

Под **структурированной кабельной системой** обычно понимают слаботочную телекоммуникационную кабельную систему, обслуживающую все инженерные системы предприятия, расположенные в его зданиях и на его территории.

Структурированная кабельная система имеет:

- стандартизованную структуру и топологию;
- стандартизованные компоненты;
- стандартизованные электромагнитные характеристики линий и каналов связи;
- стандартизованные методы администрирования кабельной системой.

Структурированная кабельная система обладает рядом **преимуществ** перед обычными кабельными системами:

- универсальность;
- высокая адаптивная способность к изменениям внешних условий («гибкость»);
- низкие трудозатраты при эксплуатации;
- высокую экономическую эффективность.

на строительство на 14%, на время труда - на 49% и на эксплуатацию - на 34%.

БАЗОВЫЕ СТАНДАРТЫ

Стандарты СКС задают:

- правила и требования построения СКС,
- рабочие параметры кабельных линий,
- описывают функциональные элементы СКС
- правила монтажа,
- методики проводимых измерений,
- требования к телекоммуникационному заземлению,
- принципы администрирования

Организации стандартизации: международные, региональные и национальные

Инициатор стандартов СКС – США.

Стандарты США:

Ассоциации промышленности средств связи - **TIA**

Ассоциации электронной промышленности - **EIA**

Американского национального института стандартизации - **ANSI**

Международные организации:

Международная электротехническая комиссия – **МЭК**

Международная организация по стандартизации – **ИСО**

Европа: Европейский комитет по электротехническим стандартам **CENELEC**

Стандарт	Название стандарта	Уровень стандарта
TIA/EIA-568C	Commercial Building Telecommunications Wiring Standard	Североамериканский стандарт
ISO/IEC 11801-2002	Information Technology. Generic cabling for customer premises	Международный стандарт
CENELEC EN 50173	Information Technology. Generic cabling systems	Европейский стандарт
ГОСТ Р 53246-2008	общие требования к узлам СКС	Российские стандарты (введены в действие с 01.01.2010 г.)
ГОСТ Р 53245-2008	методика испытаний	

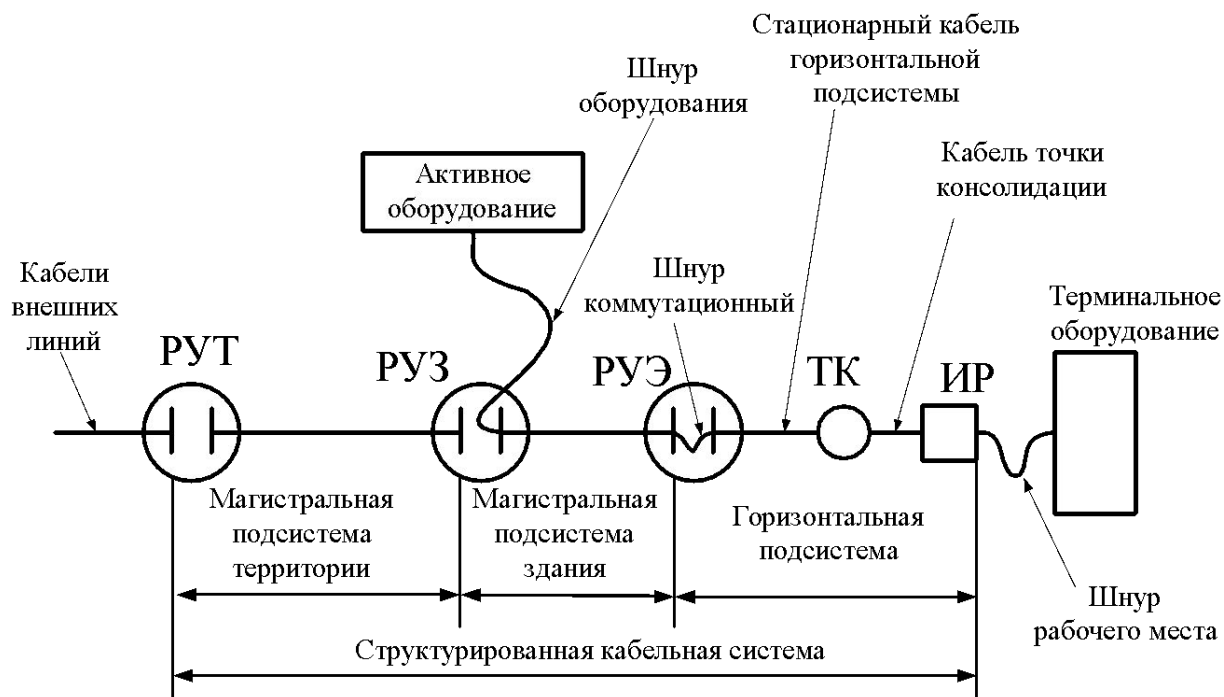
СТРУКТУРА КАБЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

четыре вида функциональных компонентов:

