

**Дистанционный учебный курс «Основы проектирования, монтажа и тестирования структурированной кабельной системы EUROLAN»**

Курс ориентирован на специалистов, занимающихся проектированием, установкой, сертификацией и эксплуатацией структурированных кабельных систем. Материалы курса могут быть полезны заказчикам СКС. Курс включает в себя только теоретическую часть.

Учебный материал опирается преимущественно на международный стандарт ISO/IEC 11801, а также на ряд других отечественных и зарубежных нормативных документов.

Навыки, полученные на курсе, помогут слушателям решать конкретные задачи с использованием оптических и симметричных кабелей в сочетании с соответствующим коммутационным оборудованием компании EUROLAN на основе новейших и перспективных кабельных и сетевых технологий.

Курс заканчивается тестовым экзаменом. Успешная сдача теста означает выдачу сертификата проектировщика и монтажника СКС EUROLAN и дает право предоставления заказчику расширенной гарантии на смонтированную кабельную систему.

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

1. Краткий обзор стандартов СКС .....	4
2. Определение СКС и ее преимущества .....	7
3. Топология СКС .....	9
4. Структура СКС и особенности взаимодействия ее подсистем .....	11
5. Подсистемы СКС.....	12
6. Основные комплексные объекты СКС.....	14
7. Особенности реализации стационарной линии и тракта.....	16
8. Канонические модели подсистем СКС на симметричном кабеле .....	17
9. Коммутация в СКС.....	20
10. Технические средства коммутации .....	22
11. Администрирование СКС .....	24
12. Технология POE и учет ее взаимодействия с кабельными трактами СКС.....	26
13. Открытый офис и точка консолидации .....	28
14. Централизованная кабельная система .....	30
15. Конструктивные особенности витой пары .....	31
16. Параметры влияния витой пары .....	32
17. Способы защиты симметричных трактов от воздействия внешней помехи .....	34
18. Основные параметры оптических трактов СКС .....	35
19. Частотные свойства оптических трактов СКС.....	37
20. Категории и классы .....	39
21. Технические помещения.....	40
22. 19-дюймовый монтажный конструктив.....	42
23. Монтаж кабельной продукции в технических помещениях.....	44
24. Заземление и выравнивание потенциалов .....	45
25. Элементы формирования кабельных трасс .....	46
26. Правила прокладки кабелей в каналах лоткового типа .....	48
27. Каналы для прохода межэтажных перекрытий .....	49
28. Прокладка кабелей за фальшпотолком и под фальшполом.....	51
29. Ввод в здание .....	53
30. Работа с горизонтальными кабелями СКС.....	55
31. Работа с магистральными кабелями СКС .....	58
32. Подключение симметричных кабелей к панелям СКС.....	60
33. Коммутационное оборудование .....	62
34. Информационные розетки.....	64
35. Работа с оптическими кабелями СКС .....	65
36. Коммутационное оборудование и претерминированные компоненты оптической подсистемы СКС .....	67
37. Методы сращивания волоконных световодов.....	69
38. Организация процесса проектирования СКС .....	71
39. Основные подходы к проектированию телекоммуникационной части СКС.....	73

40. Проектирование подсистемы рабочего места .....	74
41. Расчет горизонтального кабеля .....	76
42. Расчет магистральных кабелей.....	78
43. Особенности проектирования оптической подсистемы .....	80
44. Оптическое коммутационное оборудование.....	83
45. Обеспечение полярности оптических трактов .....	84
46. Учет особенностей технологии оконцевания волокон .....	85
47. Построение коммутационного поля .....	86
48. Подходы к формированию коммутационного поля.....	87
49. Правила применения организаторов.....	88
50. Маркировка компонентов СКС .....	89
51. Разновидности измерений в технике СКС .....	90
52. Организация измерений в технике СКС.....	91
53. Измерения медножильной подсистемы .....	92
54. Особенности измерений оптической подсистемы .....	93
55. Механизмы потерь в оптических соединения .....	94
56. Измерения затухания оптическим тестером .....	96
57. Использование оптического рефлектометра .....	98
58. Верификация разъемов с помощью микроскопа .....	100
59. Особенности специализированных СКС .....	102
60. Специальные разновидности кабельных систем.....	104

## 1. КРАТКИЙ ОБЗОР СТАНДАРТОВ СКС

### СКС - структурированная кабельная система

Под этим термином понимают кабельную часть телекоммуникационной инфраструктуры зданий или, другими словами, среду передачи любых слаботочных сигналов в пределах (комплекса) жилых, офисных и промышленных зданий.

СКС представляет собой основу локальных компьютерных и офисных телефонных сетей и завоевывает все большее признание благодаря ряду преимуществ — универсальности, удобству эксплуатации и надежности.

Успех данной технологии зависит в немалой степени от организаций, развивающих, внедряющих и использующих СКС, и, в том числе, от органов по стандартизации.

### Необходимость в стандартах

Стандарты призваны служить общественным интересам, устраняя недопонимание между производителями и потребителями, обеспечивая взаимозаменяемость и универсальное качество продукции наряду с ее доступностью и грамотным использованием.

Стандарты телекоммуникационной инфраструктуры зданий **должны обеспечить работу разнотипного оборудования любых производителей**. Создание кабельных систем осуществляется на этапе строительства зданий и рассчитывается на их длительную эксплуатацию.

### Польза от наличия стандартов

Стандарты обеспечивают:

**Конечных пользователей** - структурированной (хорошо организованной) кабельной системой, не зависящей от типа приложений;

**Инсталляторов** - инструкциями, позволяющими проектировать и строить кабельные системы еще до того, как станут известными конкретные требования пользователей, что обеспечивает планирование строительства и ремонта;

**Рынок** - элементами для создания таких систем, гибкой схемой прокладки кабелей, позволяющей легко и экономично выполнять модификацию системы;

**Промышленность и организации стандартизации** - кабельной системой, обеспечивающей работу имеющегося сетевого оборудования и базу для разработки новых видов продукции.

### СКС в США

Разработка стандартов ведется совместно соответствующими комитетами Ассоциации электронной промышленности (EIA) и Ассоциации телекоммуникационной промышленности (TIA).

Члены комитетов работают добровольно на общественной основе. Компании, которые они представляют, не обязательно являются членами Ассоциации. Таким образом, принятые документы являются результатом совместной деятельности заинтересованных специалистов и отражают их разносторонний опыт в данной области.

Стандарты издаются Американским национальным институтом по стандартизации ANSI. Участники разработки представлены в названиях стандартов совместно как ANSI/TIA/EIA.

### Международные организации по стандартизации

На международном уровне разработку стандартов СКС ведут Международная организация по стандартизации (ISO) и Международная электротехническая комиссия (IEC).

Национальные организации — члены ISO и IEC - принимают участие в разработке стандартов в составе Технических комитетов.

Результаты разработки передаются в национальные организации стандартизации для голосования. Для принятия стандарта требуется не менее 75% голосов.

### Европейские организации по стандартизации

Европейский комитет стандартизации электротехники (CENELEC) действует регионально в тесной координации с Международной организацией стандартизации.

Страны, входящие в CENELEC, принимают европейские стандарты в качестве национальных без каких-либо поправок, зачастую присваивая им тот же числовой индекс.

Европейские стандарты публикуются на трех официальных языках — английском, французском и немецком. Переводы на другие языки, сделанные членами CENELEC и заверенные в Центральном секретариате, получают статус официальных версий.

**Базовые стандарты СКС**

Базовыми стандартами структурированных кабельных систем являются:

**ANSI/TIA/EIA-568** Стандарт телекоммуникационных кабельных систем коммерческих зданий.

**ISO/IEC 11801** Информационные технологии. Структурированная кабельная система для помещений заказчиков.

**EN 50173** Информационные технологии. Структурированная кабельная система для помещений заказчиков.

**ГОСТ Р 53245** (Информационные технологии. Системы кабельные структурированные. Монтаж основных узлов системы. Методы испытания).

**ГОСТ Р 53246** (Информационные технологии. Системы кабельные структурированные. Проектирование основных узлов системы. Общие требования структурированные кабельные системы).

**Некоторые отличия стандартов СКС**

**Современные редакции базовых стандартов СКС не имеют серьезных отличий друг от друга (стандарты очень хорошо гармонизированы.)**

Международный и европейский стандарты носят узкоспециализированный характер и рассматривают исключительно кабельную систему как таковую; информация по компонентам выносится в отдельные документы. Американский стандарт включает в себя большой объем информации по компонентам для построения симметричного тракта.

Допустимая длина одномодового оптического тракта в TIA/EIA-568 составляет 3000 м против 2000 м в ISO/IEC 11801.

Американский стандарт допускает подключение распределительного пункта этажа прямо к распределительному пункту комплекса здания, международный стандарт требует наличия промежуточного распределительного пункта здания.

**Терминологические отличия стандартов**

ISO/IEC 11801 и EN 50173	ANSI/TIA/EIA-568-A
Распределительный пункт комплекса (зданий) (РП комплекса)	Главный пункт коммутации
Магистраль комплекса (МК)	Магистраль между зданиями
Распределительный пункт здания (РП здания)	Промежуточный пункт коммутации
Магистраль здания (МЗ)	Вертикальные кабели
Распределительный пункт этажа (РП этажа)	Горизонтальный пункт коммутации
Горизонтальные кабели (ГК)	Горизонтальные кабели

**Выбор стандарта**

Как правило выбор стандарта идет исходя из:

- территориального признака инсталлированной СКС;
- требований заказчика СКС.

В России долгое время отсутствовали стандарты СКС и многие проектирующие организации выбрали в качестве основного международный стандарт ISO/IEC 11801.

**Компоненты СКС EUROLAN отвечают требованиям всех основных стандартов: ANSI/TIA/EIA-568, ISO/IEC 11801, EN 50173, ГОСТ Р 53246 и т.д.**

### **Важно!!!**

Создатели СКС EUROLAN при разработке элементной базы, положений проектирования и правил инсталляции ориентируются на международный стандарт ISO/IEC 11801.

Более жесткие нормы стандарта ISO/IEC 11801 по сравнению с ANSI/TIA/EIA-568 обеспечивают увеличение качества инсталлированной кабельной системы.

### **Дополнительные нормативные документы**

Кроме базовых стандартов СКС в процессе проектирования широко используется ряд других нормативных документов. Необходимость их применения обусловлена требованием решения тех вопросов, которые не освещаются в имеющихся международных изданиях.

- В первую очередь это ПУЭ, которые регламентируют взаимодействие СКС с системой энергоснабжения;
- Ряд полезных сведений можно почерпнуть в руководящих документах Министерства связи;
- Различные кабельные трассы и технические помещения хорошо описаны в строительных СНиП;
- Часть параметров касательно преимущественно пользовательских помещений заимствуется из СанПиН, ГОСТ на системы автоматизации и т.д.

## 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКС И ЕЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

### Определение СКС

СКС — это универсальная телекоммуникационная кабельная система офисного здания, предназначенная для поддержки функционирования широкого круга приложений:

- компьютерных, телефонных и телевизионных сетей;
- систем пожарной и охранной сигнализации;
- систем видеонаблюдения и т.д.

СКС относится к слаботочным кабельным системам, является основой физического уровня информационной инфраструктуры любой компании или ее части и предназначена для решения задачи автоматизации рабочих мест ее сотрудников и поддержки функционирования прочих инженерных систем.

СКС обслуживает все инженерные системы предприятия, расположенные в его зданиях и на его территории.

Признаки СКС:

- Имеет стандартизованную структуру и топологию;
- Использует компоненты (кабели, распределительные устройства, разъемы и т.д.) только из определенного стандартом закрытого перечня;
- Обеспечивает стандартизованные параметры (затухание, ширину полосы пропускаемых частот и др.) линий связи, организованных с ее помощью;
- Управляется (администрируется) стандартизованными методами.

### Исключительная кабельная система

Любая кабельная система, не обладающая хотя бы одним из основных четырех признаков считается исключительной и по своим потребительским качествам в обязательном порядке в большей или меньшей степени уступает СКС.



### Преимущества СКС

- **Обеспечивает подключение любого стандартного активного и пассивного оборудования**, поддерживает любое стандартное приложение своего класса.
- **Позволяет в широких пределах менять топологию без замены существующей сети**. Возможна поддержка работы разнообразных нестандартных приложений с помощью адаптеров.
- **Обладает высокой экономичностью** за счет большой продолжительности эксплуатации без морального устаревания.
- **Имеет высокую надежность**, обеспечивает простоту перехода к перспективным высокоскоростным протоколам простой заменой активного оборудования без реконструкции кабельной системы.

Прямым следствием наличия базовых признаков являются следующие основные преимущества СКС:

- способность поддерживать широкий ряд приложений, то есть универсальность;

- возможность инсталляции без предварительного знания приложения, которое будет использоваться (данные: Ethernet, Fast Ethernet, голос, видео конференции, графика и мультимедиа);
- резкое сокращение номенклатуры применяемого оборудования;
- быстрота организации и модернизации пользовательских рабочих мест.

### Элементная база СКС

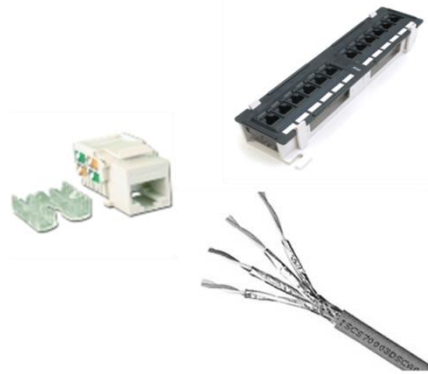
СКС - представляет собой иерархическую кабельную систему здания или группы зданий со стандартизованной структурой и топологией.

СКС состоит из следующих главных компонентов:

- набора кабелей: симметричных и/или оптических;
- различных коммутационных панелей;
- информационных розеток (ИР);
- соединительных шнуров.

Все выше перечисленные элементы:

- интегрируются в систему по единым правилам;
- эксплуатируются согласно определенным правилам.





### 3. ТОПОЛОГИЯ СКС

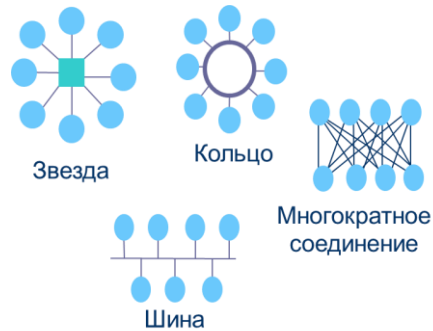
#### Топология кабельных систем

**Физическая топология** – описывает реальные связи между отдельными узлами в сети.

Логическая топология – описывает прохождение данных по отдельным компонентам физической топологии от разъема до разъема активного оборудования.

Основные типы топологии:

- Иерархическая звезда;
- Кольцо (Token Ring);
- Шина (Ethernet);
- Решетчатые и полносвязанные;
- структуры (более одного пути прохождения сигнала).



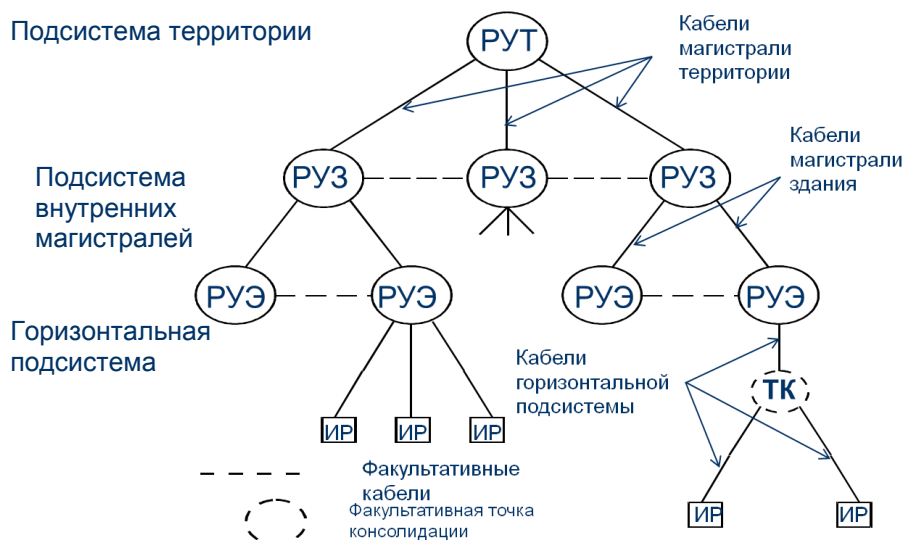
#### Древовидная топология СКС

Любая СКС строится с привлечением древовидной топологии.

Стандарт рекомендует также соединять резервными кабелями распределительные устройства одинакового иерархического уровня.

Наличие в СКС резервных кабелей существенно увеличивает её надёжность, поскольку они могут быть использованы для оперативного восстановления связи при возможных обрывах кабелей магистрали территории или магистрали здания.

#### Топология СКС и ее подсистемы



звезда - традиционная СКС

**Иерархическая архитектура**

Применяется как для группы зданий, так и для одного отдельно взятого здания.

В составе звезды выделяются следующие разновидности кроссов, которые являются ее узлами:

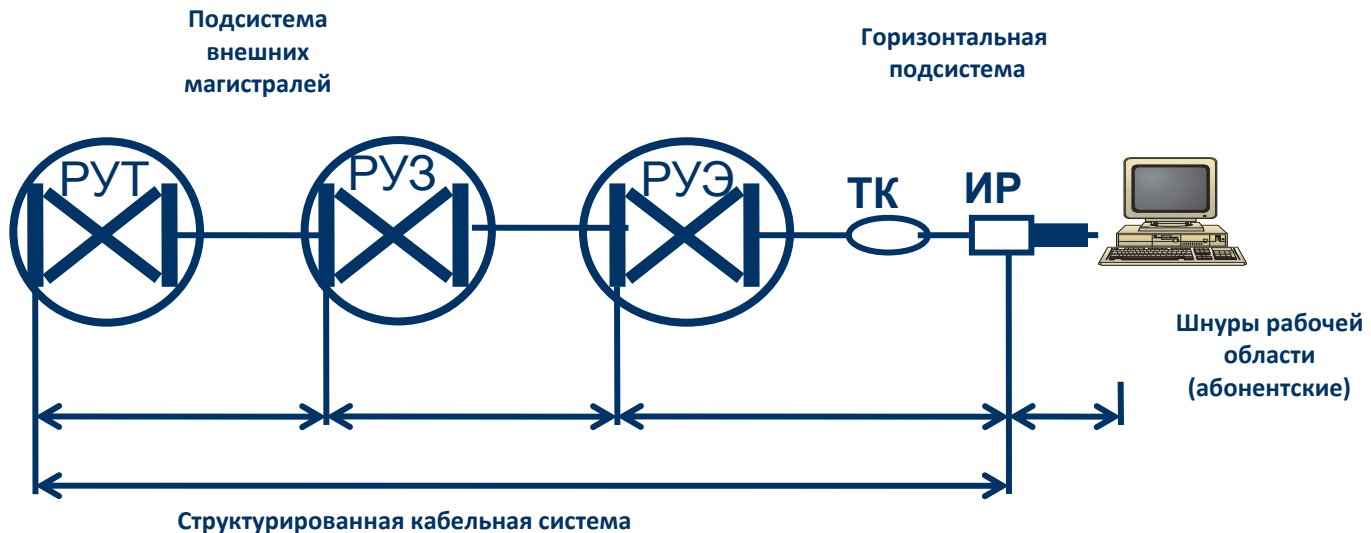
- центральный кросс системы (устанавливается в распределительном пункте комплекса зданий);
- главные кроссы зданий (устанавливается в распределительном пункте здания);
- горизонтальные этажные кроссы (устанавливается в распределительном этажа).

При необходимости кросс строится как многофункциональное устройство с выделением в нем соответствующих зон.

## 4. СТРУКТУРА СКС И ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЕЕ ПОДСИСТЕМ

### Структурная схема СКС

В общем случае СКС содержит три подсистемы



### Взаимодействие отдельных подсистем СКС

Взаимодействие между подсистемами СКС осуществляется двумя способами:

- с помощью специфичного для каждого приложения активного оборудования;
- с помощью пассивного оборудования.

В зависимости от типа соединения отдельных подсистем формируются различные типы трактов

- В первом случае – неоднородные тракты;
- Во втором случае составные тракты.

### Особенности отдельных подсистем СКС

Подсистема внешних магистралей реализуется в основном на оптическом кабеле.

В подсистеме внутренних магистралей одинаково часто используются оптический и симметричный кабели.

Горизонтальная подсистема в подавляющем большинстве случаев строится на 4-парных симметричных кабелях.

Все подсистемы строятся по одинаковым принципам, что облегчается проектирование, строительство и текущую эксплуатацию СКС.

Определенные отличия магистральных и горизонтальной подсистем минимальны по объемам, не носят принципиального характера и позволяют более полно реализовать имеющиеся преимущества.

### Некоторые системные особенности СКС

Деление на три подсистемы не зависит от вида или формы реализации сети, то есть принципиально **одинаково** в независимости от назначения и области использования офисного здания.

Коммутация подсистем между собой и их подключение к активному сетевому оборудованию осуществляется в кроссовых узлах (территории – КВМ, здания – КЗ, этажа – КЭ). Это обеспечивают возможность создания трактов с различной топологией: "шина", "звезда", "многократное соединение" или "кольцо".

Стандарты СКС не фиксируют тип коммутационного оборудования, задавая только его характеристики.

## 5. ПОДСИСТЕМЫ СКС

### Подсистемы СКС

Одним из принципов, заложенных в СКС, является наличие нескольких уровней построения и их строгая иерархия.

В структуре СКС выделяются подсистемы определенного функционального назначения, для каждой из которых регламентированы правила их построения, топология и возможные варианты структуры, способы физических соединений линий.

Такой подход упрощает администрирование сети, облегчает обслуживание и позволяет неограниченно наращивать размер сети как количественно, так и структурно.

В основу любой СКС положена структура иерархической звезды (древовидная топология).

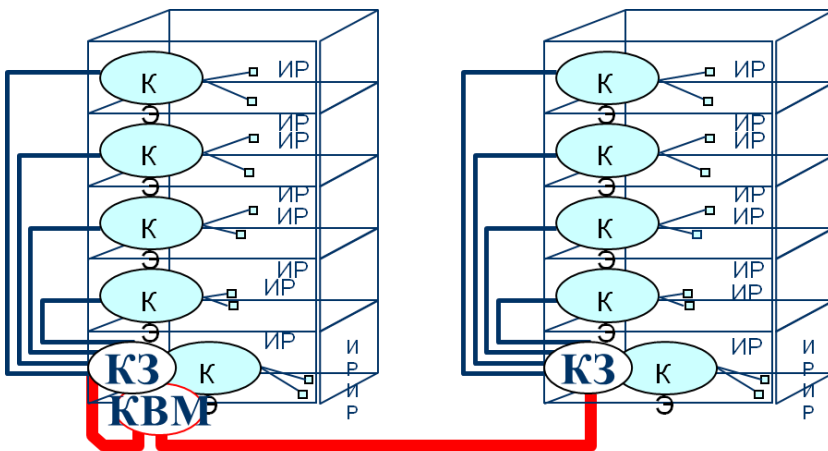
Полномасштабная СКС подразделяется на три подсистемы:

- Подсистема внешних магистралей;
- Подсистема внутренних магистралей здания;
- Горизонтальная подсистема.

Деление на три подсистемы не зависит от вида или формы реализации сети, то есть принципиально **одинаково** в независимости от назначения и области использования офисного здания.

Коммутация подсистем между собой и их подключение к активному сетевому оборудованию осуществляется в кроссовых (территории – КВМ, здания – КЗ, этажа – КЭ). Это обеспечивают возможность создания трактов с различной топологией: "шина", "звезда", "многократное соединение" или "кольцо".

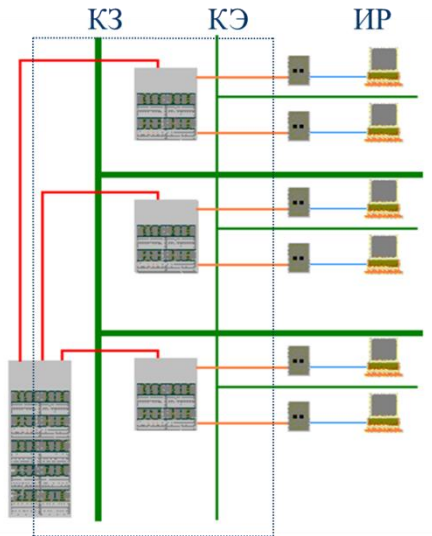
### Подсистема внешних магистралей



Кабели подсистемы внешних магистралей связывают между собой отдельные здания, которые находятся на общей территории (в кампусе).

Если СКС устанавливается только в одном здании, то подсистема внешних магистралей отсутствует.

**Подсистема внутренних магистралей (вертикальная)**



Кабели подсистемы внутренних магистралей:  
 - связывают между собой отдельные этажи здания;  
 - и/или пространственно разнесенные помещения в пределах одного этажа.

Если СКС обслуживает один этаж, то подсистема внутренних магистралей может отсутствовать.

**Дополнительные требования к магистральной подсистеме и ее особенности**

Магистральная подсистема СКС не должна содержать точек консолидации!!!

Кабели магистральных подсистем могут соединяться в проходных и разветвительных муфтах.

Это обеспечивает гибкость СКС, возможность лёгкой переконфигурации под Приложение.

