

СРЕДЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Все исконно используемые в КС СрПД можно разделить на пять типов:

1. Коаксиальные кабели (coaxials) с различным волновым сопротивлением.
2. Экранированные и неэкранированные кабели на основе витых пар (twisted pairs) различных категорий.
3. Одно- и многорежимные (одно- и многомодовые) оптоволоконные кабели (fiber равно fibre).
4. Эфир (ether).
5. Телефонные пары (phone pairs).

Где: 1, 2, 5 -- «медь» (copper); 3 -- «оптика» (optics); 1, 2, 3, 5 -- проводные (wired) СрПД; 4 -- беспроводные (wireless) СрПД.

Физически проводные СрПД выражаются в виде отдельных *проводов* (wires), *кабелей* (cables) и *шлейфов* (multiconductor cables). В КС в основном применяются различные кабели.

С точки зрения целевой области применения все кабели делятся на:

1. *Кабели для внешней прокладки* (outdoor cables) -- СГД на улице.
2. *Кабели для внутренней прокладки* (indoor cables) -- СГД в помещениях.
3. *Оконечные кабели* (cords) -- для подключения рабочих мест.

Основные отличительные требования outdoor-кабелей: большее число проводников, высокая прочность, улучшенные электро-магнитные характеристики, влагостойкость, широкий диапазон рабочих температур, наличие дополнительных упрочняющих или гальванически развязывающих вставок.

Indoor-кабели отличаются от outdoor-кабелей меньшими габаритами и массой, большей гибкостью, лучшей пожаростойкостью, при сохранении тех же ключевых достоинств.

Кабели cords являются сравнительно простыми и низкокачественными.

В простейшем случае отдельный провод состоит из *физического проводника* (conductor) и *изоляции* (isolation).

Проводники могут быть *одножильными* (solid) и *многожильными* (stranded).

Отдельно выделяются так называемые *витые* (twisted) провода. Обычно вьются два провода, образующие дифференциальную пару.

Традиционно кабели измеряются метрами или футами (1 f = 30,48 sm).

Сечение проводников, используемых в КС (и не только), принято измерять в AWG (American Wire Gauge): диаметр 1 mm соответствует 18 AWG (сечение 0,78 mm<sup>2</sup>, максимальный ток 2,36 А -- при максимально допустимой плотности тока 3 А/mm<sup>2</sup>). Например, стандартное сечение жилы витой пары равно 24 AWG (диаметр около 0,5 mm).

Многие сведения о кабеле, в частности соответствие стандартам, указываются производителями при его маркировке.

Любой разъем (connector) состоит из *вилки* (male) и *розетки* (female). Контакты разъемов могут быть либо штыревыми, либо гнездовыми. В настоящее время для соединения разъемов с проводами пайка практически не используется. Следовательно, широко применяются специальные инструменты и почти всегда отсутствуют соответствующие пайке специальные покрытия проводников.

В сегментах КС широко использовались три базовых вида коаксиальных кабелей: с волновым сопротивлением 50 Ω -- RG-8, RG-58, и с волновым сопротивлением 75 Ω -- RG-59.

Коаксиальные outdoor- и indoor-кабели отличаются от согд-кабелей в основном внешней изоляцией.

