

Ethernet-APL и 10BASE-T1L SPE:

промышленный Ethernet по одной паре, питание
и искробезопасность

ИЗДАТЕЛЬ:
ООО «ДИДЖИКОМ»

Адрес: Россия, 117535, г. Москва, Варшавское шоссе, дом 133, строение 2

Тел: +7 (499) 969-81-21
Эл. почта: sales@dgsys.ru
Сайт: www.dgsys.ru

Версия: 1.0 2026 г.

*© Запрещается полное или частичное копирование данной документации,
её рецензирование в любой форме, без согласования с ООО «ДИДЖИКОМ»*

Оглавление

1. Single Pair Ethernet: Ethernet переходит на одну пару проводников	4
2. Как связаны SPE, 10BASE-T1L, Ethernet-APL и Ethernet-SPE	5
3. 10BASE-T1L и IEEE 802.3cg: физическая основа Ethernet-APL и промышленного SPE	6
4. Передача питания по той же паре: PoDL и Ethernet-APL Power — не одно и то же	7
PoDL — Power over Data Lines	7
Ethernet-APL Power	7
5. IEEE 802.3bu, IEEE 802.3cg и классы питания PoDL 0–15	8
Классы 0–9	9
Классы 10–15	9
Почему мощность PSE выше мощности PD	10
PoDL Class и длина линии — не одно и то же	10
6. SCCP — как PSE и PD согласовывают параметры PoDL	11
7. Что Ethernet-APL добавляет к 10BASE-T1L	12
8. Архитектура Ethernet-APL: Trunk и Spur	14
Trunk — магистраль	14
Spur — ответвление	14
9. IEC TS 63444 и APL Port Profile	15
Segment Class	15
Port Class	15
Power Class	15
Intrinsically Safe Protection Class	15
10. Как читать маркировку SPAA, SLAA, SPCC и других APL Port Profile Class	16
SPAA	16
SLAA	16
SPCC	17
SLAC	17
11. Ethernet-APL Power Classes: A, B, C, 3 и 4	17
Spur Power Classes	17
Trunk Power Classes	17
12. Искробезопасность Ethernet-APL и система IEC 60079	18
Ex ia	19
Ex ib	19
Ex ic	19
Почему Ethernet-APL подходит для условий искробезопасности (intrinsic safety)	19
13. IEC TS 60079-47 и 2-WISE: искробезопасный Ethernet по двум проводам	20
Чем 2-WISE отличается от классического расчёта искробезопасной цепи	21

2-WISE и зоны 0, 1 и 2	21
14. Основные стандарты Ethernet-APL и 10BASE-T1L SPE	22
15. Обязательно ли Ethernet-APL должен быть искробезопасным?	23
16. Можно ли любой коммутатор с 10BASE-T1L называть Ethernet-APL коммутатором?	23
А что с Trunk и Spur?	24
Можно ли назвать PoDL-коммутатор APL Power Switch?	24
17. Ethernet-SPE согласно IEC TS 63444:2026	25
Основные отличия Ethernet-SPE от Ethernet-APL	25
18. Какие протоколы работают поверх Ethernet-APL и Ethernet-SPE	26
Ethernet-APL не является заменой PROFINET, EtherNet/IP или HART-IP	27
19. Переход от традиционных полевых шин к Ethernet-APL	27
Возможность использования существующего кабеля	28
Switched architecture вместо multidrop	28
20. Два основных типа коммутаторов 10BASE-T1L в линейке DIGICOM	28
Тип 2. 10BASE-T1L Ethernet-SPE Switch с PoDL	29
Серия MORION2000T-APL	29
Важное замечание о SCCP	29
21. Типовые схемы применения Ethernet-APL и Ethernet-SPE	30
Схема 1. Ethernet-APL Field Switch в безопасной зоне — полевые приборы в Zone 0/1	30
Схема 2. Field Switch возле технологического оборудования	31
Схема 3. Классическая Ethernet-APL архитектура Power Switch — Trunk — Field Switch — Spur	32
Схема 4. MORION2200TP-APL-Ex без powered Trunk	33
Схема 5. Ethernet-SPE с PoDL — длинная линия и повышенная мощность	34
Схема 6. Смешанная сеть Ethernet-APL + Ethernet-SPE	35
Схема 7. Один полевой прибор — возможность APL или SPE	36
22. Что выбрать: Ethernet-APL или Ethernet-SPE с PoDL	37
Требуется подключение прибора в Zone 0/1	37
Требуется работа в Zone 2	37
Взрывоопасной зоны нет	37
Требуется классическая process-automation trunk/spur архитектура	37
Требуется отдельная длинная point-to-point линия до устройства	37
23. Преимущества и ограничения Ethernet-APL и Ethernet-SPE	38
Общие преимущества 10BASE-T1L	38
Дополнительные преимущества Ethernet-APL	38
Дополнительные преимущества Ethernet-SPE/PoDL	38
Ограничения	39
24. Ethernet-APL и SPE: единая физическая основа, но разные системы применения	40

25. Нормативная база в России и ЕАЭС.....	41
Итоговая таблица соответствия.....	42
Техническая поддержка	0
Головной офис, Москва	0
Техническая поддержка 24/7	0
Адрес офиса обслуживания и склада:.....	0

Развитие промышленной автоматизации постепенно приводит Ethernet непосредственно на полевой уровень — к датчикам, преобразователям, расходомерам, приводам и другим устройствам, которые традиционно подключались через интерфейсы 4–20 мА/HART, PROFIBUS PA, FOUNDATION Fieldbus и другие специализированные полевые шины.

Одним из ключевых технологических элементов этого перехода стал **Single Pair Ethernet (SPE)** — Ethernet по одной паре проводников. Для задач промышленной автоматизации особое значение имеет физический интерфейс **10BASE-T1L**, позволяющий передавать Ethernet со скоростью 10 Мбит/с на значительно большие расстояния, чем классический 100/1000BASE-T.

На основе 10BASE-T1L сформировались два близких, но принципиально различающихся направления:

- **Ethernet-APL (Advanced Physical Layer)** — прежде всего для технологической автоматизации, включая применение во взрывоопасных зонах и построение искробезопасных линий;
- **Ethernet-SPE на базе 10BASE-T1L с PoDL** — для промышленных, производственных и инфраструктурных объектов, где требуется передача данных и достаточно большой мощности по одной паре, но не требуется искробезопасность 2-WISE.

Именно эти два варианта реализуются в соответствующих линейках промышленных коммутаторов DIGICOM: Ethernet-APL Field Switch с искробезопасными 10BASE-T1L Spur-портами и 10BASE-T1L SPE-коммутатор с PoDL.

Чтобы правильно понимать различия между этими решениями, необходимо разделить несколько понятий, которые нередко ошибочно употребляются как синонимы: **SPE, 10BASE-T1L, Ethernet-APL, Ethernet-SPE, PoDL, APL Power, Trunk, Spur** и **2-WISE**.

1. Single Pair Ethernet: Ethernet переходит на одну пару проводников

Single Pair Ethernet, или SPE, — общее название технологий Ethernet, использующих одну симметричную пару проводников вместо двух или четырёх пар, характерных для традиционных вариантов Ethernet по медному кабелю.

SPE — это не один конкретный стандарт и не синоним Ethernet-APL. Это семейство технологий физического уровня Ethernet с различными скоростями, дальностью и областями применения.

Одним из стандартов, имеющих особое значение для промышленной автоматизации, стал **IEEE 802.3cg-2019**. В рамках него были стандартизованы два варианта 10-Мбит/с Single Pair Ethernet:

- **10BASE-T1S** — короткие линии, ориентированные в том числе на автомобильные и встроенные сети;
- **10BASE-T1L** — Long Reach, то есть вариант для протяжённых линий до 1000 м.

IEEE указывает для 10BASE-T1L point-to-point соединения на расстояниях до 1 км, что и сделало этот PHY особенно интересным для промышленных и ОТ-сетей.

В промышленной сети одна пара при этом может использоваться не только для Ethernet-сигнала, но и для питания удалённого устройства.

Однако способ подачи питания зависит от выбранной архитектуры. Для 10BASE-T1L здесь существуют два разных подхода:

PoDL, стандартизованный в IEEE 802.3, и **Ethernet-APL Power**, определённый системой профилей Ethernet-APL.

Это различие принципиально.

2. Как связаны SPE, 10BASE-T1L, Ethernet-APL и Ethernet-SPE

Удобнее всего рассматривать эти понятия как несколько уровней одной технологической системы.

Single Pair Ethernet (SPE)

↓

10BASE-T1L — физический интерфейс IEEE 802.3

↓

две специализированные системы промышленного применения:

Ethernet-APL

или

Ethernet-SPE

При этом обе системы используют один и тот же базовый механизм передачи Ethernet — 10BASE-T1L.

В актуальной **IEC TS 63444:2026** это разделение сформулировано особенно четко: Ethernet-APL и Ethernet-SPE основаны на 10BASE-T1L, но используют разные оптимизированные системы питания. Ethernet-APL ориентирован прежде всего на технологическую автоматизацию и приложения, где требуется возможность обеспечения искробезопасности, тогда как Ethernet-SPE стандартизует неискробезопасное применение 10BASE-T1L, в том числе с PoDL.

Отсюда следует важное соотношение:

Ethernet-APL использует 10BASE-T1L, но 10BASE-T1L сам по себе ещё не является Ethernet-APL.

Аналогично:

SPE — более широкое понятие, чем Ethernet-APL.

В редакции IEC TS 63444:2026 термин **Ethernet-SPE** применяется к стандартизованному промышленному варианту SPE на основе 10BASE-T1L, не использующему концепцию 2-WISE. Для линий с дистанционным питанием используется PoDL; документ также предусматривает Ethernet-SPE Data Only Port без PoDL.

Поэтому применительно к промышленному оборудованию полезно различать три уровня:

Понятие	Смысл
SPE	Общее семейство Ethernet по одной паре
10BASE-T1L	Конкретный физический уровень (PHY) 10-Мбит/с большой дальности
Ethernet-APL / Ethernet-SPE	Промышленные профили применения 10BASE-T1L с дополнительными требованиями к питанию, кабелям, портам, соединениям и условиям эксплуатации

Это разграничение особенно важно при классификации промышленных коммутаторов. Наличие порта 10BASE-T1L само по себе ещё не позволяет считать этот порт Ethernet-APL.

3. 10BASE-T1L и IEEE 802.3cg: физическая основа Ethernet-APL и промышленного SPE

10BASE-T1L — физический уровень Ethernet, первоначально стандартизованный в IEEE 802.3cg-2019 и впоследствии включённый в основную редакцию IEEE 802.3.

Обозначение расшифровывается следующим образом:

- 10** — скорость передачи 10 Мбит/с;
- BASE** — передача в основной полосе;
- T1** — одна симметричная пара проводников;
- L** — Long Reach, то есть большая дальность.

10BASE-T1L работает в полнодуплексном режиме и использует соединение «точка-точка». Каждый сегмент связывает два PNY — например, порт коммутатора и полевое устройство либо два сетевых устройства.

Для Ethernet-APL используются два режима амплитуды сигнала 10BASE-T1L:

2,4 Vpp — применяется для APL Trunk;

1,0 Vpp — применяется для APL Spur.

2,4 Vpp и **1,0 Vpp** — это амплитуда сигнала 10BASE-T1L, выраженная как **peak-to-peak voltage**, то есть напряжение «от пика до пика» дифференциального сигнала.

Для 10BASE-T1L используется PAM-3. В упрощённом виде уровни выглядят так:

1,0 Vpp → примерно **-0,5 V / 0 / +0,5 V**

2,4 Vpp → примерно **-1,2 V / 0 / +1,2 V**

Это именно **уровень сигнала передачи данных**, а не напряжение питания полевого устройства.

Иными словами, IEEE 802.3 задаёт сам механизм физической Ethernet-связи, но не определяет всю архитектуру технологической сети Ethernet-APL.

Для промышленной эксплуатации поверх базового физического уровня (PNY) необходимо определить также:

- роль конкретного порта;
- допустимую длину сегмента;
- Trunk или Spur;
- способ питания;
- напряжение, ток и мощность;
- правила совместимости Source и Load;
- кабельные характеристики;
- требования EMC;
- требования intrinsic safety;
- правила применения во взрывоопасных зонах.

Эти функции относятся уже к Ethernet-APL Port Profile и соответствующим IEC-спецификациям.

4. Передача питания по той же паре: PoDL и Ethernet-APL Power — не одно и то же

Одно из основных преимуществ Single Pair Ethernet в промышленной автоматизации — возможность использовать одну пару одновременно для Ethernet-связи и питания конечного устройства.

При этом существуют **две разные системы питания**, которые нельзя смешивать.

PoDL — Power over Data Lines

PoDL является частью IEEE 802.3 и применяется в SPE. Источник питания называется **PSE — Power Sourcing Equipment**, а питаемое устройство — **PD — Powered Device**.

Система поддерживает несколько классов напряжения и мощности, обнаружение питаемого устройства и согласование параметров питания.

Ethernet-APL Power

В Ethernet-APL применяется другая система — так называемое **Engineered Power**, параметры которой являются частью APL Port Profile.

Именно здесь используются:

- Power Class A;
- Power Class B;
- Power Class C;
- магистральные Power Classes 3 и 4;
- Source и Load Port;
- Trunk и Spur;
- классы intrinsic safety.

IEEE PoDL и APL Power нельзя рассматривать как два названия одного механизма.

IEEE-классы PoDL имеют номера **0–15**, тогда как APL использует собственную систему классов **A, B, C, 3, 4**. Их электрические параметры и правила совместимости различаются.