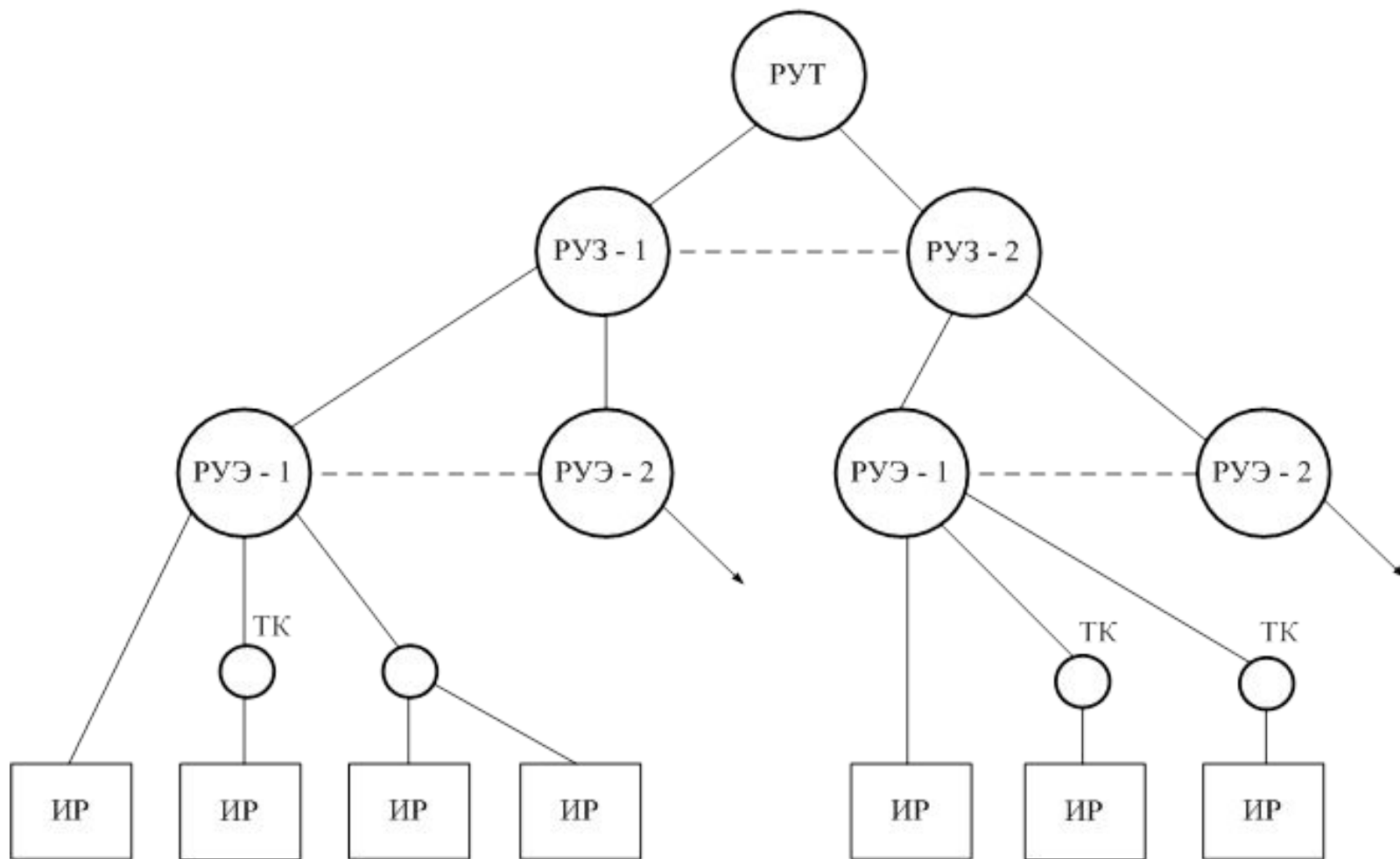
- кабели (электрические и оптические);
- распределительные устройства;
- информационные соединители;
- точки консолидации.

Структурированная кабельная система включает в себя **три подсистемы**:

- магистральную подсистему территории – МПТ
- магистральную подсистему здания - МПЗ
- горизонтальную подсистему - ГП



ТОПОЛОГИЯ СТРУКТУРИРОВАННОЙ КАБЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ



СКС - «4-3-4»:

«4» - четыре признака СКС - стандартизованные:

- 1) структура и топология,
- 2) компоненты,
- 3) электромагнитные характеристики,
- 4) методы администрирования;

«3» - три подсистемы СКС:

- 1) магистральная подсистема территории,
- 2) магистральная подсистема здания,
- 3) горизонтальная подсистема;

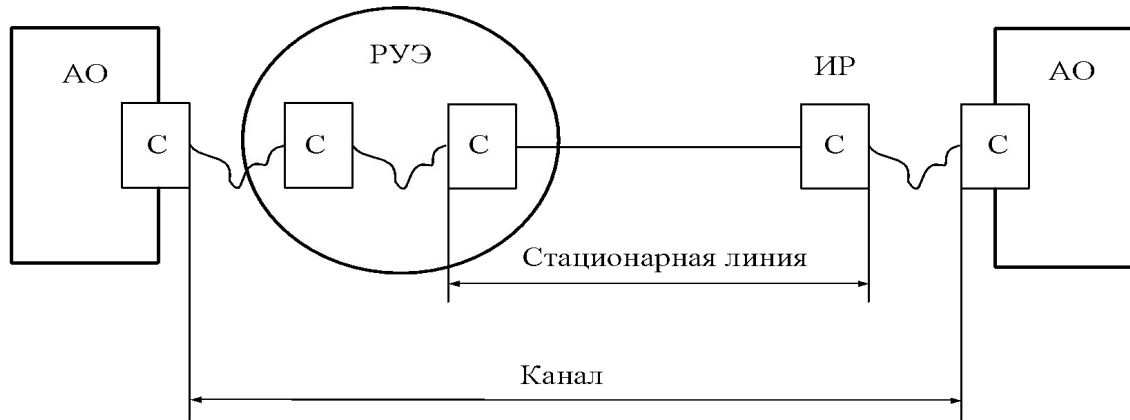
«4» - четыре вида функциональных элементов:

- 1) кабели,
- 2) распределительные устройства всех рангов,
- 3) информационные разъемы (соединители),
- 4) точки консолидации.