В отличие от горизонтальной подсистемы на магистральном уровне резко ограничена универсальность кабельной системы. Отдельные части магистральной подсистемы изначально реализуются под конкретное приложение.

**Горизонтальная подсистема**

Горизонтальная подсистема включает в себя кроссовые панели, горизонтальный кабель и пользовательские информационные розетки, а также шнуры различного назначения. Реализуется в большинстве случаев на основе симметричного кабеля.



Все пары горизонтального кабеля должны быть подключены к одному розеточному модулю информационной розетке (ИР)!!!

**Особенности горизонтальной подсистемы СКС**

Горизонтальная подсистема является единственной подсистемой СКС, которая обеспечивает свойство полной универсальности.

Протяженность кабельных трактов горизонтальной подсистемы не превышает 100 м.

Горизонтальная подсистема, в отличие от магистральных, обслуживает конечных пользователей.

Горизонтальная подсистема в основной массе случаев строится на симметричном 4-парном кабеле.

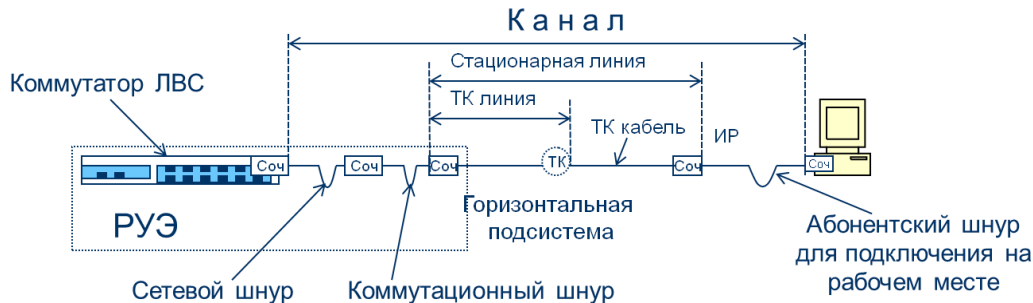
При построении горизонтальной подсистемы могут быть использованы только двух- и трехконнекторные модели трактов.

Горизонтальная подсистема может содержать точку консолидации.

## 6. ОСНОВНЫЕ КОМПЛЕКСНЫЕ ОБЪЕКТЫ СКС

### Основные комплексные объекты СКС

**Трактом** или **каналом** (Channel) называется полный путь передачи сигнала от разъема до разъема активного сетевого оборудования (например, от рабочей станции до коммутатора ЛВС).



### Понятие "стационарной линии"

**Стационарной линией (permanent link)** называется отрезок линейного (инсталляционного) кабеля с установленными на обоих его концах коммутационными устройствами (панелями и информационными розетками).

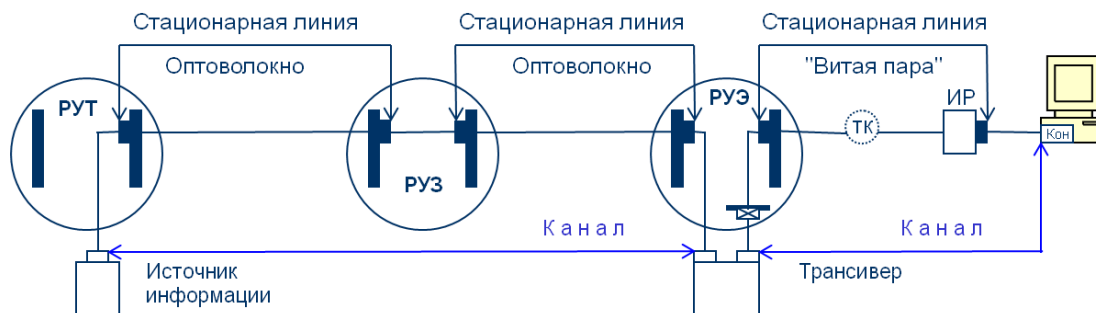
Стационарная линия может быть реализована как на симметричном, так и на волоконно-оптическом кабеле.

В состав стационарной горизонтальной линии может входить опциональная точка консолидации.

Вне зависимости от типа кабеля протяженность стационарной горизонтальной линии не может превышать 90 м.

### СКС как совокупность стационарных линий

Таким образом, любая СКС состоит из совокупности стационарных линий, в процессе формирования трактов соединяемых между собой и подключаемых к активному сетевому оборудованию коммутационными шнурами.



### Системные особенности трактов СКС

Тракт всегда включает в себя одну или несколько стационарных линий и разнообразные шнуры, используемые для подключения активного оборудования и соединения стационарных линий между собой в промежуточных точках (при их наличии).

Требования стандартов к трактам и стационарным линиям учитывают их структуру и поэтому отличаются между собой.

При наличии специальных требований на этапе приемо-сдаточных испытаний может быть выполнена выборочная или сплошная проверка параметров тракта или стационарной линии.

### Структура горизонтального тракта

Структура горизонтального тракта описана в нормативной части стандартов, а выполнение их положений позволяет гарантировать получение заданных параметров линии проводной связи

Состав тракта на основе симметричного кабеля:

- мах 90 м симметричного кабеля с жесткими однопроволочными проводниками витых пар;
- мах 10 м разнообразных шнуров с гибкими многопроволочными проводниками витых пар;
- 3 разъемных соединителя (разъемные соединители аппаратуры не входят в состав тракта!)

**Особенности магистрального тракта**

Структура магистрального тракта описана в нормативной части стандартов, а выполнение их положений позволяет гарантировать получение заданных параметров линии проводной связи

В отличие от горизонтальных трактов магистральный тракт может:

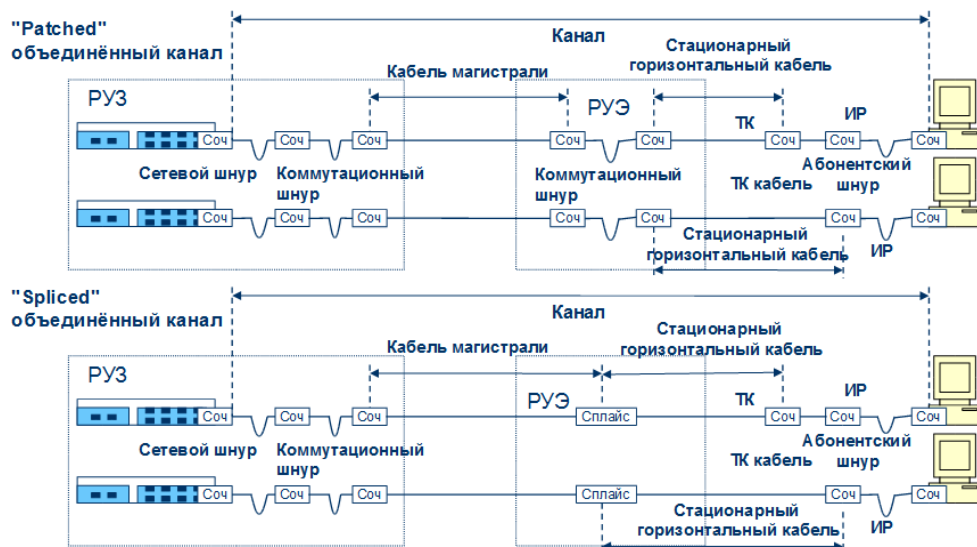
- Реализовываться по составной схеме (включать в свой состав две или более стационарных линии);
- Иметь на обоих концах схему коммутации кроссконнекта.

В стационарных линиях магистральных трактов нельзя использовать точки консолидации.

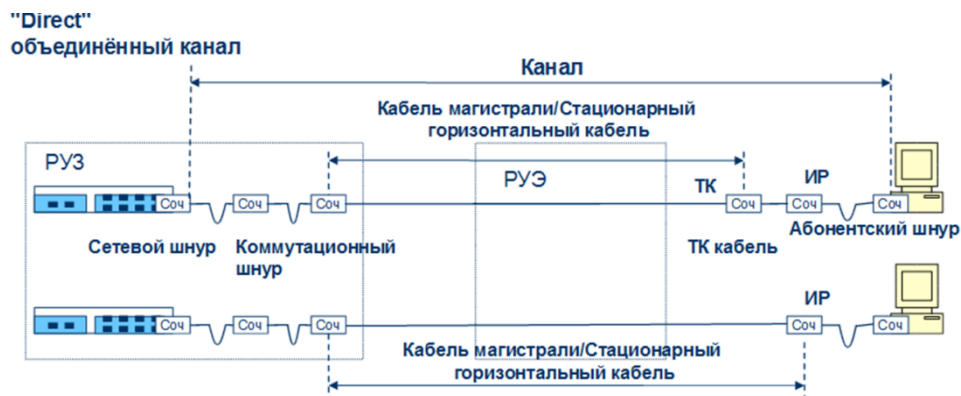
В составе магистральных трактов младших классов (А и В) могут применяться проходные и разветвительные муфты.

Магистральный тракт может реализовываться по неоднородной схеме. Оптический и симметричный сегменты такого тракта связываются друг с другом преобразователем среды.

**Варианты реализации составных оптических трактов СКС**



**Конфигурация тракта для централизованной системы**



## 7. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ СТАЦИОНАРНОЙ ЛИНИИ И ТРАКТА

### Стационарная линия

**Стационарной линией (permanent link)** называется отрезок линейного (инсталляционного) кабеля с установленными на обоих его концах коммутационными устройствами (панелями и информационными розетками).

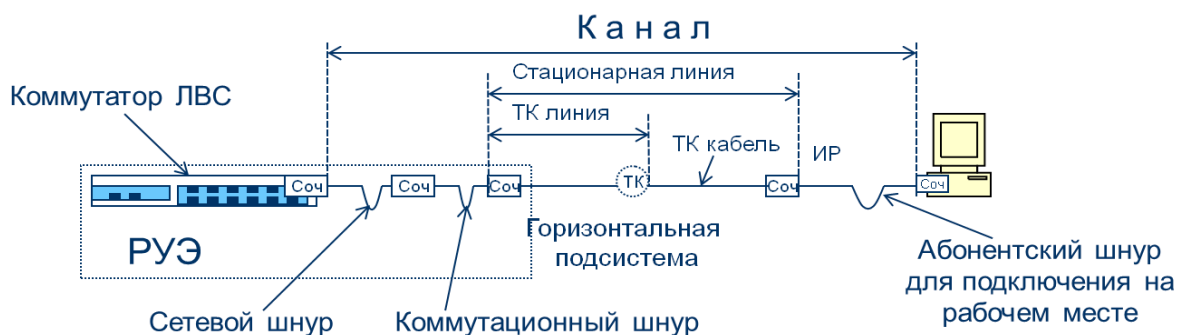
Стационарная линия может быть реализована как на симметричном, так и на волоконно-оптическом кабеле.

В состав стационарной горизонтальной линии может входить опциональная точка консолидации.

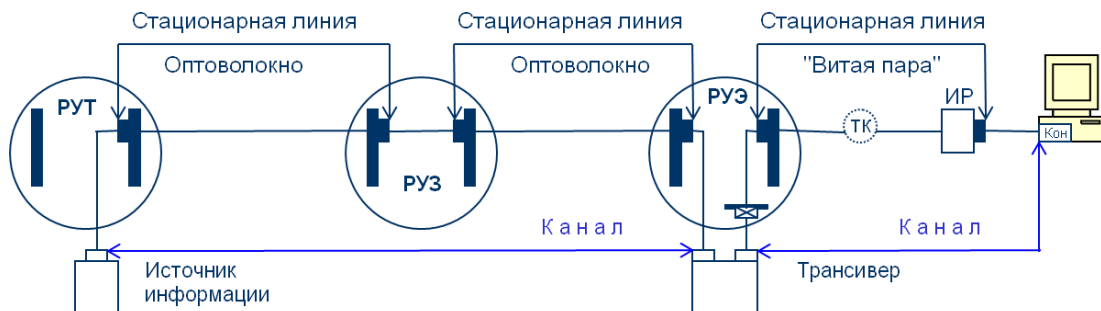
Вне зависимости от типа кабеля протяженность стационарной горизонтальной линии не может превышать 90 м.

### Канал

**Каналом (Channel)** называется полный путь передачи сигнала от разъема одного активного сетевого оборудования до разъема другого (например, от рабочей станции до коммутатора ЛВС).



### Связь тракта и стационарной линии



### Особенности тракта

Тракт обязательно включает в себя хотя бы одну стационарную линию СКС и разнообразные шнуры, используемые для подключения.

При наличии специальных требований на этапе приемо-сдаточных испытаний может быть выполнена выборочная или сплошная проверка параметров тракта или стационарной линии.

### Особенности симметричного тракта

Полная пропускная способность симметричного тракта определяется характеристиками тех компонентов, которые использованы для его формирования.

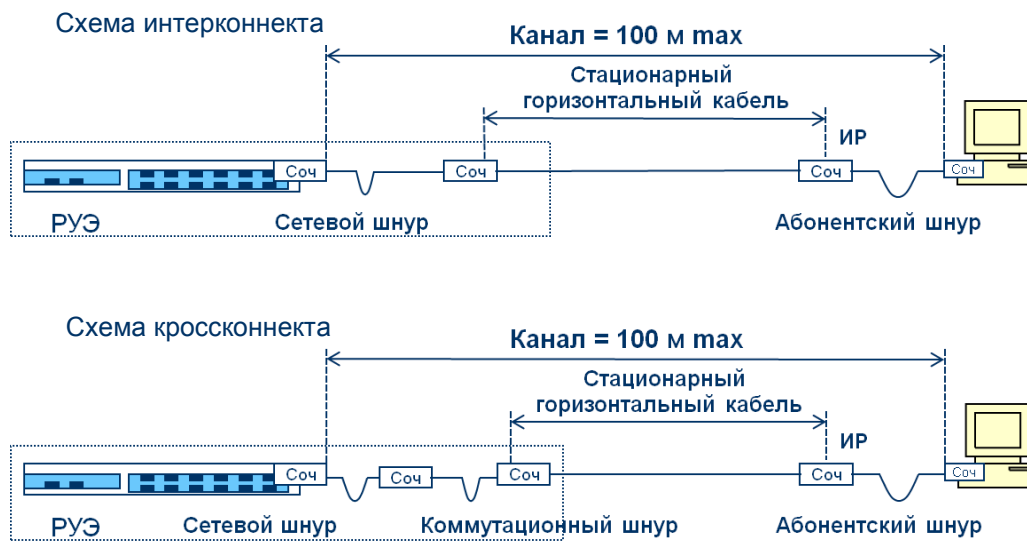
Состав горизонтального тракта на основе симметричного кабеля:

- мах 90 м симметричного кабеля с жесткими однопроволочными проводниками витых пар;
- мах 10 м разнообразных шнуров с гибкими многопроволочными проводниками витых пар;
- 3 разъёмных соединителя (разъёмные соединители аппаратуры **не входят** в состав тракта!).



## 8. КАНОНИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПОДСИСТЕМ СКС НА СИММЕТРИЧНОМ КАБЕЛЕ

### Модели трактов горизонтальной подсистемы без ТК

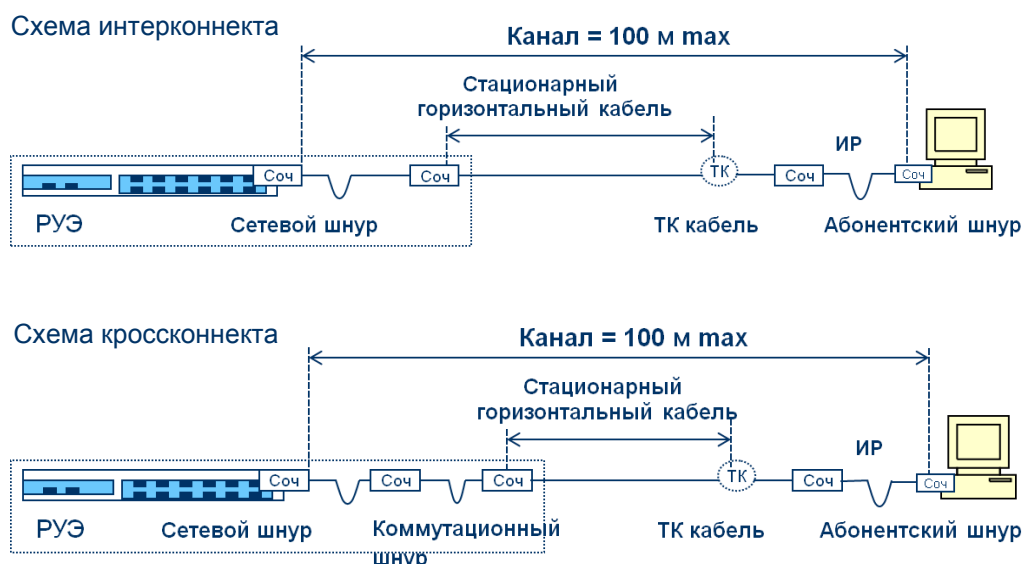


В обоих случаях стационарный горизонтальный кабель с одной стороны подключается к панели в РУЭ, а с другой – к модулю ИР или МУТО.

Тракт включает все шнуры, указанные на слайде.

Горизонтальная подсистема - образована внутренними горизонтальными кабелями между панелями в техническом помещении этажа (РУЭ), информационными розетками (ИР) рабочих мест, коммутационным оборудованием в РУЭ и коммутационными шнурами для подключения СКС к активному оборудованию.

### Модели трактов горизонтальной подсистемы с ТК



### Соединение цепей передачи

Кабели и компоненты различных категорий могут быть смешаны в линии или подсистеме СКС, при этом, необходимо учесть тот факт, что передаточные характеристики этой линии будут определяться параметрами кабеля или компонента низшей категории.

Стандарт запрещает использование в одной линии кабелей и компонентов с различным волновым сопротивлением, а в оптических линиях – волокон с различным диаметром сердцевины.

Кроме того, в СКС запрещается при терминировании кабелей параллельное соединение проводников.

**Максимальные длины компонентов горизонтального тракта, м**

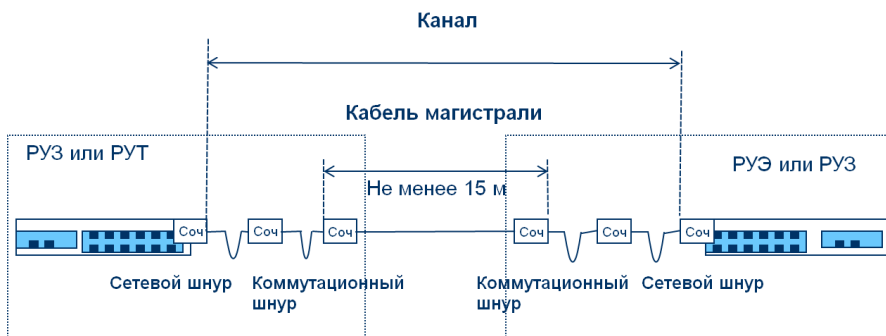
Ограничения:

- Физическая длина тракта: не более 100 м;
- Физическая длина стационарного горизонтального кабеля: не более 90 м;
- Длина кабеля от ТК до ИР: не более 20 м;
- Суммарная длина коммутационных шнуров в распределительном узле: не более 5 м.

**Особенности модели стационарной линии горизонтальной подсистемы**

- Максимальная длина горизонтального симметричного кабеля не зависит от типа применяемой элементной базы (экранированная или неэкранированная витая пара) не должна превышать 90 м в независимости от категории применяемой элементной базы;
- На правило 90-метрового ограничения общей протяженности горизонтального стационарной линии не оказывает влияние наличие или отсутствие точки консолидации;
- При реализации горизонтального тракта на оптической элементной базе все указанные выше ограничения не теряют свою силу.

**Модель магистрального тракта (на базе симметричного кабеля)**



**Максимальные длины магистральных трактов, м**

Категория компонент	Класс А	Класс В	Класс С	Класс D	Класс Е	Класс F
5	2000	250 - F*X	170 - F*X	105 - F*X	-	-
6	2000	260 - F*X	185 - F*X	111 - F*X	105 - 3 - F*X	-
7	2000	260 - F*X	190 - F*X	115 - F*X	107 - 3 - F*X	105 - 3 - F*X

F – общая длина всех шнуров, м удлиннения

X – коэффициент

Ограничения для Классов D, E и F:

- Физическая длина тракта: не более 100 м (ограничение из-за перекоса задержки распространения);
- В случае применения на обоих концах тракта схемы кроссконнекта, максимальная длина магистрального кабеля уменьшается до 75 м.

**Особенности нормирования максимальных длин магистральных трактов, м**

Для приложений младших классов (до С включительно) максимальная протяженность тракта может отличаться от рассчитанных по таблице в сторону уменьшения.

Таким образом, имеем прямую привязку кабельной системы к приложению. Это не является нарушением канонических принципов построения СКС, т.к. универсальность кабельной системы декларируется и гарантируется исключительно на уровне горизонтальной подсистемы.

Соответствующие данные по таким трактам с отличными длинами находятся в информационном приложении к стандарту ISO/IEC 11801.

## 9. КОММУТАЦИЯ В СКС

### Коммутация в СКС

Коммутация в СКС выполняется:

- В процессе подключения группового и терминального активного сетевого оборудования к кабельной системе;
- В процессе формирования трактов передачи на горизонтальном и магистральных уровнях.

Коммутация в СКС **всегда** выполняется вручную с помощью коммутационных шнуров.

Функции стационарных компонентов устройств коммутации выполняет индивидуальное и групповое коммутационное оборудование.

### Коммутация в СКС – методы коммутации

Наличие в составе СКС коммутационного оборудования увеличивает эксплуатационную гибкость системы, существенно облегчает включение новых абонентов в сеть, переключение существующих и выполнение иных изменений конфигурации.

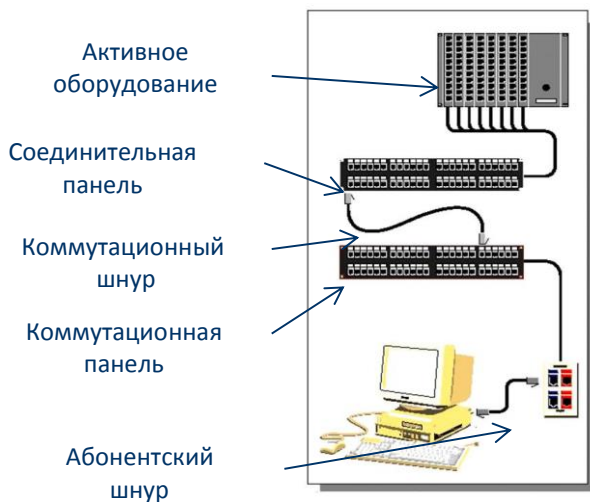
В СКС применяется два основных метода коммутации:

- кроссовых соединений или кроссконнекта;
- прямого подключения или интерконнекта.

Коммутация в СКС всегда производится вручную коммутационными шнурами (перемычками только в телефонных кроссах). Следовательно, функционирование СКС не зависит от состояния электропитающей сети.

### Коммутация методом кроссконнекта

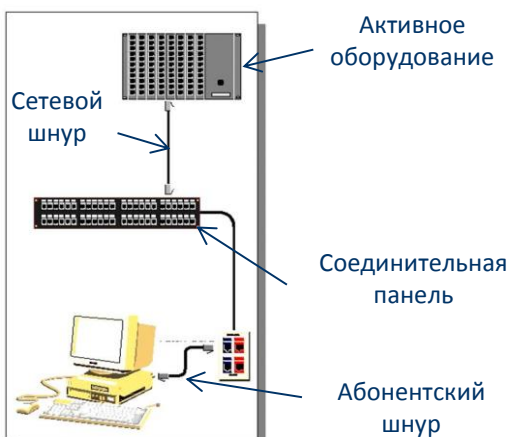
Коммутация (cross connection)



Данная разновидность формирования тракта предполагает подключение коммутационного шнура только к панелям.

Таким образом, для подключения сетевого оборудования в техническом помещении используются две панели и два соединительных шнура - сетевой и коммутационный.

### Коммутация методом интерконнекта



Данная разновидность формирования тракта предполагает подключение коммутационного шнура к панели и активному сетевому оборудованию без промежуточной панели отображения.

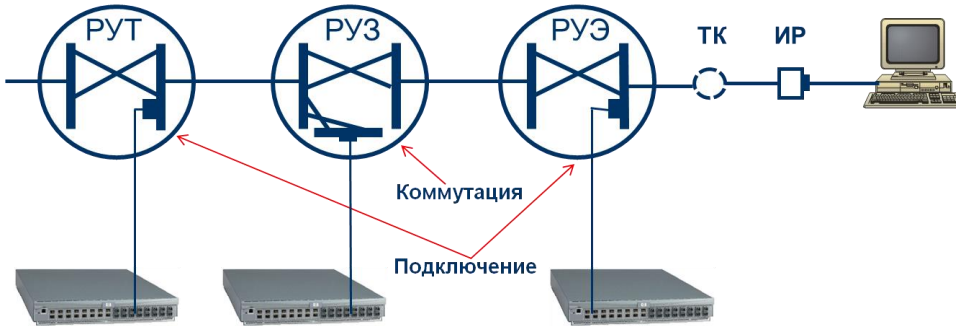
Это самый простой и наиболее распространённый вариант построения СКС.

### Отображение кроссов

- В тех ситуациях, когда на обоих концах стационарной линии находятся панели, говорят об отображении кроссов.
- По схеме отображения кроссов строятся магистральные линии.
- Схема отображения кроссов обычно используется для приложений класса А (телефония) или в оптических магистральных линиях (различаются полярностью А, В, С).

