



Ethernet-APL/SPE следующий шаг эволюции промышленных сетей

Промышленный Ethernet по одной паре:
10BASE-T1L, питание, искробезопасность
и области применения

Промышленные управляемые коммутаторы
Ethernet-APL/SPE серии MORION



Почему классический Ethernet «не доходил» до поля

Если посмотреть на традиционную архитектуру АСУ ТП, мы увидим разрыв:

- Ethernet отлично работает на уровне диспетчеризации и контроллеров
- А вот **полевой уровень** десятилетиями оставался за:
 - 4–20 мА
 - HART
 - Profibus PA / Foundation Fieldbus

Причины простые:

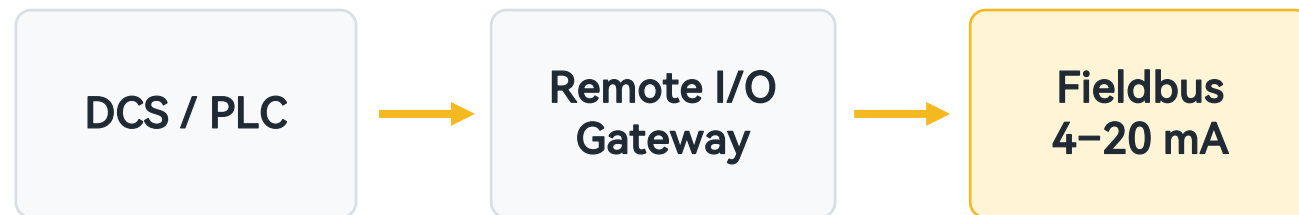
- требования по **искробезопасности**
- большие расстояния — до 1000 метров
- питание и данные по одной паре
- суровые условия эксплуатации

Классический Ethernet этого дать не мог

Зачем Ethernet на полевом уровне

Переход от отдельных полевых шин и шлюзов к единой Ethernet-инфраструктуре

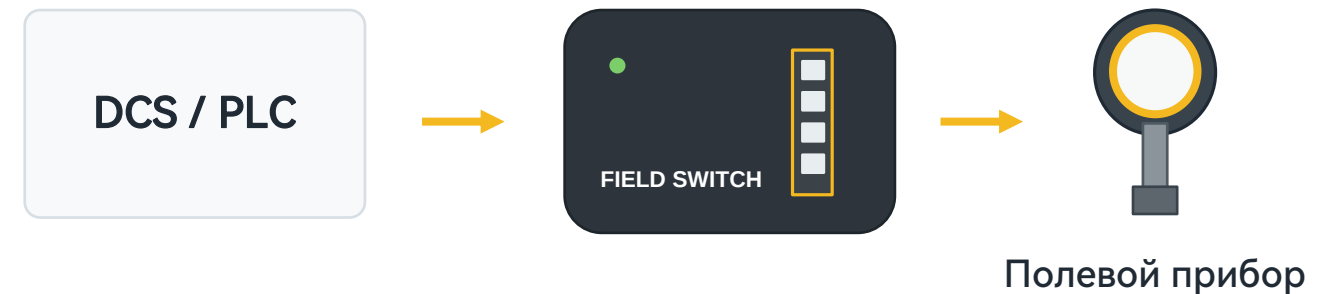
Традиционная архитектура



Разные физические среды и протоколы
→ промежуточные шлюзы
→ отдельная диагностика

Ethernet обычно заканчивается выше полевого уровня

Ethernet-APL / 10BASE-T1L



- » Ethernet доходит непосредственно до прибора;
- » 10 Мбит/с full duplex по одной паре;
- » Данные и питание могут идти по одной линии;
- » Не нужен протокольный шлюз только из-за смены PHY;

Единая Ethernet/IP-логика от системы управления до поля

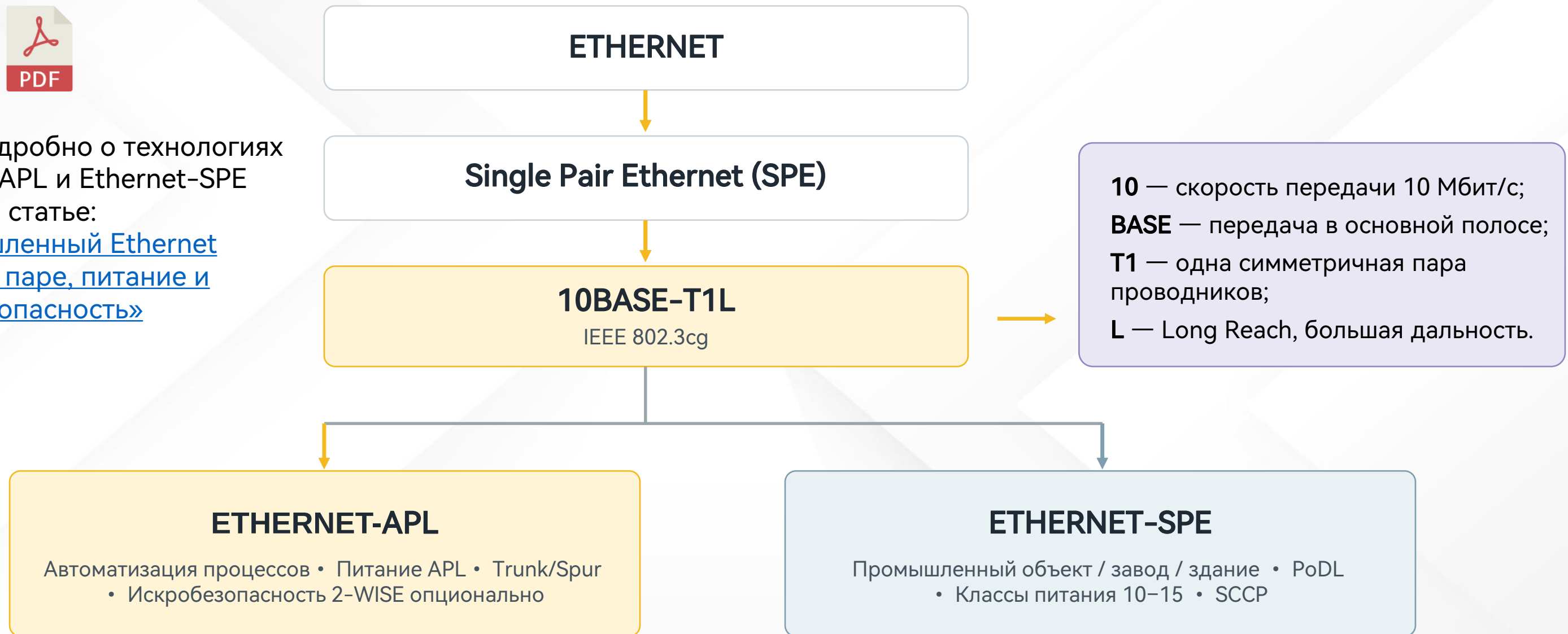
Одна физическая основа — две системы применения

SPE и 10BASE-T1L — фундамент. Ethernet-APL и Ethernet-SPE — разные промышленные профили применения



Более подробно о технологиях Ethernet-APL и Ethernet-SPE читайте в статье:

[«Промышленный Ethernet по одной паре, питание и искробезопасность»](#)



Ключевой принцип: 10BASE-T1L ≠ Ethernet-APL. Один и тот же физический уровень Ethernet (PHY) может быть частью разных систем питания и применения.