КЛАССИФИКАЦИЯ СИММЕТРИЧНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КАНАЛОВ И ЛИНИЙ

Канал - тракт передачи сигналов по СКС от одного активного блока аппаратуры до другого

Стационарная линия - часть тракта передачи сигналов по установленной СКС, включающая в себя стационарный кабель и соединители на его концах.



Конфигурации
стационарной линии и
канала
для горизонтальной
подсистемы

стандарт ISO 11801:

Для каналов и линий - **классы** в зависимости от предельной частоты или полосы пропускания кабельной линии.

Для пассивных компонентов (кабели, телекоммуникационные разъемы, кроссовое и коммутационное оборудование) - **категории**

В стандарте TIA-EIA-568B - **категории**

ISO/IEC 11801			TIA/EIA-568C	
Полоса частот, МГц	Класс	Категория компонентов	Категория компонентов	Полоса частот, МГц
до 0,1	A	не определена		
до 1	B	не определена		
до 16	C	категория 3	Cat 3	до 16
до 100	D	категория 5e	Cat 5e	до 100
до 250	E	категория 6	Cat 6	до 250
до 500	E _A	категория 6a	Cat 6a	до 500
до 600	F	категория 7		
до 1000	F _A	категория 7a		

Примеры:

для работы приложения Гигабит Ethernet - канал класса D
все пассивные элементы кабельной линии - не ниже категории 5e.

Для работы приложения 10 Гигабит Ethernet - канал класса «E_A»
все пассивные элементы кабельной линии - не ниже категории 6a.

НОРМИРУЕМЫЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ КАНАЛОВ И СТАЦИОНАРНЫХ ЛИНИЙ

Характеристическое (волновое) сопротивление, Z_c , англ. - Impedance

Волновое сопротивление для каналов и стационарных линий СКС определяется

выбором кабелей и компонентов, а также качественным их монтажом.

класс каналов	Номинальное значение Z_c
А, В и С	100 Ом (допускается значение 120 ± 15 Ом)
Д, Е и F	100 ± 15 Ом

Потери ввода (Insertion Loss, L) - уменьшение амплитуды импульсов на выходе канала. В идеальном случае $IL=0$

Причины возникновения:

- джоулевы потери в проводнике и изоляции,
- отражения на скачках волнового сопротивления.

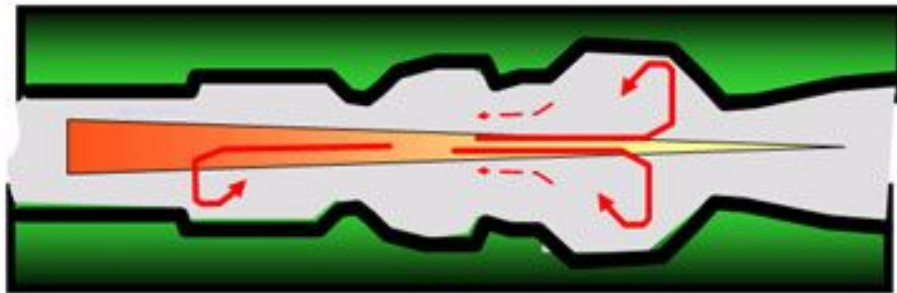
$$IL = 20 \lg(U_{IL}/U_0),$$

где U_{IL} - амплитуда выходного импульса,

U_0 — амплитуда входного импульса линии.

Возвратные потери (Return Loss, RL) – появление импульса, распространяющегося в обратном направлении.

В идеальном случае $RL = -\infty$, измерять надо на обоих концах канала или линии.



Причины возникновения:

- неоднородность волнового сопротивления Z_c по длине линии (канала);
- несогласованность Z_c с сопротивлением нагрузки Z_n .

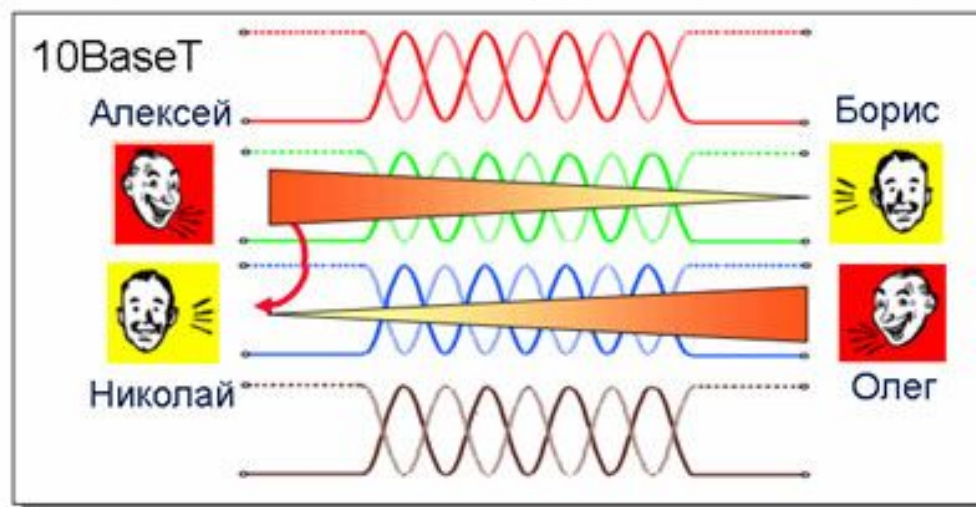
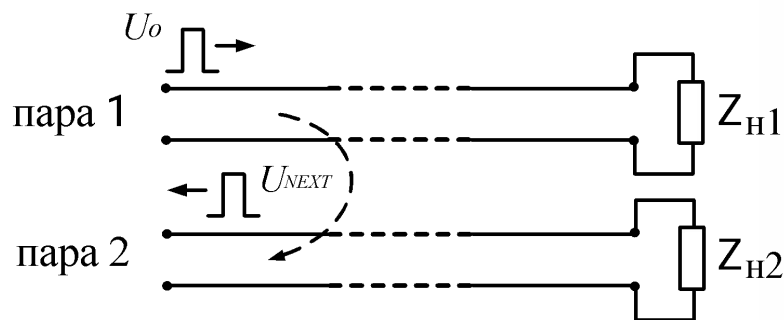
$$RL = 20 \lg(|U_{RL}|/U_0),$$