Упрощённо различие можно представить так:

	Ethernet-SPE	Ethernet-APL
PHY	10BASE-T1L	10BASE-T1L
Питание	PoDL	APL Engineered Power
Классы питания	PoDL Classes	A, B, C, 3, 4
Терминология	PSE / PD	Source / Load
SCCP	Может использоваться	Не является механизмом APL Power

	Ethernet-SPE	Ethernet-APL
2-WISE	Нет	Да, для соответствующих IS-профилей
Типичная область	Factory / Building / Industrial Automation	Process Automation, включая Ex

При этом Ethernet-APL не ограничивается взрывоопасными зонами: IEC TS 63444:2026 отдельно уточняет допустимость применения Ethernet-APL и на невзрывоопасных объектах.

5. IEEE 802.3bu, IEEE 802.3cg и классы питания PoDL 0–15

Стандарт **IEEE 802.3bu-2016** ввёл технологию **Power over Data Lines — PoDL**, позволяющую одновременно передавать питание и Ethernet-данные по одной паре проводников.

Первоначально IEEE 802.3bu определил **классы 0–9**. Они предназначались прежде всего для сравнительно коротких SPE-соединений с малым сопротивлением линии и охватывали несколько диапазонов питающего напряжения.

Позднее **IEEE 802.3cg-2019** добавил ещё шесть классов — **10–15**. Они были разработаны для более длинных линий с существенно большим допустимым сопротивлением кабеля и непосредственно связаны с промышленным применением 10BASE-T1L. IEEE характеризует классы 0–9 как исходный набор для short/low-resistance links, а 10–15 — как набор для longer automation links.

Полная система PoDL включает следующие классы:

PoDL Class	Стандарт происхождения	Диапазон VPSE, В*	Максимальный ток линии IPI, мА	Мин. мощность PSE PClass, Вт	Макс. мощность PD PPD, Вт
0	IEEE 802.3bu	5,6–18	101	0,566	0,5
1	IEEE 802.3bu	5,77–18	227	1,31	1
2	IEEE 802.3bu	14,4–18	249	3,59	3
3	IEEE 802.3bu	14,4–18	471	6,79	5
4	IEEE 802.3bu	11,7–36	97	1,14	1
5	IEEE 802.3bu	11,7–36	339	3,97	3
6	IEEE 802.3bu	26–36	215	5,59	5
7	IEEE 802.3bu	26–36	461	12	10
8	IEEE 802.3bu	48–60	735	35,3	30
9	IEEE 802.3bu	48–60	1360	65,3	50

PoDL Class	Стандарт происхождения	Диапазон VPSE, В*	Максимальный ток линии IPI, мА	Мин. мощность PSE PClass, Вт	Макс. мощность PD PPD, Вт
10	IEEE 802.3cg	20–30	92	1,85	1,23
11	IEEE 802.3cg	20–30	240	4,8	3,2
12	IEEE 802.3cg	20–30	632	12,63	8,4
13	IEEE 802.3cg	50–58	231	11,54	7,7
14	IEEE 802.3cg	50–58	600	30	20
15	IEEE 802.3cg	50–58	1579	79	52

* Для Classes 0–9 в таблице показаны значения **VPSE(min)–VPSE(max)** из матрицы IEEE PoDL. Для некоторых классов стандарт отдельно различает регулируемые и нерегулируемые типы PSE, поэтому эти диапазоны не следует воспринимать просто как номинальное напряжение источника.

Параметры классов 0–9 и 10–15 приведены в опубликованных матрицах IEEE PoDL и материалах Texas Instruments по Clause 104 IEEE 802.3.

Классы 0–9

Первоначальные классы IEEE 802.3bu группируются по типовым диапазонам питания:

- **Classes 0–1** — группа 12 V unregulated;
- **Classes 2–3** — группа 12 V regulated;
- **Classes 4–5** — группа 24 V unregulated;
- **Classes 6–7** — группа 24 V regulated;
- **Classes 8–9** — группа 48 V regulated.

Изначально эта система была ориентирована прежде всего на 100BASE-T1 и 1000BASE-T1 и сравнительно низкое сопротивление линии. IEEE отдельно характеризует Classes 0–9 как классы для short/low-resistance links — порядка менее 6,5 Ом петлевого сопротивления.

Поэтому наличие Classes 0–9 в общей системе PoDL **не означает, что все они являются типовыми классами питания для 10BASE-T1L.**

Классы 10–15

Classes 10–15 были добавлены IEEE 802.3cg именно при стандартизации 10BASE-T1L и long-reach SPE.

Они разделены на две группы питающего напряжения:

Classes 10–12:

- PSE: **20–30 V**;
- различаются допустимым током и сопротивлением линии;
- максимальная мощность PD — от **1,23 до 8,4 Вт**.

Classes 13–15:

- PSE: **50–58 V**;
- максимальная мощность PD — от **7,7 до 52 Вт**.

Для 10BASE-T1L PSE и PD относятся к **PoDL Type E**.

Для этих классов допустимое петлевое сопротивление линии зависит от конкретного класса:

PoDL Class	Максимальное расчётное сопротивление петли
10	65 Ом
11	25 Ом
12	9,5 Ом
13	65 Ом
14	25 Ом
15	9,5 Ом

Поэтому связь между номером класса, мощностью и максимальной длиной кабеля не является линейной.

Например, Classes 10 и 13 рассчитаны на значительно большее сопротивление линии, чем Classes 12 и 15, хотя последние позволяют передать гораздо большую мощность.

Почему мощность PSE выше мощности PD

В таблице необходимо различать две характеристики:

PClass — минимальная мощность, которую PSE должен обеспечить на своём Power Interface;

PPD — максимальная мощность, которую стандарт гарантированно допускает для питаемого устройства при расчётных условиях линии.

Разница обусловлена допустимыми потерями мощности в кабеле.

Например, для **Class 15**:

- PSE должен обеспечивать не менее **79 Вт**;
- максимальная мощность PD составляет **52 Вт**.

Это не означает, что в любой реальной линии обязательно теряется 27 Вт. Стандарт резервирует допустимые потери исходя из предельных параметров соответствующего класса.

PoDL Class и длина линии — не одно и то же

Особенно важно не трактовать 10BASE-T1L как утверждение:

любой PoDL Class позволяет передать номинальную мощность на 1000 м.

10BASE-T1L как PHY действительно рассчитан на линии до 1000 м, однако при передаче питания фактическая допустимая длина зависит от:

- PoDL Class;
- сечения проводников;
- сопротивления кабеля;
- требуемой мощности PD;
- допустимого падения напряжения.

Например, Analog Devices для Classes 10–15 приводит существенно различающиеся примерные максимальные длины в зависимости от AWG и класса. Для мощных Classes 12 и 15 допустимая длина при тонком кабеле может быть намного меньше 1000 м.

Именно Classes **10–15** имеют непосредственное значение для современной линейки DIGICOM MORION2200TP-SPE: предусмотрены исполнения с поддержкой Classes **10/11/12** и **13/14/15**.

Важно также помнить:

PoDL сам по себе не является искробезопасной системой (intrinsic safety).

Наличие PoDL-порта не означает возможности его использования как искробезопасного Ethernet-APL Spur согласно 2-WISE.

6. SCCP — как PSE и PD согласовывают параметры PoDL

При подключении устройства с PoDL источник питания должен определить, какое устройство находится на линии и какие параметры питания ему требуются.

Для этого в системе PoDL применяется **SCCP — Serial Communication Classification Protocol**.

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.

Типовая последовательность для PoDL выглядит следующим образом:

обнаружение PD → классификация → выбор допустимого режима → подача рабочего питания.

В заранее спроектированной системе, где PSE и PD известны заранее, может применяться **Fast Startup Mode**.

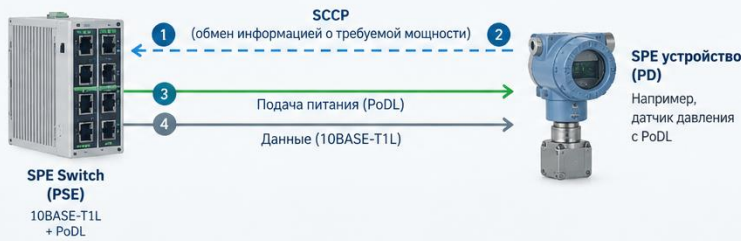
Это ещё одно существенное отличие PoDL от Ethernet-APL Power.

SCCP относится к системе PoDL. Классы A/B/C Ethernet-APL не являются SCCP-классами и не согласовываются таким же способом.

Совместимость APL-устройств определяется системой **APL Port Profile**.

Ethernet-SPE (10BASE-T1L + PoDL + SSCP)

Динамическое определение класса питания через SSCP (IEEE 802.3bu, Clause 104)



Последовательность SSCP (PoDL)

- 1** PSE → PD
Запрос идентификации и параметров питания
- 2** PD → PSE
Передача информации о требуемом классе мощности (SCCP)
- 3** PSE → PD
Подача питания в соответствии с согласованным классом (0...15)
- 4** Обмен данными
10BASE-T1L (IEEE 802.3cg)

Классы PoDL (IEEE 802.3bu)

- Классы 0...15
- Мощность: до 60 Вт
- Напряжение: до 57 В
- SSCP (Clause 104.7)
- Применение: Ethernet-SPE (не для Ethernet-APL)

Ethernet-APL (10BASE-T1L + APL Power)

Фиксированный класс питания через APL Port Profile (IEEE 802.3cg, IEC TS 63444)



Особенности Ethernet-APL

- SSCP не используется
- Класс питания определяется заранее через APL Port Profile (например, SPAA/SLAA, SPCC/SLCC)
- Источник питания подаёт напряжение в соответствии с фиксированным классом (A или C)
- Обмен данными: 10BASE-T1L (IEEE 802.3cg)
- Соответствие: IEC TS 63444 (Ethernet-APL)

Классы APL Power

- **Класс A:** до 0,5 Вт (тип. 10,5...12 В)
- **Класс C:** до 1,0 Вт (тип. 10,5...12 В)
- Задаются через APL Port Profile (SPAA, SPCC, SLAA, SLCC)
- Соответствие IEC TS 63444

Ключевые отличия подходов

Параметр	Ethernet-SPE (PoDL)	Ethernet-APL	Примечание
Механизм определения класса	SCCP (IEEE 802.3bu)	Нет (фиксированный класс)	В APL класс задаётся через Port Profile
Диапазон классов	0...15 (до 60 Вт)	Class A, Class C	Разные системы классификации
Напряжение питания	До 57 В	~10,5...12 В	Для APL — ограничение по искробезопасности
Протокол классификации	SCCP (Clause 104.7)	Не используется	Clause 104 заменён в Ethernet-APL
Стандарты	IEEE 802.3cg, IEEE 802.3bu	IEEE 802.3cg, IEC TS 63444	Для APL применяется альтернативный метод питания
Типичное применение	Промышленные и общепромышленные сети	Технологические процессы, взрывоопасные зоны	Ethernet-APL ориентирован на 2-WIRE и полевое применение

- ✓ Одно и то же физическое соединение 10BASE-T1L может использоваться как с PoDL (SCCP), так и с APL Power, но это разные системы питания, несовместимые по механизму классификации.

7. Что Ethernet-APL добавляет к 10BASE-T1L

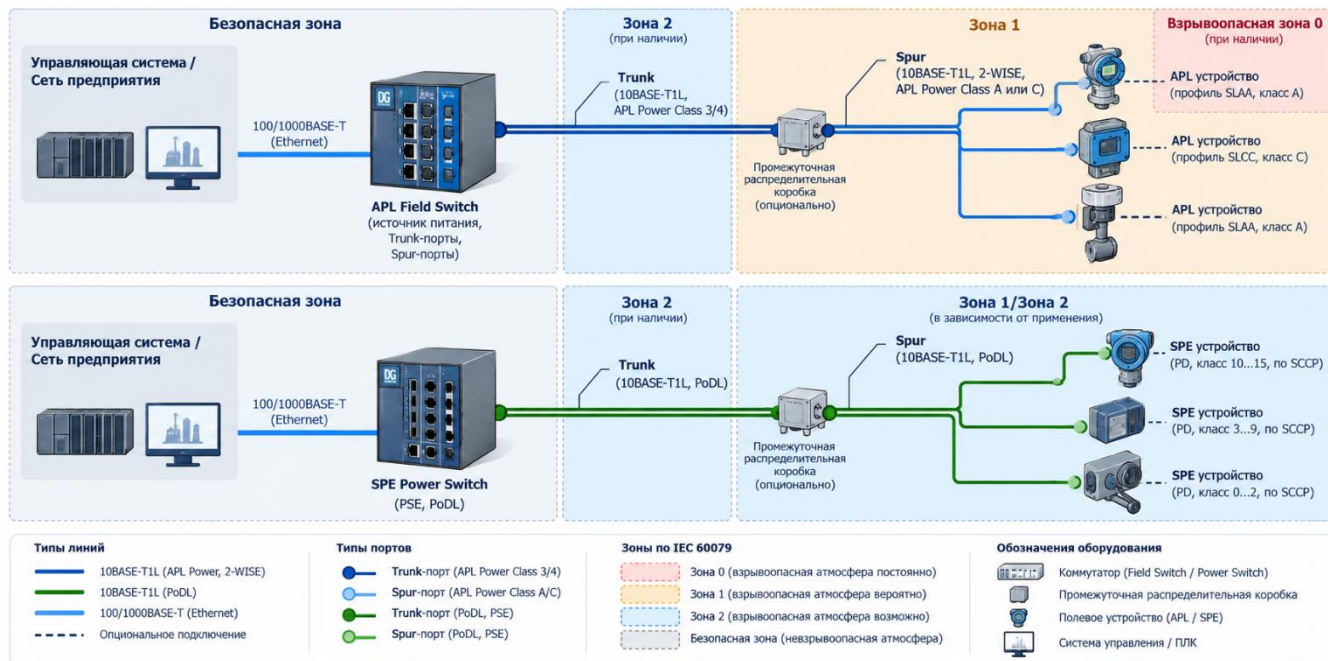
Если 10BASE-T1L отвечает прежде всего на вопрос «**как передавать Ethernet по одной паре на большое расстояние?**», то Ethernet-APL отвечает на более широкий инженерный вопрос:

«Как построить на базе 10BASE-T1L стандартизованную промышленную полевую сеть технологического предприятия?»