10BASE-T1L — общая физическая основа

Физический уровень Ethernet (PHY) большой дальности для промышленного Single Pair Ethernet

10 Мбит/с

скорость

Full duplex

точка — точка

1 пара

симметричная линия

до 1000 м

дальность PHY

10BASE-T1L

IEEE 802.3cg



Что определяет 10BASE-T1L

- » Передачу Ethernet по одной паре
- » Физические параметры сигнала
- » Соединение точка — точка

Что он НЕ определяет сам по себе

- » Тип питания: PoDL или APL Power
- » Тип линии: Trunk / Spur
- » 2-WISE / искробезопасность
- » Port Profiles (профили портов)



Поэтому наличие 10BASE-T1L-порта ещё не делает устройство Ethernet-APL устройством.

Сравнение Ethernet-APL и Ethernet-SPE



Один физический уровень Ethernet (PHY), но разные системы питания, терминология и области применения

Ethernet-APL

Питание	APL Engineered Power
Термины	Source / Load
Классы	A / B / C / 3 / 4
Архитектура	Trunk / Spur
Искробезопасность	2-WISE возможна
Согласование питания	Port Profile

Ключевая сильная сторона: автоматизация процессов и искробезопасность

Ethernet-SPE

Питание	PoDL
Термины	PSE / PD
Классы	PoDL 10–15
Архитектура	SPE линия точка — точка
Искробезопасность	Не часть PoDL-профиля
Согласование питания	SCCP / engineered mode

Ключевая сильная сторона: мощность PoDL и длинные линии

Что Ethernet-APL добавляет к 10BASE-T1L

10BASE-T1L задаёт PHY. Ethernet-APL превращает его в стандартизованную систему для автоматизации процессов

10BASE-T1L

+

APL-профили

Port Profiles

роль порта, мощность,
класс искробезопасности

APL Power

A / B / C / 3 / 4

Кабель / EMC

единые требования среды

Trunk / Spur

1000 м / 200 м

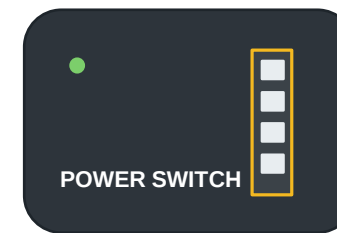
2-WISE

искробезопасные
Spur-сегменты

Interoperability

совместимость профилей

Типовая логика сети



APL Power Switch
(Коммутатор питания)



Trunk
до 1000 м



APL Field Switch
(Полевой коммутатор)



Spur
до 200 м



Полевой
прибор

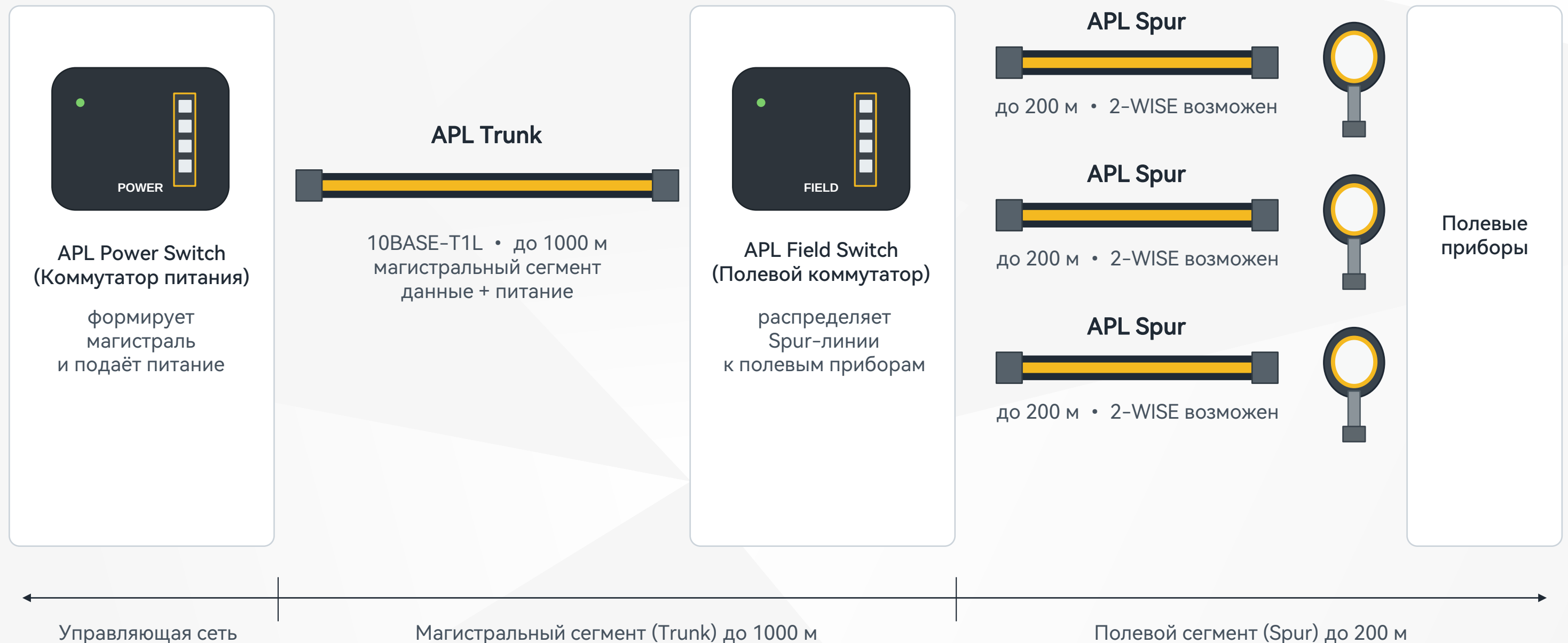
10BASE-T1L + промышленная архитектура
+ совместимые профили



Именно эти дополнительные правила отличают Ethernet-APL от «просто 10BASE-T1L»