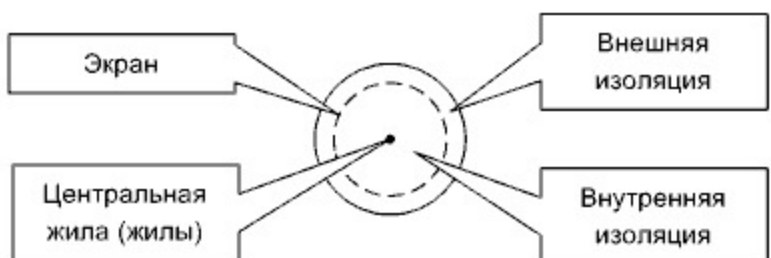


Рисунок -- Структура коаксиального кабеля

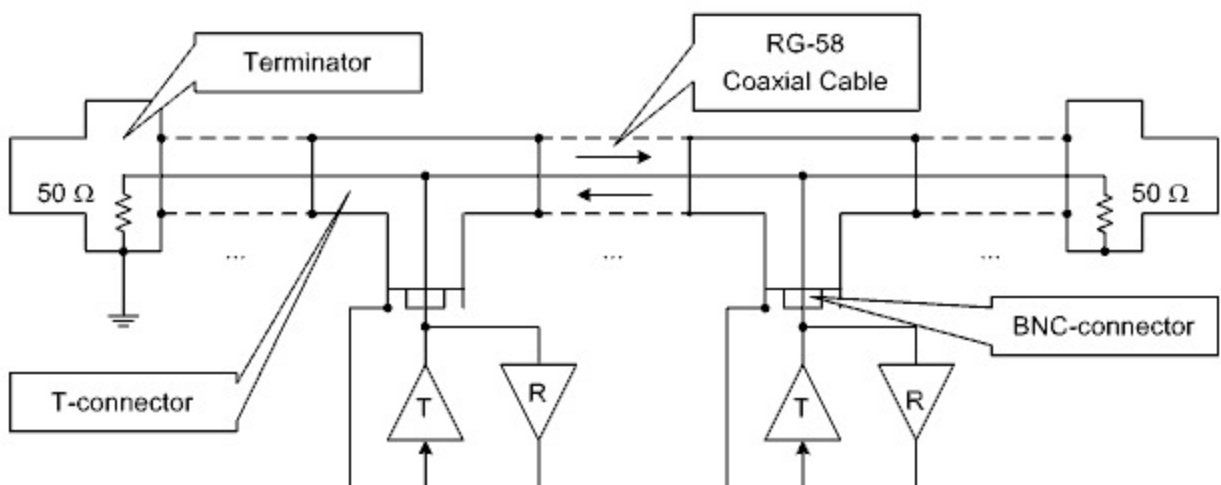


Рисунок -- Пример структуры сегмента с использованием коаксиального кабеля (10BASE2)

Для формирования сегмента на базе коаксиального кабеля необходимо соответствующее количество BNC-разъемов, T-разъемов и пара *терминаторов* (terminators), один из которых заземляется.

В сегментах КС широко используются четыре основных вида кабелей на основе витых пар.

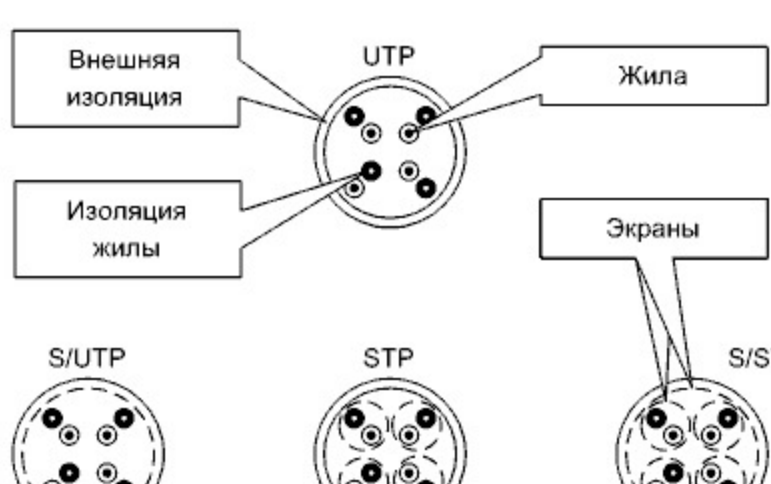


Рисунок -- Структура кабелей на основе витых пар

Где: TP -- Twisted Pair, S -- Shielded, U -- Unshielded, плюс может быть F -- Foiled (если для изготовления экрана применена фольга).

Особо выделяется плоский (flat) кабель для напольной прокладки.

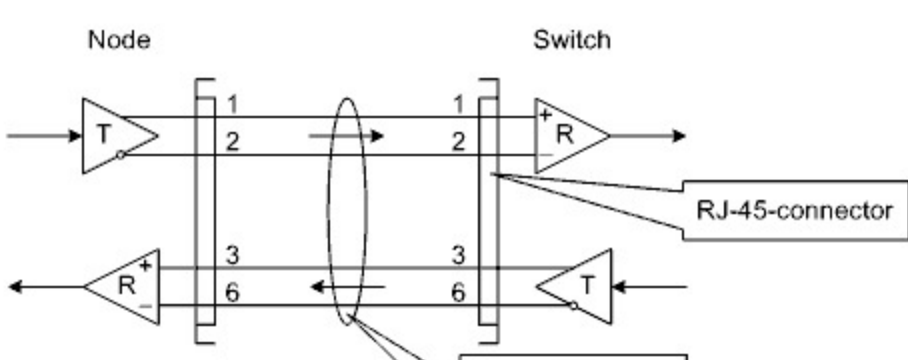


Рисунок -- Пример структуры сегмента с использованием витых пар (100BASE-TX)