где $|U_{RL}|$ - амплитуда отраженного импульса (по модулю), U_0 — амплитуда входного импульса линии.

Переходное затухание на ближнем конце

(англ. Near End CrossTalk Loss - **NEXT**).

Проявляется в том, что при подаче импульса на вход одной пары, на входе другой пары на этом же конце кабеля также появляется импульс. В идеальном случае $NEXT = -\infty$, измерять надо на обоих концах тракта.



$$NEXT = 20 \lg (U_{NEXT}/U_0), \text{ дБ},$$

где U_{NEXT} - амплитуда импульса, наведенного на входе пары,

U_0 - амплитуда импульса, передаваемого по соседней паре.

«Суммарное» переходное затухание на ближнем конце

(англ. Power Sum NEXT или PSNEXT) –

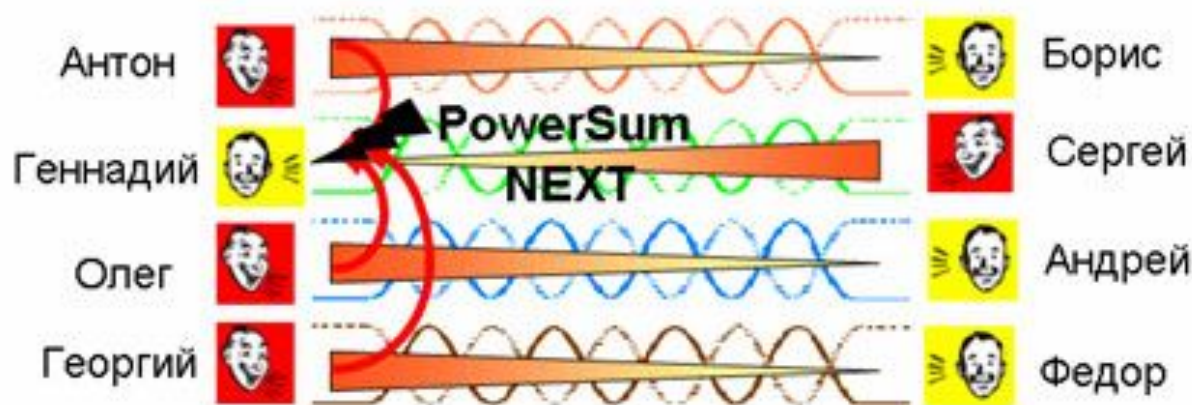
это параметр, который характеризует наводку на одной паре от всех остальных пар, работающих одновременно.

Параметр PSNEXT вычисляется по измеренным значениям параметра NEXT для каждого сочетания пар по формуле:

$$PSNEXT(k) = -10 \lg \sum_{i=1, i \neq k}^n 10^{-0.1 NEXT(i,k)}$$

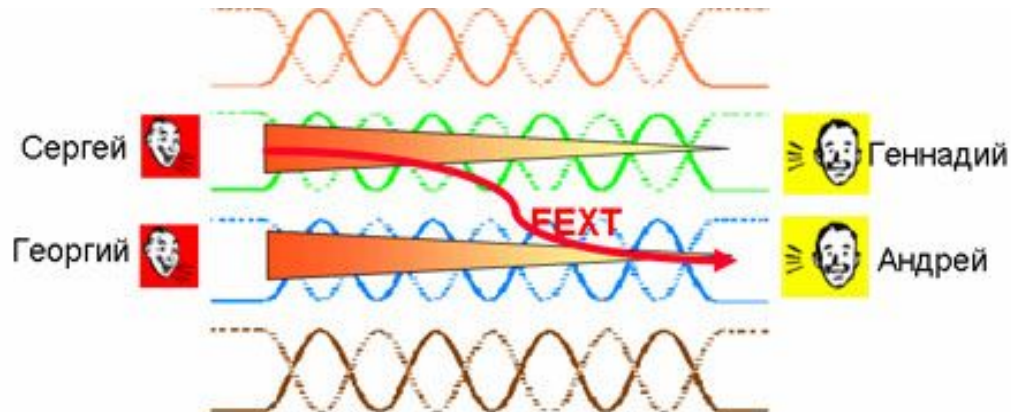
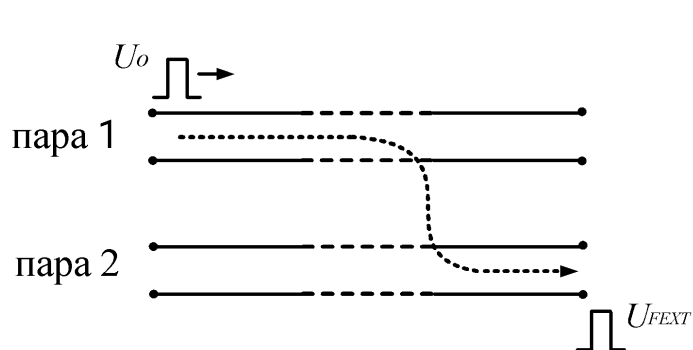
где $NEXT(i, k)$ – параметры NEXT для пары подверженной влиянию и влияющей пары, соответственно, n - число пар.