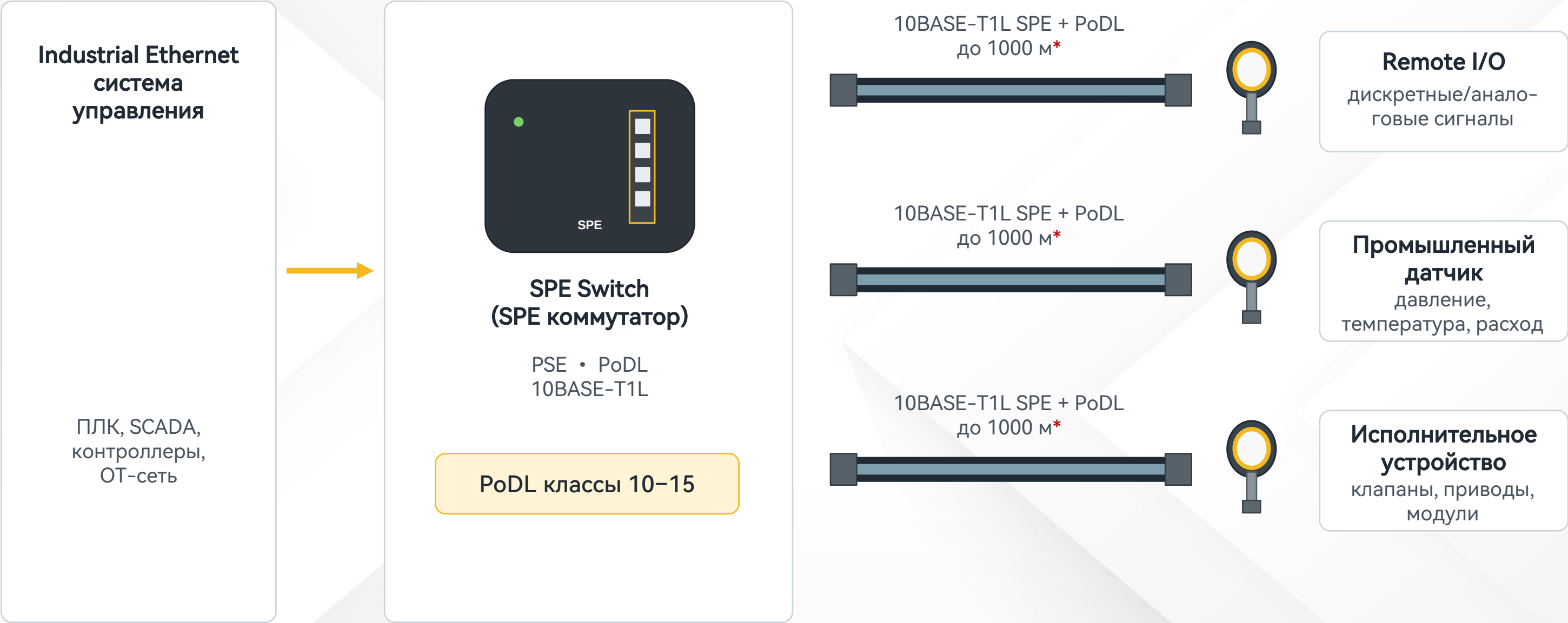
Trunk и Spur в Ethernet-APL

Два типа APL-сегментов: магистраль до полевого коммутатора и ответвления к полевым приборам



Ethernet-SPE с PoDL

Для неискробезопасных промышленных сетей: 10BASE-T1L + питание IEEE PoDL



PSE/PD и SCCP относятся к PoDL — это не терминология Ethernet-APL Power.

* Фактическая длина зависит от класса PoDL, мощности устройства и сопротивления кабеля.

Две разные системы питания

PoDL и APL Power используют одну пару проводников, но это разные механизмы и разные классы питания

Ethernet-APL Power



Source Port
источник питания



Load Port
приемник питания



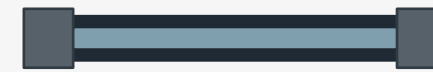
- » классы A / B / C / 3 / 4
- » совместимость через APL Port Profile
- » Trunk / Spur как часть архитектуры
- » 2-WISE возможна для искробезопасных сегментов

IEC TS 63444 • APL Engineered Power

IEEE PoDL



PSE
источник питания



PD
питаемое устройство

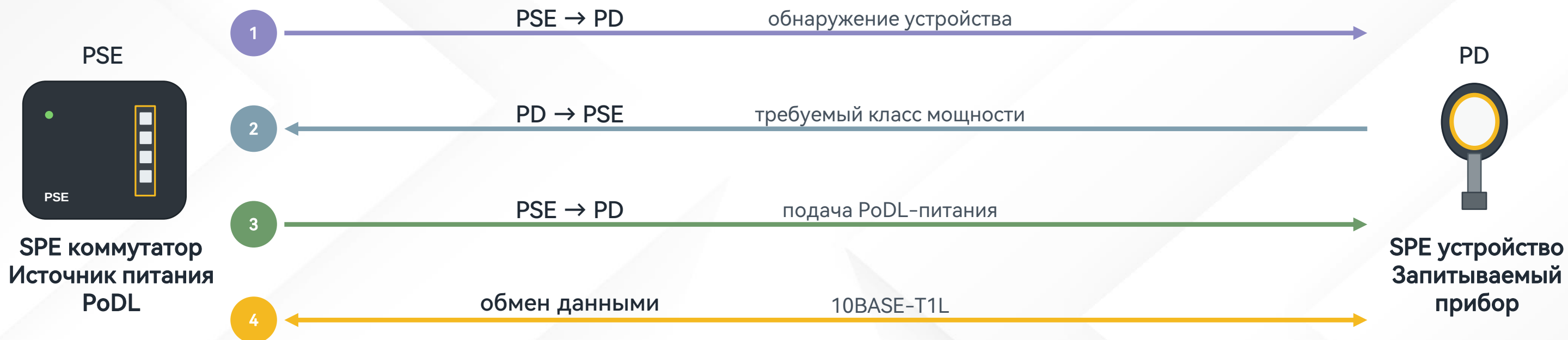
- » классы PoDL 0–15
- » для 10BASE-T1L важны классы 10–15
- » Протокол SCCP может автоматически согласовывать питание
- » не является искробезопасной системой

IEEE 802.3 Clause 104 • PoDL

Применение протокола SCCP

Serial Communication Classification Protocol — механизм классификации в системе PoDL, а не APL Power

SCCP представляет собой низкоскоростной последовательный протокол обмена служебными данными между PSE и PD. Он позволяет питаемому устройству сообщить источнику требуемые параметры напряжения и мощности до подачи рабочего питания. Относится к Ethernet-SPE.