В типовых случаях, витыми парами соединяется разноранговое сетевое оборудование. Например, пользовательские станции подключаются к коммуникационному оборудованию, или связывается разноранговое коммуникационное оборудование. При этом используются кабели с «прямой» разводкой. При необходимости, для соединения однорангового оборудования, например непосредственного связывания двух пользовательских станций, используются кросс-кабели -- пары TD и RD скрещиваются. (Полная аналогия с вариантами соединений ООД и АПД.)

Для подключения кабелей на основе витых пар применяются разъемы RJ-45.

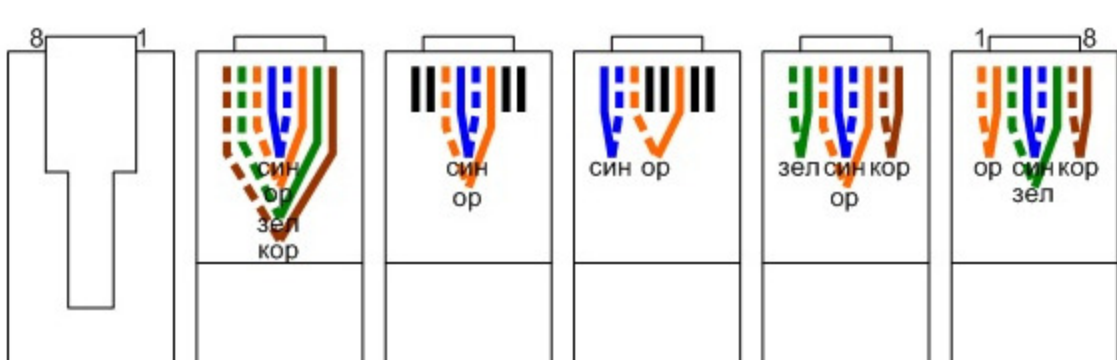


Рисунок -- Стандартная разводка витых пар

(У нас традиционно выбирают вариант 568-B.)

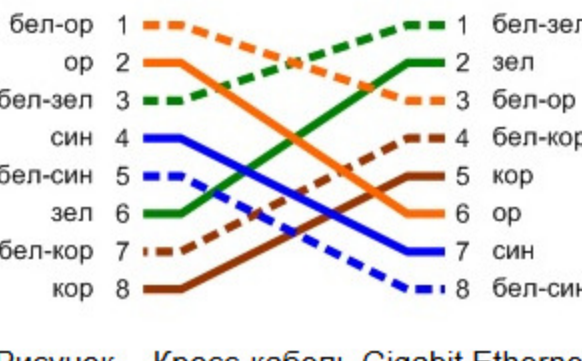


Рисунок -- Кросс-кабель Gigabit Ethernet

Используемые оптоволоконные кабели отличаются большим разнообразием -- следствие относительной дороговизны.

Рабочими компонентами оптоволоконных кабелей являются *световоды* (primary fiber, waveguide, lightpipe), изготовленные из оптического волокна, то есть особого кварцевого стекла. Поскольку оптоволокну очень хрупкое, оно многократно защищается различными способами. Рабочими компонентами самого световода являются *оболочка* (cladding) и *сердцевина* (core).