Поэтому Ethernet-APL нельзя свести только к PHY.

В упрощённом виде:

Ethernet-APL = 10BASE-T1L + система сегментов Trunk/Spur + APL Power + Port Profiles + кабельная модель + EMC + возможность 2-WIRE intrinsic safety.



IEC TS 63444 добавляет к базовому PNY требования, относящиеся к:

- классификации сегментов;
- классификации портов;
- мощности;
- искробезопасности;
- кабелям;
- разъёмам;
- экранированию;
- электрической изоляции;
- защите от короткого замыкания;
- вспомогательным устройствам;
- правилам построения сети;
- электромагнитной совместимости.

В результате два устройства разных производителей могут характеризовать свои интерфейсы не просто как «10BASE-T1L», а как конкретные стандартизованные APL Port Profiles.

Именно профиль позволяет определить, предназначен ли порт для Spur или Trunk, является ли он источником или потребителем питания, какой класс мощности используется и какой уровень intrinsic safety поддерживается.

8. Архитектура Ethernet-APL: Trunk и Spur

Ethernet-APL определяет два основных типа сегментов:

Trunk — магистраль

Trunk связывает APL Power Switch с Field Switch либо один Field Switch с другим.

Для Trunk применяется 10BASE-T1L в режиме **2,4 Vpp**, а стандартная максимальная длина сегмента составляет **1000 м**.

Магистраль может одновременно передавать данные и значительную мощность, необходимую для питания одного или нескольких Field Switch и далее подключённых к ним полевых устройств.

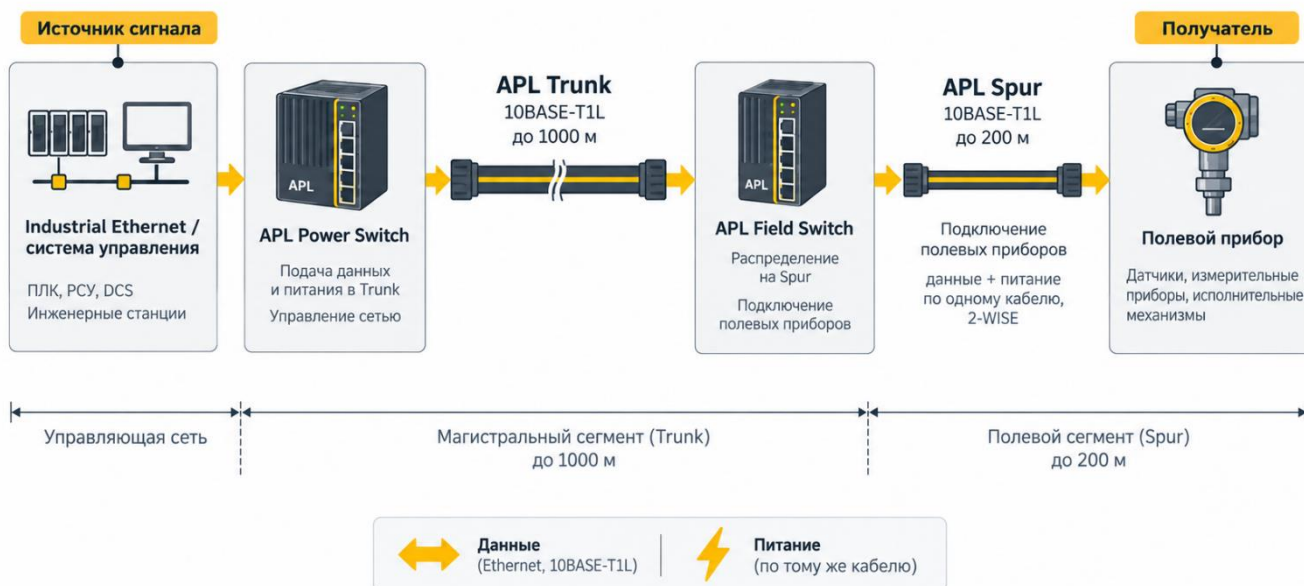
Spur — ответвление

Spur соединяет Field Switch с конечным полевым устройством.

Для Spur используется режим **1,0 Vpp**, а максимальная длина составляет **200 м**.

Именно Spur является основным вариантом подключения датчиков, измерительных преобразователей, расходомеров, клапанных позиционеров и других полевых приборов.

Типовую структуру можно представить так:



При этом Trunk необязателен во всех архитектурах. Field Switch может иметь собственное локальное питание и подключаться к вышестоящей сети обычным Industrial Ethernet — например, через медный или оптический uplink. В этом случае Ethernet-APL используется только на Spur-линиях от Field Switch до полевых устройств.

Подробные варианты подключения, включая схемы для Zone 0/1/2, рассматриваются далее в разделе «**Типовые схемы применения Ethernet-APL и Ethernet-SPE**».

9. IEC TS 63444 и APL Port Profile

Одним из центральных документов технологии является **IEC TS 63444**.

Первая редакция IEC TS 63444:2023 называлась *Industrial networks — Ethernet-APL port profile specification*.

В июне 2026 года опубликована вторая редакция:

IEC TS 63444:2026 — Industrial networks — Ethernet-APL port profile / Ethernet-SPE profile specification.

Вторая редакция внесла три особенно существенных изменения:

1. добавлен новый класс мощности Ethernet-APL;
2. в документ включён Ethernet-SPE;
3. уточнена возможность применения Ethernet-APL вне взрывоопасных зон.

Тем самым IEC TS 63444:2026 фактически стала общей нормативной точкой соприкосновения двух рассматриваемых в этой статье систем:

Ethernet-APL и 10BASE-T1L Ethernet-SPE.

Для APL спецификация классифицирует порт сразу по нескольким признакам.

Segment Class

Определяет тип линии:

- **S — Spur;**
- **T — Trunk.**

Port Class

Определяет роль порта в системе питания:

- **P — Power Source Port:** источник;
- **L — Power Load Port:** потребитель;
- **C — Cascade Port:** каскадный порт.

Power Class

Определяет электрические параметры источника и нагрузки.

Для APL применяются буквенные классы Spur и числовые классы Trunk.

Intrinsically Safe Protection Class

Определяет класс искробезопасности порта либо отсутствие такого требования.

Совокупность этих параметров и образует обозначение типа **SPAA, SPCC, SLAA** и т. п.

10. Как читать маркировку SPAA, SLAA, SPCC и других APL Port Profile Class

Маркировка APL Port Profile представляет собой компактное описание свойств порта.

Рассмотрим обозначение:

SPAA

Его можно разложить на четыре позиции:

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

Например:

A — Power Class A;

B — Power Class B;

C — Power Class C.

Для Trunk используются соответствующие магистральные классы.

Четвёртый символ — Intrinsically Safe Protection Class

Он характеризует требования intrinsic safety.

Таким образом:

SPAA

S — Spur

P — Power Source

A — Power Class A

A — intrinsic safety Class A / Ex ia

SLAA

S — Spur

L — Power Load

A — Power Class A

A — intrinsic safety Class A / Ex ia

SPCC

S — Spur

P — Power Source

C — Power Class C

C — intrinsic safety Class C / Ex ic

SLAC

S — Spur

L — Power Load

A — Power Class A

C — intrinsic safety Class C / Ex ic

Это позволяет увидеть важный принцип:

Power Class и Intrinsic Safety Class — разные характеристики.

Буква A в третьей позиции и буква A в четвёртой позиции означают разные вещи.

Поэтому нельзя считать, например, SPAA просто «классом питания A». Это полноценный Port Profile, описывающий одновременно тип сегмента, роль порта, класс мощности и класс intrinsic safety.

11. Ethernet-APL Power Classes: A, B, C, 3 и 4

В Ethernet-APL используется собственная система классов мощности, не связанная напрямую с нумерацией PoDL Classes 0–15.

В первой редакции IEC TS 63444 были определены классы **A, C, 3 и 4**. В редакции 2026 года к ним добавлен **Power Class B**.

Классы можно условно разделить на две группы:

Spur Power Classes

A, B и C

Применяются на ответвлениях к полевым устройствам.

Trunk Power Classes

3 и 4

Используются на магистральных APL-сегментах.

Для классов, существовавших до редакции 2026 года, основные параметры выглядят следующим образом:

APL Power Class	Сегмент	Макс. напряжение источника	Мин. мощность источника	Мин. доступная мощность у нагрузки
A	Spur	15 В	0,54 Вт	0,5 Вт
C	Spur	15 В	1,1 Вт	1,0 Вт
3	Trunk	50 В	57,5 Вт	до 36 Вт при расчётных потерях линии
4	Trunk	50 В	92 Вт	до 57,6 Вт при расчётных потерях линии

Новый **Power Class B**, включённый во вторую редакцию IEC TS 63444, предназначен для полевых устройств с большей потребляемой мощностью, чем Class A.

Здесь важно не воспринимать A, B и C просто как возрастающую шкалу «меньше — больше». Помимо доступной мощности необходимо учитывать профиль искробезопасности (intrinsic safety profile).

Например:

SPAA и **SPBA** могут относиться к реализации Ex ia, тогда как **SPCC** относится к другой комбинации Power Class и IS Protection Class.

То есть окончательная совместимость определяется не одной буквой Power Class, а полным Port Profile.

В серии DIGICOM MORION2200TP-APL-Ex представлены устройства с искробезопасными Spur-портами **Power Class A/C**. Это необходимо отличать от Classes **10–15**, используемых в серии [MORION2200TP-SPE](#): последние являются классами PoDL IEEE, а не APL Power Classes.

12. Искробезопасность Ethernet-APL и система IEC 60079

Одной из главных причин появления Ethernet-APL была необходимость распространить Ethernet непосредственно на полевой уровень технологических предприятий, включая нефтегазовые, нефтехимические и химические объекты с взрывоопасными зонами.

Сам физический интерфейс 10BASE-T1L не делает линию искробезопасной.

Для этого требуется отдельная система ограничений электрической энергии и соответствующая сертификация оборудования.

Основой служит семейство стандартов **IEC 60079 «Explosive atmospheres»**.

Особое значение имеют:

- **IEC 60079-0** — общие требования к оборудованию для взрывоопасных сред;
- **IEC 60079-11** — оборудование с видом взрывозащиты intrinsic safety «i»;
- **IEC 60079-14** — проектирование, выбор и монтаж электроустановок;
- **IEC 60079-25** — искробезопасные электрические системы;
- **IEC TS 60079-47** — концепция 2-Wire Intrinsically Safe Ethernet, или 2-WISE.

Для вида защиты Ex i существуют три основных уровня:

Ex ia

Наиболее высокий из этих уровней intrinsic safety.

Оборудование Ex ia может применяться в Zone 0, а также в Zone 1 и Zone 2 при выполнении всех остальных требований сертификации и проекта.

Ex ib

Применяется в Zone 1 и Zone 2.

Ex ic

Применяется в Zone 2.

Упрощённо:

Уровень	Типичная допустимая зона
Ex ia	Zone 0, 1, 2
Ex ib	Zone 1, 2
Ex ic	Zone 2

Однако для конкретного проекта одной проверки обозначения ia/ib/ic недостаточно. Необходимо учитывать также группу оборудования, газовую или пылевую среду, температурный класс, EPL, параметры устройств, кабеля и требования национальной нормативной системы.

Почему Ethernet-APL подходит для условий искробезопасности (intrinsic safety)

В обычной искробезопасной системе проектировщику необходимо проверить взаимное соответствие параметров источника, нагрузки и кабеля: напряжение, ток, мощность, ёмкость и индуктивность.

Ethernet-APL стандартизует многие из этих параметров через APL Port Profiles, а для построения искробезопасных Ethernet-сегментов применяется специальная концепция **2-WISE — 2-Wire Intrinsically Safe Ethernet**.