На уровне горизонтальной подсистемы применение отображения кроссов недопустимо (нарушение ограничения трех межсоединений).

### Структура тракта про использовании различных методов коммутации



## 10. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА КОММУТАЦИИ

### Соединительные шнуры

В СКС применяются три разновидности шнуров:

**Абонентские шнуры (work area cables)** используются в рабочей области.

**Сетевые шнуры (equipment cables)** используются в распределительных узлах и служат для подключения активного оборудования.

**Коммутационные шнуры (patch-cords)** служат для соединений между панелями.

Все разновидности соединительных шнуров используются при формировании трактов передачи данных и **не входят** в состав СКС.

*Примечание. Патч-кордами ошибочно называют все шнуры, в том числе, абонентские и сетевые.*

### Коммутация в СКС – разновидности панелей

Групповое коммутационное оборудование в технических помещениях в зависимости от своего функционального назначения делится на:

- Коммутационные панели (patch panels), предназначенные для подключения к ним линейных кабелей;
- Панели отображения, используемые при реализации схемы кросс-коннекта и подключаемые своей линейной стороной к портам активного сетевого оборудования;
- Кроссы (distribution frames), обычно выполняющие функцию физического интерфейса телефонной станции.



### Коммутационные панели

Предназначены для:

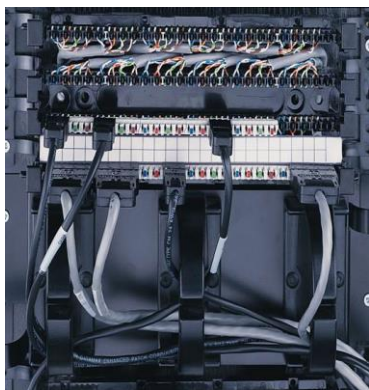
- Подключения к ним кабелей различных подсистем СКС;
- Ручного соединения отдельных стационарных линий кабельной системы друг с другом коммутационными шнурами.

Основные требования:

- Обладать максимально высокой плотностью портов на единицу высоты;
- Предоставлять ввод кабелей с соблюдением действующих норм по величине изгиба (запаса), растягивающим усилиям и так далее;
- Обеспечивать простоту монтажа отдельных портов и самой панели;
- Обеспечивать простоту процесса переключения коммутационными шнурами;
- Предоставлять возможность эффективной символьной и цветовой маркировки отдельных портов и самой панели целиком.

### Коммутация СКС

Применение коммутационных панелей дает следующие преимущества:



- увеличивает гибкость всей системы;
- обеспечивает подключение новых абонентов в сеть;
- облегчает различные перемещения рабочих мест;
- обеспечивает поддержку новых Приложений.

## 11. АДМИНИСТРИРОВАНИЕ СКС

### Администрирование СКС

Администрированием называется совокупность способов и средств управления системой СКС на протяжении всего срока её эксплуатации.

Эксплуатация СКС предполагает, что в нее могут быть внесены изменения, осуществлены перемещения и выполнены удаления каких-либо её компонентов.

Администрирование имеет своей основной целью максимальное упрощение выполнения указанных процедур.

Тип администрирования СКС полностью определяется её топологией.

Применяются два типа администрирования: **одноточечное** и **многоточечное**.

### Варианты реализации администрирования

#### Одноточечное

При одноточечном администрировании процесс управления СКС осуществляется путем переключений коммутационных шнуров в одном коммутационном центре.

#### Многоточечное

При многоточечном администрировании процесс управления СКС осуществляется путем переключений коммутационных шнуров в нескольких точках.

Главный признак этого типа администрирования – необходимость выполнения переключения минимум двух шнуров в общем случае изменения конфигурации.

### Многоточечное администрирование

Многоточечное администрирование применяется при построении СКС по классической архитектуре иерархической звезды.

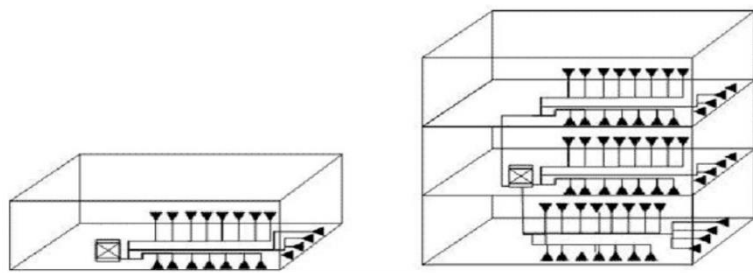
Необходимость выполнения переключения минимум двух шнуров в общем случае изменения конфигурации, гарантирует гибкость управления и возможность адаптации СКС для новых Приложений.

Преимущество многоточечного администрирования в том, что число компонентов, могущих выйти из строя, ограничено. Отказ в одном из распределительных шкафов или на магистрали не влияет на работу сети в целом - страдает только данный участок.

### Одноточечное администрирование

Одноточечное администрирование применяется при создании СКС с максимальным упрощённым типом управления (централизованная кабельная система). Возможно только в кабельных системах с единственным техническим помещением

Кабели централизованной системы проложены из РУТ или РУЗ непосредственно к ИР рабочих мест, минуя промежуточные распределительные пункты.



### БД как компонент системы администрирования

Администрирование основано на создании и поддержании в актуальном состоянии базы данных, которая является ее центральным элементом.

Записи базы данных формируются по единому шаблону.



База данных может вестись в:

- Бумажном виде;
- В электронной форме на основе продуктов общего назначения;
- На специализированном ПО.

База данных прямо или косвенно взаимодействует с идентификаторами, чертежами, нарядами на работу и отчетами, а также с файлами результатов тестирования.

## 12. ТЕХНОЛОГИЯ POE И УЧЕТ ЕЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С КАБЕЛЬНЫМИ ТРАКТАМИ СКС

### Технология POE (Power Over Ethernet)

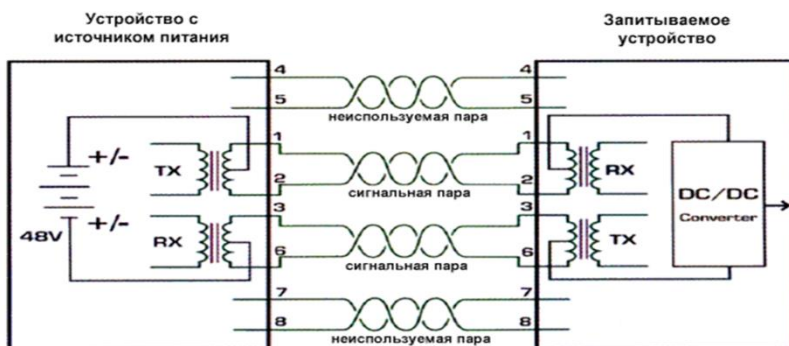
Технология POE нормируется стандартом IEEE 802.3af и позволяет обеспечить дистанционным питанием постоянным током по кабельным трактам СКС маломощные периферийные устройства.

Задаются максимальные параметры:

- Омическая асимметрия одной пары не более 3%;
- Допустимое значение постоянного тока в проводнике пары 0,175 А (во всём диапазоне температур);
- Допустимое рабочее напряжение постоянного тока между проводниками 72 В (во всём диапазоне температур);
- Максимальная мощность потребителя – 12,95 Вт.

Для подачи дистанционного питания всегда используется две витых пары.

### Технология POE (Power Over Ethernet)



Дистанционное питание производится по т.н. фантомным цепям подачи его напряжения в центральные отводы трансформаторов гальванической развязки. Это позволяет устранить взаимные влияния пар друг на друга и одновременно увеличить допустимую мощность потребления питаемого устройства.

В горизонтальных кабелях подача дистанционного питания целесообразна по тем витым парам, которые не используются для передачи сигналов.

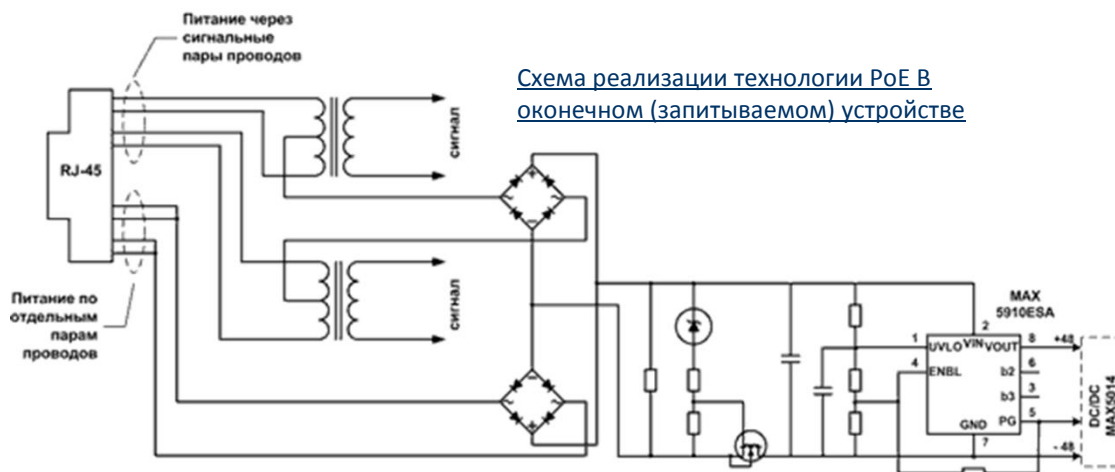
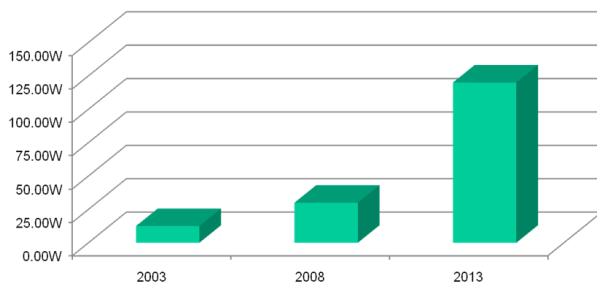


Схема реализации технологии PoE в оконечном (запитываемом) устройстве

**Стандарт PoE+**



Стандарт IEEE 802.3at DTE Power Enhancements, известный также под названием PoE+, ориентируется на предельную мощность не менее 26 Вт, что позволит расширить функциональность существующих PoE - устройств и стимулирует развитие новых областей применения.

**Будущее технологии PoE/PoE+**

Соответствующие стандарту PoE+ камеры видеонаблюдения получают возможность панорамирования, наклона и изменения масштаба изображения, а IP-видеотелефоны смогут с легкостью передавать в потоковом режиме цветное видео. Кроме того, новый стандарт PoE+ сможет поддерживать и другие устройства с повышенными требованиями по мощности питания, среди которых WiMAX-передатчики, информационные киоски, компьютерные терминалы и тонкие клиенты.

Обращение к технике, отвечающей требованиям нового стандарта, значительно увеличивает эффективность создаваемых информационных систем.

**Технология PoE и СКС – особенности проектирования**

Напряжение дистанционного питания может подаваться на оконечные устройства с коммутатора или отдельной панели питания. В последнем случае под нее резервируется отдельное посадочное место в шкафу.

Системы класса PoE+ работают только по кабельным трактам категории 6 и выше.

При высоких температурах, энергопотреблении оконечных устройств, близком к предельному и плотных пакетах горизонтальных кабелей возможно превышение сопротивления шлейфа и отключение источников. Компенсируется уменьшением предельной протяженности кабеля стационарной линии до 80 м или обязательным применением на длинных линиях компонентов категории 6 с уменьшенным сопротивлением.

**Требования ISO/IEC 11801 по постоянному току**

Для работы устройств, подключаемых к СКС, существенное значение имеют характеристики тракта по постоянному току.

Численной мерой служит сопротивление шлейфа по постоянному току (Direct Current Loop Resistance), которое зависит от класса, нормируется для тракта и должно измеряться в соответствии с IEC 61935-1 для классов:

- A – не более 560 Ом;
- B - не более 170 Ом;
- C - не более 40 Ом;
- D - не более 25 Ом;
- E - не более 25 Ом;
- F - не более 25 Ом.

Длина	
Пара	Результат
12	42.8 м
36	43.4 м
45	44.1 м
78	42.6 м

Сопротивл. PASS	
Лимит	21.0 Ом
Пара	Результат
12	7.7 Ом
36	7.9 Ом
45	7.7 Ом
78	7.7 Ом

**Важно для систем PoE.**

## 13. ОТКРЫТЫЙ ОФИС И ТОЧКА КОНСОЛИДАЦИИ

### Открытый офис



Открытый офис - это пользовательское рабочее помещение большой площади, которое разделено на отдельные секции мебелью или лёгкими не капитальными перегородками.

Для таких офисов характерно частые перемещения сотрудников и изменения конфигурации рабочих зон.

### Главные особенности СКС открытых офисов

Горизонтальная подсистема СКС, формируемая в обычном офисе с коридорно-кабинетной системой и в открытом офисе, реализуется на практически идентичной элементной базе. На магистральных уровнях такие СКС отличий не имеют.

В составе горизонтальной подсистемы активно применяются точки консолидации и многопользовательские розетки.

Абонентские шнуры в открытом офисе в среднем имеют заметно большую длину.

### Точка консолидации (ТК)

Точка консолидации применяется в "открытых офисах" где требуется организовать свободное размещение ИР на рабочих местах сотрудников.

Стандарты не предусматривают каких-либо различий в параметрах всего тракта горизонтальной подсистемы с точкой консолидации и без неё.

Согласно ISO/IEC 11801 ТК является пунктом администрирования (это отражается в соответствующих записях), а также местом подключения тестирующего оборудования к кабельной системе. ТК подлежит обязательному тестированию.

### Точка консолидации (ТК)

ТК (Consolidation Point, CP) - это дополнительное соединение, следовательно, с ним связаны:

- снижение надежности СКС;
- ухудшение электромагнитных параметров линий;
- увеличение помех.



### ТК нужно применять только тогда, когда это необходимо!

- ТК применяется только в горизонтальной подсистеме в количестве не более одной на любой тракт;
- ТК должны располагаться так, чтобы рабочие группы "открытого офиса" могли подключиться хотя бы к одной из них;
- Одна ТК может обслуживать максимум 12 рабочих мест;
- Для симметричного кабеля ТК располагается на расстоянии не менее 15 м от РУЭ;
- К ТК подключается только пассивное оборудование.

**Многопользовательская информационная розетка MUTO**

В отличие от точки консолидации MUTO в открытых офисах находится в свободном доступе, является пользовательским компонентом и применяется преимущественно для подключения активного оборудования на рабочих местах сотрудников.

MUTO рекомендуется размещать так, чтобы длины шнуров обслуживаемых ею рабочих мест были минимальными.

## 14. ЦЕНТРАЛИЗОВАННАЯ КАБЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

### Централизованная кабельная система

**Централизованная кабельная система (ЦКС)** содержит всего один распределительный узел, который даёт возможность осуществлять коммутацию любых линий во всех зданиях и на всей территории предприятия в одном месте.

Кабели централизованной системы могут идти из РУТ или РУЗ к ИП рабочих мест, минуя промежуточные распределительные пункты.

Положительные черты такого решения:

- уменьшение количества и номенклатуры коммутационного оборудования;
- возможность формирования любых наперёд заданных рабочих групп на физическом уровне без использования виртуальных соединений;
- сосредоточение всего активного оборудования в одном месте, что уменьшает число специально оборудованных технических помещений;
- значительное сокращение (или полное исключение) выделенных помещений для кроссовых этажей.

### Некоторые свойства централизованной кабельной системы

Применяется преимущественно при реализации проектов класса “волокно до рабочего места”.

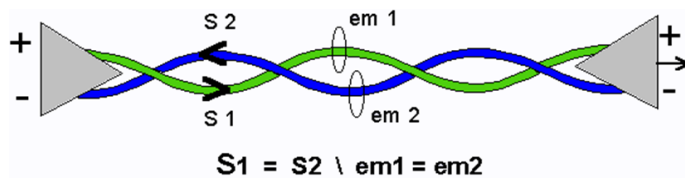
В связи с падением доли таких проектов встречается на практике реализации крупных сетей достаточно редко.

Обычно характеризуется более высокой средней длиной горизонтального кабеля, т.е. проигрывает иерархическим структурам по капитальным затратам.

Из-за массового внедрения в области ЛВС управляемых коммутаторов не имеет технических преимуществ, в случае отсутствия особых требований в отношении режима несанкционированного доступа к информации.

## 15. КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВИТОЙ ПАРЫ

### Теория витой пары (twisted pair)



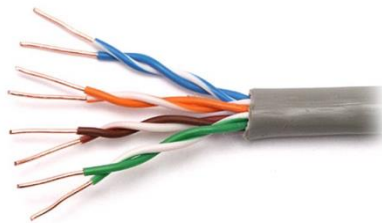
Рассматриваемый далее кабель содержит одну или несколько скрученных пар проводников с медными жилами, находящихся под общей оболочкой.

Способность кабеля передавать высокочастотные сигналы определяется сбалансированностью пары.

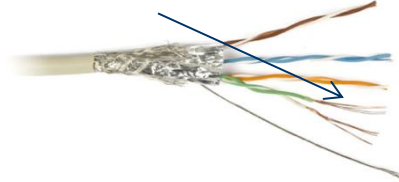
**Суммарное излучение "идеальной пары" стремится к нулю.**

Если кабель содержит несколько пар, то для исключения взаимных влияний их скручивают с различным шагом.

### Конструкция жилы пары линейных кабелей



Только коммутационные шнуры



Для минимизации вредного влияния эффекта близости и поверхностного эффекта проводники витых пар линейных кабелей выполняются из однопроволочного проводника (solid).

### Конструкция жилы пары шнуровых кабелей

Из соображений обеспечения устойчивости к многократным изгибам в процессе эксплуатации проводники витых пар гибких шнуровых кабелей выполняются из многопроволочного проводника (stranded).

Многопроволочный проводник изготавливается из семи свитых тонких проводков диаметром около 0,2 мм.

Шнуровой кабель имеет более высокое затухание. Для частичной компенсации этого нежелательного явления общий диаметр проводника шнурового кабеля увеличивают по сравнению с линейным.

## 16. ПАРАМЕТРЫ ВЛИЯНИЯ ВИТОЙ ПАРЫ

### NEXT (Near End Crosstalk)

Электромагнитное излучение, возникающее из-за неидеальности балансировки витой пары, вызывает в соседних парах наведённые токи. Этот эффект называется переходными наводками, которые становятся помехой для полезных сигналов.

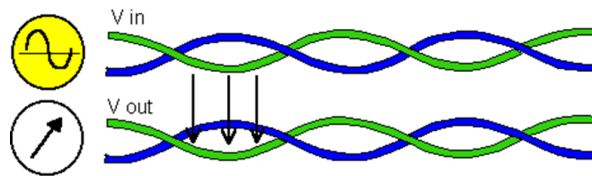
Разность между уровнями передаваемого сигнала и создаваемой им помехи на соседней паре называется переходным затуханием.

NEXT не зависит от длины кабеля. Поэтому измерения этого параметра необходимо проводить **с обеих сторон** линии.

Кабель считается соответствующим требованиям стандарта, если во всём рабочем частотном диапазоне реальная величина NEXT не падает ниже значения, определённого нормами.

Величина NEXT является частотнозависимой (падает по мере роста частоты), но не зависит от длины линии.

Равен отношению сигнала, подаваемого на одну пару, к наведенному на ближнем конце другой пары.



NEXT имеет тем большее значение, чем лучше сбалансирована пара, следовательно тем меньший уровень имеет наводка в соседних парах.

Чем выше значение NEXT, тем меньше влияние помех между двумя парами проводников.

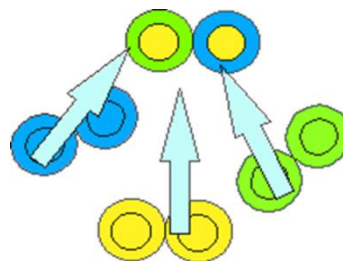
NEXT необходимо измерять во всем диапазоне частот.

**В многопарном кабеле измерения должны производиться для всех комбинаций пар!!!**

### PS NEXT (Power Sum Crosstalk)

Учитываются одновременные наводки со всех пар, присутствующих в кабеле.

Суммарные показатели стали применяться в связи с тем, что в новых технологиях передача данных осуществляется одновременно по нескольким витым парам.



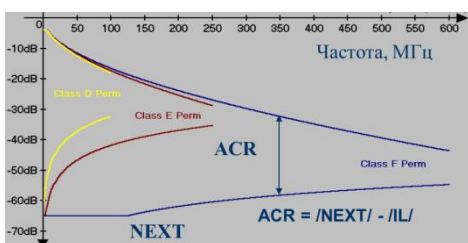
При тестировании суммарного переходного затухания на ближнем конце (PS NEXT) измерительный прибор определяет степень воздействия трех влияющих пар на четвертую. Это особенно важно для таких технологий, как Gigabit Ethernet и аналогичных им.

### Защищенность ACR (Attenuation to Crosstalk Ratio)

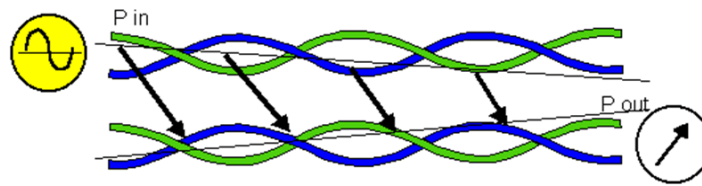
Защищенность на ближнем конце ACR-N численно равна разнице между переходным затуханием и затуханием.

Защищенность является вычисляемым параметром и частотно зависимой величиной.

По мере увеличения защищенности растет качество передачи сигнала.





**FEXT (Far End Cross Talk)**

FEXT (переходное затухание на дальнем конце) измеряется во всем диапазоне используемых частот и выражается в децибелах.

**FEXT - зависит от длины кабеля**

Для компенсации такого влияния нормируется и контролируется величина защищенности на дальнем конце, численно равная разности значений FEXT и рабочего затухания. Данная величина называется защищенностью на дальнем конце и обозначается как EL FEXT (Equal Level FEXT) или ACR-F (Attenuation to Cross Talk Ratio – Far End).

$$\text{ELFEXT} = \text{FEXT} - \text{IL}$$

**Особенности параметров влияния**

Параметры влияния фиксируются в обычном (без дополнительного префикса), суммарном (префикс PS) и межкабельном (префикс A) вариантах.

Параметр FEXT не имеет самостоятельного значения из-за сильной зависимости от длины.

На основе величина NEXT и FEXT кабельным сканером автоматически **рассчитываются** величины ACR для ближнего и дальнего конца в обычном, суммарном и межкабельном вариантах, которые являются мерой отношения сигнала к шуму и определяют качество функционирования сетевого интерфейса.

Межкабельные параметры влияния имеют смысл только в частотном диапазоне свыше 200 МГц, т.е. для техники категории 6A и выше в случае ее исполнения в неэкранированном варианте.

## 17. СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ СИММЕТРИЧНЫХ ТРАКТОВ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВНЕШНЕЙ ПОМЕХИ

### Внешние источники помех

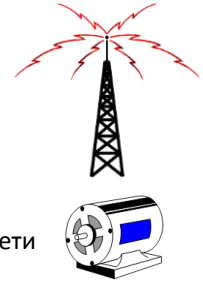
Два основных вида внешних наводок:

- Радиопомехи и электромагнитные шумы

Основные источники – сотовые телефоны, передатчики систем радиовещания и телевидения, источники питания с высокочастотным преобразованием.

- Электромагнитная интерференция EMI

Основные источники – электромоторы, стартеры флуоресцентных ламп, силовые кабели (сети переменного тока) и атмосферные явления, включая разряды молнии.



Стандарты не предусматривают специальных требований к уровню шума, наведённого внешним электромагнитным излучением.

### Методы борьбы с помехами

Эффективность подавления внешних помех обеспечивается следующими приемами:

- высокой степенью симметрии витой пары;
- обеспечением целостности экранов кабеля;
- высококачественным заземлением экрана;
- увеличением расстояния между кабелем и источником помехи;
- ограничением длины взаимодействия с источником помех.

Указанные приемы независимы друг от друга и могут применяться совместно.

### Расстояние от источников помех



300 мм от высоковольтных ламп



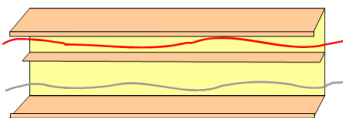
900 мм от электрических проводов 5 КВА или больше



1000 мм от трансформаторов и двигателей

Следует строго выдерживать минимальные расстояния кабеля от источников помех. Кроме указанных выше требований следует также предохранять кабель от лишних напряжений и влияния источников тепла.

### Требования ПУЭ



ПУЭ разрешает вести силовые и информационные кабели в одном канале, при условии наличия в нём разделительной перегородки. Сила тока в сети не должна превышать **20 А** при напряжении 220 В.

Дополнительно ПУЭ запрещает прокладывать силовую и информационную проводки в одном и том же кабелепроводе (например, желобе, коробе или плинтусе) без перегородки.

Из указанного ограничения вытекает целесообразность, применяется для энергоснабжения рабочих станций ЛВС отдельной “чистой” сети.

## 18. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ОПТИЧЕСКИХ ТРАКТОВ СКС

### Основные параметры оптических трактов СКС

Передача информации с заданным качеством по оптическим кабельным трактам СКС требует обязательного выполнения ряда норм.