Где применяется SCCP

- » только в контексте IEEE PoDL для Ethernet-SPE
- » между PSE и PD
- » для определения допустимого режима питания

Что важно не перепутать

- » SCCP не согласует APL Power классы питания
- » для APL совместимость задаёт Port Profile, а не SCCP
- » PoDL классы ≠ APL Power классы

Маркировка APL Port Profile



РАСШИФРОВКА МАРКИРОВКИ

На примере Его можно разложить на четыре позиции:

SPAA

S-P-A-A

Первый символ —
Segment Class

S — Spur

T — Trunk

Второй символ —
Port Class

P — Power Source: порт
отдаёт питание

L — Power Load: порт
получает питание

C — Cascade: каскадный
порт Trunk

Третий символ —
Power Class

A — Power Class A

B — Power Class B

C — Power Class C

Четвёртый символ —
класс искробезопасности

A — Ex ia (Зоны 0/1/2)

B — Ex ib (Зоны 1/2)

C — Ex ic (Зона 2)

ПРИМЕРЫ МАРКИРОВКИ

SPAA

S — Spur

P — Power Source

A — Power Class A

A — Искробезопасность
Class A / Ex ia

SPCC

S — Spur

P — Power Source

C — Power Class C

C — Искробезопасность
Class C / Ex ic

SLAA

S — Spur

L — Power Load

A — Power Class A

A — Искробезопасность
Class A / Ex ia

SLAC

S — Spur

L — Power Load

A — Power Class A

C — Искробезопасность
Class C / Ex ic

Типовые
пары
профилей:

SPAA → **SLAA** Ex ia / Zone 0–1–2 Power Class A

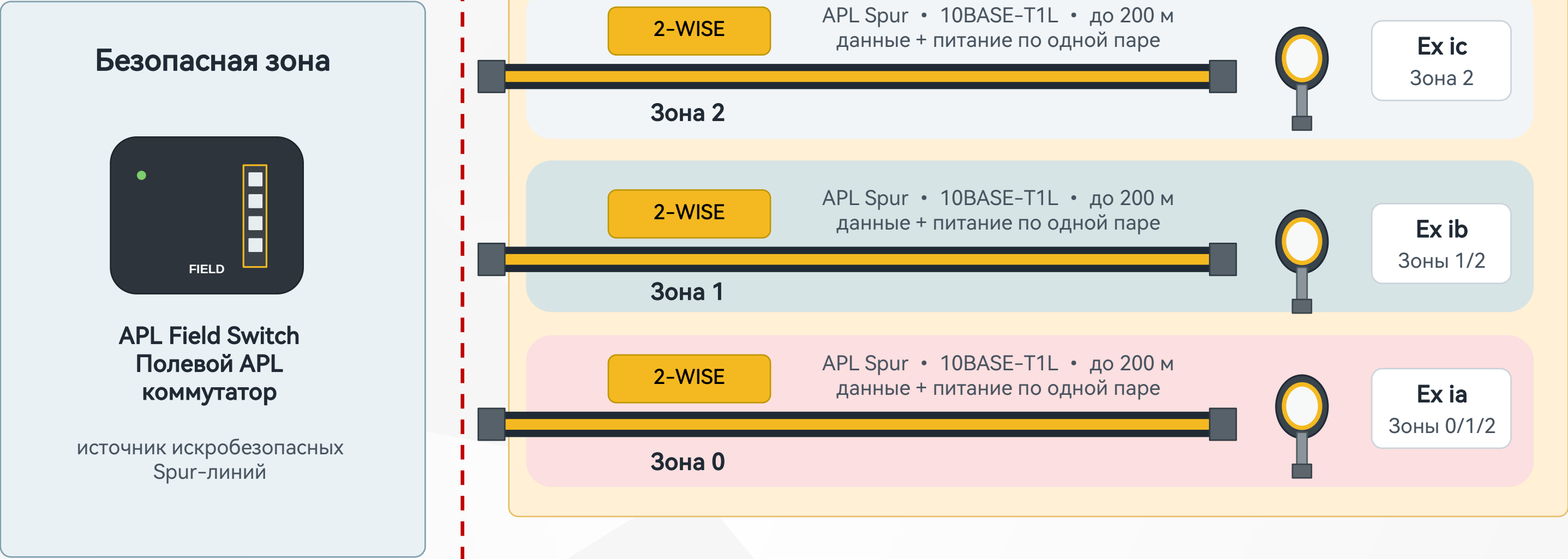
SPCC → **SLCC** Ex ic / Zone 2 Power Class C

SPBA → **SLBA** новый Class B IEC TS 63444:2026

2-WISE и искробезопасность

2-Wire Intrinsically Safe Ethernet применяется для искробезопасных APL Spur-сегментов

граница искробезопасных зон



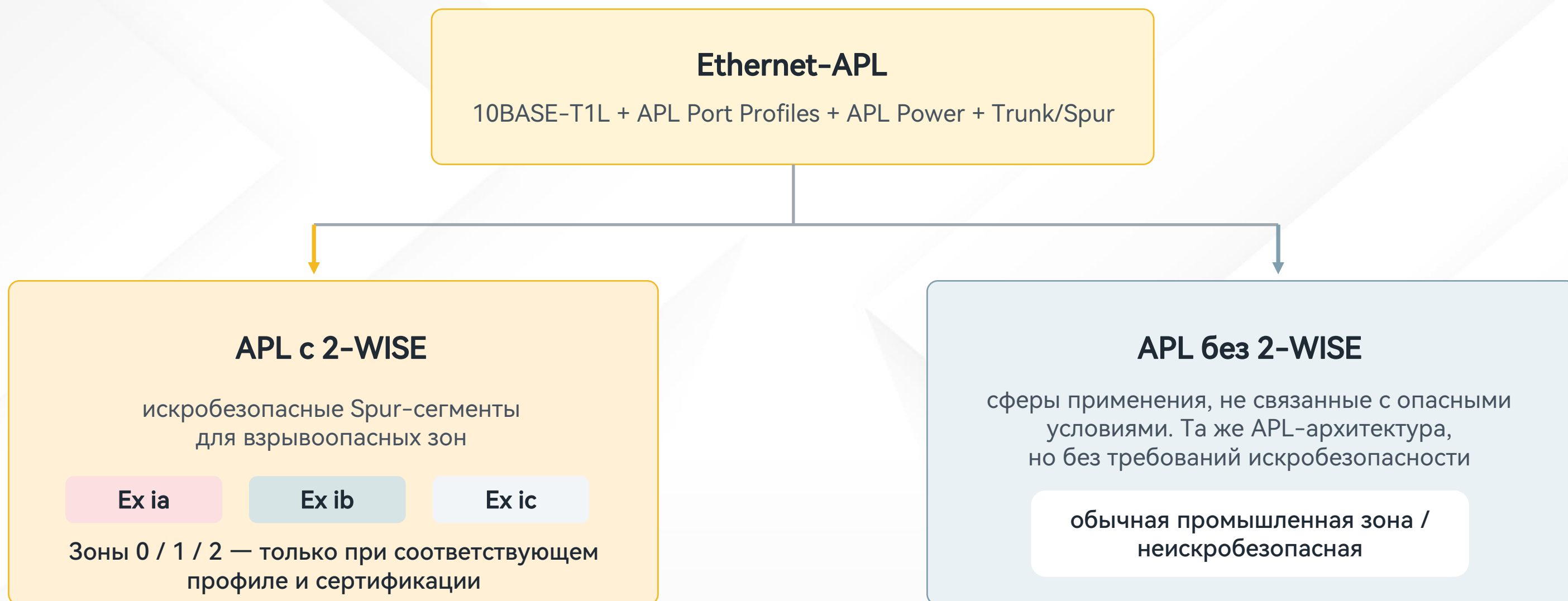
2-WISE = искробезопасный Ethernet-APL по двум проводам