В ней сходятся три уровня стандартов:

IEEE 802.3 / 10BASE-T1L



задаёт Ethernet-связь

IEC TS 63444 / Ethernet-APL Port Profile



задаёт APL-сегменты, порты, питание и электрические профили

IEC TS 60079-47 / 2-WISE



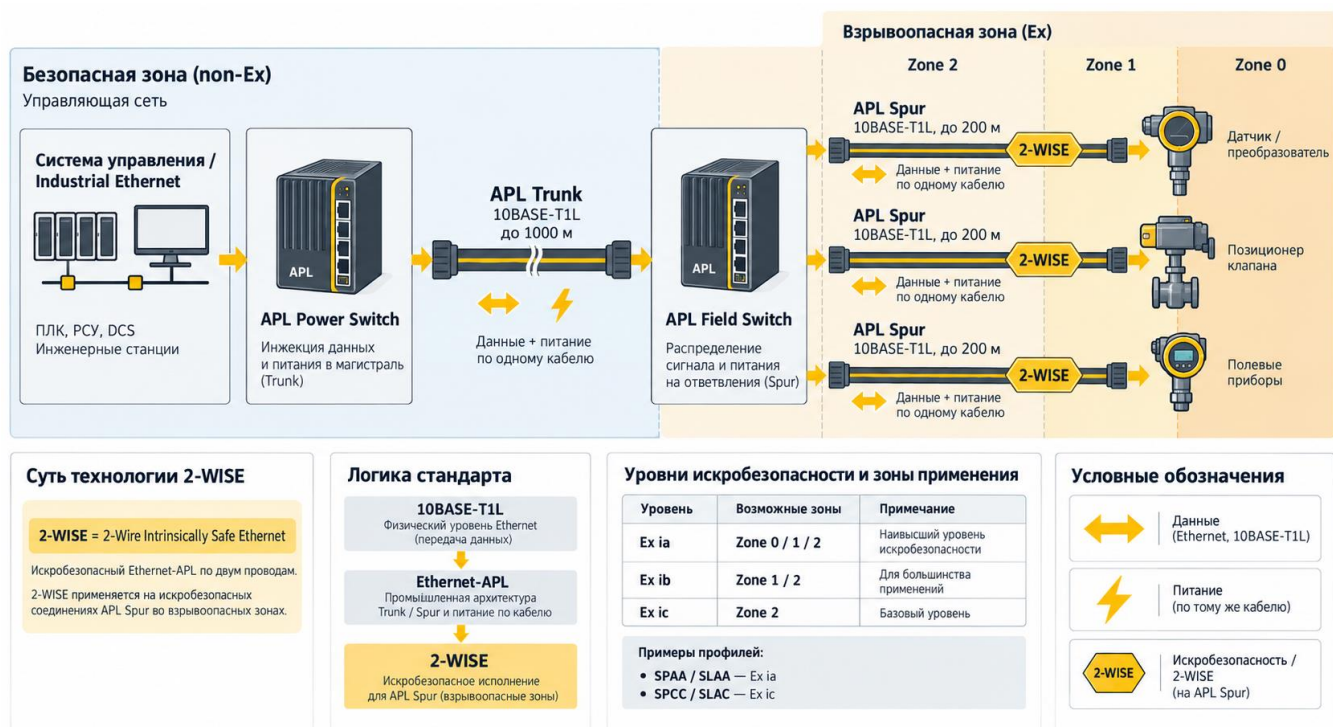
задаёт правила построения искробезопасного двухпроводного Ethernet-сегмента

Поэтому выражение **«искробезопасный 10BASE-T1L порт»** технически описывает значительно больше, чем просто наличие PHY 10BASE-T1L.

Он должен одновременно соответствовать требованиям APL Port Profile и применимой системе intrinsic safety.

Именно таким образом построены искробезопасные Spur-порты Ethernet-APL Field Switch.

13. IEC TS 60079-47 и 2-WISE: искробезопасный Ethernet по двум проводам



Для применения Ethernet-APL во взрывоопасных зонах была разработана концепция **2-WISE — 2-Wire Intrinsically Safe Ethernet**, стандартизованная в IEC TS 60079-47:2021.

Полное название документа:

IEC TS 60079-47:2021 — Explosive atmospheres — Part 47: Equipment protection by 2-wire intrinsically safe Ethernet concept (2-WISE).

IEC определяет 2-WISE как концепцию для физического интерфейса двухпроводного Ethernet 10BASE-T1L, предназначенную для упрощения проверки параметров искробезопасности компонентов, кабелей и сегментов Ethernet-APL. Для этого стандарт задаёт универсальные ограничения параметров искробезопасных портов и набор правил построения сегмента.

Важно понимать назначение 2-WISE:

10BASE-T1L определяет передачу данных;

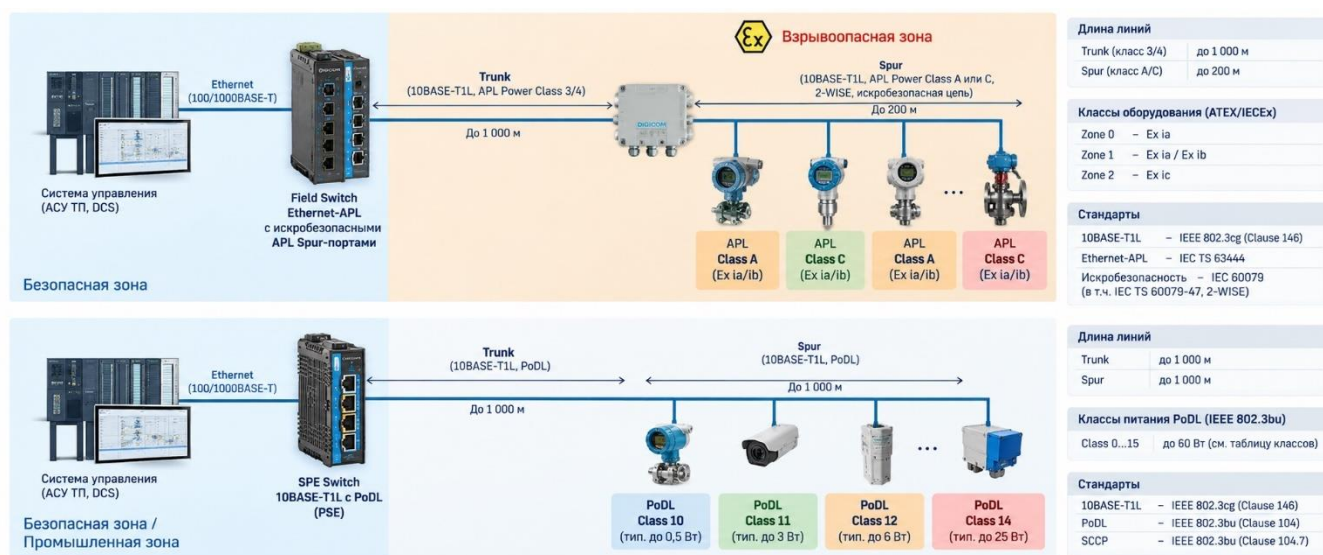
Ethernet-APL определяет промышленный профиль применения 10BASE-T1L;

2-WISE определяет правила построения искробезопасной Ethernet-APL линии.

2-WISE не заменяет общие стандарты семейства IEC 60079. IEC TS 60079-47 применяется совместно, в частности, с:

- IEC 60079-0 — общие требования к Ex-оборудованию;
- IEC 60079-11 — intrinsic safety «i»;
- IEC 60079-14 — проектирование, выбор и монтаж электроустановок;
- IEC 60079-25 — искробезопасные электрические системы.

Если требования IEC TS 60079-47 отличаются от соответствующих требований перечисленных стандартов применительно к 2-WISE, используются положения IEC TS 60079-47.



Чем 2-WISE отличается от классического расчёта искробезопасной цепи

В традиционной Ex i системе проектировщик должен сопоставлять entity-параметры источника и нагрузки, а также учитывать параметры кабеля:

- максимальное напряжение;
- максимальный ток;
- максимальную мощность;
- допустимую ёмкость;
- допустимую индуктивность;
- собственную ёмкость и индуктивность кабеля.

2-WISE стандартизует существенную часть этих параметров для Ethernet-APL. При использовании совместимых портовых профилей проверка системы сводится к значительно более формализованной процедуре сопоставления источника, нагрузки, класса защиты и допустимого кабеля.

Именно поэтому Ethernet-APL Project описывает 2-WISE как концепцию, упрощающую проверку intrinsic safety для компонентов и кабеля APL-сегмента.

2-WISE и зоны 0, 1 и 2

Ethernet-APL может использовать разные варианты взрывозащиты, но именно 2-WISE позволяет строить искробезопасные Spur-линии.

Например:

SPAA → Ex ia → вплоть до Zone 0;

SPCC → Ex ic → Zone 2.

Ethernet-APL Project отдельно указывает, что 2-WISE поддерживает intrinsically safe circuits типа «ia», пригодные в том числе для Zone 0.

При этом необходимо разделять:

искробезопасность Spur-порта и взрывозащиту самого Field Switch.

Field Switch может иметь искробезопасные выходные Spur-цепи, предназначенные для подключения устройств в Zone 0, но это ещё не означает, что корпус самого коммутатора разрешено без дополнительных мер устанавливать в Zone 0 или Zone 1.

Для конкретной установки всегда необходимо ориентироваться на Ex-маркировку и сертификат самого оборудования.

Например, у [MORION2200TP-APL-Ex](#) его восемь Spur-портов поддерживают 2-WISE, а при размещении самого устройства во взрывоопасной среде требуется отдельный взрывозащищенный корпус.

14. Основные стандарты Ethernet-APL и 10BASE-T1L SPE

Ethernet-APL не определяется одним стандартом. Это система требований IEEE, IEC и отраслевых спецификаций.

Основные документы можно свести в следующую таблицу.

Стандарт / спецификация	Назначение
IEEE 802.3 / IEEE 802.3cg	Физический интерфейс 10BASE-T1L: 10 Мбит/с, full duplex, одна пара
IEEE 802.3bu	Первоначальная стандартизация Power over Data Lines — PoDL
IEEE 802.3cg	10BASE-T1L и дополнительные PoDL Classes 10–15
IEC TS 63444:2026	Ethernet-APL Port Profile и Ethernet-SPE Profile
FCG TS10186 Rev. 2.1	Отраслевая Ethernet-APL/Ethernet-SPE Profile Specification
IEC TS 60079-47	2-WISE — искробезопасный двухпроводный Ethernet
IEC 60079-0	Общие требования к оборудованию для взрывоопасных сред
IEC 60079-11	Вид взрывозащиты intrinsic safety «i»
IEC 60079-14	Проектирование и монтаж электроустановок во взрывоопасных средах
IEC 60079-25	Искробезопасные электрические системы

Актуальная на момент подготовки статьи IEC TS 63444:2026 была опубликована **4 июня 2026 года** и заменила редакцию 2023 года. Документ теперь охватывает как Ethernet-APL, так и Ethernet-SPE.

FieldComm Group в настоящее время указывает **FCG TS10186 Rev. 2.1** как актуальную Ethernet-APL/Ethernet-SPE Profile Specification.

Это важно и с терминологической точки зрения: нормативная система 2026 года уже рассматривает APL и промышленный SPE/PoDL как две родственные реализации 10BASE-T1L, а не как одно и то же решение.

15. Обязательно ли Ethernet-APL должен быть искробезопасным?

Короткий ответ:

нет.

Это один из принципиальных моментов, поскольку Ethernet-APL очень часто описывается просто как «искробезопасный Ethernet по двум проводам».

Такое описание передаёт одну из важнейших областей применения технологии, но является слишком узким.

Ethernet-APL разрабатывался прежде всего для process automation и с самого начала учитывал требования взрывоопасных производств. Однако наличие intrinsic safety не является обязательным свойством каждого APL-порта.

В системе APL Port Profile предусмотрены и варианты без intrinsic safety. В профиле для этого используется соответствующая классификация, например **X — non-intrinsically safe**. В современных устройствах встречаются, например, профили SLAX для неискробезопасного применения.

Кроме того, IEC прямо подчёркивает, что одним из изменений IEC TS 63444:2026 стало уточнение возможности использования Ethernet-APL в **non-hazardous locations**.

Следовательно:

Ethernet-APL может быть искробезопасным, но Ethernet-APL не является синонимом 2-WISE.

Правильнее сказать:

Ethernet-APL разработан с поддержкой применения во взрывоопасных зонах; для intrinsically safe Ethernet-APL сегментов используется концепция 2-WISE.

16. Можно ли любой коммутатор с 10BASE-T1L называть Ethernet-APL коммутатором?

Также нет.

Это второе важное терминологическое разграничение.

Наличие PHY **10BASE-T1L** означает только соответствующий физический способ передачи Ethernet по одной паре.

Чтобы порт корректно относился к Ethernet-APL, он должен соответствовать дополнительным требованиям APL Profile Specification — например, по:

- параметрам сигнала;
- Port Profile;
- питанию;
- электрической развязке;
- кабельной модели;
- разъёмам или терминалам;
- EMC;
- правилам построения сегмента.

FieldComm Group прямо определяет Ethernet-APL как 10BASE-T1L с **дополнительными спецификациями для process industries**, прежде всего Port Profile Specification.

Поэтому возможна следующая ситуация:

порт 10BASE-T1L — да;
Ethernet-APL порт — нет.

Это особенно характерно для SPE-оборудования с PoDL.

А что с Trunk и Spur?

Понятия **Trunk** и **Spur** относятся именно к архитектуре Ethernet-APL.

Сам PHY 10BASE-T1L не превращается автоматически в Trunk или Spur.

APL Profile определяет:

Trunk

- до 1000 м;
- высокий уровень сигнала;
- большая доступная мощность;
- соединения инфраструктурных устройств;

и

Spur

- до 200 м;
- более низкий уровень сигнала;
- подключение конечного полевого устройства;
- возможность 2-WISE intrinsic safety.

Ethernet-APL Engineering Guideline указывает, что APL строится на point-to-point сегментах и что каждый Spur Field Switch подключает только одно полевое устройство.

Можно ли назвать PoDL-коммутатор APL Power Switch?

Здесь требуется осторожность.

APL Power Switch — это термин архитектуры Ethernet-APL. Он относится к устройству, которое формирует APL Trunk в соответствии с APL Port Profile и системой APL Engineered Power.

Обычный 10BASE-T1L SPE-коммутатор с IEEE PoDL не становится APL Power Switch только потому, что передаёт питание по той же паре.

Поэтому наиболее точное наименование второй рассматриваемой категории устройств:

10BASE-T1L Ethernet-SPE Switch с PoDL.

Название **APL Power Switch** корректно использовать только для оборудования, которое действительно реализует соответствующий APL Trunk Port Profile.

17. Ethernet-SPE согласно IEC TS 63444:2026

До недавнего времени термин SPE применялся преимущественно как общее название большого семейства Single Pair Ethernet.

Редакция IEC TS 63444:2026 ввела более конкретное понятие **Ethernet-SPE** применительно к промышленным сетям 10BASE-T1L.