Основными параметрами, отвечающими за качество передачи, являются затухание, широкополосность, числовая апертура и геометрические характеристики сердцевин.

Широкополосность, числовая апертура и геометрические характеристики сердцевин гарантируются типом применяемой элементной базы.

На затухание сильное влияние оказывает качество выполнения монтажа.

### Затухание (Attenuation)

Затухание – это постепенная потеря оптическим сигналом своей энергии в процессе распространения по волокну.

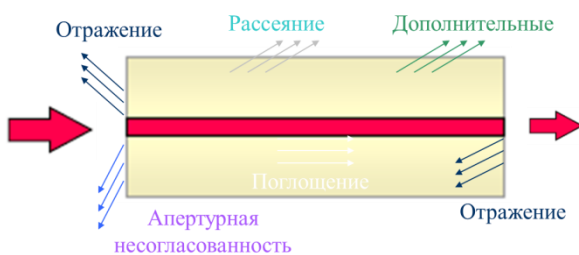
От величины затухания зависит максимальная дальность связи между двумя приёмопередатчиками.

Затухание обусловлено потерями на рассеяние и на поглощение.

Эффекты рассеяния и поглощения определяют рабочий диапазон длин волн волоконно-оптической связи.

Затухание принято измерять **в децибелах на километр**.

### Составляющие потерь света

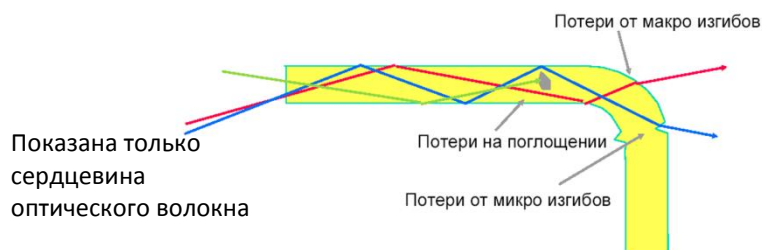


Потери света в волоконном световоде за счёт рассеивания и поглощения неизбежны.

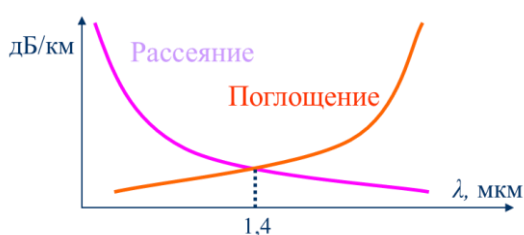
### Затухание в волокне

Макро изгибы – видимые изгибы. Вызывают большие потери на больших длинах волн.

Микро изгибы – не видимы для глаза (появляются при изготовлении волокна).



### Нижний предел потерь волоконного световода



Минимальная величина потерь никогда не достигается из-за:

- Кабельных потерь, возникающих в процессе изготовления оптического кабеля.
- Примесей, содержащихся в материале сердцевины световода, которые приводят к резкому возрастанию потерь на определённых длинах волн.

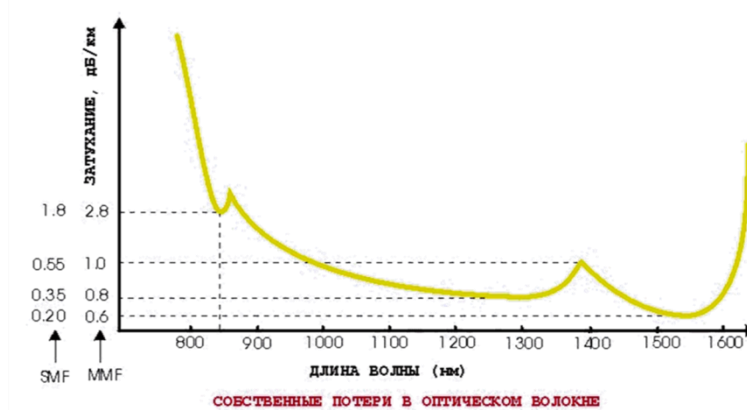
### Окна прозрачности

Работа по волоконно-оптическим кабелям эффективна не на всех длинах волн, а только в определённых участках спектра, где достигаются минимальные потери.

Области минимальных потерь получили названия **окон прозрачности**.

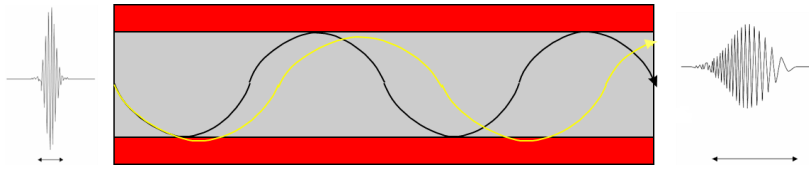
Для кварцевых световодов практический интерес представляют три окна прозрачности. Чаще всего это три длины - 850 нм, 1300 нм и 1550 нм.

Характеристики полупроводниковых излучателей и фотоприёмников оптимизированы для работы в этих окнах.



## 19. ЧАСТОТНЫЕ СВОЙСТВА ОПТИЧЕСКИХ ТРАКТОВ СКС

### Дисперсия электромагнитного излучения



Дисперсия – это явление рассеяния во времени спектральных составляющих оптического сигнала (искажение формы импульса).

Дисперсия определяет полосу пропускания световода и возникает из-за наличия целого ряда физических процессов, происходящих в световоде.

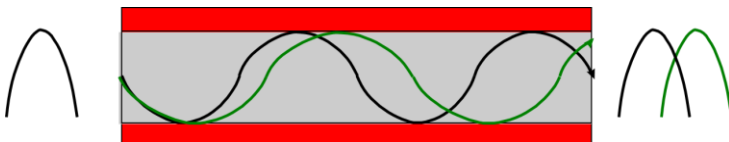
Различают два главных вида дисперсии: **хроматическую** и **межмодовую**.

### Хроматическая дисперсия



Хроматическая дисперсия обусловлена зависимостью условий распространения света по волокну от длины волны (наличие в спектре оптического сигнала более чем одной составляющей с различными длинами волн).

### Межмодовая дисперсия



Возникает только в многомодовых световодах из-за наличия в них большого числа мод с различным временем распространения за счёт разброса углов отражения и соответственно различной длины путей, которые отдельные моды проходят в сердцевине волокна.

**Оказывает заметно большее влияние на пропускную способность многомодового оптического тракта чем хроматическая!!!**

### Параметр дисперсии

Для одномодовых световодов параметр дисперсии имеет размерность **пс/нм x км**.

Длина волны  $\lambda$ , выше которой материальная дисперсия положительна, а ниже – отрицательна, называется **длиной волны нулевой дисперсии**.

Частотные характеристики многомодовых волокон удобно оценивать коэффициентом широкополосности, имеющим размерность **МГц x км**.

Коэффициент широкополосности служит мерой пропускной способности многомодового волокна.

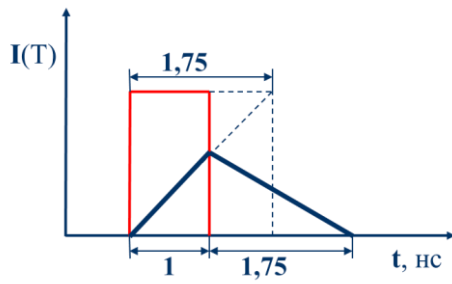
### Пример

Волокно OM1

Коэффициент широкополосности: 200 МГц x км на волне 850 нм

Длина кабеля: 1 км

Импульс входной: 1 нс (идеальный)



Верхняя граничная частота световода:

$$f_{\text{вр}} = 200 \text{ МГц} \times \text{км} / 1 \text{ км} = 200 \text{ МГц}$$

Время нарастания:

$$t_{\text{фрез}} = 0,35 / 200 \text{ МГц} = 1,75 \text{ нс}$$

## 20. КАТЕГОРИИ И КЛАССЫ

### Необходимость введения категорий и классов

Различные комплексные объекты СКС (стационарные линии и тракты) отличаются друг от друга обеспечиваемыми ими качественными параметрами.

Гарантированные параметры линий и трактов отражаются указанием класса.

Аналогичный принцип распространяется на элементную базу для формирования линий и трактов за счет указания категории кабелей и коммутационного оборудования.

Понятия класса и категории тесно связаны между собой, но не тождественны.

### Категории и классы симметричной техники

Основным признаком класса и категории симметричной элементной базы является верхняя граничная частота нормирования параметров.

Практический интерес представляют следующие объекты:

Класс А (Категория 1) – до 100 кГц

Класс В (Категория 2) – до 1 МГц

Класс С (Категория 3) – до 16 МГц

Класс D (Категория 5e) – до 100 МГц

Класс E (Категория 6) – до 250 МГц

Класс EA (Категория 6A) – до 500 МГц

Класс F (Категория 7) – до 600 МГц

Класс FA (Категория 7A) – до 1000 МГц

**Класс G (Категория 8) – до 2000 МГц (в разработке)**

### Соответствие категорий и классов симметричной техники

В симметричной технике класс гарантированно соответствует категории при обязательном выполнении двух условий.

Все компоненты тракта имеют категорию не ниже заявленной (принцип слабого звена).

Выполнены все без исключения ограничения стандартов касательно длин кабельных элементов и структуры линий.

### Категории и классы оптической техники

Подходы к нормированию оптической и симметричной подсистем весьма схожи.

На уровне оптической подсистемы различают категорию волоконных световодов от OM1 до OM4 (многомодовая техника) и OS1 и OS2 (одномодовая техника) и классы трактов OF-300, OF-500 и OF-2000. В последнем случае цифровой индекс соответствует максимальной длине тракта в метрах.

Каждому приложению ставится в соответствие свой максимально допустимый класс тракта.

Параметры многомодовых световодов категорий OM3 и OM4 отдельно нормируются для лазерных и светодиодных источников света и указываются для разных практически интересных длин волн.

## 21. ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОМЕЩЕНИЯ

### Технические помещения

Технические помещения СКС образуют узлы архитектурной части СКС. При развёртывании СКС используют технические помещения двух видов:

**Аппаратные (equipment rooms)** - оборудуются фальшполами, системами пожаротушения, кондиционирования и контроля доступа.

**Кроссовые (telecommunications rooms)** - представляет собой помещение, в котором размещается коммутационное оборудование СКС, сетевое и другое вспомогательное оборудование.

Кроссовые в зависимости от своего назначения и размещения делятся на уровни.

В каждой СКС может быть только одна кроссовая внешних магистралей, а в каждом здании - только одна кроссовая здания (если нет дополнительных требований по надёжности и безопасности).

### Аппаратная

Аппаратная представляет собой центральное техническое помещение не только СКС, но и всей информационно-вычислительной системы предприятия. Кроме оборудования для обслуживания магистральных кабелей СКС в ней устанавливаются многочисленные активные устройства группового назначения масштаба предприятия (центральные сервера, магистральные коммутаторы, телефонная станция и т.д.).

Аппаратная оборудуется развитой системой инженерного обеспечения, в т.ч. пожарной и охранной сигнализации, системой пожаротушения и т.д.

### Кроссовая этажа

Кроссовая этажа – наиболее массовое техническое помещение, в котором находятся элементы для связи вертикальной подсистемы с горизонтальной, а также устанавливается активное сетевое оборудование уровня рабочей группы. Количество КЭ выбирается таким образом, чтобы каждая из них обслуживала на этаже рабочую площадь не более 1000 кв. м. Рабочая площадь составляет примерно 2/3 от общей.

### Площадь технических помещений

При выборе площади аппаратной следует руководствоваться правилом: 0,7 % от рабочей площади, но не менее 14 кв. м.

Площадь кроссовой – 0,07 кв. м на одно 2-портовое рабочее место, но не менее 7 кв. м.

Рекомендуемые габаритные размеры кроссовой (по стандарту TIA/EIA-569A).

Обслуживаемая рабочая площадь, кв. м	Габаритные размеры
< 1000	3,0 x 3,4
<800	3,0 x 2,8
<500	3,0 x 2,2

### Условия окружающей среды в технических помещениях

В технических помещениях должны быть предусмотрены соответствующие системы инженерного обеспечения, при функционировании которых обеспечиваются заданные условия по параметрам окружающей среды.

Контролируются следующие параметры:

- температура (от 18 до 24 С);
- влажность (от 30 до 55 %);
- освещенность (не менее 500 лк);
- вибрации;



- напряженность электрического поля (не более 3 В/м);
- уровень загрязняющих веществ.

Для выполнения норм по запыленности рекомендуется создавать в технических помещениях повышенное воздушное давление. Для этого приточная вентиляция проектируется на большую производительность по сравнению с вытяжной.

#### **Дополнительные варианты архитектурной реализации коммутационных узлов**

Кроме полноценных технических помещений при построении СКС в случае обслуживания небольшого количества рабочих мест могут использоваться упрощенные варианты реализации коммутационных центров в виде:

- Ниш или чуланов (площадь до 500 кв. м);
- Специально построенных выгородок (от ниш отличаются наличием передней и задней дверей);
- Отдельно стоящих напольных или одиночных настенных шкафов.

## 22. 19-ДЮЙМОВЫЙ МОНТАЖНЫЙ КОНСТРУКТИВ

### Размещение оборудования СКС и ЛВС в технических помещениях

В кроссовых и иных технических помещениях нижнего уровня оборудование монтируется преимущественно в 19-дюймовых конструктивах.

При числе рабочих мест до 120 применяется один конструктив.

При числе рабочих мест свыше 120 – два конструктива.

В правильно спроектированной СКС более двух 19-дюймовых конструктивов в одной кроссовой этажа не требуется!

В аппаратных часть оборудования (обычно телефонная станция) и ее кросс монтируются на стене, остальные активные и пассивные устройства – в шкафах.

### Классификация монтажных конструктивов

В зависимости от своего исполнения 19-дюймовый монтажный конструктив делится на:

- шкафы закрытые напольные;
- шкафы закрытые настенные;
- стойки открытые с одной или двумя рамами;
- рамы монтажные открытые.

Настенный шкаф обслуживает не более 40 рабочих мест.

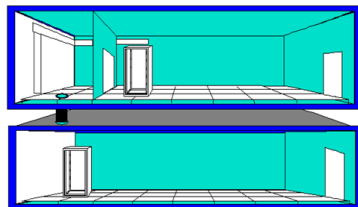
Основным видом монтажного конструктива является монтажный шкаф высотой 42U.

В распределительных узлах нижнего уровня из-за большого количества горизонтальных кабелей используются преимущественно шкафы шириною 800 мм.

Шкафы с меньшими размерами по ширине применяются главным образом в аппаратных.

### Правила выбора технических помещений и расположения в них монтажного конструктива

При проектировании СКС и выборе мест расположения технических помещений следует придерживаться следующих правил:



Избегайте соседства технических помещений с энергоустановками (трансформаторы, генераторы, лифты и так далее.), газовыми, водяными или силовыми магистралями по соседству или в проходящих скрытно в стене.

Желательно располагать технические помещения централизованно по отношению к зоне, которую они обслуживают а также ближе к вертикальным стоякам как только это возможно.

Монтажный конструктив должен располагаться так чтобы был обеспечен лёгкий доступ к нему технического персонала.

Если нет возможности установить монтажный конструктив в охраняемых помещениях или помещениях с ограниченным доступом следует применять запираемые шкафы.

### Правила расположения шкафов

При расположении двух и более шкафов в одном ряду они должны быть смонтированы с выравниванием по горизонтали, вертикали (при одинаковой высоте), а также скреплены друг с другом для получения единой конструкции.

В процессе выравнивания по вертикали допускается использование подкладок под установочные ножки (высота не более 5 мм, площадь – не менее 40 кв. см.)

Ширина бокового прохода выбирается равной не менее 762 мм, перед передней и задней частями шкафа или стойки должно оставаться свободное пространство шириной не менее 914 мм.

Величина зазора между верхней частью шкафа и элементами потолка (фальшпотолка) и смонтированным на них оборудовании должна быть не менее 150 мм.

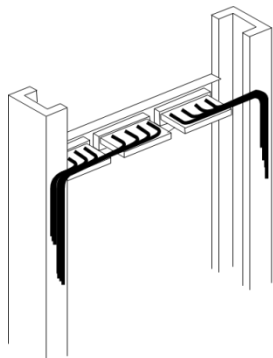
В случае помещений кроссовых с минимальными габаритами при размещении шкафа дополнительно контролируется величина свободного пространства перед его передней частью. Оно должно быть достаточным для свободного открывания двери.

В состав проектной документации в части, касающейся монтажного конструктива, включаются чертежи двух видов:

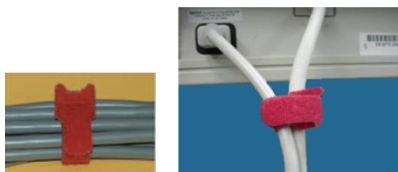
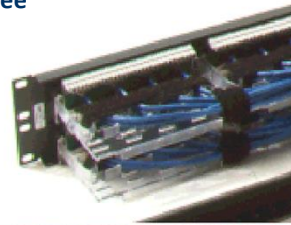
- Схема т.н. фасада шкафа с указанием монтажных мест и разновидностей устанавливаемых на каждое из них активного и пассивного оборудования.
- План расположения шкафов в техническом помещении с размерами, дающими возможность выполнения однозначной привязки конструктивов в процессе монтажа.

## 23. МОНТАЖ КАБЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ В ТЕХНИЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ

### Распределительные пункты – рекомендации



Закрепляй горизонтальные кабели к задней части рамы, а не внутри её



### Жгутование и фиксация кабеля

В технических помещениях при объединении кабелей в жгуты с помощью стяжек лучше применять ремешки на липучках (например VELCRO®), которые легко добавляются, снимаются и при необходимости устанавливаются на новые места. Пластиковые стяжки лучше использовать только для постоянных жгутов.

Кабельные организаторы в виде колец и скоб применяются для правильной и аккуратной прокладки кабелей и жгутов. Применение кабельных организаторов позволяет избежать чрезмерного изгиба кабелей, а также облегчает их прокладку. Провисание коммутационных шнуров вносит основной вклад в плохую организацию кабелей, их деформацию, а следовательно ухудшает контакт вилка-гнездо.

### Лента Velcro

Характеристики:

- Длина 1600 или 5000 мм, с возможностью обрезать; до желаемой длины
- Ширина 20,2 мм;



70V-20-01BU

Применяются для организации кабелей в жгуты. Идеально подходит для приложений, требующих частых перемещений, добавлений и изменений.

Рекомендуется использовать для организации кабелей категории 6 и выше для предотвращения чрезмерного натяжения.

## 24. ЗАЗЕМЛЕНИЕ И ВЫРАВНИВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛОВ

### Заземление и выравнивание потенциалов

Качественное заземление и выравнивание потенциалов имеют большое значение для любых видов систем.

Принципы организации защитного заземления определены в ПУЭ.

Правила устройства электроустановок (ПУЭ) распространяются на вновь сооружаемые и реконструируемые электроустановки постоянного и переменного тока.

В качестве телекоммуникационной магистрали заземления (ТМЗ) нельзя использовать трубы внутреннего водоснабжения здания.

При наличии нескольких вертикальных ТМЗ их следует соединить на верхнем этаже и минимум через каждые 3 этажа.

Эффективность действия экрана зависит от «чистоты» земли, то есть от постоянства её потенциала на всём протяжении.

Стандарт требует, чтобы разность потенциалов между двумя точками подключения заземления не превышала 1 В.

Сопротивление самостоятельного заземляющего устройства должно соответствовать требованиям предприятия - изготовителя аппаратуры или ведомственным нормам, но не должно превышать 4 Ом.

Действующие правила эксплуатации электрооборудования и металлических конструкций различного назначения для его монтажа требуют обязательного заземления всех деталей из проводящих материалов.

Оборудование заземления относится к штатному элементу 19-дюймовых конструктивов.

Кабельные лотки должны быть заземлены (контакт с системой заземления через каждые 15-20 м, формируемая лотками электрическая цепь должна быть непрерывна), а если лоток меньшего размера, то с двух сторон.

По EN 50174-2 расстояние между силовыми и телекоммуникационными кабелями должно составлять не менее 20 см.

Кабели от разных систем должны пересекаться под прямым углом.

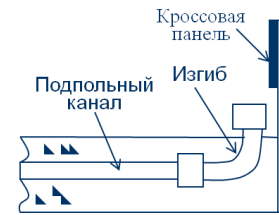


**Закладные трубы**

Широко применяются в нашей стране

Тянущее усилие, прикладываемое к кабелю во время его протяжки, является одним из основных критериев выбора размеров и конфигурации кабельного канала.

На величину усилия тяжения существенное влияние оказывает радиус изгиба и их количество, а также диаметр и количество прокладываемых кабелей с определённой площадью поперечного сечения.



Сеть закладных металлических или пластиковых труб различного диаметра аналогично подпольным каналам с прямоугольным поперечным сечением устанавливается в структуре междуэтажного перекрытия перед «чистой заливкой» пола.

Такая сеть может делиться на две подсистемы: **магистральную и распределительную**.

Сеть закладных труб согласно стандарту TIA/EIA-569 проектируется таким образом, чтобы в общем случае в ней отсутствовали секции, имеющие более двух изгибов под прямым углом между точками вытяжки кабелей или промежуточными вытяжными коробками, а также с длиной более 30 м. Отечественный ОСТН-600-93 в пункте 2.72 – ограничивает эту длину до 15 м.

Укладка труб согласно нормам ОСТН-600-93 осуществляется с уклоном в сторону одной из протяжных коробок. Разность уровней концов труб должна быть не менее 10 мм. Толщина чистого пола над верхней в пакете трубой по СНиП 3.05.06-85, пункт 3.48 должна составлять не менее 20 мм.

Величина радиуса изгиба круглого кабельного канала подбирается с учётом диаметра трубы и типа прокладываемых в них кабелей. Значение радиуса изгиба 400 мм предпочтительно для организации вертикальных выводов.

Ни одна из закладных труб не должна иметь более двух изгибов при угле поворота не более 90 градусов.

**Ёмкость трубчатых кабельных каналов**

Ёмкость трубчатых кабельных каналов – это количество кабелей, которые могут в ней размещаться, а следовательно зависит от размеров этих кабелей и самой трубы.

Не рекомендуется прокладывать кабели с низким и высоким уровнями сигналов в одной трубе.

Таблица на следующем слайде взята из ANSI/EIA/TIA-569-A, одобрена National Electrical Code (NEC, USA), а диаметры подсчитаны для 40% заполнения трубы кабелями. Данная таблица содержит сведения о ёмкости горизонтальных труб, имеющих не больше двух прямых углов и не длиннее 30 метров.

Каждый поворот трубы под прямым углом увеличивает силу трения на величину, равную возникающей на 10 метровом прямом участке трубы.

**Таблица ёмкости трубчатых кабельных каналов**

Внутренний диаметр трубы, мм	Количество кабеля определенного внешнего диаметра					
	4.6 мм	5.6 мм	6.1 мм	7.4 мм	7.9 мм	9.4 мм
19 (0,75")	5	4	3	2	2	1
25 (1")	8	7	6	3	3	2
32 (1,25")	14	12	10	6	4	3
38 (1,5")	18	16	15	7	6	4
50 (2")	26	22	20	14	12	7
63 (2,5")	40	36	30	17	14	12
76 (3")	60	50	40	20	20	17
102 (4")						30

## 26. ПРАВИЛА ПРОКЛАДКИ КАБЕЛЕЙ В КАНАЛАХ ЛОТКОВОГО ТИПА

### Правила прокладки кабелей в каналах лоткового типа

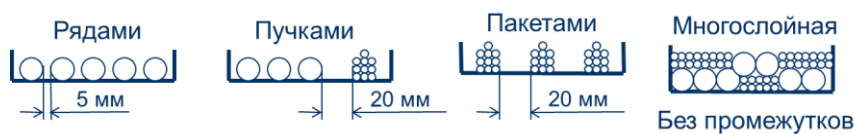
Прокладка кабелей и их жгутов в лотках выполняется **рядами, пучками и пакетами**.

При однослойной прокладке расстояние между отдельными кабелями должно быть не менее 5 мм, при прокладке пучками – не менее 20 мм.

Прокладка отдельных кабелей и сформированных из них пакетов производится параллельно бортам и симметрично относительно центральной оси лотков.

### Наполняемость каналов лоткового типа

ПУЭ (п.2.1.61) «В коробах провода и кабели допускается прокладывать многослойно с упорядоченным и произвольным (россыпью) взаимным расположением. Сумма сечений проводов и кабелей, рассчитанных по их наружным диаметрам, включая изоляцию и наружные оболочки, не должна превышать: для глухих коробов (лотков) 35% сечения короба в свету; для коробов (лотков) с открываемыми крышками 40%.»



### Правила прокладки кабелей в каналах лоткового типа

Если в лотке одновременно прокладываются оптические кабели и кабели из витых пар, сначала в лоток укладываются более тяжёлые кабели из витых пар, а затем сверху на них оптические кабели.

При этом сама прокладка должна выполняться таким образом, чтобы оптические кабели не оказывались между кабелями из витых пар и не сжимались ими.

Это особенно актуально для оптических кабелей внутренней прокладки, упрочняющие покрытия которых обеспечивают лишь минимальный уровень защиты элементов сердечника от сдавливающих усилий.

**Силовые кабели и кабели СКС желательно прокладывать по разным кабельным каналам.** Если такое решение невозможно, то в разных секциях одного короба. Пространственная перегородка обеспечивает их непрерывное пространственное разделение.