IEC TS 60079-47 + IEC 60079-11/14/25

10BASE-T1L сам по себе не делает линию искробезопасной

Ethernet-APL не всегда искробезопасный

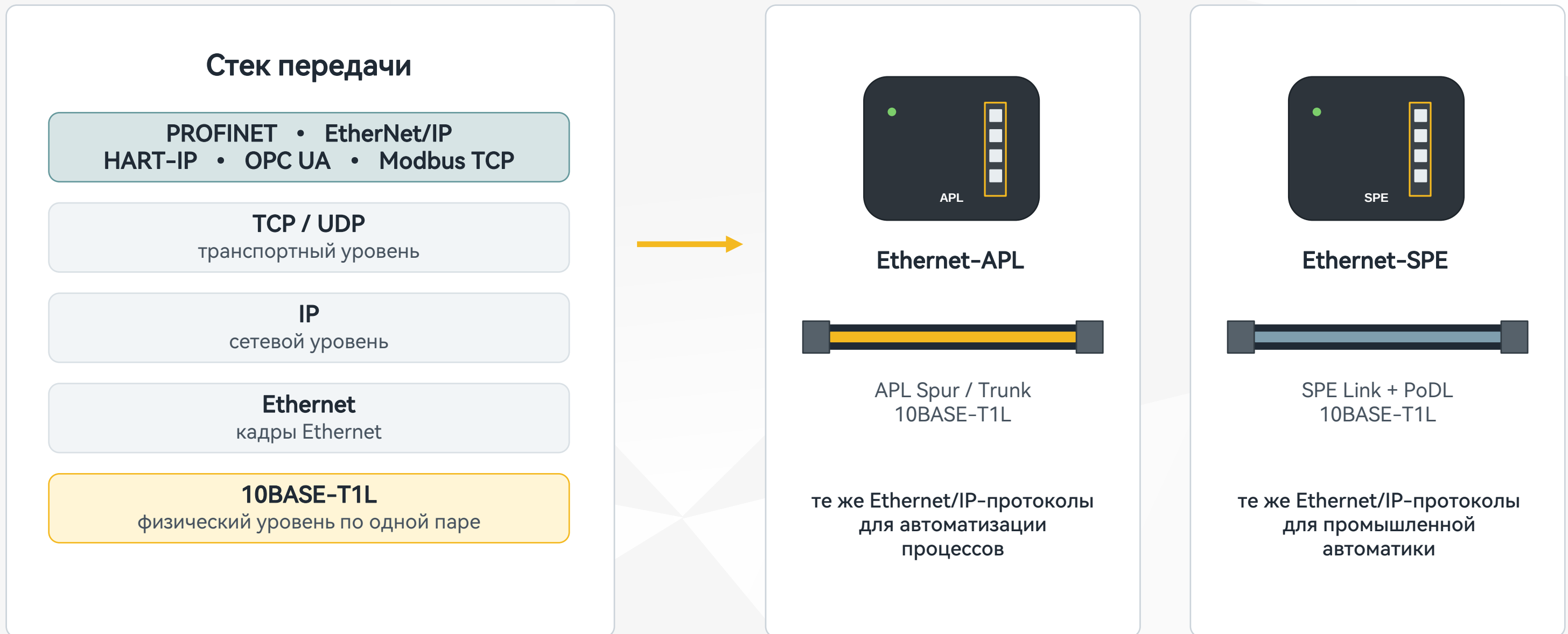
Искробезопасность — важная возможность APL, но не определение всей технологии



APL ≠ 2-WISE. 2-WISE — это искробезопасный вариант APL Spur.

Какие протоколы работают поверх APL/SPE

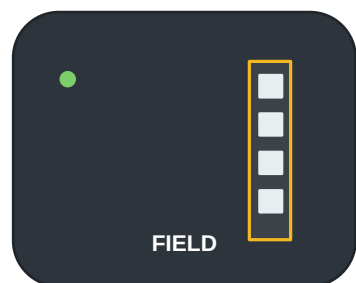
Ethernet-APL и Ethernet-SPE меняют физическую среду, но не заменяют прикладные протоколы



Меняется физический уровень Ethernet (PHY) и питание. Прикладной обмен остаётся Ethernet/IP
Это означает, что поверх APL/SPE могут работать стандартные Ethernet- и IP-протоколы.

Когда выбрать Ethernet-APL

APL выбирают из-за архитектуры автоматизации процессов и требований искробезопасности



APL Field Switch
Полевой APL
коммутатор



APL Spur • до 200 м •
2-WISE опционально



APL Spur • до 200 м •
2-WISE опционально



автоматизация процессов • полевые приборы •
Trunk/Spur

Выбор в пользу Ethernet-APL

- ✓ есть Зоны 0 / 1 / 2 или требования к искробезопасности
- ✓ нужна архитектура Power Switch → Trunk → Field Switch → Spur
- ✓ подключаются датчики, преобразователи, позиционеры
- ✓ важна совместимость APL Port Profiles
- ✓ требуется Ethernet на уровне технологического процесса

Ключевой вопрос: нужен ли APL-профиль
и/или 2-WISE?

Когда выбрать Ethernet-SPE с PoDL

SPE выбирают для задач где не требуется искробезопасность, длинных линий и более мощных устройств