IEC формулирует его следующим образом: в данном документе термин **Ethernet-SPE используется для PoDL compliant PHY**. Спецификация распространяет этот вариант на factory automation, building automation и другие non-intrinsically safe Ethernet installations.

Таким образом, в контексте IEC TS 63444:2026:

Ethernet-SPE = 10BASE-T1L + профиль промышленного применения + при необходимости PoDL.

Это не следует смешивать с термином SPE в самом широком смысле, который включает и другие PHY семейства Single Pair Ethernet.

Основные отличия Ethernet-SPE от Ethernet-APL

Параметр	Ethernet-APL	Ethernet-SPE
Физический интерфейс	10BASE-T1L	10BASE-T1L
Скорость	10 Мбит/с	10 Мбит/с
Full duplex	Да	Да
Одна пара	Да	Да
Питание	APL Engineered Power	IEEE PoDL
Классы	A/B/C/3/4	PoDL 10–15 для 10BASE-T1L
SCCP	Не является механизмом APL Power	Используется PoDL
2-WISE	Поддерживается	Нет
Основная область	Process automation	Factory/building/general industrial automation

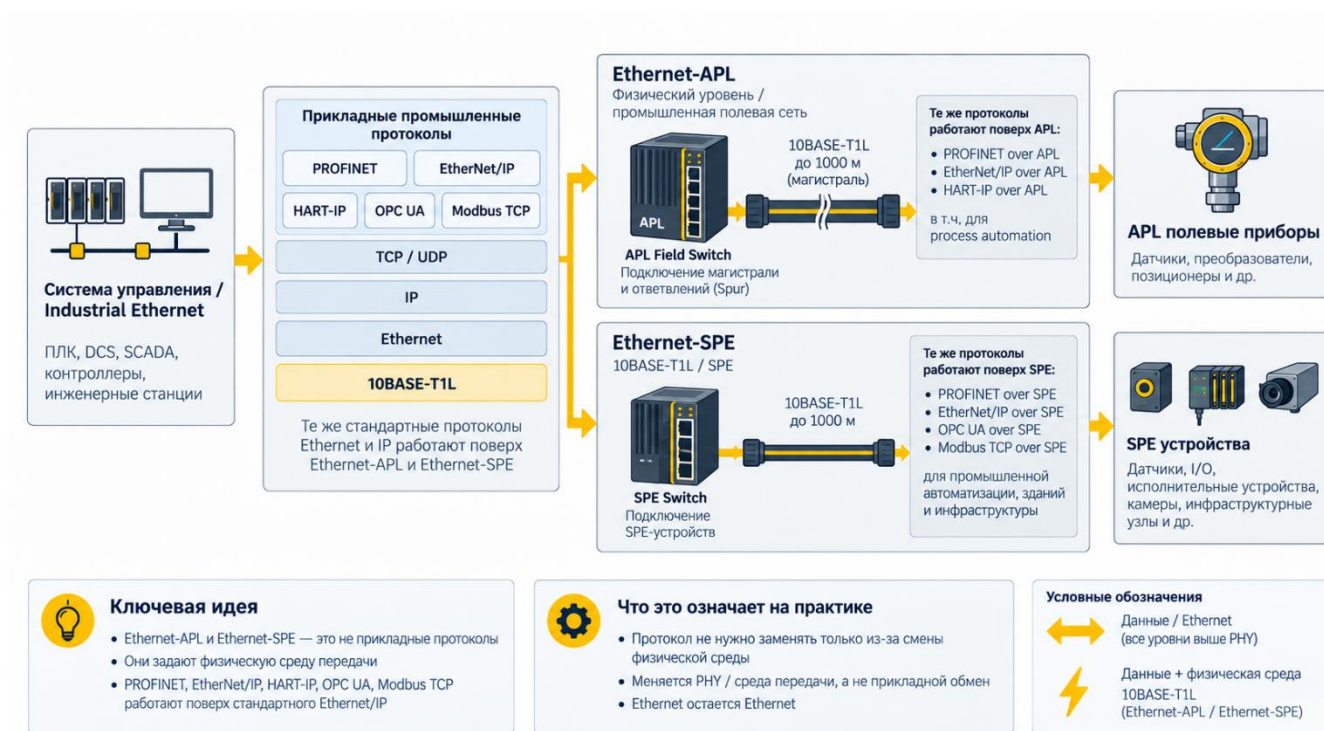
Параметр	Ethernet-APL	Ethernet-SPE
Взрывоопасные зоны	Да, при соответствующем профиле и Ex-исполнении	PoDL-профиль IEC TS 63444 рассчитан на non-IS применение
Trunk/Spur	Да	Не является обязательной архитектурой SPE

Появление Ethernet-SPE в IEC TS 63444 важно ещё и потому, что теперь можно гораздо точнее классифицировать промышленные коммутаторы, подобные [DIGICOM MORION2200TP-SPE](#).

Это не «неискобезопасный Ethernet-APL».

Технически корректнее рассматривать его как **промышленный 10BASE-T1L Ethernet-SPE Switch с PoDL**.

18. Какие протоколы работают поверх Ethernet-APL и Ethernet-SPE



Ethernet-APL относится к физическому уровню и не определяет прикладной промышленный протокол.

Это означает, что поверх APL могут работать стандартные Ethernet- и IP-протоколы.

FieldComm Group указывает, в частности:

- PROFINET;
- EtherNet/IP;
- HART-IP;
- OPC UA;
- другие Ethernet-based protocols, включая протоколы с требованиями реального времени.

То же базовое свойство относится к Ethernet-SPE: на уровне Ethernet-кадров 10BASE-T1L является ещё одним физическим интерфейсом Ethernet.

Например, схема:

PROFINET Controller → Gigabit/Fast Ethernet → Field Switch → 10BASE-T1L → PROFINET APL Field Device

не требует преобразования PROFINET в какой-либо специальный «APL-протокол».

Меняется физическая среда, но Ethernet остаётся Ethernet.

Это является одним из существенных отличий Ethernet-APL от предыдущего поколения полевых шин.

Ethernet-APL не является заменой PROFINET, EtherNet/IP или HART-IP

APL отвечает на вопрос:

как физически доставить Ethernet до полевого устройства?

PROFINET, EtherNet/IP, HART-IP и другие протоколы отвечают на другой вопрос:

каким образом контроллер, система управления и прибор обмениваются технологическими данными?

Поэтому корректно говорить:

PROFINET over Ethernet-APL;

EtherNet/IP over Ethernet-APL;

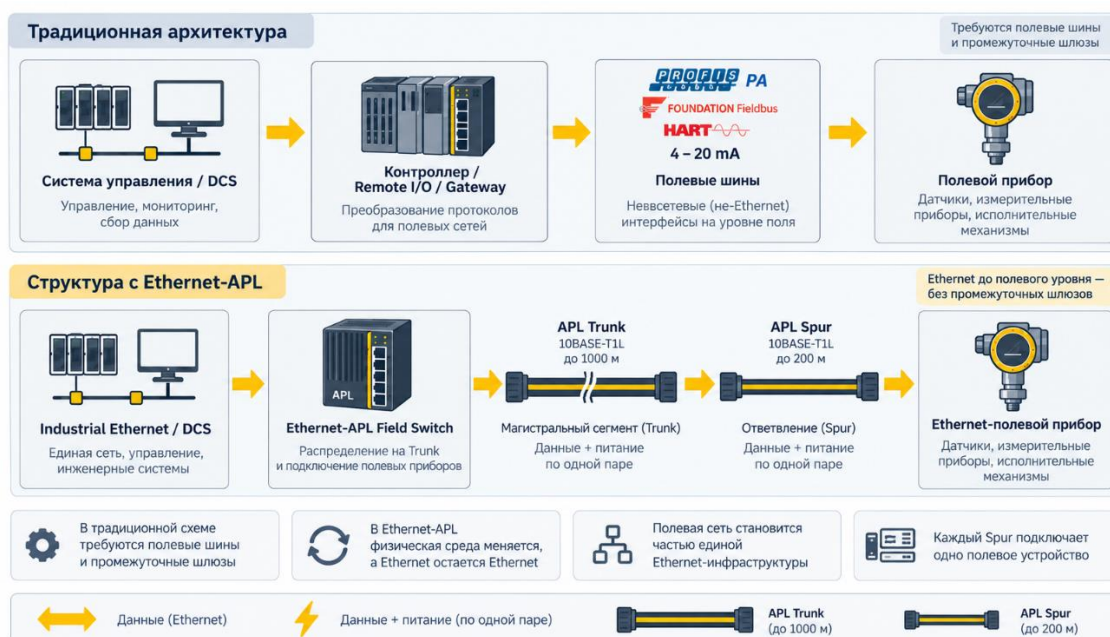
HART-IP over Ethernet-APL.

А не «APL вместо PROFINET».

19. Переход от традиционных полевых шин к Ethernet-APL

Одной из задач Ethernet-APL является модернизация существующей инфраструктуры process automation.

Традиционная архитектура и другая структура с применением Ethernet-APL показана на схеме:



Тем самым Ethernet может доходить непосредственно до устройства.

FieldComm Group в материалах по миграции отмечает принципиальное архитектурное различие: FOUNDATION Fieldbus H1 использует multidrop-сегмент, тогда как Ethernet-APL строится на switched point-to-point соединениях; промежуточным устройством вместо device coupler становится APL Switch.

Возможность использования существующего кабеля

Ethernet-APL проектировался с учётом уже существующей кабельной инфраструктуры process automation. В ряде проектов возможно повторное использование подходящих кабелей, ранее применявшихся для полевых шин.

Однако это не означает, что любой старый кабель автоматически пригоден для APL.

Необходимо проверить его электрические характеристики, состояние, длину, экранирование и соответствие требованиям выбранного APL-сегмента.

Switched architecture вместо multidrop

В классическом Fieldbus несколько приборов могут находиться на одном общем сегменте.

В Ethernet-APL каждый прибор соединяется с отдельным портом Field Switch:

Field Switch Port 1 → Device 1

Field Switch Port 2 → Device 2

Field Switch Port 3 → Device 3

и т. д.

Ethernet-APL Engineering Guideline прямо устанавливает правило: **к каждому Spur подключается одно APL Field Device.**

Это локализует физические неисправности: повреждение одного Spur не означает непосредственного разрыва общего shared-media сегмента остальных полевых устройств.

20. Два основных типа коммутаторов 10BASE-T1L в линейке DIGICOM

С учётом рассмотренных стандартов продукцию DIGICOM целесообразно разделять не просто по наличию 10BASE-T1L, а по **двум различным системам питания и применения.**

Тип 1. Ethernet-APL Field Switch с искробезопасными Spur-портами

Основной представитель — [MORION2200TP-APL-Ex.](#)

Устройство поддерживает:

- 8 × 10BASE-T1L Ethernet-APL Spur;
- 2-WISE;
- APL Power Classes A/C;
- длину Spur до 200 м;
- один 10BASE-T1L Trunk-in до 1000 м;
- возможность питания коммутатора через powered Trunk;

- Gigabit Ethernet RJ45/SFP uplink;
- PTP;
- TSN;
- PRP/HSR.

Это типичный представитель категории:

IS APL Field Switch.

Его ключевая задача — подключение Ethernet-APL полевых приборов, в том числе находящихся во взрывоопасной зоне.

Тип 2. 10BASE-T1L Ethernet-SPE Switch с PoDL

Основной представитель — серия [MORION2200TP-SPE](#).

Серия имеет:

- 8 × 10BASE-T1L SPE;
- PoDL;
- модификацию для Classes 10/11/12;
- модификацию для Classes 13/14/15;
- длину линии до 1000 м;
- SCCP;
- Gigabit Ethernet RJ45/SFP uplink;
- PTP;
- TSN;
- PRP/HSR.

Основная задача такого коммутатора — подключение 10BASE-T1L устройств в невзрывоопасной промышленной среде, особенно когда полевому устройству требуется больше мощности, чем может предоставить искробезопасный APL Spur.

Серия MORION2000T-APL

Серия [MORION2000T-APL](#) занимает более раннюю и универсальную позицию в линейке и имеет модификации как с искробезопасными APL Spur-портами, так и с 10BASE-T1L SPE/PoDL. Например, варианты с восемью Spur Class A и варианты с PoDL.

Важное замечание о SCCP

SCCP относится к системе IEEE PoDL. В APL Engineered Power параметры порта определяются Port Profile заранее; SCCP не является механизмом согласования APL Spur Power.