Параметры PSNEXT специфицированы только для классов D, E, F и должны измеряться на обоих концах тракта.



Переходное затухание на дальнем конце (англ. - Far End Cross Talk или FEXT) и его «суммарное» значение (PSFEXT).

При подаче импульса на вход одной пары, на выходе другой пары появляется импульс.



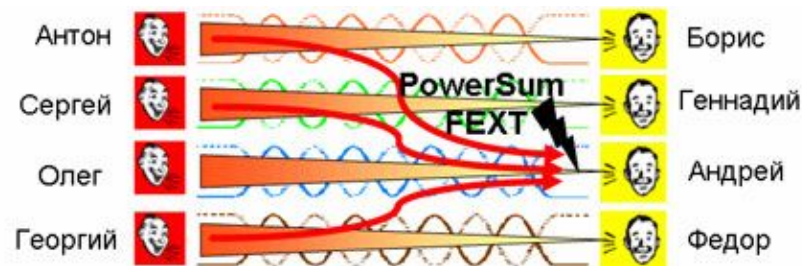
Определяется из соотношения: $FEXT = 20 \lg (U_{FEXT}/U_0)$, дБ,
 где U_{FEXT} - амплитуда импульса, наведенного на выходе пары,
 U_0 - амплитуда импульса, передаваемого по соседней паре.

PSFEXT вычисляется по формуле:

$$PSFEXT(k) = -10 \lg \sum_{i=1, i \neq k}^n 10^{-0.1 FEXT(i,k)}$$

где $FEXT(i, k)$ – параметры FEXT

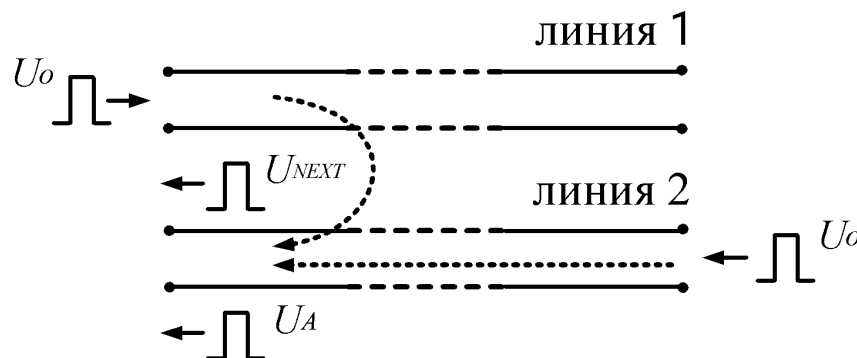
для пары подверженной влиянию и влияющей пары,
 соответственно, n - число пар.



Отношение перекрестной наводки к сигналу на ближнем конце, ACR-N (англ. attenuation to crosstalk ratio near end).

Параметр ACR-N используется только для классов D, E, F и измеряется на обоих концах тракта.

ACR-N характеризует отношение «сигнал/помеха» на приемном конце линии.



параметр **ACR-N** не измеряется, а определяется через параметры NEXT и IL:

$$\mathbf{ACR-N}_{(i,k)} = \mathbf{NEXT}_{(i,k)} - \mathbf{IL}_{(k)},$$

где i - номер влияющей пары,

k - номер пары подверженной влиянию,

$\mathbf{NEXT}_{(i,k)}$ - параметр NEXT, обусловленный воздействием пары i на пару k , $\mathbf{IL}_{(k)}$ - параметр IL для пары k .

Улучшение **ACR-N** можно добиться улучшением качества монтажа витых пар, например, минимизацией длины их расплетения на соединительных устройствах.

Отношение затухания к суммарным перекрестным наводкам. PS ACR-N
(англ. power sum attenuation to crosstalk ratio near end) –

учитывает влияние всех работающих пар на одну конкретную, вычисляется по формуле:

$$PSACR-N_k = PSNEXT_k - IL_k ,$$

где k - номер пары, подверженной влиянию,
 $PSNEXT_k$ - суммарный параметр пары k ,
 IL_k - потери ввода пары k .

Параметр PSACR-N не измеряется, а вычисляется по формуле на обоих концах тракта.

Отношение перекрестной наводки к сигналу на дальнем конце,

Параметр **ACR-F**_(i,k) на дальнем конце тракта аналогичен параметру ACR на ближнем конце и определяется соотношением:

$$\mathbf{ACR-F}_{(i,k)} = \mathbf{FEXT}_{(i,k)} - \mathbf{IL}_{(k)},$$

где i - номер влияющей пары,

k - номер пары подверженной влиянию,

$\mathbf{FEXT}_{(i,k)}$ - параметр FEXT, обусловленный воздействием пары i на пару k , $\mathbf{IL}_{(k)}$ - параметр IL для пары k .