SPE Switch
SPE коммутатор

10BASE-T1L SPE + PoDL
до 1000 м*



10BASE-T1L SPE + PoDL
до 1000 м*



10BASE-T1L SPE + PoDL
до 1000 м*



PSE / PD • SCCP • PoDL классы 10–15

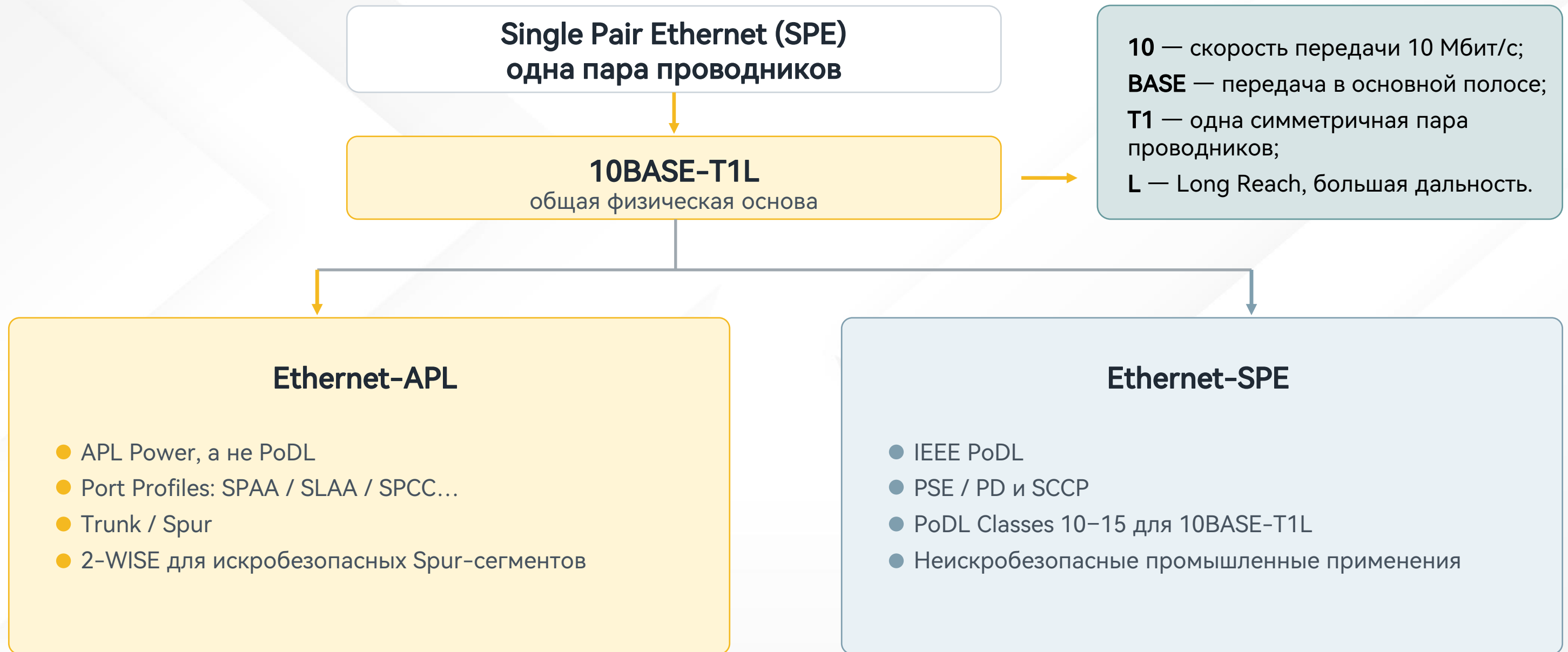
Выбор в пользу Ethernet-SPE

- ✓ взрывоопасная зона и 2-WISE не требуются
- ✓ нужно передавать питание IEEE PoDL
- ✓ важны классы PoDL 10–15 и повышенная мощность
- ✓ нужна линия точка-точка 10BASE-T1L до удалённого устройства
- ✓ устройство поддерживает PoDL / PSE-PD-модель

**Ключевой вопрос: нужна ли PoDL-мощность,
а не искробезопасность?**

Главные выводы

Как быстро понять отличия Ethernet-APL, Ethernet-SPE, PoDL, APL Power и 2-WISE



Выбор технологии определяется зоной применения, требуемой мощностью, профилем порта и архитектурой сети — а не только наличием 10BASE-T1L.

Позиционирование APL/SPE коммутаторов DIGICOM



Коммутаторы серии MORION относятся к двум разным технологическим ветвям 10BASE-T1L

Ethernet-APL Field Switch



MORION2200TP-APL-Ex

- » ветвь Ethernet-APL
- » искробезопасные APL Spur-порты
- » автоматизация процессов и искробезопасные зоны
- » 2-WISE как вариант применения

Позиционирование: Полевой APL коммутатор (APL Field Switch) для полевых приборов

10BASE-T1L SPE Switch

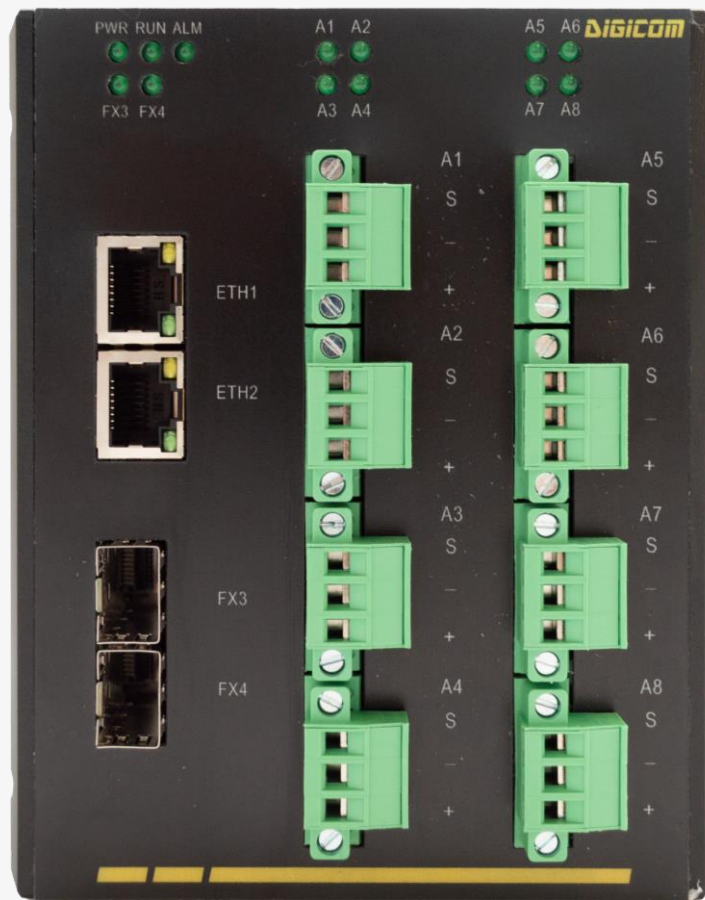


MORION2200TP-SPE

- » ветвь Ethernet-SPE
- » питание PoDL
- » протокол SCCP
- » сферы применения, не связанные с опасными условиями
- » длинные линии и повышенная мощность