Необходимо максимально дальше (не менее 125 мм) размещать кабели СКС от стартеров люминесцентных ламп, которые являются точечными источниками помех.

Запрещается продольное скручивание кабеля при прокладке.



## 27. КАНАЛЫ ДЛЯ ПРОХОДА МЕЖЭТАЖНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ

### Система вертикальных каналов

Вертикальные каналы должны располагаться один над другим на каждом этаже здания.

Включают не менее трёх 100 мм труб или рукавов.

Перед монтажом должны быть закончены все подготовительные работы.

Перед монтажом установите всё необходимое оборудование (желоба, ролики, лебёдки).

Монтаж между этажами ведётся с верхней или нижней отметок трассы.

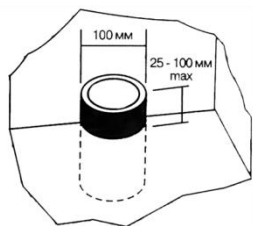
**Кабель не может свободно висеть, он должен быть обязательно закреплён (иначе его свойства могут измениться).**

### СЗУ для прохода междуэтажного перекрытия

СЗУ – Система Закладных Устройств

Слоты, рукава и закладные трубы как элементы прохода междуэтажного перекрытия.

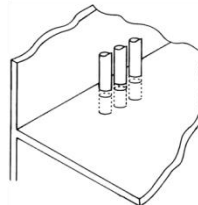
Рукав



Слот

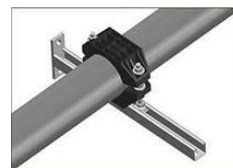
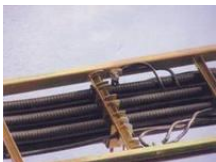


Закладные трубы



### Крепление кабеля внутренней магистрали

Магистральные кабели, проходящие сквозь слот, крепятся к стене технического помещения специальной арматурой, выполненной в форме хомутов и скоб различных видов.



### Слот

Слот обязательно снабжается бордюром, который предотвращает протекание воды и защищает проём от попадания в него посторонних предметов. По окончании работ должен быть заделан заглушкой из огнеупорного материала.

Преимущества:

- гибкость использования;
- хорошие массогабаритные показатели.



Недостатки:

- высокая стоимость реализации;
- ослабляет механическую прочность перекрытия;
- сложность выполнения норм пожарной безопасности.

### Рукав

Рукав или гильза представляет собой короткий отрезок трубы диаметром до 100 мм, вмонтированный в междуэтажное перекрытие. Над рукавами аналогично слотам устанавливаются различные компоненты для фиксации отдельных кабелей и их пучков.

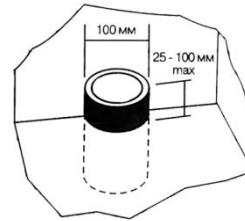
Преимущества:

- лёгкость практической реализации;
- простота установки в них, задерживающих огонь заглушек

в соответствии с требованиями норм противопожарной безопасности.

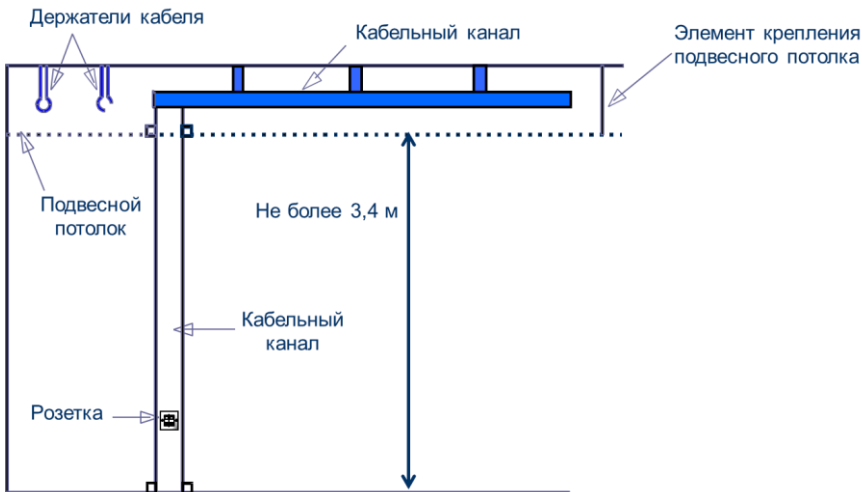
Недостатки:

- обеспечивают меньшую ёмкость и гибкость использования по сравнению со слотами.



## 28. ПРОКЛАДКА КАБЕЛЕЙ ЗА ФАЛЬШПОТОЛКОМ И ПОД ФАЛЬШПОЛОМ

### Подвесной потолок



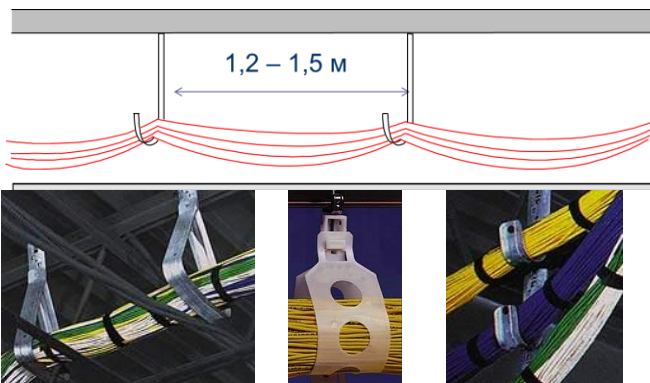
### Подвесной потолок – правила прокладки кабелей

Укладка кабеля в канал должна осуществляться с соблюдением рекомендуемого коэффициента заполнения.

Начинать нужно с укладки длинных отрезков кабеля. Во-первых, это удобнее. Если впоследствии окажется, что допущена ошибка, короткий отрезок добавить всегда проще, чем длинный. Во-вторых, для коротких отрезков можно использовать то, что осталось на катушках после укладки длинных.

Маркировка - обязательная и ответственная процедура. Кабель должен маркироваться с обеих сторон. Эта операция всегда предшествует укладке, а не наоборот - никогда не отрезайте уложенный кабель от остатка на катушке, если не установили метку рядом с местом обрезки.

### Опорные кабельные конструкции



### Прокладка под полом

Самый экономичный, с точки зрения расхода кабеля, вариант — укладка линий внутри пола.

Если в офисе применяются мобильные перегородки, кабель можно уложить только под полом, смонтировав розетки в лючках.



### Фальшпол

Фальшпол представляет собой напольное покрытие, состоящее из съёмных пластин, которые устанавливаются на опорах стоечного типа.

Фальшполы обеспечивают:

- лёгкий доступ;
- простоту модернизации;
- простоту прокладки новых и демонтажа ставших ненужными кабелей;
- перепрофилирование помещений под другие потребности.

Наиболее оптимальное решение при прокладке большого числа кабелей.



### Проблемы проектирования фальшпола

- Стандартные задачи при проектировании:
- установка настильных пластин;
- обеспечение надёжного заземления;
- защита от электрических помех.

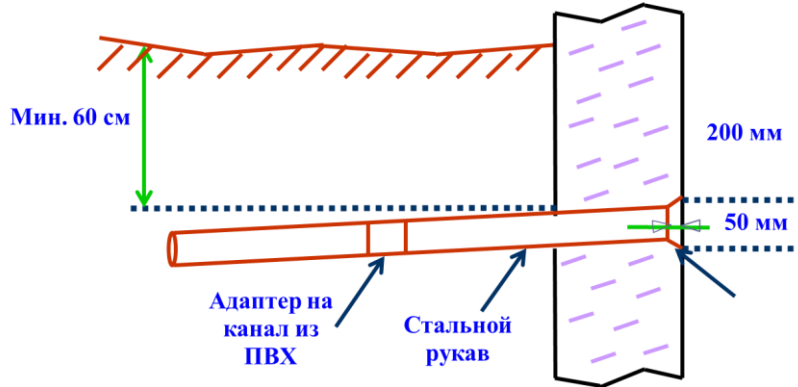
Необходимо убедиться в том, что:

- имеется достаточно мощная система кондиционирования воздуха для охлаждения всего оборудования;
- учесть ограничения по механической нагрузке на фальшпол и пол, являющийся основанием;
- проверить, хватит ли свободной площади для установки имеющегося оборудования, и учесть запас на развитие.

## 29. ВВОД В ЗДАНИЕ

### Ввод кабелей в здание – согласно EIA/TIA 569

Внешние кабели, если они не универсальные, вводятся в здание на максимальную длину 15 метров, а далее должны прокладываться внутренние кабели, отвечающие требованиям пожарной безопасности.



### Особенности построения подземного кабельного ввода

Подземный ввод в здание реализуется на асбоцементных, металлических или полимерных трубах.

Глубина укладки вводной трубы в грунте должна быть не менее 600 мм.

Труба устанавливается с уклоном в сторону колодца или улицы для предотвращения попадания воды в здание. Величина уклона выбирается равной не менее 25 мм на 1 м длины трубы.

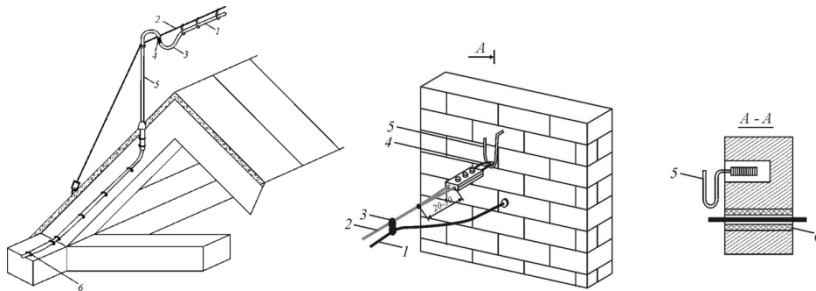
Внешний конец трубы должен выступать за линию стены или отместки не менее чем на 600 мм.

Высота нижнего ряда труб вводного блока должна быть не менее 200 мм над уровнем пола.

Незанятые вводные трубы должны быть герметизированы.

### Организация воздушного кабельного ввода

Воздушный кабельный ввод в здание организуется в двух основных вариантах: через крышу и через стену.



### Особенности построения воздушного кабельного ввода

Воздушный кабельный ввод в здание следует рассматривать как исключение из-за его сравнительно малой эксплуатационной надежности и сложности реализации.

Воздушный ввод может осуществляться как через стену, так и через крышу.

При организации ввода через стену во вводное отверстие должны в обязательном порядке устанавливаться трубка из полимерного материала с уклоном не менее 12 мм наружу.

Запрещается вводить кабель в здание через отверстие в оконных рамах.

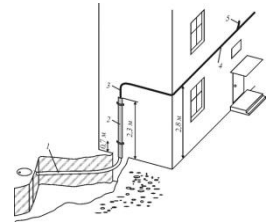
При вводе через крышу, для защиты от попадания влаги на чердак, обязательно должна применяться труба с загнутым вниз концом.

**Прокладка кабеля по наружной стене здания**

Прокладка кабеля по стене здания согласно нормам РД 120-2000 ведется между первым и вторым этажами.

Непосредственный вывод на стену из-под земли выполняется с помощью изогнутой трубы "гусак".

При подъеме кабеля по стене он обязательно защищается металлическим уголком на расстояние не менее 2,1 м от поверхности земли.



## 30. РАБОТА С ГОРИЗОНТАЛЬНЫМИ КАБЕЛЯМИ СКС

### Хомуты (стяжки) Velcro

Являются одним из наиболее известных способов крепления.

Применяются для фиксации пучков кабеля на кабельных лотках и для крепления на стены или приборные стойки.

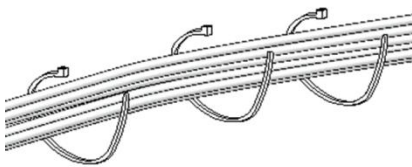
Изготавливаются из прочного не растягивающегося материала, могут быть белыми или цветными.



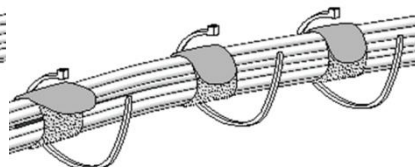
### Группировка кабелей

При группировке кабелей (формировании жгутов) следует придерживаться следующих рекомендаций:

- максимальное количество кабелей в жгуте не более 24 штук;
- при горизонтальной прокладке кабеля следует устанавливать стяжку на каждый 1 метр;
- при вертикальной прокладке кабеля следует устанавливать стяжку на каждый 1 метр;
- стягивающее усилие не должно деформировать кабель.



**Не для Кат. 6**



**Кат. 6 и выше**

### Примеры группировки кабелей

Правильно



Неправильно



При чрезмерной затяжке крепежных хомутов происходит ухудшение характеристик кабелей.

### Типичная ошибка при монтаже



Чрезмерно сильная затяжка фиксирующей стяжки

## Радиус изгиба

Допустимый радиус изгиба – это предельный радиус, до которого кабель может быть изогнут без механического повреждения или ухудшения своих характеристик.

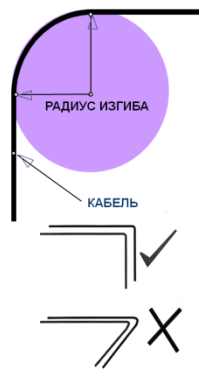
Для кабелей нормируется отдельно для прокладки кабеля и после монтажа (эксплуатация).

Рекомендуемый радиус изгиба для прокладки кабеля обычно больше, чем радиус кабеля после монтажа.

Перед проведением работ необходимо свериться с требованиями производителя кабеля. Малые радиусы изгиба ухудшают NEXT (симметричные кабели) или затухание (оптические кабели), а также могут привести к повреждению кабеля.

Минимальный радиус изгиба для симметричного кабеля при эксплуатации равен четырём его внешним диаметрам.

## Радиус изгиба



Радиус изгиба кабеля указывается в отношении к его внешнему диаметру.

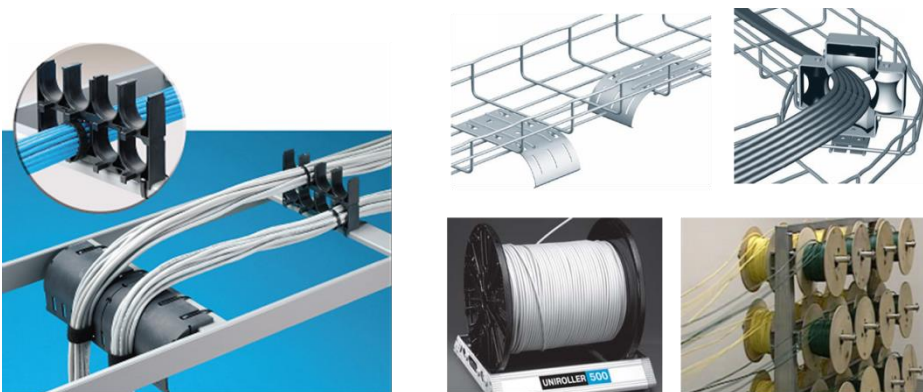
Обычно минимальный радиус изгиба равен:

- четырём внешним диаметрам кабеля, для кабелей с шестью парами и меньше;
- десяти внешним диаметрам кабеля, для кабелей с числом пар более шести.

При увеличении радиуса изгиба уменьшается механическое напряжение и деформация кабеля при прохождении прямых углов в процессе его монтажа.

## Усилие тяжения

Рекомендуемое максимальное усилие тяжения для неэкранированного 4-парного симметричного горизонтального кабеля равно 110 Н, для экранированного – 220 Н.



## Правила прокладки кабелей

Соблюдение указанных правил поможет избежать растяжения проводов при прокладке и ухудшения пропускных характеристик, вызываемых чрезмерным растяжением кабеля.

Основные ошибки, увеличивающие механические нагрузки на кабели:

перекручивание кабеля во время протяжки или монтажа;

натяжение на подвесных участках трасс;

туго затянутые кабельные хомуты;

слишком малые радиусы изгиба.

По кабелю, разложенному на полу перед затяжкой в канал, нельзя ходить.

Процесс начинается с прокладки всех крупных магистральных и внутренних кабелей.

Далее прокладываются горизонтальные кабели меньшего размера.



Недопустимо прокладывать телекоммуникационные кабели в одной трубе с силовыми кабелями.

Если в системе каналов больше двух поворотов под 90 градусов или длина трубы превышает 30 м – следует предусмотреть протяжную коробку.

Применение смазки кабелей при протяжке увеличивает степень заполнения (не рекомендуется).

## 31. РАБОТА С МАГИСТРАЛЬНЫМИ КАБЕЛЯМИ СКС

### Прокладка магистрального кабеля

Процедура прокладки магистрального кабеля отличается от прокладки горизонтального кабеля из-за его большей погонной массы и меньшей гибкости.

Работа с магистральным кабелем требует применения заметно большего количества технологических приспособлений.

Отдельного внимания требует организация прокладки магистральных кабелей на вертикальных участках, что практически повсеместно встречается в проектах СКС с иерархической топологией.

### Прокладка магистрального кабеля сверху-вниз

Требует меньшего количества оборудования.

Требует подъёма кабельного барабана на верхнюю отметку трассы.

Необходимо место для барабанов и оборудования.

Требует соблюдения следующих правил:

- барабан следует размещать на некотором расстоянии от входного отверстия;
- необходимо применять направляющий жёлоб или ролик для подачи кабеля во входное отверстие;
- требуется обеспечивать необходимые меры торможения;
- сматывать кабель с барабана следует медленно;
- крепление кабеля необходимо осуществлять сразу после его монтажа, начинать следует снизу.

### Прокладка магистрального кабеля снизу-вверх

Требует соблюдения следующих правил:

- у входного отверстия следует установить ролик и устройство, создающее тянущее усилие (лебёдка);
- сверху необходимо опустить протяжной трос;
- требуется обеспечивать необходимые меры торможения;
- необходимо обеспечить прочное крепление кабеля к протяжному тросу;
- кабель следует протягивать с заданной скоростью;
- в необходимых случаях следует предусматривать резерв кабеля.

### Соблюдение радиуса изгиба и усилий тяжения

Радиус изгиба всех магистральных кабелей внутренней прокладки должен поддерживаться не менее 10 внешних диаметров оболочки при отсутствии нагрузки и не менее 15 внешних диаметров при протяжке с усилием, не превышающим допустимых значений.

Радиус изгиба кабелей внешней прокладки должен поддерживаться не менее 10 внешних диаметров кабеля в отсутствие нагрузки (после монтажа) и не менее 20 внешних диаметров при протяжке с усилием, не превышающим допустимых значений.

### Выкладка кабеля и запасы на прокладку

При прокладке магистрального кабеля по трассе в промежуточных смотровых устройствах осуществляется его выкладка вдоль стенок, если такая операция предусматривается конструкцией устройства.

Необходимость выкладки учитывается введением запасов на длину кабеля.

При определении запасов учитываются:

- неровности укладки;
- концевая разделка.

Формирование запасов длины кабеля в виде колец на трассе и в смотровых устройствах не допускается.

**Дополнительные требования к волоконно-оптическим магистральным кабелям**

**ANSI/ICEA S-83-596**

2- и 4-волоконные кабели, являющиеся частью горизонтальной или централизованной волоконно-оптической системы, должны иметь радиус изгиба не менее 25 мм (1 дюйм) в отсутствие нагрузки (после монтажа).

Радиус изгиба 2- и 4-волоконных кабелей при протяжке через горизонтальные трассы должен поддерживаться не менее 50 мм (2 дюймов).

Радиус изгиба всех прочих кабелей внутренней прокладки должен поддерживаться не менее 10 внешних диаметров оболочки при отсутствии нагрузки и не менее 15 внешних диаметров при протяжке с усилием, не превышающим допустимых значений.

Требования к условиям работы с оптическими и медножильными кабелями внешней прокладки совпадают.

**Крепление кабеля к протяжному тросу**

В случае, когда прилагаемое усилие невелико (производится монтаж небольших отрезков тонких кабелей) крепление кабеля к протяжному тросу можно осуществлять непосредственно за силовой элемент кабеля.



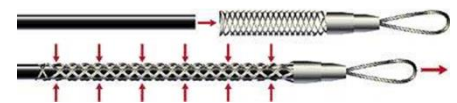
Во всех остальных случаях крепление следует осуществлять за фиксируемый на кабеле наконечник.



Наконечники бывают двух типов:

- одноразовые (опрессовываемые);
- многоразовые (разборные).

Самым надежным и безопасным способом крепления является крепление с помощью кабельного чулка.



Представляет собой плетёный рукав, изготовленный из металлической проволоки или полимерных волокон различной толщины.

При приложении продольного усилия рукав растягивается и уменьшается в диаметре, надёжно фиксируя кабель.

Позволяет одинаково надёжно фиксировать одиночные кабели или пучки кабелей любой конструкции без повреждения места захвата.



**Ворот и лебёдки**

Ручной ворот — простейший инструмент для втягивания кабеля.

Не позволяет развивать значительные усилия и создает равномерную подачу.

Механическая или электрическая лебёдка не позволяют контролировать и ограничивать развиваемое усилие.



## 32. ПОДКЛЮЧЕНИЕ СИММЕТРИЧНЫХ КАБЕЛЕЙ К ПАНЕЛЯМ СКС

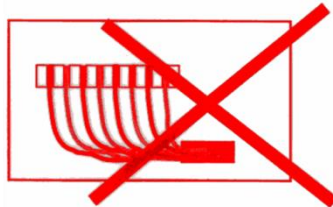
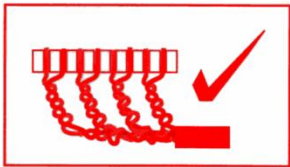
### Правила терминирования

Подключение витых пар симметричного кабеля к IDC-контактам оконцевателя называется терминированием.

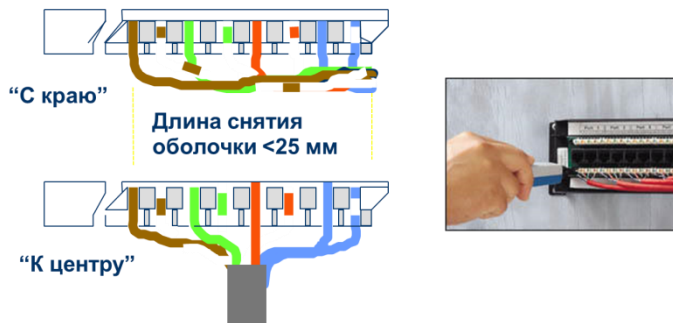
Основные правила выполнения терминирования.

Для получения заданной величины NEXT предельная длина расплетения витой пары для Категории 5 и выше не должна быть более 12,7 мм.

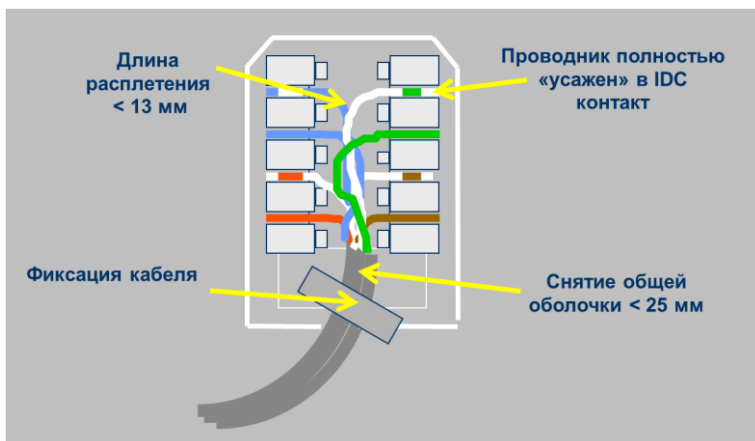
Оболочка кабеля удаляется ровно настолько, сколько необходимо для терминирования на оконцеватель разъема.



### Расшивка кабеля на панели



### Терминирование кабелей



## Правила монтажа

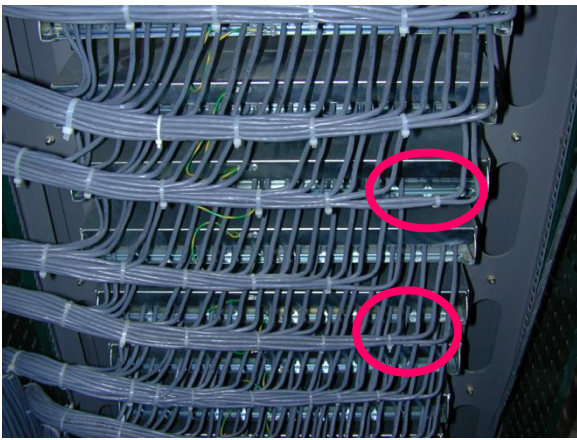
Сохранение заводской скрутки витой пары имеет критически важное значение.



Торцевой фитинг с ограничением минимального радиуса изгиба кабеля

## Правила инсталляции

Первое впечатление: Кабель уложен аккуратно но...