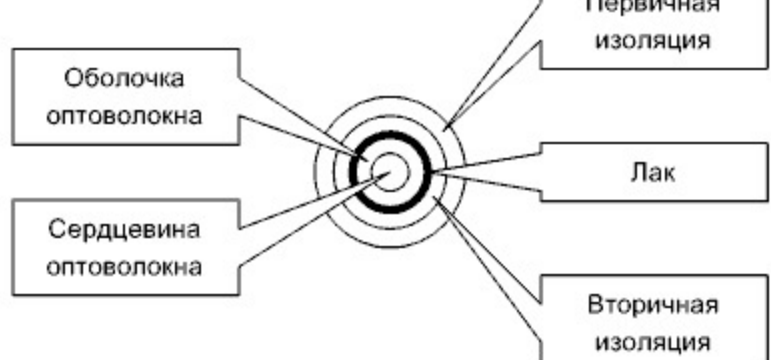


Рисунок -- Структура световода

Стандартами предусмотрены шесть базовых видов световодов: OM1, OM2, OM3, OM4 -- многорежимные; OS1 и OS2 -- одnoreжимные (по-другому MM1, MM2, MM3, MM4; SM1, SM2 соответственно). Отличаются полосой пропускания и другими техническими характеристиками. Диаметр сердцевины: 62,5 μm (американский стандарт) -- OM1; 50 μm (европейский стандарт) -- OM2, OM3 и OM4; 9 μm -- OS1 и OS2. Диаметр оболочки: 125 μm -- для всех видов. Общий же диаметр световода, с учетом буферизации, обычно равен около 250 μm (может быть до 1 mm).

Применяется множество видов оптоволоконных кабелей.

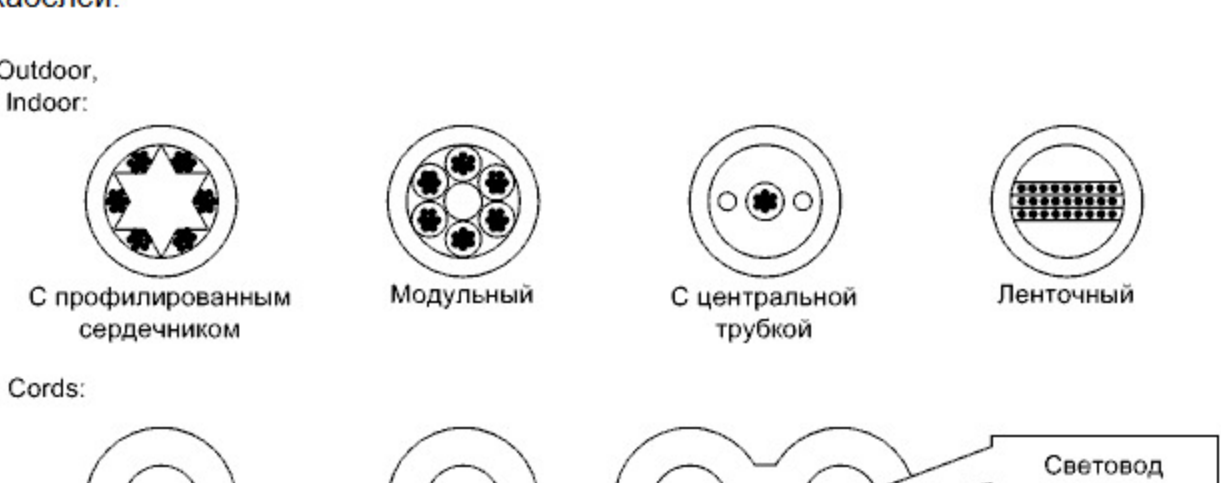


Рисунок -- Примеры структур оптоволоконных кабелей различного назначения

Дополнительно все оптоволоконные кабели делятся на два подтипа:

1. Содержащие металлизированные упрочняющие конструкции или проводники.
2. Полностью диэлектрические.

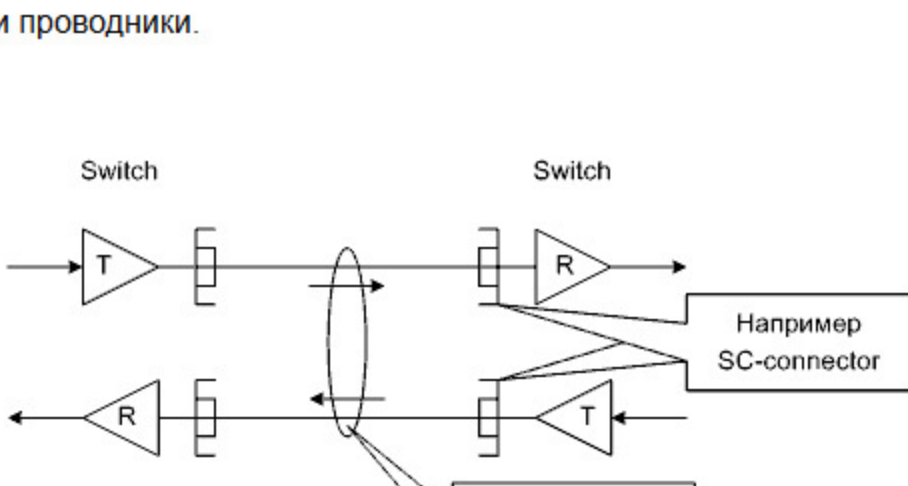


Рисунок -- Пример структуры сегмента с использованием оптического волокна (1000BASE-SX)

Оптоволоконные соединения выполняются двумя способами:

1. Разъемным, причем может быть: -- контактным; -- линзовым.
2. Неразъемным, причем может быть: -- сплавным; -- механическим.