Позиционирование: SPE коммутатор (SPE / PoDL) для невзрывоопасных сетей

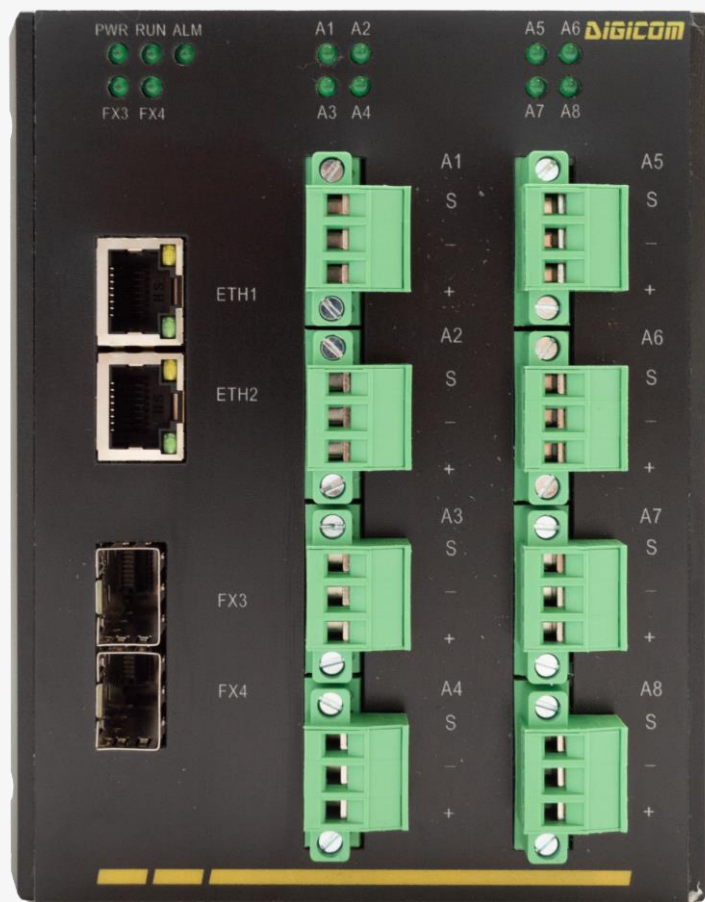
Полевые коммутаторы 10BASE-T1L Ethernet-APL



Ethernet-APL (Advanced Physical Layer) — технология промышленного Ethernet для подключения полевых приборов в процессной автоматизации по одной витой паре.

Используемые технологии

- » 10BASE-T1L / IEEE 802.3cg — Ethernet 10 Мбит/с Full Duplex по одной паре.
- » Ethernet-APL Port Profile / IEC TS 63444 — определяет параметры APL-портов, типы Trunk/Spur, питание и классы мощности.
- » APL Spur — линия от Field Switch к полемому прибору; для APL используется режим 10BASE-T1L 1,0 Vpp, длина до 200 м.
- » Питание и данные по одной паре — полевой прибор не требует отдельного кабеля питания.
- » Power Class A/C — стандартизованные классы питания APL Spur-портов.
- » 2-WISE / IEC TS 60079-47 — технология искробезопасного двухпроводного Ethernet для взрывоопасных зон.
- » Совместимость с оконечным APL оборудованием задается APL Port Profile. Класс мощности выставляется в соответствии с профилями оконечных APL устройств SLAA/SLCC.
- » Управляемая Ethernet-инфраструктура позволяет использовать VLAN, QoS, резервирование, диагностику, RTP/TSN и промышленные Ethernet-протоколы.



Ethernet-APL переносит полноценный Ethernet непосредственно на уровень полевых приборов, включая оборудование во взрывоопасных зонах.

Преимущества Ethernet-APL Field Switch с искробезопасными Spur-портами

- » Одна пара — данные и питание: меньше кабелей, клемм, источников питания и монтажных операций.
- » Прямой Ethernet-доступ к прибору: 10 Мбит/с вместо ограничений традиционных полевых шин.
- » Искробезопасные Spur-порты 2-WISE: возможность построения Ex i сегментов и подключения соответствующих приборов в опасных зонах.
- » До 200 м на один Spur: удобно для распределённых технологических установок.
- » Power Class A/C: стандартизованная электрическая совместимость источника и полевого устройства.
- » Управляемая сеть: диагностика состояния линий, VLAN, QoS, резервирование, синхронизация времени.
- » Миграция от Fieldbus к Ethernet: единая IP-инфраструктура от системы управления до интеллектуального датчика или исполнительного механизма.

Полевые коммутаторы 10BASE-T1L Ethernet-APL



Серия MORION2208TP-APL-Ex

Управляемый полевой коммутатор Ethernet-APL с искробезопасными портами 10BASE-T1L (IS APL Field Switch):

- » 2 слота 100/1000Base-X SFP, 2 порта 10/100/1000Base-T RJ45,
- » 8×10BASE-T1L портов по IEEE 802.3cg, Ethernet-APL Spur Source классов A/C по IEC TS 63444 (дальность до 200 метров), искробезопасность 2-WISE по IEC TS 60079-47;
- » Trunk-in (APL Trunk input) порт для приема/передачи данных (скорость передачи данных 10 Мбит/с), и получения питания от коммутатора типа APL Power Switch (напряжение питания 48VDC), дальность до 1000 м;
- » Напряжение и мощность на T1L-портах: 12 В, 0.54 Вт (Класс А) или 12 В, 1.11 Вт (Класс С);
- » Совместимость с оконечным APL оборудованием задается APL Port Profile;
- » Поддержка статического агрегирования для резервирования каналов связи;
- » Поддержка обнаружения потери пакетов и обрыва линии для портов Ethernet 10BASE-T1L;
- » Поддержка функции тестирования качества канала/потери пакетов;
- » Приоритезация пакетов в соответствии со стандартом IEEE 802.1Q-2018;
- » Соответствие стандартам IEEE 802.1AS и IEEE 1588-2019 для синхронизации времени;
- » Поддержка технологии TSN (820.1Qbv, 1Qci, 1Qbu, 1Qch, 1Qav, 1Qcc);
- » Протоколы резервирования HSR/PRP;
- » Рабочая температура от -40°C до +75°C.



10BASE-T1L SPE-коммутаторы с PoDL



Single Pair Ethernet (SPE) передаёт Ethernet по одной витой паре и позволяет подключать удалённые полевые устройства непосредственно к промышленной Ethernet-сети.

Используемые технологии

- » 10BASE-T1L / IEEE 802.3cg — 10 Мбит/с Full Duplex по одной паре на расстоянии до 1000 м.
- » PoDL — Power over Data Lines — передача питания и Ethernet-данных по одной и той же паре.
- » В SPE коммутаторах DIGICOM применяются PoDL классы 2,9,10–15, рассчитанные на различные напряжения и мощности нагрузки.
- » Протокол SCCP используется для классификации и согласования параметров питания между источником и питаемым устройством.
- » В отличие от Ethernet-APL, наличие 10BASE-T1L + PoDL само по себе не означает APL и не предполагает искробезопасность.
- » Управляемый L2-коммутатор может дополнительно поддерживать VLAN, QoS, диагностику линии, резервирование, PTP и TSN.