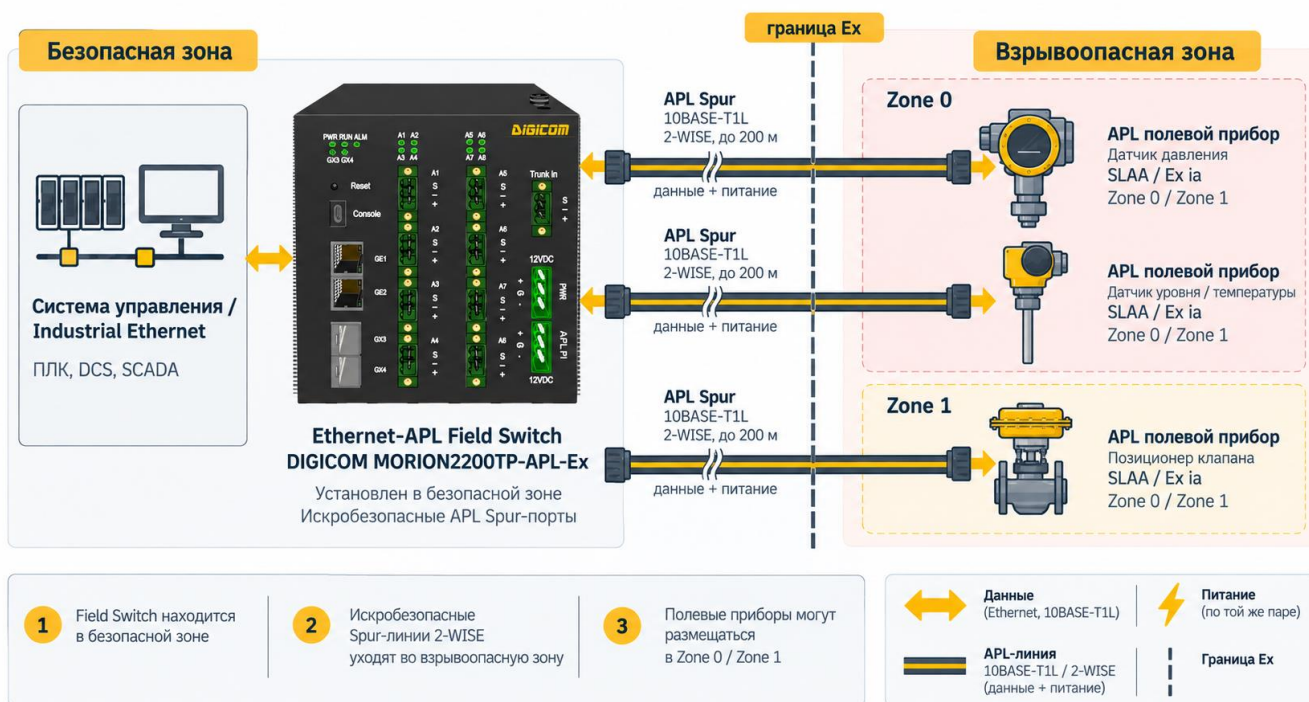
Это подтверждается, в частности, техническим разъяснением Analog Devices: SCCP используется для IEEE PoDL, тогда как для APL voltage и power rating задаются заранее в соответствии с APL-классом.

Поэтому если SCCP присутствует в конкретной аппаратной реализации одновременно с функциями APL, необходимо различать, **к какому именно интерфейсу и режиму питания устройства относится SCCP**. Сам по себе SCCP не является обязательным свойством Ethernet-APL.

21. Типовые схемы применения Ethernet-APL и Ethernet-SPE

Ниже рассмотрены несколько характерных архитектур.

Схема 1. Ethernet-APL Field Switch в безопасной зоне — полевые приборы в Zone 0/1



Это один из наиболее простых вариантов внедрения Ethernet-APL.

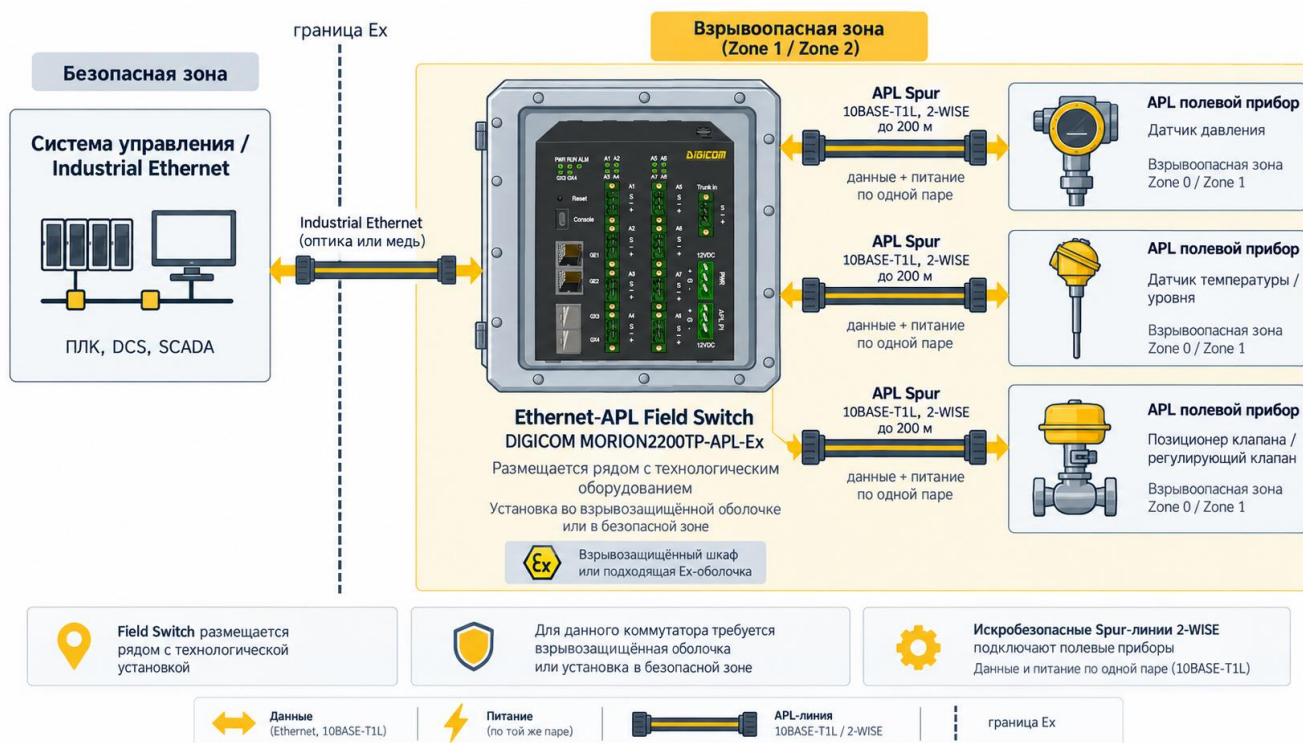
Field Switch находится в безопасной зоне либо в соответствующем шкафу, а его искробезопасные Spur-цепи уходят во взрывоопасную зону.

Для Zone 0 используется соответствующая цепь Ex ia, например комбинация source-профиля SPAA с совместимым load-профилем полевого прибора.

Преимущество такой архитектуры заключается в том, что сам коммутатор не требуется размещать рядом с технологическим аппаратом во взрывоопасной среде.

Максимальная стандартная длина одного APL Spur составляет **200 м**.

Схема 2. Field Switch возле технологического оборудования



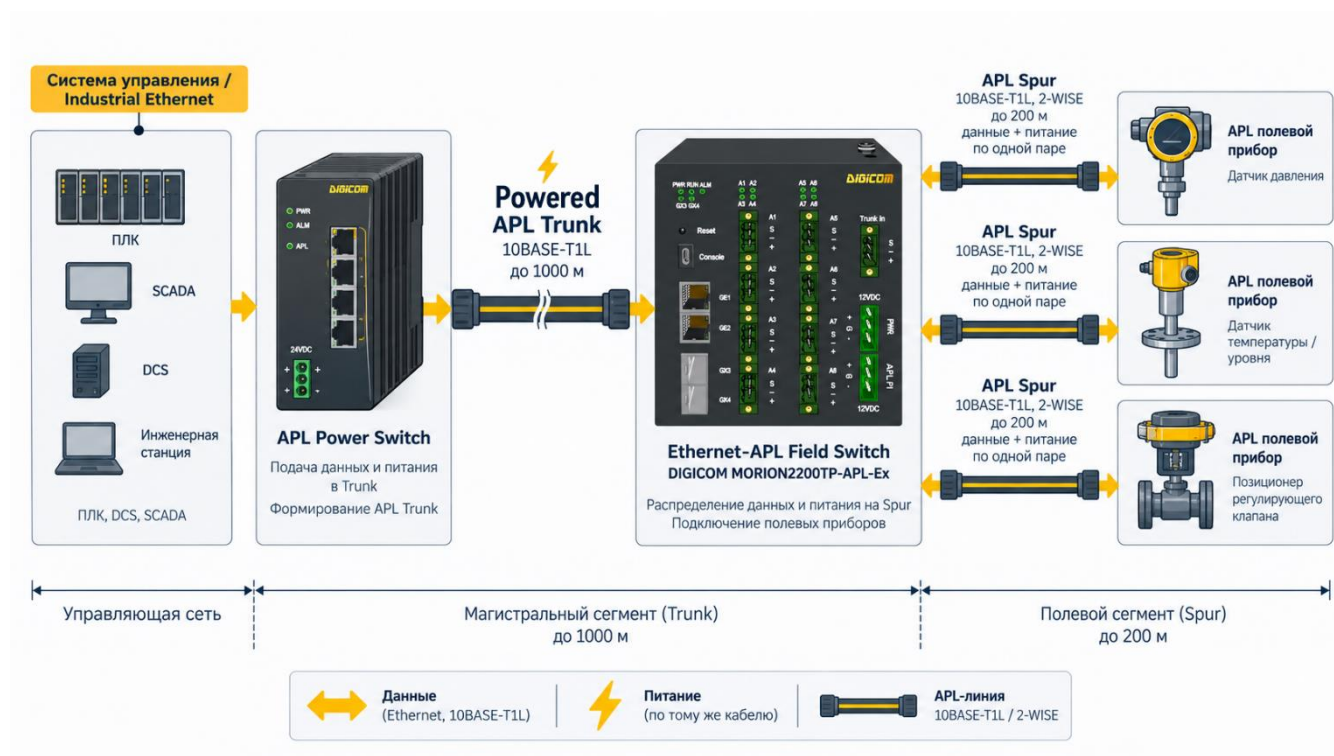
Если расстояние от безопасной зоны до группы полевых приборов велико, Field Switch может быть перенесён ближе к технологической установке.

В этом случае необходимо различать две характеристики:

1. **искробезопасность выходных Spur-цепей;**
2. **допустимость установки самого Field Switch в конкретной Ex-зоне.**

Если сам коммутатор не имеет самостоятельной Ex-маркировки для соответствующей зоны, он должен устанавливаться в подходящей взрывозащищённой оболочке или в безопасной зоне.

Схема 3. Классическая Ethernet-APL архитектура Power Switch — Trunk — Field Switch — Spur



Это наиболее характерная архитектура Ethernet-APL для крупного process-объекта.

Power Switch формирует высокомоощный APL Trunk.

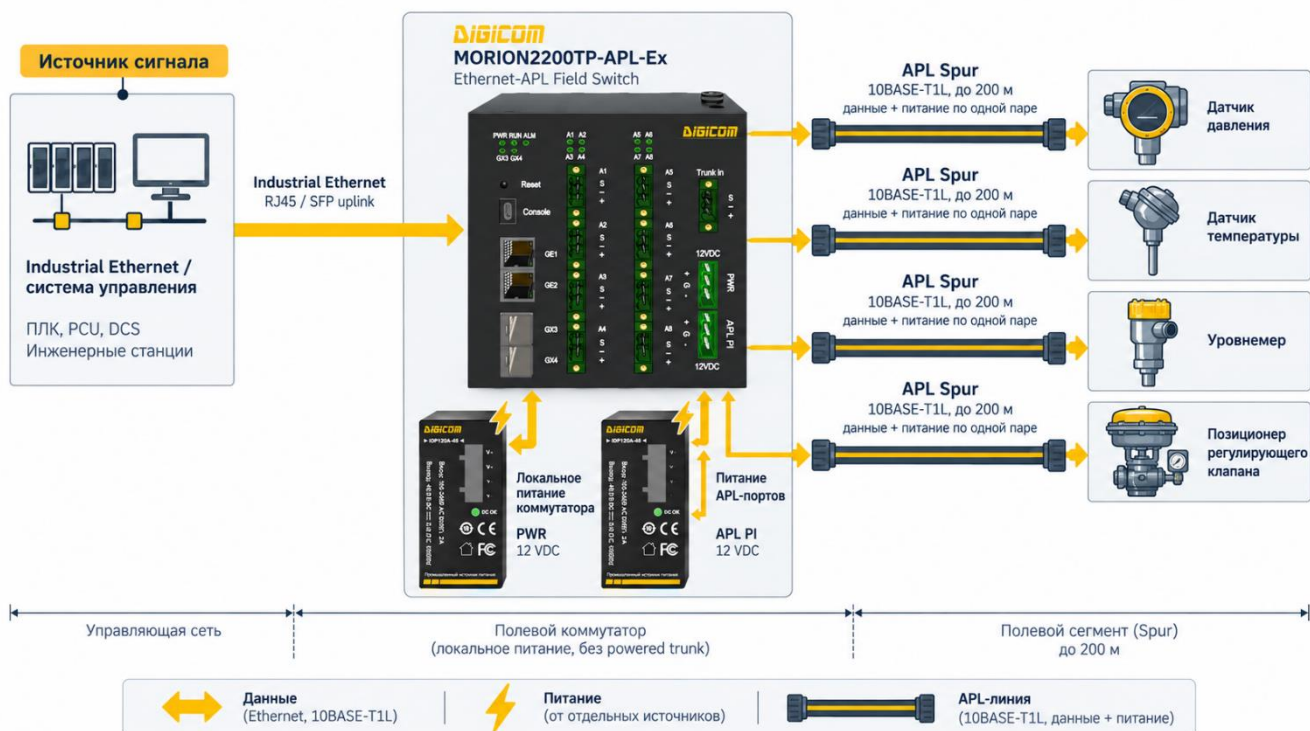
Field Switch принимает:

- Ethernet-данные;
- питание для собственной работы;
- питание, которое затем распределяется между Spur-портами.

Ethernet-APL Engineering Guideline определяет именно такую trunk-and-spur архитектуру и допускает каскадное подключение Field Switch в соответствии с поддерживаемыми портовыми профилями.

[MORION2200TP-APL-Ex](#) имеет порт **Trunk-in 10BASE-T1L до 1000 м**, через который устройство может принимать как данные, так и питание от APL Power Switch.