Оптоволоконные разъемы так же отличаются разнообразием: SC, FC, ST, MIC, E-2000 и другие.

Реализации СрПД ЛКС, как правило, соответствуют стандартам семейства IEEE 802.x.

Таблица -- Реализации Ethernet			
Коаксиальный кабель	Витая пара	Оптоволокну	Другие среды
Ранние реализации Ethernet (около 1 Mbit/s)			
Xerox Ethernet	1BASE5 StarLAN1	--	2BASE-TL (телефонная пара)
Ethernet (10 Mbit/s)			
10BASE5 10BASE2 10BROAD36	10BASE-T StarLAN10	FOIRL 10BASE-FB 10BASE-FL 10BASE-FP	10PASS-TS (телефонная пара)
Fast Ethernet (100 Mbit/s)			
--	100BASE-T4 100BASE-TX 100BASE-T2	100BASE-FX 100BASE-SX 100BASE-BX10 100BASE-LX10	--
Gigabit Ethernet (1 Gbit/s)			
1000BASE-CX (твинаксиальный кабель)	1000BASE-T 1000BASE-TX	1000BASE-SX 1000BASE-LX 1000BASE-LX10 1000BASE-EX 1000BASE-BX10 1000BASE-PX20 1000BASE-ZX	1000BASE-KX (кластерные шлейфы)
Gigabit Ethernet (10 Gbit/s)			
10GBASE-CX4 (твинаксиальный кабель) 10GBase-CR (SFP+ Direct Attach, твинаксиальный кабель)	10GBASE-T	10GBASE-SR 10GBASE-LR 10GBASE-ER 10GBASE-LX4 10GBASE-LRM 10GBASE-ZR	10GBASE-KX4 (кластерные шлейфы) 10GBASE-KR (кластерные шлейфы) 10GBASE-SW (WAN SONET) 10GBASE-LW (WAN SONET) 10GBASE-EW (WAN SONET)
Gigabit Ethernet (40 Gbit/s)			
40GBASE-CR4 (твинаксиальный кабель)	--	40GBASE-SR4 40GBASE-LR4 40GBASE-FR	40GBASE-KR4 (кластерные шлейфы)
Gigabit Ethernet (100 Gbit/s)			
100GBASE-CR10 (твинаксиальный кабель)	--	100GBASE-SR10 100GBASE-LR4 100GBASE-ER4	--

Где подчеркнуты ключевые использовавшиеся либо используемые стандарты:

- 10BASE5 -- «толстый» (thick) коаксиальный кабель 50 Ω, внешние приемопередатчики;
- 10BASE2 -- «тонкий» (thin) коаксиальный кабель 50 Ω, интегрированные приемопередатчики;
- 10BASE-T -- две телефонные витые пары;
- 10BASE-FL -- два многорежимных световода, расстояние до 2 km;
- 10BASE-FX -- две неэкранированные либо экранированные витые пары категории 5;
- 100BASE-FX -- два многорежимных световода, с 10BASE-FL совместимости нет;
- 1000BASE-T -- четыре неэкранированные либо экранированные витые пары категории 5;
- 1000BASE-SX -- коротковолновые (short wavelength) лазеры, два многорежимных световода, расстояние до 220 m (62,5 μm) либо до 550 m (50 μm);
- 1000BASE-LX -- длинноволновые (long wavelength) лазеры, два одnoreжимных либо многорежимных световода, расстояние до 5 km (одnoreжимные световоды) либо до 550 m (многорежимные световоды);
- 10GBASE-T -- четыре неэкранированные либо экранированные витые пары категории 6;
- 10GBASE-SR -- коротковолновые лазеры, два многорежимных световода, расстояние до 33 -- 400 m в зависимости от вида (то есть качества) световодов;
- 10GBASE-LR -- длинноволновые лазеры, два одnoreжимных световода, расстояние до 10 km;
- 10GBASE-ER -- экстрадлинноволновые (extra long wavelength) лазеры, два одnoreжимных световода, расстояние до 30 km.