и той же промышленной сети, управляемой одним ведущим устройством. С повторителя начинается новый сегмент промышленной сети. В зависимости от типа повторителя и фактического тока потребления устройствами к сегменту промышленной сети может быть подключено от 1 до 31 полевого устройства. При

этом повторители гальванически изолируют сегменты сети друг от друга и от ведущего устройства.

Другим применением повторителей является удлинение промышленной сети. Для сегмента промышленной сети установлена максимально допустимая длина кабеля. Так как с каждого нового повторителя начинается новый сегмент сети, то за счёт подключения сегментов через повторители можно увеличить общую длину сетевого кабеля.

Повторители имеют две встроенных оконечных согласующих цепочки. Одна начинает сегмент промышленной сети, а вторая является переключаемой и позволяет подключать или ведущее устройство, или сегмент промышленной сети.

Съёмные и встроенные соединители для установки модуля повторителя на силовую рейку обеспечивают гибкость и простоту монтажа, а силовая рейка исключает необходимость соединения проводов с подключаемыми источником питания и линией промышленной сети.

Повторители мощности доступны в четырёх исполнениях. Кроме варианта большой мощности общепромышлен-



Рис. 4. Внешний вид конструкции распределительной коробки с одним искробезопасным кабельным отводом, клеммами и кабельными вводами (крышка снята)



Рис. 6. Конструкция распределительной коробки с двумя кабельными отводами (использованы пластиковые кабельные вводы)



Рис. 5. Распределительная коробка с одним кабельным отводом (соединители M12x1)



Рис. 7. Распределительная коробка с восемью кабельными отводами (соединители M12x1) и вводами для магистрального кабеля сети

ного назначения, доступны версии для применений во взрывоопасных зонах. Они различаются используемыми видами взрывозащиты, которые основаны на концепции FNICO для применений в зоне класса 2 либо на моделях FISCO или Entity для применений в зоне класса 1. Все повторители для применений во взрывоопасных зонах могут быть установлены во взрывоопасной зоне класса 2.

На рис. 3 показан внешний вид повторителя мощности для искробезопасного сегмента промышленной сети.

### Распределительные коробки

Рекомендованными коммуникационными топологиями для сетей FOUNDATION Fieldbus H1 и PROFIBUS-PA являются ясные и простые для управления структуры «дерево» или «звезда». Каждое полевое устройство должно иметь свой собственный соединительный кабельный отвод к магистрали сегмента промышленной сети. Таким образом, неисправное устройство может быть легко обнаружено и его отключение не окажет никакого



Рис. 8. Модуль защиты сегмента F2-JBSC-8.CG в алюминиевом корпусе с восемью кабельными отводами

влияния на коммуникации оставшихся устройств.

Распределительные коробки (распределители) FieldConnex® доступны в разных исполнениях с большим разнообразием корпусов и типов кабельных подключений. Обеспечивая через распределительные коробки необходимый ряд точек подключения, можно выстраивать гибкую топологию промышленной сети, точно соответствующую требованиям конкретного предприятия. Помимо этого распределительные коробки обеспечивают

реализацию различных принципов экранирования и заземления.

Распределительные коробки FieldConnex® доступны для применений в общепромышленных и во взрывоопасных зонах. Их достоинством является встроенный переключаемый терминатор промышленной сети. Кроме вводов для сквозной магистрали, они располагают точками подключения для 1–8 кабельных отводов.

На рис. 4–7 показаны варианты конструктивного оформления распределительных коробок системы FieldConnex®.

### Модули защиты сегмента

Модули защиты сегмента системы FieldConnex®, воплощая дальнейшее развитие функциональности распределительных коробок, реализуют защиту от короткого замыкания и перегрузки по току для каждого кабельного отвода. Это гарантирует, что аварийный режим в любом отводе не влияет на работу других отводов. Неповреждённые устройства продолжают обмениваться информацией, а повреждённый отвод может быть легко определён. Короткое

замыкание индицируется светодиодом, и после устранения проблемы модуль защиты сегмента автоматически возвращается в исходное состояние, а отвод возобновляет функционирование в нормальном режиме.

Для организации соединений устройств сети типа «дерево» или «звезда» доступны модули защиты сегмента с точками подключения до 12 отводов.