Схема 4. MORION2200TP-APL-Ex без powered Trunk



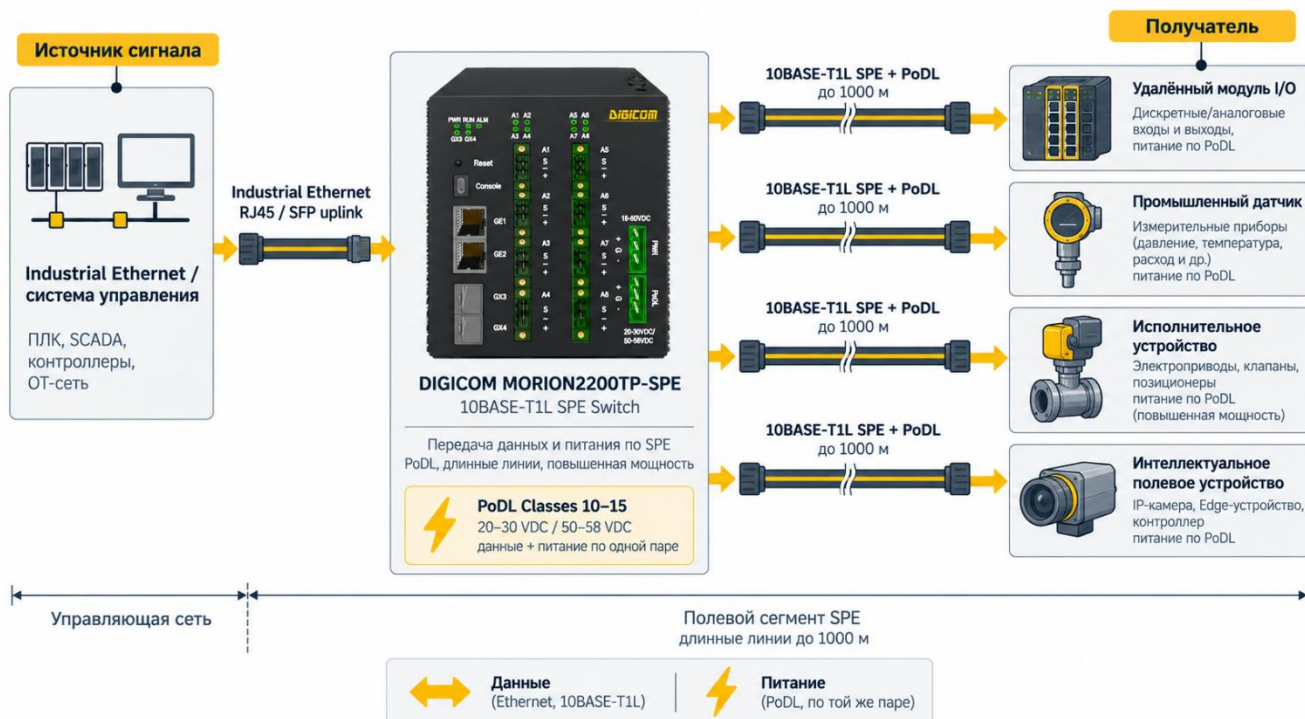
Наличие Trunk-in не означает, что Field Switch обязательно должен питаться через APL Trunk. Для MORION2200TP-APL-Ex предусмотрена также схема с локальным питанием.

Итого у MORION2200TP-APL-Ex предусмотрены два варианта:

- локальное питание самого коммутатора и APL-портов;
- питание коммутатора и Spur-портов через Trunk-in.

Первый вариант удобен там, где до места установки уже подведено питание и нет необходимости создавать отдельную powered APL trunk-инфраструктуру.

Схема 5. Ethernet-SPE с PoDL — длинная линия и повышенная мощность



Здесь нет APL Spur-ограничения 200 м: сам 10BASE-T1L рассчитан на длинные соединения, а допустимая фактическая длина при PoDL определяется также требуемой мощностью, сопротивлением кабеля и выбранным классом.

MORION2200TP-SPE поддерживает две группы PoDL:

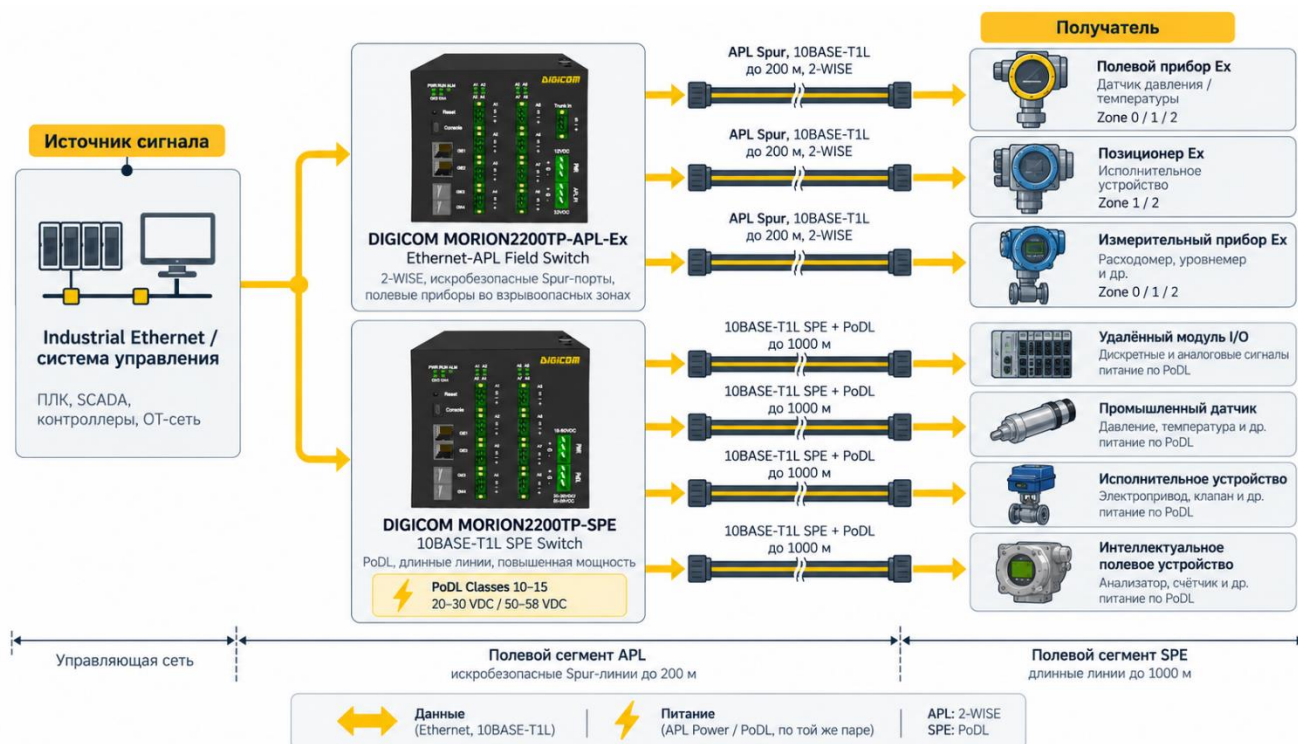
Classes 10/11/12 — 20–30 VDC

и

Classes 13/14/15 — 50–58 VDC.

Чем выше мощность, которую необходимо передать удалённому устройству, тем более важным становится расчёт падения напряжения и сопротивления линии.

Именно поэтому формулировку «PoDL до 1000 м» не следует интерпретировать как возможность передать максимальные 52 Вт Class 15 на любое устройство по любому километровому кабелю.

Схема 6. Смешанная сеть Ethernet-APL + Ethernet-SPE


На реальном промышленном объекте обе технологии могут применяться одновременно.

Такое построение особенно логично на предприятии, где имеются одновременно:

- технологические установки с Ex-зонами;
- невзрывоопасные производственные помещения;
- удалённые датчики;
- более мощные исполнительные устройства;
- Remote I/O;
- системы мониторинга и диагностики.

В этом случае Ethernet-APL и Ethernet-SPE не конкурируют друг с другом, а решают разные задачи на общей Ethernet-инфраструктуре.

Схема 7. Один полевой прибор — возможность APL или SPE



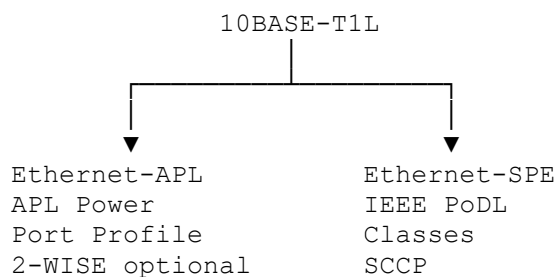
Некоторые современные 10BASE-T1L полевые устройства способны работать с разными типами инфраструктуры при соблюдении требований производителя.

Например, в документации некоторых измерительных приборов Endress+Hauser предусмотрено подключение:

- к APL Field Switch по соответствующему APL Port Profile;
- в non-hazardous application — к совместимому 10BASE-T1L SPE Switch с PoDL.

Такое устройство физически использует 10BASE-T1L в обоих случаях, но режим питания и требования к линии различаются.

Это хорошо иллюстрирует основное соотношение технологий:



22. Что выбрать: Ethernet-APL или Ethernet-SPE с PoDL

Выбор определяется не названием технологии, а условиями объекта.

Требуется подключение прибора в Zone 0/1

Основным вариантом становится:

Ethernet-APL + 2-WISE + соответствующий Ex ia Port Profile.

Например:

SPAA полевой коммутатор (Field Switch) → SLAA полевой прибор (Field Device).

Требуется работа в Zone 2

Возможны различные варианты в зависимости от сертификации устройства. В Ethernet-APL предусмотрены соответствующие Ex ic профили, например SPCC.

Взрывоопасной зоны нет

Если intrinsic safety не требуется, необходимо сравнить:

- требуемую длину линии;
- потребляемую мощность устройства;
- совместимость конкретного прибора;
- существующую кабельную инфраструктуру;
- требования производителя.

Для более энергоёмких устройств существенное преимущество может иметь **Ethernet-SPE с PoDL**, поскольку Classes 10–15 предусматривают значительно большую доступную мощность.

Требуется классическая process-automation trunk/spur архитектура

Логичным выбором является Ethernet-APL:

Power Switch → Trunk → Field Switch → Spur → Field Device.

Требуется отдельная длинная point-to-point линия до устройства

10BASE-T1L SPE с PoDL может оказаться проще, особенно если устройство не относится к Ex-оборудованию.

Упрощённая таблица:

Задача	Наиболее характерная технология
Полевой прибор Zone 0	Ethernet-APL / 2-WISE Ex ia
Полевой прибор Zone 1	Ethernet-APL с соответствующей Ex-сертификацией

Задача	Наиболее характерная технология
Zone 2	Ethernet-APL Ex ic или другое сертифицированное решение
Non-Ex датчик небольшой мощности	APL или SPE — зависит от прибора
Non-Ex устройство повышенной мощности	Ethernet-SPE + PoDL
Trunk 1000 м + Field Switch + Spurs	Ethernet-APL
Длинный point-to-point 10BASE-T1L	Ethernet-SPE
Требуется PoDL Class 10–15	Ethernet-SPE
Требуется 2-WISE	Ethernet-APL

23. Преимущества и ограничения Ethernet-APL и Ethernet-SPE

Общие преимущества 10BASE-T1L

Обе технологии используют общую физическую основу и поэтому имеют ряд общих свойств:

- Ethernet непосредственно на полевом уровне;
- одна пара проводников;
- 10 Мбит/с;
- full duplex;
- point-to-point Ethernet;
- большие расстояния;
- возможность передачи питания по той же паре;
- использование стандартных Ethernet/IP-механизмов;
- отсутствие специализированного протокольного шлюза только из-за смены физической среды.

Дополнительные преимущества Ethernet-APL

Ethernet-APL ориентирован на process automation и добавляет:

- стандартизованную Trunk/Spur архитектуру;
- Port Profiles;
- APL Engineered Power;
- 2-WISE;
- возможность построения искробезопасных Ethernet-линий;
- совместимость устройств разных производителей при соблюдении профилей;
- использование существующих практик process-automation wiring.

Дополнительные преимущества Ethernet-SPE/PoDL

Ethernet-SPE с PoDL позволяет:

- использовать более высокую мощность;
- питать широкий спектр электронных устройств;

- использовать PoDL Classes 10–15;
- применять SCCP;
- строить 10BASE-T1L сети вне ограничений 2-WISE;
- применять технологию в factory и building automation.

Ограничения

10BASE-T1L имеет скорость **10 Мбит/с**, поэтому технология предназначена прежде всего для датчиков, приводов, Remote I/O, диагностических устройств и другого полевого оборудования, а не для магистральной передачи больших объёмов данных.

Для Ethernet-APL необходимо учитывать:

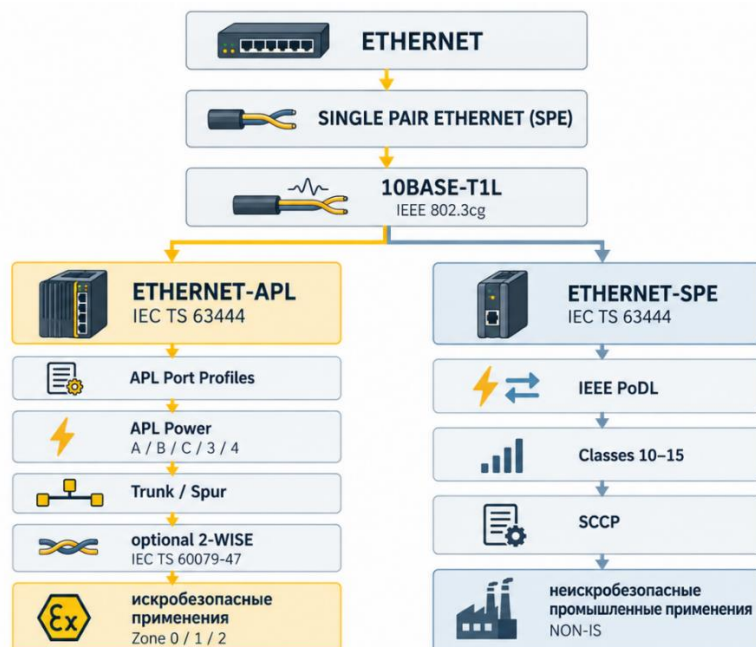
- совместимость Port Profiles;
- APL Power Classes;
- Ex-сертификацию;
- тип кабеля;
- длину Spur/Trunk;
- расположение Field Switch;
- требования IEC 60079.