Параметр **ACR-F** определяется на обоих концах тракта и в идеальном случае $\mathbf{ELF} = -\infty$

отношение затухания к суммарным однонаправленным наводкам

PS ACR-F

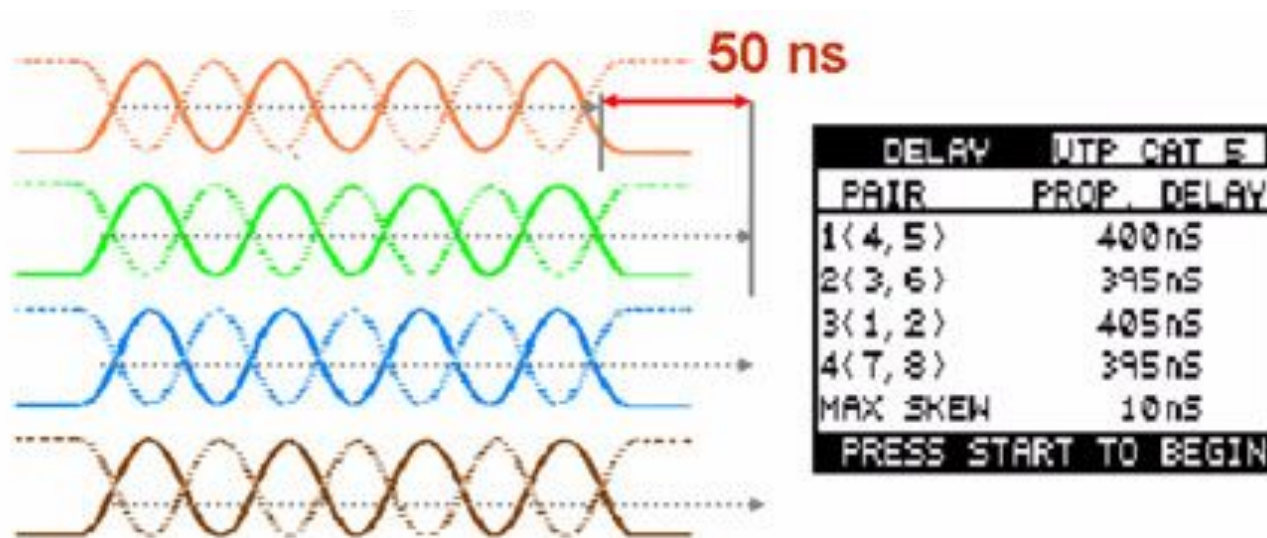
учитывает взаимное влияние пар при наличии сигналов во всех парах одновременно.

Задержка сигнала (англ. Propagation Delay, PD)

и перекос задержек (англ. Delay Skew, DS)

вводятся для оценки качества трактов по «временной симметрии».

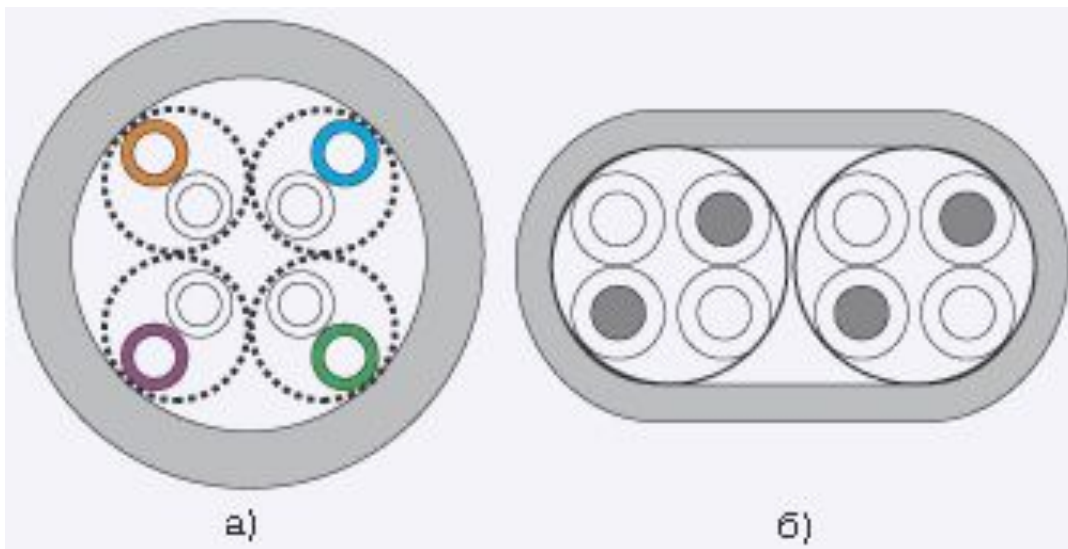
Для правильного функционирования аппаратуры, в которой используется одновременная передача сигналов по всем парам n -парного тракта, необходимо обеспечить минимальные задержки и равенство задержек во всех парах.



Канал с Delay Skew более чем 50 ns не может достоверно передавать данные сетевого приложения Gigabit Ethernet