В настоящее время предлагаются модули защиты сегмента серии \*-JBSC-\*, установленные в корпусе из алюминия (рис. 8) или нержавеющей стали (рис. 9), а также модули для монтажа в шкафы на DIN-рейки (рис. 10). Кабельные отводы выводятся из корпуса через кабельные вводы, которые выполнены из нержавеющей стали, латуни, покрытой никелем, или пластика. Модули защиты сегмента серии \*-JBSC-\* имеют маркировку взрывозащиты 2ExnA[L]IICT4 X.

Модули защиты сегмента новой серии R2-SP-N\* (рис. 10) предназначены для установки на DIN-рейке в монтажных шкафах. Магистраль подключается к ним через T-образный соединитель. Все соединители снабжены штекерами с невыпадающими винтами и патронами для подключения измерительных приборов, таких как модуль расширенной диагностики "Advanced Diagnostic". Серия R2-SP-N\* включает в свой состав модули защиты сегмента с количеством отводов 4, 6, 8, 10 и 12. Диапазон рабочих температур модулей составляет от -50 до +70°C.

**Полевой барьер**

Полевой барьер FieldBarrier системы FieldConnex® является чрезвычайно сложным модулем промышленной сети. Он объединяет в себе три неотъемлемые функции физического уровня:

- разветвление магистрали промышленной сети на четыре отвода для подключения полевых устройств;
- ограничение тока короткого замыкания для каждой точки подключения полевого прибора;
- использование удобного вида взрывозащиты «искробезопасная элект-

рическая цепь» для полевых устройств.

Полевой барьер является центральным элементом концепции обеспечения электропитанием промышленной сети через барьер. Он позволяет использовать преимущества искробезопасных полевых устройств, в то же время обходя ограничения по параметрам электропитания и топологии, которые обычно встречаются во взрывоопасных зонах.

Питание для полевых устройств подается в сегмент промышленной сети стандартными источниками питания без ограничения мощности. Магистральный кабель, проложенный во взрывоопасную зону, должен быть установлен с применением технических требований защиты вида «е».

Несколько полевых барьеров могут быть соединены на магистрали каскадно, каждый из них имеет четыре выхода для подключения полевых устройств с взрывозащитой вида «искробезопасная электрическая цепь». Это позволяет обслуживать полевые устройства без получения специального разрешения на проведение работ. Каждый из выходов обеспечивает ток 40 мА и соответствует требованиям концепций FISCO и Entity. К каждому выходу может быть подключен кабельный отвод с максимальной длиной 120 м без индивидуальных оконечных согласующих цепочек.

Повреждение на одной выходной линии не оказывает отрицательного влияния на магистральную линию или другие выходы благодаря индивидуальной защите каждого выхода от короткого замыкания и перегрузки. Об аварийном режиме сигнализирует светодиодный индикатор, функция автоматического возврата в исходное состояние возобновляет нормальный режим работы выходной линии после устранения проблемы.

Конструктивное исполнение полевого барьера обеспечивает его высокую надежность и длительный



**Рис. 9. Внешний вид модуля защиты сегмента в корпусе из нержавеющей стали с четырьмя кабельными отводами**



**Рис. 10. Модули защиты сегмента серии R2-SP-N (количество отводов – 4, 6, 8, 10 и 12)**



**Рис. 11. Внешний вид полевого барьера в алюминиевом корпусе с четырьмя кабельными вводами из нержавеющей стали**

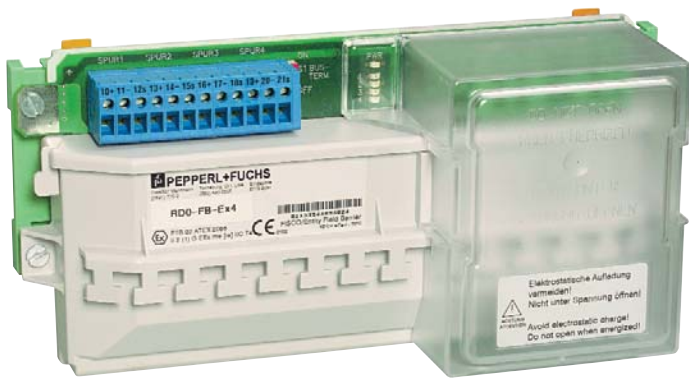


Рис. 12. Внешний вид полевого барьера RDO-FB-Ex4 для установки в шкаф на DIN-рейку



Рис. 13. Системное решение – три полевых барьера в шкафу из нержавеющей стали

срок безопасного функционирования. Для обеспечения соответствия различным требованиям самых разнообразных применений, включая эксплуатацию в жёстких условиях окружающей среды, полевые барьеры доступны в разных исполнениях на базе большинства типов корпусов, представленных ранее в разделе о распределительных коробках. Полевой барьер F2D0-FB-

Ex4.CGS в алюминиевом корпусе с кабельными вводами из нержавеющей стали показан на рис. 11. Внешний вид полевого барьера RDO-FB-Ex4 для установки в шкаф на DIN-рейку представлен на рис. 12. На рис. 13 показан вариант конструктивного исполнения системы из трёх полевых барьеров, установленных в шкафу из нержавеющей стали.