Для SPE/PoDL требуется учитывать:

- PoDL Class;
- мощность PD;
- напряжение PSE;
- сопротивление и длину кабеля;
- SCCP/режим классификации;
- отсутствие intrinsic safety у стандартного Ethernet-SPE PoDL-профиля.

24. Ethernet-APL и SPE: единая физическая основа, но разные системы применения

Взаимосвязь рассмотренных технологий можно свести к одной схеме:



Главный вывод заключается в том, что **10BASE-T1L является общей физической основой, но не определяет сам по себе ни Ethernet-APL, ни систему питания, ни искробезопасность.**

Ethernet-APL дополняет 10BASE-T1L системой Port Profiles, Trunk/Spur, APL Power и возможностью 2-WISE.

Ethernet-SPE в терминологии IEC TS 63444:2026 использует тот же 10BASE-T1L, но ориентирован на non-intrinsically safe сети и использует IEEE PoDL.

Поэтому два основных типа коммутаторов DIGICOM решают разные задачи:

[MORION2200TP-APL-Ex](#) — Ethernet-APL Field Switch для подключения полевых Ethernet-APL устройств, включая искробезопасные Spur-сегменты во взрывоопасных зонах;

[MORION2200TP-SPE](#) — промышленный 10BASE-T1L SPE-коммутатор с PoDL для невзрывоопасных сетей и устройств, в том числе требующих значительно большей мощности.

Дополнительная серия **[MORION2000T-APL](#)** включает исполнения обоих направлений и может использоваться в зависимости от конкретной архитектуры проекта.

Именно такое разделение позволяет избежать распространённой ошибки, когда любые 10BASE-T1L порты называют Ethernet-APL, а PoDL и APL Power рассматривают как одну и ту же систему.

Корректная последовательность классификации выглядит иначе:

сначала определяется PHY — 10BASE-T1L;

затем профиль применения — Ethernet-APL или Ethernet-SPE;

затем система питания — APL Engineered Power или PoDL;

и только после этого — класс мощности, Port Profile и, при необходимости, уровень intrinsic safety.

Такой подход позволяет проектировать полевые Ethernet-сети исходя не из маркетингового названия оборудования, а из реальных электрических параметров, требований стандартов и условий эксплуатации.

25. Нормативная база в России и ЕАЭС.

Специализированные международные документы IEEE 802.3cg, IEEE 802.3bu, IEC TS 63444 и IEC TS 60079-47 в настоящее время не имеют прямых российских аналогов. При применении Ethernet-APL во взрывоопасных зонах российская нормативная база включает ТР ТС 012/2011 и гармонизированные стандарты серии ГОСТ 31610 / ГОСТ IEC 60079, в том числе ГОСТ 31610.0, ГОСТ 31610.11, ГОСТ IEC 60079-14 и ГОСТ 31610.25. Эти документы регулируют общие требования к Ex-оборудованию и искробезопасным системам, но не заменяют технические спецификации Ethernet-APL и 2-WISE.

Для **IEC 60079-11** сейчас существуют две российские редакции — действующий **ГОСТ 31610.11-2014** и уже принятый **ГОСТ 31610.11-2025 (IEC 60079-11:2023)**, который вводится с 01.01.2027

Для Ethernet-APL оборудования, предназначенного для применения во взрывоопасной среде, ключевой документ в России — не отдельный ГОСТ Ethernet-APL, а **ТР ТС 012/2011 «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах»**. Он действует на территории ЕАЭС и устанавливает обязательные требования к такому оборудованию. К нему утверждены перечни стандартов, применение которых используется для подтверждения соответствия; туда входят, в частности, ГОСТы серии 31610/60079.

Для **10BASE-T1L** и **PoDL** российской нормативной «копии» IEEE 802.3cg / 802.3bu фактически нет. Старый **ГОСТ 34.913.3-91** действительно относится к Ethernet и формально остаётся в фонде, но он основан на ISO 8802-3:1989 и технологически не охватывает ни Single Pair Ethernet, ни 10BASE-T1L, ни PoDL.

С **Ethernet-APL Port Profiles** ситуация аналогична. IEC TS 63444:2026 — уже довольно современный документ: его вторая редакция опубликована 4 июня 2026 года и впервые включает наряду с Ethernet-APL отдельный профиль **Ethernet-SPE с 10BASE-T1L + PoDL**. Российского стандарта, воспроизводящего эту структуру пока не существует.

А вот для **искробезопасности** соответствие значительно лучше. В России/ЕАЭС имеется почти вся базовая нормативная цепочка IEC 60079:

Ex equipment → **ГОСТ 31610.0**

Ex i → **ГОСТ 31610.11**

проектирование и монтаж → **ГОСТ IEC 60079-14**

искробезопасная система → ГОСТ 31610.25
классификация зон → ГОСТ 31610.10-1 / 10-2.

Но здесь принципиально важно: эти ГОСТы **не являются российским вариантом 2-WISE**. IEC TS 60079-47 добавляет к общей системе Ex i специальные правила именно для двухпроводного Ethernet-APL. Сам документ IEC говорит, что требования 2-WISE основываются на IEC 60079-11, -14 и -25, но модифицируются специальными требованиями IEC TS 60079-47.

Итоговая таблица соответствия

Международный документ	Что регулирует	Российский / ЕАЭС документ	Степень соответствия и комментарий
IEEE 802.3cg-2019	10 Mb/s Single Pair Ethernet; 10BASE-T1L и 10BASE-T1S	Прямого современного ГОСТ не найдено. Ближайший по области — ГОСТ 34.913.3-91 (ISO 8802-3-89) «Локальные вычислительные сети. Метод случайного доступа к шине и спецификация физического уровня»	Не эквивалент. ГОСТ 34.913.3-91 основан на Ethernet конца 1980-х и не содержит 10BASE-T1L/SPE. IEEE 802.3cg следует указывать в документации непосредственно. IEEE подтверждает, что 802.3cg добавил 10 Mb/s PDU и передачу по одной симметричной паре. (IEEE 802)
IEEE 802.3bu-2016	PoDL — Power over Data Lines	Прямого ГОСТ для PoDL не найдено	Российского аналога классов PoDL и процедур PoDL не выявлено. Старый ГОСТ 34.913.3-91 относится к Ethernet вообще, но не определяет PoDL и не должен использоваться как эквивалент 802.3bu.
IEC TS 63444:2026	Ethernet-APL Port Profile / Ethernet-SPE Profile; Trunk/Spur, питание, Power Classes, 10BASE-T1L, APL и SPE/PoDL	Прямого ГОСТ не найдено. Наиболее близкий по общей области промышленных сетей — ГОСТ Р МЭК 61784-1-2016 «Промышленные сети. Профили. Часть 1. Профили полевых шин»	Не эквивалент. ГОСТ Р МЭК 61784-1 регулирует семейства промышленных коммуникационных профилей, но не APL/SPE Port Profiles. IEC TS 63444:2026 теперь охватывает как Ethernet-APL, так и Ethernet-SPE с PoDL. (IEC Webstore)
IEC TS 60079-47:2021	2-WISE — 2-Wire Intrinsically Safe Ethernet	Прямого ГОСТ 60079-47 не найдено. Российская нормативная база: ГОСТ 31610.0-2019, ГОСТ 31610.11-2014 /	Это не эквиваленты 2-WISE , а российские аналоги базовых стандартов, на которые опирается 2-WISE. Сама IEC TS 60079-47 прямо говорит, что требования к 2-WISE строятся

Международный документ	Что регулирует	Российский / ЕАЭС документ	Степень соответствия и комментарий
		31610.11-2025, ГОСТ IEC 60079-14-2013, ГОСТ 31610.25-2022	на IEC 60079-11, -14 и -25, совместно с IEC 60079-0. (IEC Webstore)
IEC 60079-0	Общие требования к Ex-оборудованию	ГОСТ 31610.0-2019 (IEC 60079-0:2017)	Прямое гармонизированное соответствие соответствующей редакции IEC. Действует и включён в перечни к ТР ТС 012/2011. Международная серия IEC уже имеет более новую редакцию 60079-0:2026, поэтому российский стандарт пока соответствует редакции 2017 г. (Росстандарт)
IEC 60079-11	Искробезопасная электрическая цепь Ex i	Сейчас: ГОСТ 31610.11-2014 (IEC 60079-11:2011). С 01.01.2027: ГОСТ 31610.11-2025 (IEC 60079-11:2023)	ГОСТ 31610.11-2025 — прямое соответствие современной IEC 60079-11:2023, но на дату анализа ещё не введён в действие . (Росстандарт)
IEC 60079-14	Проектирование, выбор и монтаж электроустановок во взрывоопасных зонах	ГОСТ IEC 60079-14-2013	Российский стандарт действует и является идентичным проекту 5-го издания IEC 60079-14. Международный IEC 60079-14 уже обновлён до редакции 2024, поэтому полного соответствия актуальной международной редакции сейчас нет. (Гарант)
IEC 60079-25:2020	Искробезопасные электрические системы	ГОСТ 31610.25-2022 (IEC 60079-25:2020)	Прямое соответствие. Действует; в обновлённом перечне к ТР ТС 012/2011 применяется с 01.07.2026. Это один из ключевых российских документов при построении IS-систем, в том числе как нормативная база под 2-WISE. (Росстандарт)
IEC 60079-10-1:2020	Классификация газовых взрывоопасных зон 0, 1, 2	ГОСТ 31610.10-1-2022 (IEC 60079-10-1:2020)	Прямое соответствие. Особенно важен для статьи там, где обсуждаются Zone 0 / Zone 1 / Zone 2. (Росстандарт)

Международный документ	Что регулирует	Российский / ЕАЭС документ	Степень соответствия и комментарий
IEC 60079-10-2:2015	Классификация пылевых взрывоопасных зон 20, 21, 22	ГОСТ 31610.10-2-2017/IEC 60079-10-2:2015	Прямое соответствие указанной редакции IEC. Актуально, если в статье рассматриваются не только газовые, но и пылевые среды. (Росстандарт)
IEC 60079-7	Повышенная защита Ex e, в том числе eb/ec	ГОСТ 31610.7-2017 (IEC 60079-7:2015)	Прямое соответствие соответствующей редакции. Может быть релевантно APL Trunk и другим неискробезопасным цепям, когда используется защита Ex e, но не заменяет 2-WISE. (Росстандарт)
IEC 60079-27 / FISCO	Искробезопасная концепция полевой шины FISCO	ГОСТ Р МЭК 60079-27-2012	Это полноценный российский аналог старой концепции FISCO, но не аналог 2-WISE . FISCO относится к полевой шине на основе IEC 61158-2, а 2-WISE — к Ethernet-APL / 10BASE-T1L. Полезен скорее для исторического сравнения. (Росстандарт)
IEC 61784-1 / семейство IEC 61158	Коммуникационные профили промышленных сетей; PROFIBUS/PROFINET, CIP, HART и др.	ГОСТ Р МЭК 61784-1-2016	Российский стандарт существует и прямо охватывает семейства промышленных коммуникационных профилей. В частности, в нём представлены CPF для Foundation Fieldbus, CIP, PROFIBUS/PROFINET, HART и др. Он относится к протоколам промышленной автоматизации, но не определяет физический уровень Ethernet-APL . (Росстандарт)
APL Engineering Guideline	Практическое руководство Ethernet-APL Project	Российского аналога нет	Это не международный стандарт , а отраслевое инженерное руководство. Его можно использовать как справочный источник по проектированию, но не следует представлять как замену ГОСТ или как самостоятельную

Международный документ	Что регулирует	Российский / ЕАЭС документ	Степень соответствия и комментарий
			нормативную основу сертификации.
APL Port Profile — SPAA, SLAA, SPCC и т. п.	Кодирование типа сегмента, роли питания, Power Class и IS Protection Class	В РФ отдельного ГОСТ не найдено; нормативный источник — IEC TS 63444 + для IS IEC TS 60079-47	Профили APL специфичны именно для международной APL-нормативной системы. Российские ГОСТ серии 31610 регулируют взрывозащиту, но не воспроизводят систему APL Port Profiles.
SCCP в PoDL	Служебная классификация/согласование питания PSE–PD	Отдельного российского стандарта нет	SCCP является частью системы PoDL в IEEE 802.3, а не самостоятельным российским протоколом или ГОСТом.

Техническая поддержка

Если вы столкнулись с проблемой при первичной настройке или при эксплуатации, свяжитесь с нашим сервисным центром.

Головной офис, Москва

Телефоны: +7 (495) 723-81-21, +7 (499) 969-81-21

E-mail: sales@dgsys.ru

Техническая поддержка 24/7

E-Mail: support@dgsys.ru

Телефон: +7 (495) 723-33-33

Адрес офиса обслуживания и склада:

117535, г. Москва, Варшавское шоссе, дом 133, строение 2, помещение 301А



Для получения дополнительной информации, посетите наш сайт DGSYS.RU



DIGICOM