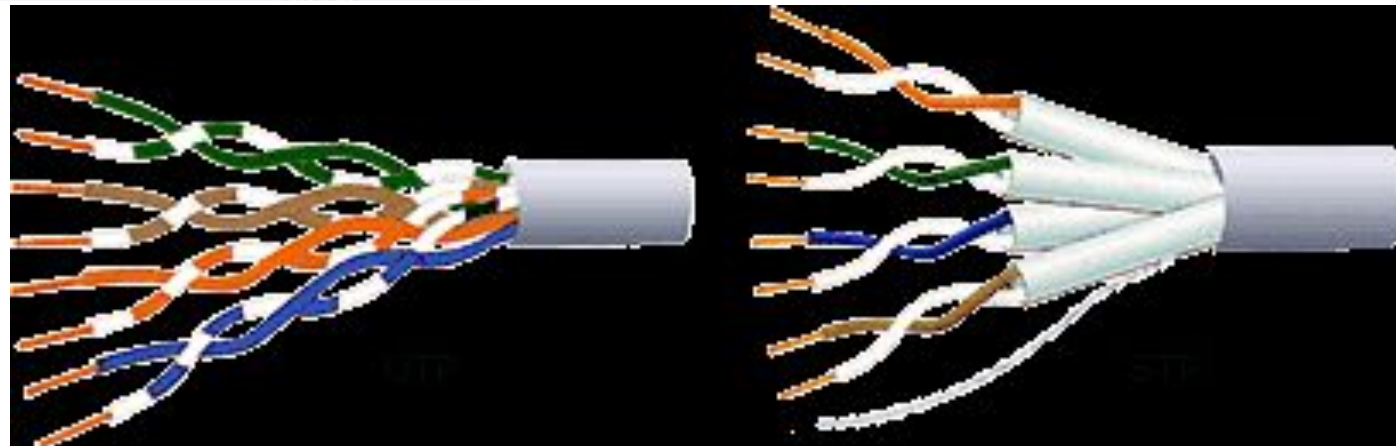
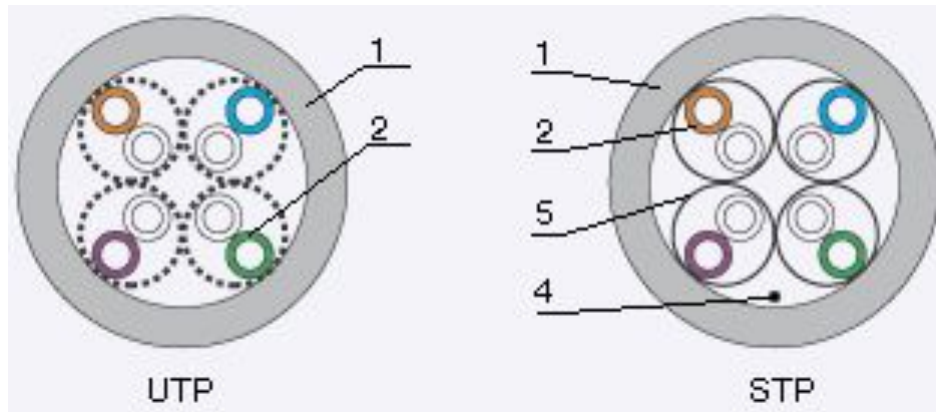
виды скрутки проводников горизонтального кабеля:

- парная
- четверочная



UTP (unshielded twisted pair) - неэкранированная витая пара – это одна или несколько пар скрученных проводов, заключенных в пластиковую оболочку. Провода в каждой паре скручены симметрично и равномерно, а шаг скрутки в каждой паре свой.

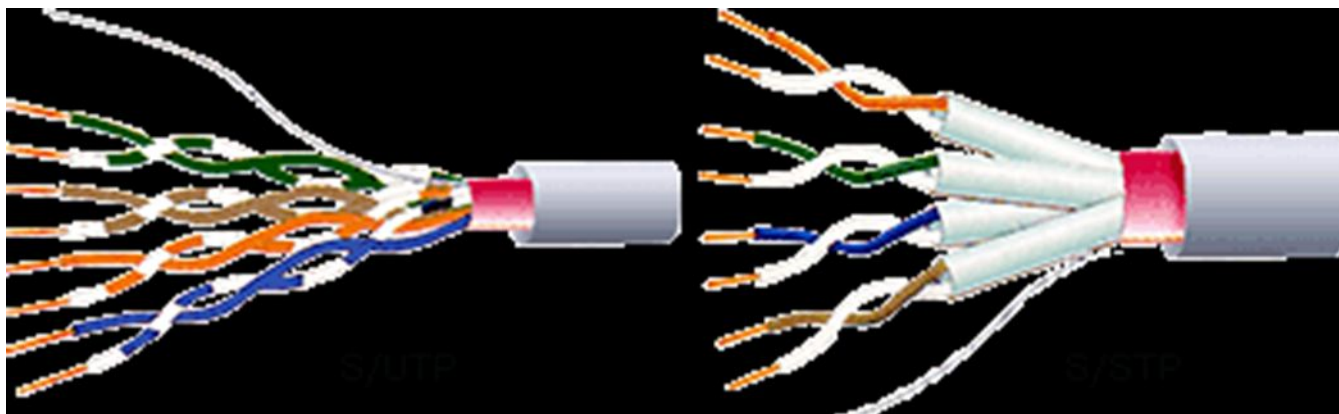
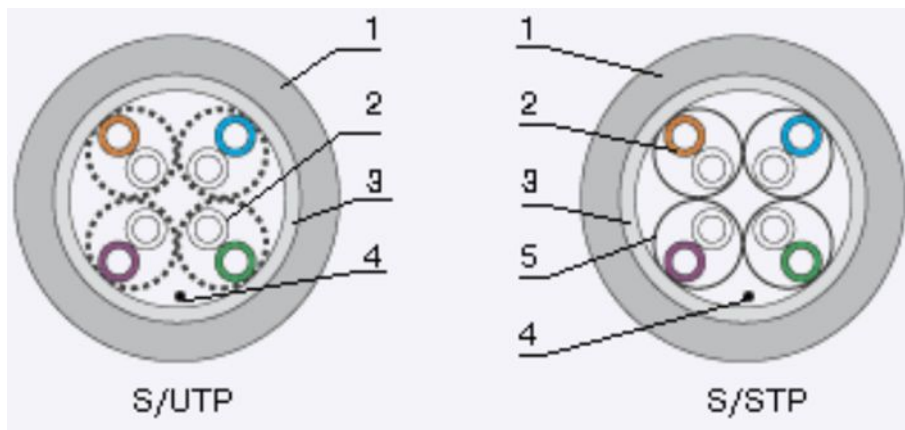
STP (shielded twisted pair) - экранированная витая пара - это кабель, в котором каждая витая пара окружена экраном из металлической фольги или сетки.