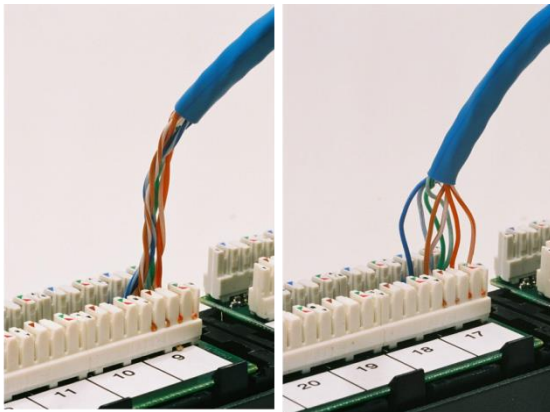


## Расшивка кабеля на панели

Правильно



Неправильно



## Расшивка кабеля на панели

Правильно



Неправильно



## 33. КОММУТАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

### Коммутационные шнуры EUROLAN



Варианты исполнения:

- Коммутационные шнуры U/UTP, F/UTP категории 5е, 6;
- Коммутационные шнуры S/FTP категории 6А.

Характеристики коммутационных шнуров:

- Вилка RJ45 8-позиционная, 8-контактная, категории 5е, 6 или 6А;
- Количество циклов включение/выключение не менее 1000;
- Материал контактов бронзовый сплав, легированный фосфором;
- Защита контактов от коррозии осуществляется посредством:
  - никелирования толщиной 2,54 мкм;
  - золочения толщиной 1,27 мкм.
- Крепление на кабеле шнура – вилка залита пластиковым хвостовиком;
- Цвет внешней оболочки шнура: белый, красный, синий, зеленый, желтый.

### Особенности коммутационных шнуров RJ45

Диаметр провода шнурового U/UTP-кабеля категории 5е составляет 0,98 мм, а диаметр установочного отверстия вилки 1,01 мм, что позволяет выполнить установку ручную.

В экранированном кабеле диаметр провода превышает 1,01 мм, что не позволяет установить вилку в полевых условиях.

Для техники категории 6 и выше достижение требуемых параметров шнуров при ручной установке невозможно.

**Компания Eurolan настоятельно рекомендует применять шнуры заводского изготовления, обладающие лучшими параметрами и более высокой надежностью!!!**

### Разновидности коммутационных шнуров

Коммутационные шнуры Eurolan отличаются:

- Исполнением: экранированные – неэкранированные;
- Категорией: от 5е до 6А;
- Длиной: от 0,5 до 10 м;
- Типом вилок: RJ45 и 110 (возможны комбинированные шнуры);
- Шнуры с вилками типа 110 имеют 1, 2 или 4 пары.

Важно: Минимально допустимый радиус изгиба кабеля 4-парного шнура составляет 20 – 25 мм.

### Некоторые правила применения коммутационных шнуров

Коммутационный шнур изготавливается из кабеля с многопроволочными проводниками, которые имеют повышенное затухание. Поэтому коммутационные шнуры должны иметь минимальную длину.

Минимальная длина коммутационных шнуров не только улучшает качество функционирования кабельного тракта, но и улучшает условия администрирования, т.к. петли шнуров не перекрывают маркировку.

Кабель коммутационного шнура в обязательном порядке должен быть уложен в организатор и не воздействовать своей тяжестью на вилку разъема.

### Кроссировочный провод EUROLAN

Провод для перемычек (19A-U3-01-R500) используется на кроссовых панелях типа 110 при формировании трактов для передачи телефонных сигналов.



#### Характеристики:

- Число пар 1;
- Проводник 0,51 мм, медный, цельнотянутый;
- Материал изоляции проводника полиэтилен;
- Упаковка моток 500 м;
- Без оболочки;
- Вес брутто 2,6 кг.

### Коммутационные панели

Коммутационные панели, как правило, монтируются в монтажные конструктивы в технических помещениях (кроссовых и аппаратных) и в виде исключения непосредственно на стену.

Коммутационные панели предназначены для подключения к ним кабелей различных подсистем СКС и для ручного соединения отдельных сегментов кабельной системы друг с другом коммутационными шнурами или перемычками.

Коммутационные панели Eurolan позволяют терминировать кабели, проводники которых имеют диаметр от 0,45 до 0,65 мм.

Коммутационные панели выпускаются в моноблочном и наборном вариантах, и предлагаются в стиле 110 и с розетками RJ45.

### Установка коммутационных панелей

Коммутационные панели монтируются исключительно в местах, предусмотренных проектом построения СКС.

При изменении места установки по местным условиям этот факт обязательно отражается в исполнительной документации.

Перед подключением кабелей к панели их технологическая маркировка меняется на финишную. Применение финишной маркировки является обязательной на основании требований системы администрирования СКС.

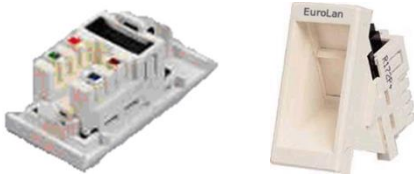
Установка панели на штатное рабочее место выполняется до или после подключения к ней линейных кабелей в зависимости от используемой технологии монтажа.

Тип применяемых крепежных элементов зависит от места монтажа и характеристик несущей поверхности.

## 34. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РОЗЕТКИ

### Информационные розетки

Информационные розетки, являющиеся составной частью горизонтальной подсистемы СКС, служат для подключения оборудования рабочих мест к СКС посредством абонентских шнуров.



Согласно стандарту ISO/IEC 11801 одна информационная розетка содержит минимум два модуля Категории 5е/6/7, один из которых может быть заменен на оптический разъем. Такая ИР должна обслуживать примерно 10 м<sup>2</sup> рабочей площади.

Корпуса информационных розеток делятся на: **внешние** и **внутренние**.

Внешний корпус закрывает розеточный модуль со всех сторон, а внутренний выполнен в виде декоративной лицевой панели или иного монтажного основания и оставляет открытой заднюю (кабельную) часть розеточного модуля.

Корпуса внутренней розетки устанавливаются на штатное посадочное место с помощью защёлок.

Посадочные размеры розеток типа Mosaic 45 соответствуют системе Mosaic 45 компании Legrand (22,5x45 мм).

Настенные розетки монтируются непосредственно на поверхность.

### Розеточный модуль UTP/FTP категории 3, 5е Keystone



- Выполняются в стиле Keystone или Mosaic 22,5×45,0 мм;
- Модульный разъем RJ45, 8-контактный, T568A/B;
- Доступны в экранированном и неэкранированном вариантах с категориями от 5е до 6А;
- Число циклов включение/выключение не менее 750;
- Контакты розетки: оловянная бронза легированная фосфором;
- Защитное никелирование толщиной 2,54 мкм и золочение толщиной 1,27 мкм;
- Контакты IDC: оловянная бронза легированная фосфором;
- Защитное покрытие никелем (толщина слоя около 2,54 мкм);
- Цвет корпуса: черный, белый, красный, желтый, зеленый, синий.



## 35. РАБОТА С ОПТИЧЕСКИМИ КАБЕЛЯМИ СКС

### Работа с волоконно-оптическими кабелями

Необходимо тщательно выполнять все процедуры технологического процесса монтажа кабельной линии (укладка, разделка, соединению и оконцовке).

Ошибки обходятся весьма дорого — от замены испорченного соединителя до установки соединительной муфты на месте повреждённого кабеля.

Разделка кабеля может выполняться:

- для оконцовки (монтажа разъемных соединителей);
- для сращивания (сварки или монтажа неразъемных соединителей).

### Особенности прокладки волоконно-оптических кабелей

Допускают более низкие нагрузки на растяжение, чем кабели с металлическими жилами.

Особое внимание нужно при прокладке больших длин кабеля.

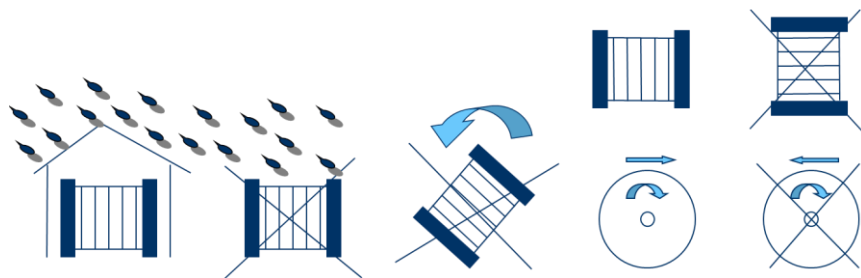
Необходимо строго выполнять установленные ограничения допустимых нагрузок на растяжение.

При нарушении технологических процессов могут появиться внутренние повреждения, которые проявятся с течением времени.

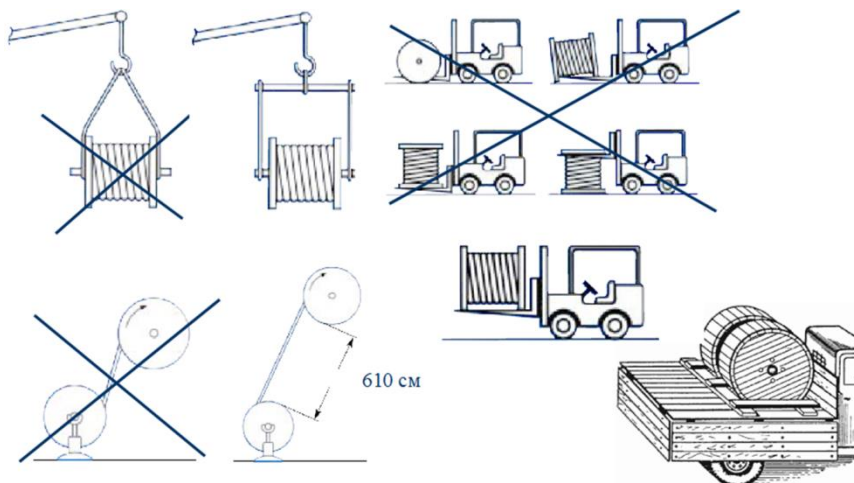
### Хранение и транспортировка волоконно-оптических кабелей

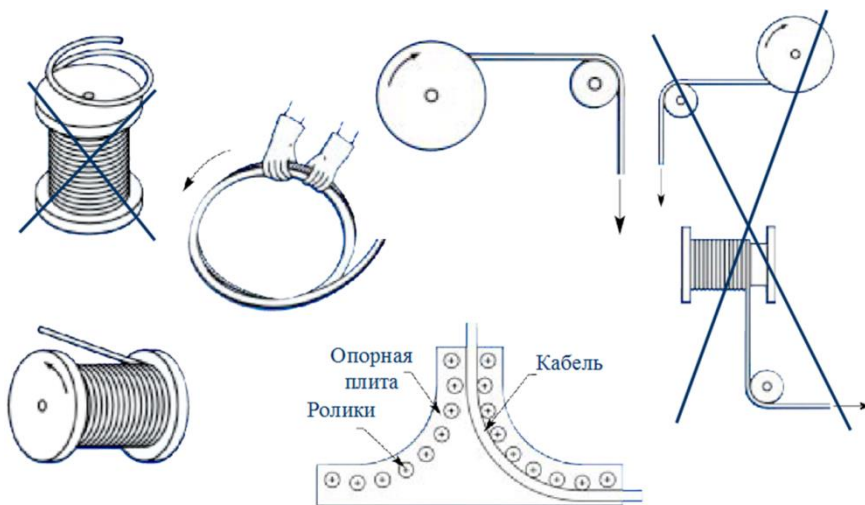
Запрещается хранить кабель на улице в открытом виде. Концы кабеля должны быть закрыты влагонепроницаемыми колпачками.

Транспортировку нужно производить в оригинальной заводской упаковке.



### Операции с кабельными барабанами



**Обращение с волоконно-оптическими кабелями****Правила ремонта и замены оптического кабеля**

Волоконно-оптические кабели применяются при построении магистральных подсистем, отличаются большой длиной и более подвержены риску механических повреждений.

При небольших повреждениях оболочки допускается выполнение ее ремонта с целью восстановления ее целостности.

Сращивание поврежденного кабеля выполняется с помощью муфты.

Муфта устанавливается при протяженности поврежденного участка свыше 400 м, в остальных случаях меняется весь сегмент целиком.

## 36. КОММУТАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ПРЕТЕРМИНИРОВАННЫЕ КОМПОНЕНТЫ ОПТИЧЕСКОЙ ПОДСИСТЕМЫ СКС

### Основные параметры оптических соединителей

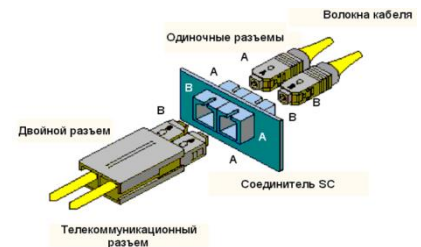
Характеристики	ST	SC	LC	MT-RJ
Производительность:				
Insertion Loss, дБ	0,3	0,2	0,08	0,2
Return Loss, дБ	55	55	55 (SM) 20 (MM)	55 (angled)
Исполнение	Standard Singlemode, Angled, Multimode		Singlemode, Multimode	
Наконечник	2,5 мм круглый		1,25 мм круглый	2,5 мм

### Маркировка оптических разъёмов

Вилку с маркировкой «А» всегда необходимо подключать к адаптеру с такой же маркировкой, и наоборот.

Двойная вилка SC разъёма по стандарту должна иметь разную маркировку своих половин.

Вилка с маркировкой «А» всегда является источником, а адаптер с такой же маркировкой – приёмником, и наоборот.



### Коммутационные шнуры EUROLAN

Характеристики:

- Материал наконечника – керамика;
- Диапазон температур от –40 до +85 °С;
- Число циклов подключений  $\geq 1000$ .

Тип коннекторов (вилок): SC, LC, FC, ST

Стандартные длины: 0,5; 1; 1,5; 2; 3; 5; 7; 10 м

Цветовая кодировка коннекторов (вилок):

- Многомодовые – бежевый;
- Одномодовые – синий;
- Одномодовые APC 8°/9° – зеленый.

Возможны комбинированные шнуры SC-LC, ST-SC и т. д.

Можно заказывать коммутационные шнуры любой длины.

### Монтажные шнуры (pigtail)

Характеристики:

- Материал наконечника керамика;
- Диапазон температур от –40 до +85 °С;
- Число циклов  $\geq 1000$ .

Тип коннекторов (вилок): SC, LC, FC, ST



Стандартные длины: 1,5; 2; 3 м

Цветовая кодировка коннекторов (вилки):

- Многомодовые – бежевый;
- Одномодовые – синий;
- Одномодовые APC 8°/9° – зеленый.

### **Претерминированные кабельные сборки (pre-terminated cable)**



Характеристики:

- Полностью готовая к установке система;
- Не требуется сварка волокон или монтаж коннекторов;
- Число волокон от 2 до 48;
- Оконцовка с одной или двух сторон;
- Кабели в исполнении с волокном в плотном буфере или с волокном в свободном буфере;
- 100% тестирование.

## 37. МЕТОДЫ СРАЩИВАНИЯ ВОЛОКОННЫХ СВЕТОВОДОВ

### Необходимость сращивания оптических волокон

Необходимость сращивания оптических волокон возникает:

- в случае применения некоторых разновидностей технологий установки разъемов;
- при ремонте поврежденных магистральных кабелей.

При установке разветвительных муфт используется две разновидности сращивания:

- полупостоянное (с помощью механических сплайсов);
- постоянное (сварное).

### Механические соединители (splice)

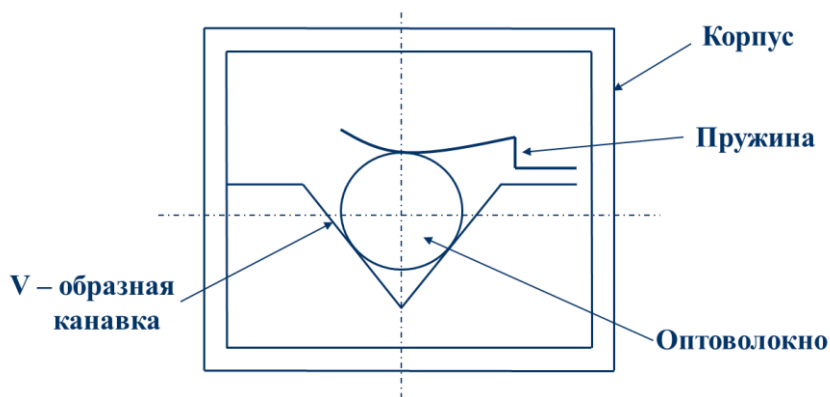
Механические соединители или сплайсы предназначены для соединения оптических волокон без установки разъемов.

Обеспечивает нормальный контакт световодов с физическим контактом торцевых поверхностей и дополнительной механической фиксацией.

Применяются как для постоянного, так и для временного сращивания волокон.



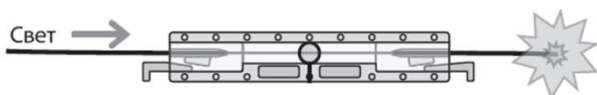
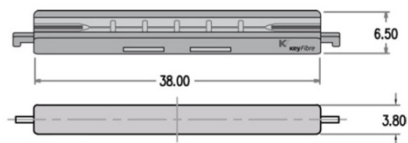
### Схема реализации механического сплайса



### Соединитель KeyQuick

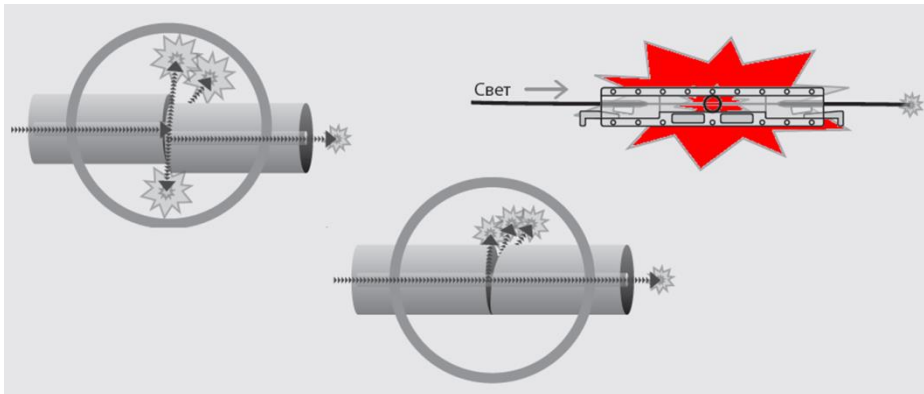
Характеристики:

- Время установки 30 с;
- Типичные потери менее 0,1 дБ;
- Температура эксплуатации от -40° до +75° С;
- Соответствует международному стандарту IEC 61753-1.



**Особенность соединителя KeyQuick**

Соединение с большими потерями отмечается ярким свечением модуля KeyQuick\*



\* - при подключении тестового фонарика

**Сварное соединение волокон**

Сварное соединение волокон основано на оплавлении концов световодов в электрической дуге с последующим сближением и слиянием.

В случае оконцевания кабеля предполагает применение монтажного шнура (пигтейла) заводского изготовления.

Данная технология обеспечивает наилучшие характеристики по всем основным параметрам (затуханию, обратному отражению, надежности).

Для выполнения сварки привлекаются специализированные автоматические и полуавтоматические сварочные аппараты.

При работе с многомодовым волокном возможно применение аппаратов всех типов, для одномодового волокна предпочтительны автоматические аппараты.

Волокна соединяются без зазора между ними.

Потери составляют от 0,02 до 0,1 дБ (зависят от типа сварочного оборудования).

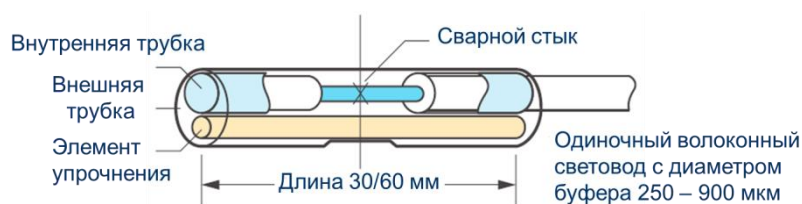
Долговременная надёжность соединения.

Низкая стоимость сращивания при большом числе операций.

Сварной шов закрывают защитной гильзой - КДЗС.

КДЗС термоусадочная трубка (гильза) для защиты сварного сростка, единственный расходный компонент.

**Защитная гильза – КДЗС**



## 38. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СКС

### Процесс внедрения СКС на объекте

Внедрение СКС нормируется международным стандартом ISO/IEC 14763-2 (2012).

Внедрение СКС делится на четыре главные фазы:

- Составление проектной документации;
- Составление спецификации с поставкой оборудования;
- Инсталляция;
- Эксплуатация.

Каждая фаза из соображений удобства делится на отдельные этапы.

### Необходимость планирования процесса проектирования и строительства СКС

Успешность реализации проекта построения СКС во многом определяется тщательным планированием.

Планирование осуществляется на всех фазах и этапах работ и включает в себя:

- Планирование мероприятий по обеспечению качества;
- Планирование выполнения инсталляционных работ в области собственно СКС и смежных систем;
- Планирование системы документирования и администрирования;
- Планирование процесса тестирования;
- Планирование дополнительных мероприятий (заземление, молниезащита и т.д.)

### Необходимость наличия резервов

Правильно спроектированная и инсталлированная СКС должна иметь резервы по наращиванию количества обслуживаемых пользователей и перечня поддерживаемых приложений, в том числе перспективных.

Данная рекомендация относится не только к трактам и стационарным линиям, но и к смежным системам (энергоснабжение, кабельные трассы, заземление, молниезащиты и т.д.).

### Мероприятия по обеспечению качества

Назначение ответственных специалистов со стороны подрядчика, заказчика и субподрядчиков.

Выполнение (в необходимых случаях) входного контроля физических, электрических, механических и иных параметров элементной базы.

Проверка взаимной совместимости отдельных компонентов кабельной системы.

Проверка совместимости СКС с ранее существовавшими кабельными системами.

Выявление необходимости применения адаптеров в корпусном и шнуровом исполнении.

### Взаимодействие со смежными подсистемами

- Выбор элементной базы в соответствии с концепцией MICE;
- Планирование мероприятий по взаимодействию с силовыми кабелями (выбор расстояния, применение экранирующих разделителей и т.д.);
- Планирование архитектурных компонентов технических помещений СКС (в т.ч. их размеры и размещение конструктивов с учетом свободных зон вокруг них).

### Кабельные трассы

Контролируется соответствие структуре СКС:

- Максимальное количество укладываемых кабелей (по числу портов + 40 % в запас);

- Минимальный радиус изгиба;
- Толщина пакетов кабелей;
- Расстояние до источников электромагнитных помех;
- Максимальное расстояние между элементами точечной фиксации и поддержки.

### **Прокладка линейных кабелей**

В процессе прокладки контролируется:

- Соблюдение величины тянущих усилий и отсутствие закручивания;
- Минимальный радиус изгиба;
- Отсутствие механических повреждений за счет усилий сдавливания;
- Отсутствие механических повреждений оболочки за счет острых кромок кабельных трасс.

На кабели наносится технологическая маркировка.

### **Система администрирования**

Реализуется преимущественно в электронной форме.

Стандарт ISO/IEC 14763-2 предусматривает три уровня системы администрирования. Уровни отличаются преимущественно перечнем компонентов, входящих в область действия системы.

По мере роста уровня в область администрирования включается большее количество компонентов.

На выбор уровня системы оказывает влияние:

- количество линий СКС;
- область инсталляции (офис, ЦОД, промышленное здание и т.д.).

В процессе разработки системы администрирования подлежат фиксации форматы идентификаторов, меток и записей администрируемых компонентов.



## 39. ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ ЧАСТИ СКС

### Процесс проектирования СКС

Процесс проектирования, для удобства, разбивается на ряд отдельных этапов, выполняемых последовательно. По количеству обслуживаемых рабочих мест и структуре объекта с привлечением поэтажных планов:

- определяется общая структура СКС и количество распределительных пунктов.
- фиксируется тип элементной базы отдельных подсистем;
- находится общее количество обслуживаемых рабочих мест с их распределением по отдельным помещениям;
- рассчитывается расход горизонтального кабеля;
- определяется вид исполнения и рассчитывается расход магистрального кабеля;
- формируется коммутационное поле отдельных распределительных узлов;
- находится количество коммутационных шнуров.

### Структура СКС

При определении структуры СКС в качестве исходных применяются следующие постулаты:

- Выбор структуры во многом зависит от архитектурных особенностей области установки СКС;
- При проектировании СКС в здании с 4 этажами и более используется иерархическая структура с выделенной подсистемой внутренних магистралей;
- При проектировании СКС в нескольких зданиях используется иерархическая структура с выделенной подсистемой внешних магистралей;
- Диаметр рабочей области (расстояние между наиболее удаленными розетками), обслуживаемой одной КЭ, не рекомендуется увеличивать свыше 70 м;
- Целесообразно, чтобы даже при наличии технической возможности одна КЭ обслуживала не более одного смежного с ней этажа (верхнего и нижнего).

### Основные типы линейных кабелей

В основной массе случаев для построения линейной части отдельных подсистем применяются следующие разновидности кабелей:

- Горизонтальная подсистема – симметричный горизонтальный кабель категории 5е или 6. Кабель категории 6А применяется преимущественно в центрах обработки данных.

Подсистема внутренних магистралей:

- Многомодовый кабель - для передачи сигналов ЛВС;
- Многопарный симметричный кабель - для передачи сигналов классической аналоговой или цифровой телефонии;
- Подсистема внешних магистралей – одномодовый кабель.

## 40. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОДСИСТЕМЫ РАБОЧЕГО МЕСТА

### Основные задачи проектирования

В процессе проектирования подсистемы рабочего места решаются следующие основные задачи:

- выбирается конфигурация информационной розетки типичного пользовательского рабочего места и ее конструктивное исполнение;
- рассчитывается количество рабочих мест;
- определяется категория розеточных модулей и абонентских шнуров;
- рассчитывается общее количество абонентских шнуров и их распределение по длинам.