10BASE-T1L SPE-коммутаторы с PoDL



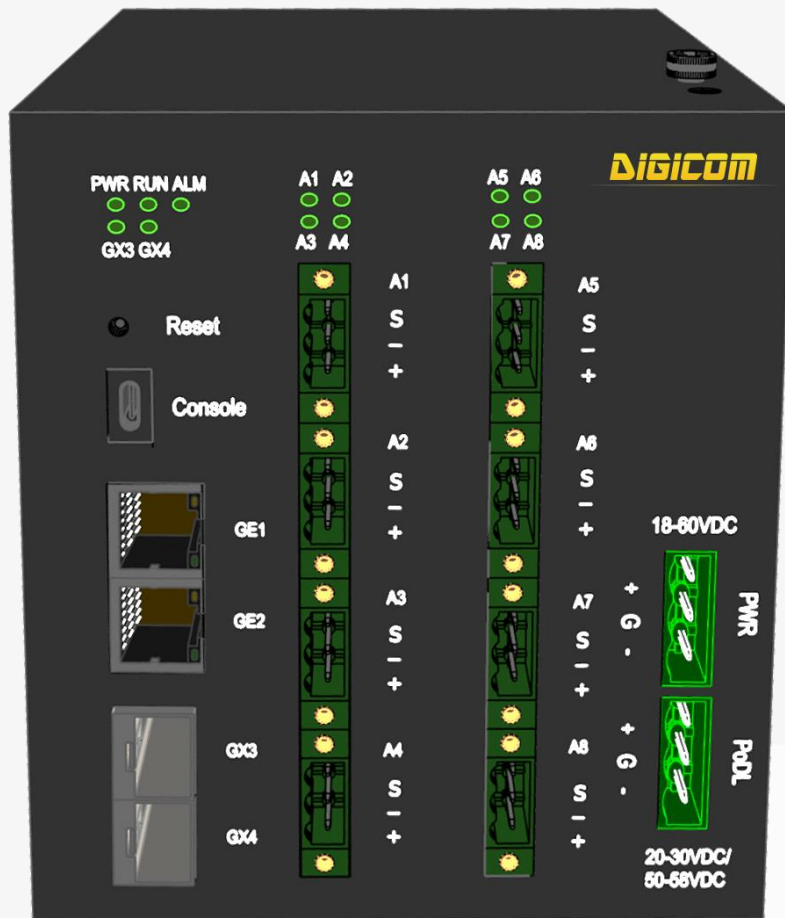
10BASE-T1L + PoDL объединяет Ethernet-связь и питание удалённых устройств в одной двухпроводной линии.

Преимущества управляемого 10BASE-T1L SPE-коммутатора с PoDL

- » Дальность до 1000 м без промежуточных Ethernet-коммутаторов — существенно больше классических медных Ethernet-линий.
- » Одна витая пара вместо нескольких пар: уменьшение расхода кабеля, массы и занимаемого пространства.
- » Данные + питание по одному кабелю: упрощение монтажа и снижение количества отдельных цепей питания.
- » 10 Мбит/с Full Duplex: достаточная пропускная способность для датчиков, контроллеров, измерительных и IIoT-устройств.
- » PoDL Power Classes: возможность подобрать уровень питания под разные типы полевых устройств, автоматическое согласование параметров питания с помощью протокола SCCP.
- » Централизованное управление сетью: VLAN, QoS, диагностика, резервирование и мониторинг портов.
- » Прямая интеграция с Ethernet/IP-системами: переход от специализированных полевых интерфейсов к единой Ethernet-инфраструктуре.

10BASE-T1L SPE-коммутаторы с PoDL

Серия MORION2208TP-SPE



Управляемый промышленный 10BASE-T1L SPE-коммутатор с PoDL:

- » 2 слота 100/1000Base-X SFP, 2 порта 10/100/1000Base-T RJ45,
- » 8x10Base-T1L SPE портов (IEEE 802.3cg) с PoDL, дальность до 1000 метров;
- » Поддержка питания PoDL для полевых приборов с классами 10/11/12 или 13/14/15 (IEEE 802.3cg);
- » Поддержка SCCP (Serial Communication Classification Protocol) — протокола классификации и согласования параметров питания PoDL между PSE (источник питания) и PD (питаемое устройство);
- » Поддержка статического агрегирования для резервирования каналов связи;
- » Поддержка обнаружения потери пакетов и обрыва линии для портов Ethernet 10BASE-T1L;
- » Поддержка функции тестирования качества канала/потери пакетов;
- » Приоритезация пакетов в соответствии со стандартом IEEE 802.1Q-2018;
- » Соответствие стандартам IEEE 802.1AS и IEEE 1588-2019 для синхронизации времени;
- » Поддержка технологии TSN (802.1Qbv, 1Qci, 1Qbu, 1Qch, 1Qav, 1Qcc);
- » Протоколы резервирования HSR/PRP;
- » Рабочая температура от -40°C до +75°C.

Промышленные коммутаторы Ethernet-APL/SPE



Серия MORION2000T-APL



Коммутатор выпускается в двух модификациях:

1. V1 — Управляемый полевой коммутатор Ethernet-APL (Ethernet-APL switch). 8x10Base-T1L Spur портов класс A в искробезопасном исполнении. Напряжение и мощность на T1L-портах: 12 В, 0.54 Вт, дальность до 200 м.
 2. V2 — Управляемый промышленный 10BASE-T1L SPE-коммутатор с PoDL (Ethernet-SPE switch / PoDL PSE). 8x10Base-T1L SPE портов с PoDL (2-й или 9-й класс мощности PoDL), дальность до 1000 м.
- » 2 слота 100Base-X SFP, 2 порта 10/100Base-T RJ45;
 - » 4/8/12/16 10Base-T1L Ethernet-APL/SPE портов с дальностью передачи данных до 200 или до 1000 метров (в зависимости от модификации);
 - » Поддержка питания PoDL для полевых приборов с классами 2/9 или искробезопасного питания Ethernet-APL класса A (IEC TS 63444), в зависимости от модификации
 - » Поддержка статического агрегирования для резервирования каналов связи;
 - » Высокоскоростной аппаратный механизм пересылки данных на базе ASIC;
 - » Поддержка обнаружения обрыва линии для портов Ethernet 10BASE-T1L;
 - » Поддержка функции тестирования качества канала/потери пакетов;
 - » Входное напряжение 9-60 В пост.
 - » Рабочая температура от -40°C до +75°C

- » ООО «ДИДЖИКОМ» — российский, разработчик и производитель телекоммуникационного оборудования под собственной торговой маркой *DIGICOM*
- » В настоящее время компания располагает центром разработки (R&D-центром) в Москве. Также мы привлекаем к разработке лучшие инженерные команды из дружественных стран.
- » *DIGICOM* разрабатывает передовые устройства для построения современных систем промышленной автоматизации.



- » Особым направлением деятельности R&D-центра является разработка промышленного коммуникационного оборудования для энергетики.
- » Используя отечественное промышленное коммуникационное оборудование **DIGICOM**, вы полностью обеспечите построение новых сетей, а также замену оборудования иностранного производства Муха, Hirschmann, Siemens в существующих проектах.





DIGICOM

Контакты



+7 (495) 723-81-21



www.dgsys.ru



117519, г. Москва,
Варшавское шоссе,
дом 133, офис 370



info@tmc.ru