Таблица 2

Основные технические характеристики полевых барьеров системы FieldConnex®

	F2D0-FB-Ex4.*	F6D0-FB-Ex4.*	RDO-FB-Ex4
Тип корпуса	Алюминиевый корпус для установки во взрывоопасной зоне	Корпус из нержавеющей стали для установки во взрывоопасной зоне	Корпус для крепления на DIN-рейке в шкафу
<b>Электрические параметры</b>			
<b>Магистральная линия</b>			
Напряжение питания	16...32 В постоянного тока		
Ток нагрузки	Режим холостого хода: 25 мА при 16 В/ 22 мА при 32 В Нагрузка 20 мА на отвод: 121 мА при 16 В/ 74 мА при 32 В Нагрузка 40 мА на отвод: 230 мА при 16 В/ 125 мА при 32 В Короткое замыкание на всех выходах: 255 мА при 16 В/ 135 мА при 32 В		
Согласующее сопротивление	100 Ом (переключаемое)	100 Ом (переключаемое)	100 Ом (переключаемое)
<b>Четыре отвода (значения указаны для одного отвода и справедливы для каждого из них)</b>			
Номинальное напряжение (мин.)	10 В при 40 мА	10 В при 40 мА	10 В при 40 мА
Номинальный ток (макс.)	40 мА	40 мА	40 мА
Ток короткого замыкания (макс.)	50 мА	50 мА	50 мА
<b>Взрывозащита</b>			
Подключение к магистрالي	Защита "е"	Защита "е"	Защита "е"
Подключение к отводам	Искробезопасная электрическая цепь, уровень ia	Искробезопасная электрическая цепь, уровень ia	Искробезопасная электрическая цепь, уровень ia
Функциональный модуль	Герметизация компаундом me	Герметизация компаундом me	Герметизация компаундом me
<b>Конструктивные параметры</b>			
Кабельные подключения	Клеммы для подключения проводов сечением 2,5 мм <sup>2</sup> или штекерный разъём		
Габаритные размеры (Ш×Д×В)	258×160×84 мм	320×220×86 мм	217×100×74 мм
Степень защиты от внешних воздействий по ГОСТ 14254-96	IP67	IP66	IP20

В табл. 2 приведены основные технические характеристики полевых барьеров системы FieldConnex®. ●

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Мурти К.К.С., Шекхават Р.С. и др. Сравнительный анализ протоколов Fieldbus применительно к промышленным приборам // Приборы и системы управления. – 1997. – № 2.
2. Гупта А., Каро Р. FOUNDATION FIELDBUS или PROFIBUS-PA: выбор промышленной сети для автоматизации технологических процессов // Современные технологии автоматизации. – 1999. – № 3.
3. Гусев С. Краткий экскурс в историю промышленных сетей // Современные технологии автоматизации. – 2000. – № 4.
4. Дитрих Д., Артемов Н.И., Низамутдинов О.Б., Белковский С.В. Fieldbus-концепция построения систем промышленной автоматизации // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2000. – № 11.
5. Кругляк К.В. Промышленные сети: цели и средства // Современные технологии автоматизации. – 2002. – № 4.
6. Ицкович Э.Л. Современные перспективные средства автоматизации: их свойства, характеристики, стандарты, эффективность эксплуатации: [аналитический обзор. Версия 2] // Серия аналитических обзоров по автоматизации производства. – 2003. – Вып. 5.
7. Берра Дж. Реальные возможности полевой шины Fieldbus // Приборы и системы управления. – 1997. – № 4.
8. Kegel G., Kessler M., Rogoll G. FISCO-Model Versus Conventional Intrinsic Safety Evaluation in Fieldbus Technology. – Mannheim: Pepperl+Fuchs GmbH, 2001.

**Автор – сотрудник фирмы ПРОСОФТ**  
**Телефон: (495) 234-0636**  
**E-mail: info@prosoft.ru**