ScTP (screened twisted pair) или FTP (foiled twisted pair) - это одна или несколько витых пар проводников, помещенных в цельный экран из ламинированной фольги

S-FTP (Screened Foiled Twisted Pair) или S-STP (Screened Shielded Twisted Pair) - пара имеет индивидуальный экран, а также имеется общий экран или оплетка

PiMF (англ. pairs in metal foil) - кабели с индивидуальным экранированием витых пар и общим экраном из проволоочной оплетки.



Для конструкций симметричных кабелей международный стандарт ISO/IEC 11801:2002(E) предложил формат — XX/XXX.

два первых знакоместа - это два слоя внешних экранов кабеля,
первое знакоместо - это первый снаружи экран:

F-фольга,

S- оплетка,

U - экраны отсутствуют

Три знакоместа после черты - это:

- первое — вид экрана кабельного элемента:

U- без экрана,

F - экран из фольги;

- два следующих- вид симметричного кабельного элемента:

TP - витая пара ,

TQ - витая четверка

Кабель ЭКС-ГВВ Э/Э-5 4х2х0,52	
Обозначение	Расшифровка
ЭКС	Код производителя
Г	Г – горизонтальный М – магистральный Ш – шнур
ВП	Витая пара
В	В – оболочка из ПВХ или полиэтилена Н – оболочка из материала не распространяющего горение и с низким выделением дыма
Э	Экран поверх сердечника
П	Экран поверх каждой витой пары
5	Категория кабеля
4	Количество пар
2	пара
0,52	0,52 - Диаметр однопроволочной жилы 0,6 - Диаметр многопроволочной жилы

Пример маркировки кабеля
производство «эликс-
кабель»

Цветовая маркировка 4-парного кабеля

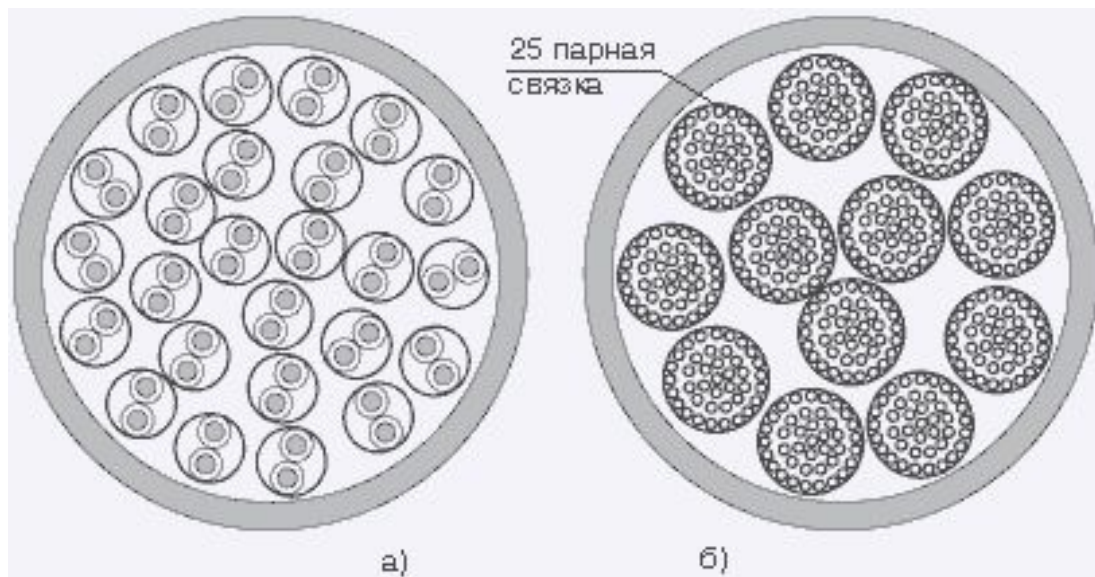
Номер пары	Цвет основной/полоски	
	прямой	обратный
1	белый/синий	синий
2	белый/оранжевый	оранжевый
3	белый/зеленый	зеленый
4	белый/коричневый	коричневый

PVC - поливинилхлорид – горючий материал, выделяет токсичные газы при горении, тлеет.

PE – полиэтилен, при горении не выделяется галогенов, но горит очень быстро.

LSZH или LS0H (англ. Low Smoke Zero Halogen) – материалы на основе поливинилхлорида и полиэтилена

UL 910, UL 1666, UL 1581



25-парный кабель категории

300-парный кабель категории 3

Номер пары в группе	Основной цвет	Номер группы (пары)	дополнительный цвет	
1	синий	1 (1 – 5)	белый	буратино
2	оранжевый	2 (6 – 10)	красный	красит
3	зеленый	3 (11 - 15)	черный	чердак
4	коричневый	4 (16 - 20)	желтый	желтым
5	серый	5 (21 - 25)	фиолетовый	фломастером

Экранированные соединительные кабели

MRJ21 / MRJ21

- Простота инсталляции и удобство эксплуатации
- Высокая электромагнитная совместимость
- Фабричное изготовление и тестирование
- Два винта для надежной фиксации кабеля в кассете/панели
- Плотность соединения в 1,5-4 раза большая, чем при использовании модульных гнезд RJ-45 (2 ряда по 6 шт.)
- 24-парный экранированный кабель с диаметром проводников AWG 24
- Оболочка LSZH







Hyperline KJ2-8P8C-C5e-TLS-SH-F-WH
Вставка Keystone Jack RJ-45(8P8C),
категория 5e, экранированная, Toolless,
белая