### Информационные розетки

Информационные розетки, являющиеся составной частью стационарной линии горизонтальной подсистемы, служат для подключения активного терминального оборудования рабочих мест к СКС абонентскими шнурами.



Согласно стандарту ISO/IEC 11801 одна информационная розетка содержит минимум два модуля Категории 5e/6/7, один из которых может быть заменен на оптический разъём. Такая ИР должна обслуживать примерно 10 м<sup>2</sup> рабочей площади.

Корпуса информационных розеток делятся на: **внешние** и **внутренние**.

Внешний корпус закрывает розеточный модуль со всех сторон, а внутренний выполнен в виде декоративной лицевой панели или иного монтажного основания и оставляет открытой заднюю (кабельную) часть розеточного модуля.

Корпуса внутренней розетки устанавливаются на штатное посадочное место с помощью защёлки.

Посадочные размеры розеток типа Mosaic 45 соответствуют системе Mosaic 45 компании Legrand (22,5x45 мм).

Настенные розетки монтируются непосредственно на поверхность.

### Определение количества модулей информационных розеток

Количество модулей информационных розеток зависит от схемы построения горизонтальной подсистемы СКС, в т.ч.

- от наличия решения класса “волокно до рабочего места”;
- категории применяемой элементной базы;
- требований ТЗ по конфигурации подсистемы рабочего места СКС.

Считается, что одно рабочее место занимает:

- 4 кв. м площади для размещения пользователей в офисных зданиях;
- 6 кв. м площади в КБ и иных аналогичных помещениях;
- в случае открытых офисов ожидаемая плотность рабочих мест увеличивается на 10 %.

Площадь для размещения пользователей связана с рабочим коэффициентом 0,66 (0,8 при оценке сверху).

При расчете числа рабочих мест результат всегда округляется до ближайшего целого сверху. Дополнительные розетки обеспечивают эксплуатационную гибкость и используются для подключения групповых устройств типа принтеров, сканеров и т.д.

Данный расчет выполняется для каждого пользовательского помещения.

В типовой конфигурации кабельной системы количество розеточных модулей в два раза превышает количество пользовательских информационных розеток.

Категория розеточных модулей определяется категорией горизонтальной подсистемы.

Конструктивное исполнение пользовательской информационной розетки зависит от способа ее монтажа на рабочем месте (в короб, на короб, рядом с коробом, в стену и т.д.).

**Расчет абонентских шнуров**

Общее количество абонентских шнуров рассчитывается в соответствии с одним из четырех принципов:

- по числу рабочих мест;
- по требованиям ТЗ;
- по первоначальному количеству пользователей;
- по числу портов коммутаторов уровня рабочей группы.

Размер ЗИП, на который увеличивается объем поставки, обычно составляет 10 % от общего количества шнуров.

Учитываются только шнуры для подключения рабочих станций. Если не указано иное, то шнур для подключения обычного аналогового или цифрового телефонного аппарата считается входящим в комплект его поставки.

Наиболее распространены абонентские шнуры длиной 3 м.

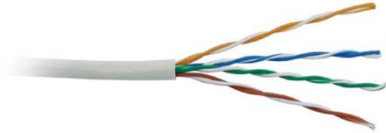
Категория и вид исполнения абонентского шнура по экранирующим покрытиям совпадает с аналогичными параметрами самой горизонтальной подсистемы.

## 41. РАСЧЕТ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО КАБЕЛЯ

### Горизонтальная подсистема СКС

В процессе проектирования линейной части горизонтальной подсистемы СКС решается ряд задач:

- определяется конструктивное исполнение и категория линейного кабеля;
- определяется исполнение горизонтального кабеля в отношении его противопожарных параметров;
- определяется ожидаемая величина расхода горизонтального кабеля.



### Горизонтальный кабель

Горизонтальный кабель получил свое название из-за способа укладки на трассе.

Предназначен для использования преимущественно в горизонтальной подсистеме, на участке от коммутационного оборудования в техническом помещении этажа (РУЭ) до информационных розеток (ИР) рабочих мест.

Действующие редакции стандартов допускают применение кабелей с волновым сопротивлением только 100 Ом.

Горизонтальный кабель всегда содержит 4 пары.

### Внешние оболочки

Внешние оболочки обычно изготавливают из поливинилхлорида (PVC).

Переход на оболочку из негорючих материалов (LSZH, LSHF, LSOH, LSNH) увеличивает цену кабеля на 20 – 30%, а компаунды, не содержащие галогенов, обладают низкой огнестойкостью.

Добавление в исходное сырьё мела обеспечивает необходимую в процессе разделки кабелей хрупкость внешней оболочки (обеспечивает точный и надёжный надрез в выбранном месте).

### Экранированные и неэкранированные кабели

Стандарт ISO/IEC в Приложении E (информационное) вводит формат построения идентификатора конструкций симметричного кабеля.

Идентификатор позволяет в явном виде указать наличие или отсутствие дополнительных экранирующих покрытий отдельных витых пар и/или сердечника в целом.

Идентификатор имеет вид – **XX/YZZ**, где:

**XX** – общий внешний экран кабеля:

F (foil) – фольга;

S (braid screen) – оплётка.

**Y** – вид экрана пар кабеля:

U (unscreened) – экраны отсутствуют;

F (foil) – экран из фольги.

**ZZ** – вид симметричного кабельного элемента:

TP – (twisted pair) витая пара;

TQ – (twisted quad) витая четверка.



### Выбор исполнения горизонтального кабеля

Основной разновидностью горизонтального кабеля является неэкранированный 4-парный кабель с конструкцией U/UTP.

Экранированные конструкции применяются в случаях:

- выдвижения особых требований по обеспечению конфиденциальности передаваемой информации;
- при работе в сложной помеховой обстановке хотя бы на части кабельной трассы.

Используются преимущественно кабели категории 5е, обеспечивающие скорость до 1 Гбит/с, категория 6 применяется при особых требованиях к качеству функционирования канала.

В зависимости от конструкции линейной части кабельной трассы используют кабели:

- с оболочкой из негорючего малодымного компаунда LSZH – при прокладке в пленум-полостях;
- более бюджетный кабель с ПВХ-оболочкой - при прокладке в закрытых каналах из негорючего материала.

### Алгоритм расчета расхода горизонтального кабеля

При расчете ожидаемого расхода горизонтального кабеля применяется следующая 5-шаговая процедура.

- Определяем среднюю длину проброса по формуле:

$$\bar{L} = \frac{L_{\max} + L_{\min}}{2} \times 1,1 + b$$

где:  $L_{\max}$  и  $L_{\min}$  - длина наиболее длинной и наиболее короткой кабельных линий.

$b$  – запасы на разделку кабеля (обычно 0,6 – 0,8 м).

- Делением длины упаковки горизонтального кабеля на среднюю длину проброса с округлением до ближайшего целого снизу находим количество пробросов с одной упаковки.
- Умножением количества рабочих мест на 2 находим общее количество пробросов.
- Деля число пробросов на число из шага 2 с округлением до ближайшего целого, сверху находим количество упаковок.
- Умножением числа упаковок на ее длину находим расход кабеля.

### Особенности реализации и ограничения алгоритма

При задании величин  $L_{\max}$  и  $L_{\min}$  на шаге 1 учитываем все подъемы, спуски и повороты. Кроме того, наибольшая и наименьшая по длине кабельные трассы должны обязательно иметь одинаковую структуру.

Необходимо контролировать выполнение “правила 12/70”.

Все кабельные трассы, имеющие длину менее 12 м, не учитываются в общем количестве кабельных трасс.

Расход кабеля для реализации всех кабельных трасс с длиной свыше 70 м (в правильно спроектированной СКС их не должно быть свыше 5 %) определяется отдельно по тому же алгоритму. Эти трассы также не учитываются в общем количестве кабельных трасс.

### Некоторые приемы по ускорению расчетов

При выполнении расчетов горизонтального кабеля могут быть задействованы некоторые приемы, позволяющие несколько сократить время на реализацию алгоритма за счет потери точности.

- В качестве оценки  $L_{\min}$  можно использовать величину 12 м.
- В качестве оценки  $L_{\max}$  можно использовать значение полупериметра области установки горизонтальной подсистемы.
- Среднее значение длины стационарной линии по полной совокупности проектов (с учетом отходов) составляет примерно 45 м.
- Последнее при наиболее популярных на практике 305-метровых упаковках позволяет применить оценку вида «7 портов – коробка».

## 42. РАСЧЕТ МАГИСТРАЛЬНЫХ КАБЕЛЕЙ

### Особенности производимого расчета

На магистральном уровне СКС отдельные кабели четко разбиваются по приложениям. Поэтому количество отдельных групп кабелей очень сильно зависит от типа технологий информационной системы, применяемой в конкретном проекте.

В процессе расчета обязательно отдельно контролируется предельная протяженность тракта для конкретно взятого приложения.

На величину расхода кабеля определенное влияние оказывает применяемая технология монтажа панелей и тип среды передачи. Основным средством учета этих особенностей становятся запасы на разделку и величина коэффициента удлинения.

При прочих равных условиях из-за большой удельной массы в магистральной части СКС проще и удобнее работать с несколькими кабелями меньшей емкости.

Целесообразно применение кабелей с одинаковым количеством цепей передачи (пар и волокон).

### Расчет симметричного многопарного кабеля

На каждое рабочее место из соображений поддержки не только обычной телефонии, но и системных телефонов выделяется по две пары.

Категория кабеля выбирается с учетом того, что основным его потребителем будет телефония (приложение класса А с минимальными требованиями в отношении полосы).

Запас на разделку устанавливается численно равным по 1 м на каждом конце.

Линейная часть принимается равной длине кабельного канала.

Коэффициент удлинения в линейной части принимается равным 4%.

Количество кабелей зависит от:

- общего числа цепей передачи;
- наличия резервных трактов;
- числа применяемых панелей.

### Выбор волоконно-оптического кабеля по конструктивному исполнению

При выборе конструктивного исполнения учитываются:

- область эксплуатации;
- требования по пожарной безопасности;
- применяемая технология оконцевания волоконных световодов.

Для реализации подсистемы внешних магистралей используются кабели внешней прокладки с защитой волокон от влаги (т.н. внешний буфер).

Для реализации подсистемы внутренних магистралей используются распределительные кабели с волокном в буферном покрытии диаметром 0,9 мм (т.н. плотный буфер).

Внутри здания рекомендуется прокладывать оптические кабели с внешней негорючей малодымной оболочкой.

### Расчет оптического кабеля подсистемы внутренних магистралей

На каждые 10 – 15 пользовательских рабочих мест, на основании статистики реализованных проектов, в подсистеме внутренних магистралей выделяется одна пара волокон.

Основой линейной частью подсистемы внутренних магистралей являются многомодовые оптические кабели.

Категория многомодового волокна зависит от максимальной скорости передаваемой информации и ожидаемой протяженности тракта передачи в типовых условиях эксплуатации.

Длина тракта, м	Категория
2 – 82	OM2 и выше
2 – 300	OM3 и OM4
2 - 550	OM4

### Расчет оптического кабеля подсистемы внутренних магистралей

Запас на разделку кабеля на каждом конце устанавливается численно равным по 3 м от места установки коммутационного оборудования (особенность применяемой технологии с помощью монтажных шнуров, требующая работы на столе).

Линейная часть принимается равной длине кабельного канала.

Коэффициент удлинения в линейной части принимается равным 10 %.

Количество кабелей зависит от:

- общего числа цепей передачи;
- наличия резервных трактов;
- числа применяемых панелей.

### Расчет оптического кабеля подсистемы внешних магистралей

Для реализации подсистемы внешних магистралей применяется преимущественно одномодовый кабель с волокнами ITU-T G.652

Оптимальным является кабель с 16 – 24 волокнами.

При необходимости увеличения количества каналов используется известная технология спектрального и временного мультиплексирования (WDM и SDH).

Запас на разделку кабеля на каждом конце устанавливается численно равным по 3 м от места установки коммутационного оборудования (особенность применяемой технологии с помощью монтажных шнуров, требующая работы на столе).

Линейная часть принимается равной длине кабельного канала.

Коэффициент удлинения в линейной части принимается равным 10 %.

Количество кабелей зависит от:

- общего числа цепей передачи;
- наличия резервных трактов.

### 43. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОПТИЧЕСКОЙ ПОДСИСТЕМЫ

#### Основные параметры волоконно-оптических трактов

Передача информации с заданным качеством по оптическим кабельным трактам СКС требует обязательного выполнения ряда норм.

Основными параметрами отвечающими за качество передачи являются: затухание, широкополосность, числовая апертура и геометрические характеристики сердцевинны.

Широкополосность, числовая апертура и геометрические характеристики сердцевинны гарантируются типом применяемой элементной базы.

На затухание сильное влияние оказывает качество выполнения монтажа и чистота контактов.

#### Требования к оптическим разъёмам

Изделия должны отвечать основным техническим требованиям:

- Внесение минимального затухания в сочетании с получением высокого затухания обратного рассеяния;
- Обеспечение долговременной стабильности и воспроизводимости параметров при стыковке-расстыковке;
- Высокая механическая прочность при минимальных габаритах и массе;
- Простота установки на кабель.

#### Основные параметры оптических соединителей

Характеристики	ST	SC	LC	MT-RJ
Производительность: Insertion Loss, дБ Return Loss, дБ	0,3 55	0,2 55	0,08 55 (SM) 20 (MM)	0,2 55 (angled)
Исполнение	Standard Singlemode, Angled, Multimode		Singlemode, Multimode	
Наконечник	2,5 мм круглый		1,25 мм круглый	2,5 мм

#### Виды полировки торцевой поверхности волокна

Форма и качество полировки определяют:

- вносимые оптические потери;
- обратные отражения.

В зависимости от достижимого коэффициента обратного отражения делятся на следующие классы:

- PC < - 30 дБ;
- Super PC (SPC) < - 40 дБ;
- Ultra PC (UPC) < - 50 дБ;
- Angled PC (APC) < - 60 дБ.

#### Виды полировки торцевой поверхности волокна

Класс обратных отражений определяется преимущественно чистотой полировки торцевой поверхности и сердцевинны волоконного световода.



Одномодовые оптические соединители обычно выпускаются с классами полировки UPC и SPC.

После нескольких циклов соединения-разъединения класс обратного отражения падает до уровня PC.

Полировка APC необходима только для систем аналогово кабельного телевидения и для СКС неактуальна.

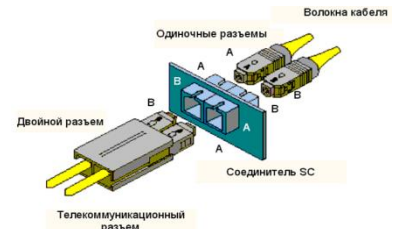
Для многомодовых оптических соединителей достаточно полировки PC.

**Маркировка оптических разъёмов**

Вилку с маркировкой «А» всегда необходимо подключать к адаптеру с такой же маркировкой, и наоборот.

Двойная вилка SC разъёма по стандарту должна иметь разную маркировку своих половин.

Вилка с маркировкой «А» всегда является источником, а адаптер с такой же маркировкой – приёмником, и наоборот.



**Базовые типы оптических разъёмов**

В качестве основного типа оптического соединителя рекомендуется использовать малогабаритный оптический разъём типа LC.

Разъём типа SC рассматривается как дополнительный, и может быть использован в процессе практической реализации схемы конструктивной неоднородности.

В оптической подсистеме ЦОД широко используются групповые оптические соединители типа MPO/MTP.

Для визуального отличия одномодового и многомодового вариантов разъёма применяется стандартизованная цветовая кодировка.

**Коммутационные шнуры EUROLAN**

Характеристики:

- Материал наконечника – керамика;
- Диапазон температур от –40 до +85 °С;
- Число циклов подключений ≥ 1000.

Тип коннекторов (вилки): SC, LC, FC, ST

Стандартные длины: 0,5; 1; 1,5; 2; 3; 5; 7; 10 м

Цветовая кодировка коннекторов (вилки):

- Многомодовые – бежевый;
- Одномодовые – синий;
- Одномодовые APC 8°/9° – зеленый.

Возможны комбинированные шнуры SC-LC, ST-SC и т. д.

Можно заказывать коммутационные шнуры любой длины.



### Монтажные шнуры (pigtail)

Характеристики:

- Материал наконечника керамика;
- Диапазон температур от –40 до +85 °С;
- Число циклов  $\geq 1000$ .

Тип коннекторов (вилки): SC, LC, FC, ST

Стандартные длины: 1,5; 2; 3 м

Цветовая кодировка коннекторов (вилки):

- Многомодовые – бежевый;
- Одномодовые – синий;
- Одномодовые APC 8°/9° – зеленый.



### Расчет коммутационных шнуров и пигтейлов

Количество коммутационных шнуров выбирается по числу up-link-портов коммутаторов в технических помещениях.

В ЗИП закладывается обычно 1/10 часть рабочих шнуров.

Для большинства проектов, достаточно коммутационных шнуров длиной 2 – 3 м.

С учетом необходимости оконцевания всех световодов оптических кабелей число монтажных шнуров совпадает с их количеством в каждом распределительном пункте.

## 44. ОПТИЧЕСКОЕ КОММУТАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

### Конструктивные особенности

Оптические коммутационные устройства предназначены для:

- подключения к СКС сетевого оборудования непосредственно оконечными шнурами или с использованием адаптеров;
- подключения волокон различных стационарных линий СКС друг к другу с помощью коммутационных шнуров;
- создания внутри их корпуса неразъёмного соединения (сращивания) друг с другом волокон различных магистральных или горизонтальных кабелей;
- защиты соединения от механических воздействий.

### Коммутационные полки

Предназначены для установки в 19-дюймовые монтажные конструктивы. Для монтажа используются крепёжные кронштейны.

Передняя панель снабжена вырезами для установки съёмных планок с фиксацией их на защёлках. Планки предназначены для:

- установки на них розеток;
- оптических соединителей.

Полки делятся на: фиксированные и выдвижные.



### Настенные оптические кроссы

Применяют для перехода от кабеля внешней прокладки вблизи от места его захода в здание к кабелю внутренней прокладки.



Наиболее удобны, когда сетевое и коммутационное оборудование монтируется без применения закрытых конструктивов типа шкафов.

### Задачи проектирования оптических кроссов

В процессе проектирования оптических кроссов решаются следующие основные виды задач:

- определяется тип оптического кросса;
- емкость коммутационного устройства согласуется с числом волокон оконцовываемых оптических кабелей.

Дополнительно определяется тип и исполнение розеток.

При проектировании оптических кроссов в СКС с одномодовой и многомодовой магистралью целесообразно по возможности задействовать принцип конструктивной неоднородности за счет применения разного типа розеток.

## 45. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЛЯРНОСТИ ОПТИЧЕСКИХ ТРАКТОВ

### Необходимость обеспечения полярности оптических трактов

При скоростях передачи до 10 Гбит/с применяется 2-волоконная схема организации оптического тракта.

Соблюдение полярности обеспечивает правильность соединения приемников и передатчиков оптических интерфейсов на разных концах линии.

Для обеспечения правильной полярности применяется:

- скрещенная схема соединения розеток дуплексных разъемов на разных концах стационарной линии;
- скрещенная схема соединения вилок дуплексных коммутационных шнуров.

### Основные проектные мероприятия по обеспечению полярности

Скрещенная схема соединения всех компонентов используется из-за того, что любой тракт в независимости от его структуры всегда содержит **нечетное** количество компонентов.

В оптических коммутационных устройствах полярность обеспечивается:

- установкой розеток по схеме “ключ вверх – ключ вниз”;
- заданием схемы подключения отдельных волокон линейных кабелей.

В случае обращения к первому приему решается задача выбора схемы расположения ключей на разных уровнях.

## 46. УЧЕТ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ОКОНЦЕВАНИЯ ВОЛОКОН

### Разновидности технологий оконцевания

В системе EUROLAN применяются две разновидности технологий оконцевания волоконных световодов оптических кабелей: с помощью сварки и механических сплайсов.

Обе технологии являются универсальными и не зависят от конструктивного исполнения оптических кабелей.

Обе технологии основаны на применении монтажных шнуров заводского изготовления.

Для оконцевания одного волокна расходуется пара монтажных шнуров + гильза КДЭС в случае сварной технологии и монтажный шнур + спайс KeyQuick в случае механического полупостоянного соединения.

С учетом требования оконцевания всех световодов количество таких пар численно равно количеству волоконных световодов, вводимых в техническое помещение.

### Особенности технологий оконцевания

С учетом возможного технологического брака количество гильз КДЭС допустимо увеличить на 1 – 2 штуки на каждую оптическую панель.

Ввиду того факта, что механические сплайсы KeyQuick являются съемными и многоразовыми увеличивать их количество не обязательно.

Тип волокна монтажного шнура и линейного кабеля должны быть согласованы.

Тип вилки монтажного шнура согласуется с типом розетки оптической коммутационной панели.

## 47. ПОСТРОЕНИЕ КОММУТАЦИОННОГО ПОЛЯ

### Коммутационные панели

Коммутационные панели монтируются непосредственно на стену или в монтажные конструктивы в технических помещениях (кроссовых и аппаратных).

Коммутационные панели предназначены для подключения к ним кабелей различных подсистем СКС и для ручного соединения отдельных стационарных линий кабельной системы друг с другом коммутационными шнурами или перемычками.

Коммутационные панели делятся на:

- Кроссовые панели типа 110;
- Кроссовые панели типа 110 19" Категории 5e;
- Коммутационные панели 19" RJ45 Категории 5e/6;
- Коммутационные панели 19" RJ45 телефонные;
- Коммутационные панели 19" наборные.

### Определение количества коммутационных панелей

При определении количества коммутационных панелей учитывается то, что одна панель не должна обслуживать кабели, относящиеся к различным функциональным секциям.

Общее количество панелей конкретной функциональной секции находится делением общего количества подключаемых цепей передачи на емкость одиночной панели с округлением результата до ближайшего целого сверху.

Необходимые данные для расчета берутся из результатов расчетов линейной части горизонтальной и магистральной подсистем.

Категория и исполнение розеточных частей разъемов панели должны совпадать с аналогичными параметрами линейных кабелей и шнуров.

### Принцип конструктивной неоднородности

Принцип конструктивной неоднородности используется как средство увеличения эффективности системы администрирования и упрощает эксплуатацию СКС за счет того, что отдельные функциональные секции коммутационного поля реализуются на визуально отличном типе оборудования:

- Горизонтальная подсистема – моноблочные панели с розетками RJ45;
- Резервные линии подсистемы внутренних магистралей – наборная панель;
- Телефонная магистраль – панели типа 110 или двухрядные панели высокой плотности с розетками RJ45;
- Оптическая часть подсистемы внутренних магистралей – коммутационные полки (в дополнение к цветовой кодировке розеток рекомендуется применять различные типы разъемов для одномодовых и многомодовых волокон).

### Принцип непрерывности

Принцип непрерывности используется как средство увеличения эффективности системы администрирования и упрощает эксплуатацию СКС.

Принцип непрерывности базируется на том, что розеточные модули пользовательской информационной розетки на панелях функциональной секции горизонтальной подсистемы коммутационного поля в техническом помещении также располагаются непосредственно рядом друг с другом.

Следствие: разбиение панелей горизонтальной подсистемы на компьютерные и телефонные нецелесообразно из-за снижения гибкости СКС.

Введение принципа непрерывности необходимо для того, чтобы горизонтальная часть СКС была универсальной не только на уровне отдельных линий и трактов, но и в системном смысле.

## 48. ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ КОММУТАЦИОННОГО ПОЛЯ

### Подходы к формированию коммутационного поля

При выборе расположения оборудования в 19-дюймовых монтажных шкафах рекомендуется придерживаться следующего порядка их монтажа:

- В нижней части шкафа размещается тяжелое необслуживаемое оборудование типа локальных серверов, ИБП стоечного типа и аналогичное им;
- Непосредственно над необслуживаемым оборудованием располагаются коммутаторы ЛВС;
- Над коммутаторами ЛВС находятся панели горизонтальной подсистемы;
- Над панелями горизонтальной подсистемы располагаются панели телефонной магистрали;
- Панели и полки оптической части подсистемы внутренних магистралей занимают в шкафу самое верхнее положение.

### Основная и альтернативная конфигурации коммутационного поля

Размещение оборудования в двух монтажных шкафах безусловно применяется в случае обслуживания 120 и более двухпортовых пользовательских информационных розеток.

В данной ситуации могут быть использованы основная и альтернативная схемы.

Основная схема характеризуется симметричным исполнением и по принципу расположения оборудования ничем не отличается от случая одного шкафа.

При альтернативной схеме используется асимметричное расположение оборудования. В одном шкафу (обычно левом) располагаются панели горизонтальной подсистемы и телефонной магистрали, второй шкаф используется для монтажа коммутаторов ЛВС и полок оптической части подсистемы внутренних магистралей.

### Основная и альтернативная конфигурации – некоторые особенности

Основная и альтернативная конфигурации оказываются примерно равнозначными по широкому набору критериев.

Основная конфигурация считается более естественной, при этом она позволяет несколько легче наращивать емкость СКС.

Альтернативная конфигурация более приспособлена к разделению зон ответственности между специалистами отдельных подразделений.

При сильно загруженном коммутационном поле альтернативная конфигурация имеет меньшую среднюю длину шнуров.

Выбор типа конфигурации остается за автором проекта.

## 49. ПРАВИЛА ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНИЗАТОРОВ

### Организаторы

Организаторы кабеля предназначены для укладки избытка длины коммутационных шнуров, что позволяет избежать путаницы и образования петель, а также обеспечивает хорошую видимость элементов маркировки коммутационных панелей.

Организаторы дополнительно предохраняют коммутационные шнуры от провисания под действием собственного веса, что сопровождается опасностью потери контакта в разъеме.

Делятся на: горизонтальные и вертикальные.



### Правила установки горизонтальных организаторов

Рекомендуется устанавливать горизонтальные организаторы между каждыми коммутационными панелями и дополнительно сверху и снизу функциональной секции.

Такой подход позволяет сразу же заводить кабель коммутационного шнура в организатор, что улучшает условия чтения маркировки и снижает механические нагрузки на вилку разъема.

Крепление организаторов выполняется так же, как крепление коммутационных панелей.



### Выбор типа организатора и особенности их монтажа

Выбор исполнения организаторов зависит от:

- схемы построения коммутационного поля;
- особенностей подачи кабелей коммутационных шнуров к портам активного оборудования;
- количества коммутационных шнуров.

При большом количестве коммутационных шнуров следует применять организаторы с кольцами увеличенной площади.

При рядной установке шкафов для облегчения междурядной коммутации рекомендуется располагать горизонтальные организаторы в разных шкафах на одной высоте.

Вертикальный организатор рекомендуется устанавливать по всей высоте шкафа с обеих сторон коммутационного поля.



## 50. МАРКИРОВКА КОМПОНЕНТОВ СКС

### Особенности применения маркировки

Маркировка отдельных компонентов СКС и сопутствующей инфраструктуры является обязательным компонентом системы администрирования и нормируется соответствующим разделом профильного стандарта (ISO/IEC 14763-2).

Системы администрирования делятся на уровни, в зависимости от использованного уровня меняется перечень маркируемых компонентов.

Маркировка дополнительно делится на: **технологическую и финишную**.

Маркирующие элементы технологического назначения характерны для линейных кабелей. После завершения прокладки и подключения к панелям заменяются на финишные.

### Составление идентификаторов

На элементы маркировки наносятся уникальные идентификаторы.

Идентификатор имеет стандартизованную структуру и содержит обязательный реперный элемент, а также опциональные суффиксы и префиксы произвольной длины и вложенности.

Идентификаторы делятся на: одноточечные и двухточечные (последние – для кабелей).

При составлении идентификаторов не используются буквы I и O, а также широко применяются различные разделители в виде дефисов, косых, точек и т.д.

Разработка системы идентификаторов ложится на автора проекта.

## 51. РАЗНОВИДНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ В ТЕХНИКЕ СКС

### Разновидности измерений

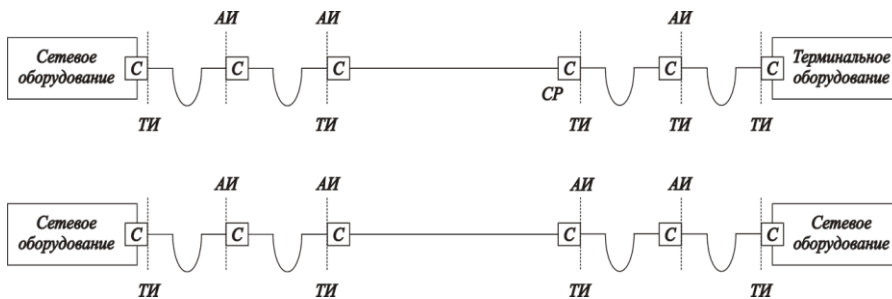
Измерения в СКС выполняются на протяжении всего жизненного цикла объекта.

Данные измерения имеют различное назначение и применяются на определенных жизненных циклах системы.

Строительство	Сдача готового объекта	Эксплуатация
Входной контроль	Приемо-сдаточные	Профилактические
Инсталляционные	Сертификационные	Аварийные
		Контрольные

### Аппаратный и тестовый интерфейсы СКС

Из-за особенностей построения стационарных линий и трактов, а также существование некоторых запретов в СКС отдельно выделяют аппаратный и тестовый интерфейсы (АИ и ТИ соответственно). Они совпадают не во всех случаях.



### Основные типы измерительного оборудования

Для проведения измерений могут быть использованы все типы кабельных сканеров, сертифицированных их производителем для работы с СКС.

Полевые тестеры для медножильной подсистемы:

- Fluke DTX-1xxx, DSX-5000;
- Ideal Industries LANTEK II/6/6A/7;
- Psiber WireXpert.

Оптическая подсистема: все вышеперечисленные в случае применения соответствующего модуля. При тестировании по уровню 1 – любой измеритель оптических потерь, соответствующий по обеспечиваемой точности требованиям базового стандарта ISO/IEC 14763-3.

## 52. ОРГАНИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЙ В ТЕХНИКЕ СКС

### Организация приемо-сдаточных и сертификационных испытаний

Организация испытаний различных видов включает в себя выполнение следующих основных процедур:

- подготовка необходимого комплекта измерительного и тестирующего оборудования;
- выполнение поверки и калибровки измерительного и тестирующего оборудования;
- составление перечня контролируемых параметров и моделей используемых линий;
- составление плана проведения измерений и тестов;
- планирование мероприятий по анализу и исправлению выявленных ошибок.

### Подготовка к измерениям

Перед началом проведения измерений активное сетевое оборудование должно быть обязательно отключено от кабельных трактов и стационарных линий СКС.

Контролируется соответствие настроек измерительного оборудования и параметров тестируемых объектов.

Отдельно проверяется настройка параметров, относящихся к измерению длины (NVP или коэффициент преломления).

Контролируется правильность заполнения соответствующих постоянных и переменных полей протоколов.

Проверяется наличие достаточного объема свободной внутренней и внешней памяти приборов для записи результатов измерений.

### Документирование результатов измерений

При оформлении результатов тестирования рекомендуется пользоваться стандартным шаблоном автоматических измерителей. При составлении протокола измерений рекомендуется включать в него следующие данные:

- дату проведения измерений;
- основные параметры измерительного оборудования, в т.ч. дату поверки;
- метод измерений;
- идентификаторы тестируемых объектов;
- персональные данные специалистов;
- направление выполнения измерений и другие дополнительные данные (в необходимых случаях).

### Основные мероприятия при отрицательных результатах тестирования

Проверить корректность применяемой измерительной конфигурации.

Заново выполнить калибровку измерительного оборудования.

Повторить процесс измерения для устранения случайных сбоев.

Выполнить визуальный осмотр доступных частей тестируемых линий для обнаружения причин не прохождения тестов.

Включить соответствующие опции и\или построить соответствующую схему измерений для локализации места возможной ошибки.

Изменить пределы измерений, время накопления результатов и выполнить другие мероприятия по увеличению точности получаемых данных.

После устранения неисправностей повторить измерения.

## 53. ИЗМЕРЕНИЯ МЕДНОЖИЛЬНОЙ ПОДСИСТЕМЫ

### Контролируемые параметры

Тестирование осуществляется в соответствии с требованиями стандарта IEC 61935-1

Контролируемые параметры делятся на 3 основные категории:

- Базовые (разводка, короткие замыкания, обрывы, непрерывность экрана и т.д.);
- Внутренние передаточные (возвратные потери, рабочее затухание, различные виды NEXT и ACR, сопротивление шлейфа, задержка распространения и skew);
- Межэлементные влияния (различные виды ANEXT и AACR);

Рекомендуется тестировать по модели стационарной линии (Permanent Link).

Тестируется 100 % линий.

### Особенности выполнения измерений

Рекомендуется тестировать по модели стационарной линии (Permanent Link).

Модель тракта используется для тестирования только в отдельно оговариваемых случаях.

Тестируется 100 % линий классов D и выше.

Класс (категория) линии, уровень точности тестера и объем выполняемых измерений должны быть согласованы друг с другом.

Для магистральных линий младших классов программа измерений по согласованию с заказчиком может быть сокращена вплоть до проверки правильности разводки, отсутствия разрывов отдельных проводов и сопротивления шлейфа.

### Особенности тестирования межэлементной помехи

Контроль межэлементной помехи выполняется по выборочной схеме.

Минимальный объем выборки:

Число линий N	Число тестов
3 - 150	3 или 0,1 x N
151 - 3200	33
3201 - 35000	126
35001 – 150 000	201
150 001 – 500 000	315

### Тестирование электропроводных линий



Монтажники не должны применять во время тестирования портативные радиостанции и мобильные телефоны, поскольку эти системы могут вызвать радиочастотные наводки и исказить результаты измерений.

## 54. ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ОПТИЧЕСКОЙ ПОДСИСТЕМЫ

### Контролируемые параметры

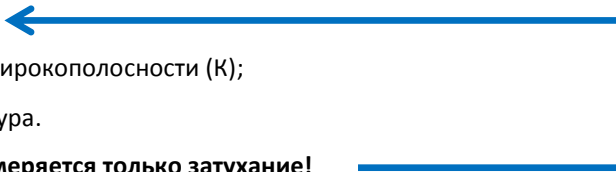
Согласно международному стандарту ISO/IEC 14763-3 на уровне оптической подсистемы в общем случае контролируются следующие параметры:

- Непрерывность (целостность) волокна;
- Задержка распространения;
- Длина;
- Затухание на опорных длинах волн;
- Коэффициент обратного отражения.

Основными параметрами для создания волоконно-оптических линий являются:

- Затухание (A);
- Коэффициент широкополосности (K);
- Числовая апертура.

**В полевых условиях измеряется только затухание!**



## 55. МЕХАНИЗМЫ ПОТЕРЬ В ОПТИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЯХ

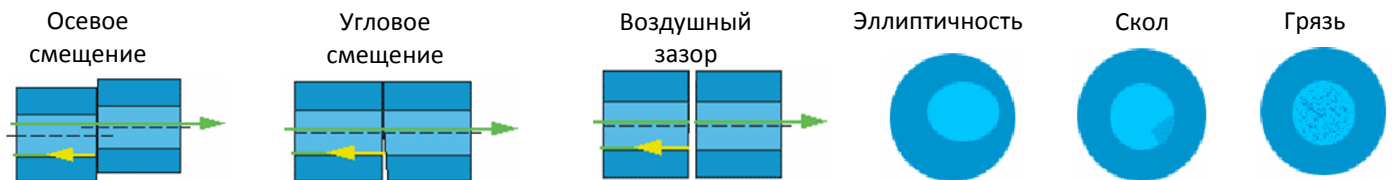
### Потери в местах соединений

Потери в местах соединений зависят от:

- Качества применяемого волокна;
- Квалификации монтажника, выполняющего соединение;
- Технологических возможностей оборудования для соединения волокон.

Основные причины вносимых потерь:

- Допуски на геометрические размеры ОВ;
- Качество изготовления отдельных элементов разъёма и его технологические допуски;
- Отражения и рассеяния;
- Загрязнения.



### Методы минимизации потерь при соединении оптических волокон

Потери в оптических соединителях зависят от большого количества различных внутренних, внешних и технологических факторов.

Потери, зависящие от внутренних факторов, минимизируются использованием элементной базы ведущих производителей, выпускаемой с гарантированным соблюдением стандартов.

Влияние внешних факторов сводится до пренебрежимо малых величин соблюдением правил работы с волокном и выполнением норм по чистоте технических помещений.

Технологические факторы устраняются применением соответствующего инструментария и выполнением всех технологических шагов.

Не разрешается использовать иммерсионный гель для минимизации френелевских потерь (за исключением механических сплайсов, где он является технологическим элементом конструкции).

### Контролируемые параметры оптической подсистемы

Максимально допустимое затухание (attenuation), dB

Длина волны, нм	Класс тракта		
	OF-300	OF-500	OF-2000
850	2,55	3,25	8,5
1300	1,95	2,25	4,5
1310	1,8	2,0	3,5
1550	1,8	2,0	3,5

Максимальная протяженность тракта

Класс тракта	OF-300	OF-500	OF-2000
Протяженность, м	300	500	2000

**Расчет предельного затухания оптического тракта произвольной длины**

Данная процедура необходима для определения предельно допустимого затухания в трактах и стационарных линиях.

Основное уравнение:

$$A(\lambda) = \alpha(\lambda)L + n_c \times 0,75 + n_s \times 0,3 \quad (\text{дБ}),$$

где  $\alpha(\lambda)$  – коэффициент затухания оптического кабеля на рабочей длине волны  $\lambda$  (см. табл);

L – суммарная длина всех линейных и шнуровых ОК тракта;

$n_c$  – количество разъемных соединителей в тракте;

$n_s$  – количество неразъемных сварных и механических соединителей в тракте передачи.

**Особенности процедуры расчета**

Данные по коэффициентам затухания оптических кабелей приведены в таблице.

Длина волны, нм	Многомодовое волокно (ММФ)		Одномодовое волокно (SMF)	
	850	1300	1310	1550
$\alpha(\lambda)$	3,5	1,5	1,0	1,0

Из-за сравнительно больших запасов по отдельным компонентам оптического тракта при соблюдении технологии монтажа выполнение норм стандартов по величине потерь не представляет больших проблем.

## 56. ИЗМЕРЕНИЯ ЗАТУХАНИЯ ОПТИЧЕСКИМ ТЕСТЕРОМ

### Измерение затухания оптическим тестером

Измерение затухания выполняется согласно стандарту ISO/IEC 14763-3 по методу вносимых потерь в следующих модификациях:

Одной перемычки (измерение затухания стационарных линий).

Трех перемычек (измерение затухания коммутационных шнуров).

Должны использоваться только светодиодные источники. Применение специальных опорных шнуров и нормализующих катушек модовых фильтров является обязательным!!!

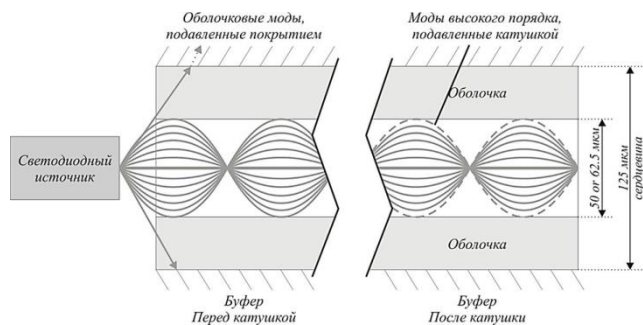
Измерения проводятся в следующей последовательности:

- установка опорного значения;
- измерение фактического затухания.

После установки опорного значения запрещается отключать шнур от источника излучения!!!

### Применение модового фильтра

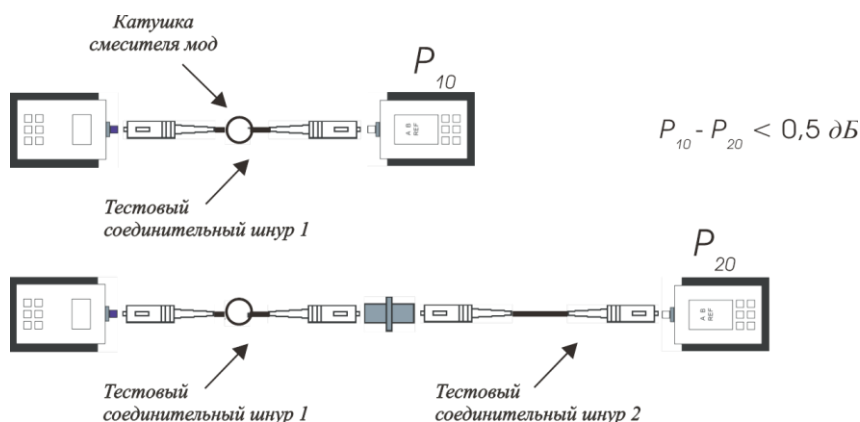
Модовый фильтр предназначен для принудительного приведения модового состава излучения светодиодного источника к установившемуся значению за счет подавления мод высоких порядков. Представляет из себя катушку, на которую наматывается 5 витков кабеля шнура, подключаемого к источнику излучения.



Применение модового фильтра является обязательным!!!

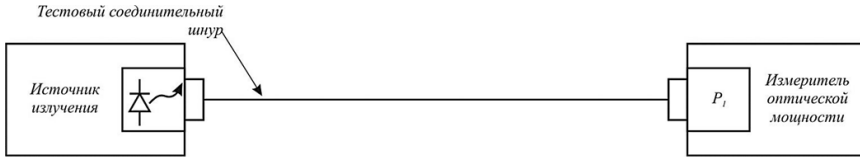
### Процедура верификации опорных шнуров

Необходима для реализации метода одной перемычки (второй измерительный шнур не участвует в процессе калибровки и установки опорного значения).

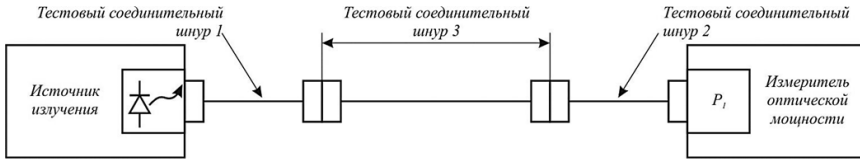




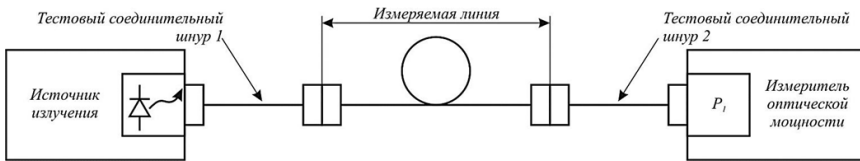
**Установка опорного значения и измерения**



Метод одной перемычки



Метод трех перемычек



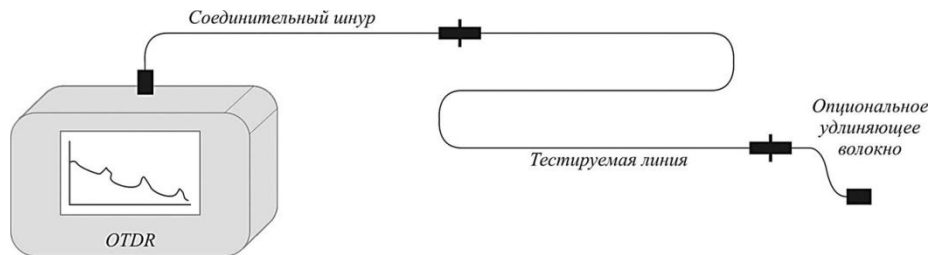
Измерение затухания

## 57. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОГО РЕФЛЕКТОМЕТРА

### Принцип действия рефлектометра

Использование оптического рефлектометра предусмотрено стандартом ISO/IEC 14763-3 при реализации измерений по уровню 2. Прибор реализует метод обратного релеевского рассеяния.

Рефлектометр позволяет измерять распределение не только общее затухание, но и его распределение вдоль длины линии, в т.ч. в точечных компонентах, ее длину и коэффициент отражения соединителей различного вида.



### Особенности работы с рефлектометром

Рефлектометр как измерительное устройство крайне чувствителен к качеству ввода зондирующего излучения в волоконный световод, т.е. входной разъем перед началом измерений должен быть тщательно очищен от загрязнений.

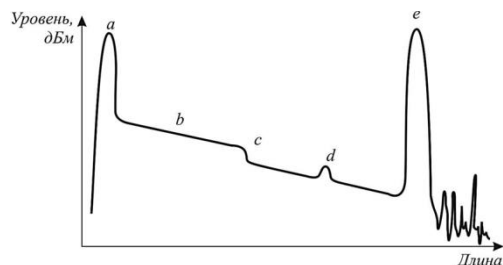
Выбор времени накопления результатов определяется компромиссом между разрешающей способностью и продолжительностью выполнения тестирования.

На коротких линиях устанавливается минимальная длительность зондирующего излучения (максимальное разрешение).

Для корректного исследования входного и выходного разъемов к ним должны быть подключены нормализующая и удлиняющая катушки, соответственно, длиной не менее 100 м.

Рекомендуется выполнять рефлектометрию на двух длинах волн.

### Рефлектограмма и ее анализ



Основные события, регистрируемые рефлектометром:

- a – импульс френелевского отражения от входного конца;
- b – волокно без неоднородностей;
- c – сварной или механический неразъемный соединитель;
- d – оптический разъем;
- e – импульс френелевского отражения от выходного конца.

### Измерение длины тракта с помощью рефлектометра

Измерение осуществляется в следующем порядке:

- Устанавливается показатель преломления сердцевины (при отсутствии такой информации пользуются таблицей усредненных данных);
- Методом визуального анализа из рефлектограммы исключаются так называемые фантомы (при их наличии);
- Тракт отмечается на рефлектограмме установкой двух маркеров на начальную и конечную точки. Остальные расчеты рефлектометр проделывает автоматически.

Длина волны, нм	850	1300	1310	1550
Одномодовое волокно 9/125	-	-	1,467	1,468
Многомодовое волокно 50/125	1,490	1,480	-	-
Многомодовое волокно 62,5/125	1,496	1,491	-	-

### Определение коэффициента отражения на событии

Коэффициент отражения обычно рассчитывается рефлектометром автоматически и считывается оттуда установкой маркера на соответствующее событие.

В случае отсутствия такой опции используется следующая формула:

$$RL = -10 \lg \left( \frac{10H}{5} - 1 \right) - 10 \lg d + k \text{ (дБ)}$$

где:

d — длительность зондирующего импульса в нс;

k — коэффициент обратного рассеяния в дБ.

Полученное значение сравнивается с нормой

## 58. ВЕРИФИКАЦИЯ РАЗЪЕМОВ С ПОМОЩЬЮ МИКРОСКОПА

### МИКРОСКОПЫ (Fiber Inspection Microscope)

Применяются для визуального контроля торцевых поверхностей наконечников вилок с установленными в них световодами.



Необходимость применения микроскопа обусловлена малыми линейными размерами световода, что делает невозможным его контроль невооружённым взглядом.

Основное назначение микроскопов:

- выявление дефектов (сколов, трещин, обломов);
- проверка качества полировки волокна;
- контроль чистоты торцевой поверхности световода и центрирующего наконечника вилки.

### Основные требования к микроскопам

Коэффициент увеличения:

- не менее 100 для работы с многомодовым волокном;
- не менее 200 для работы с одномодовым волокном.

Возможность выполнения торцевой и боковой (угловой) подсветки.

Наличие эффективной системы юстировки.

Обеспечение возможности работы с различными типами оптических разъемов (обычно достигается применением сменной головки).

Наличие встроенного фильтра с граничной длиной волны задержки свыше 1 мкм для защиты глаз оператора.

### Оценка изображения

Область оболочки делится на две зоны:

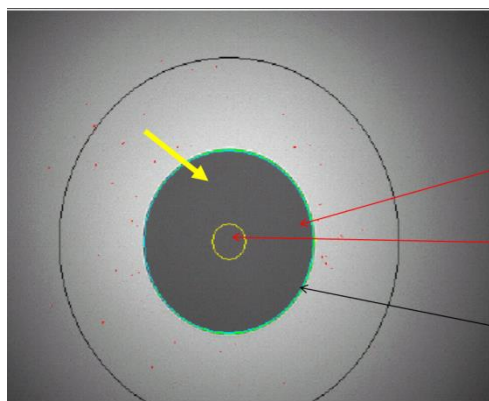
- внутренняя с диаметром 58 мкм;
- внешняя с диаметром 125 мкм.

Дефекты классифицируются как:

- царапины (размеры до 3- 5 мкм);
- сколы (размер до 10 мкм).

Количество царапин не может превышать 10 штук.

Наличие крупных дефектов (сколов) даже во внутренней области оболочки недопустимо.

**Зоны наконечника**

Область  
наконечника  
 $250 \text{ мк} < d < 400 \text{ мк}$

Оболочка  
 $25 \text{ мк} < d < 120 \text{ мк}$

Область около  
центра  
серцевины  
 $d < 25 \text{ мк}$

Зона эпоксидной  
смолы  
 $120 \text{ мк} < d < 130 \text{ мк}$

## 59. ОСОБЕННОСТИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ СКС

### СКС промышленного назначения

Нормируется стандартом ISO/IEC 24702.

Элементная база обязательно контролируется на соответствие требованиям MICE в зависимости от области применения (офисная зона, легкие и тяжелые промышленные условия).

Медножильная подсистема.

Предпочтительность категории 6 (6-коннекторная модель тракта!!!).

Возможность реализации линейной части исключительно на гибких кабелях с многопроволочными проводниками.

Оптическая подсистема предусматривает кварц-полимерное и пластиковое волокно с меньшей допустимой протяженностью тракта.

Добавлен четвертый дополнительный уровень в топологию (учет больших линейных размеров цехов).

### СКС для открытых офисов

При построении таких кабельных систем может использоваться штатная элементная база и стандарты обычных офисных СКС.

Основное отличие – широкое применение точек консолидации.

Должна располагаться на расстоянии не менее 15 м от РУЗ.

Обслуживает обычно 36 м<sup>2</sup> офисной площади (квадрат 6 x 6 м).

Допустимо увеличение суммарной длины шнуров различного назначения свыше 10 м. При этом каждый дополнительный метр превышения компенсируется снижением максимальной протяженности линейного кабеля на 1,5 м.

### СКС для центров обработки данных

На международном уровне нормируется стандартом ISO/IEC 24764.

Количество уровней иерархии сокращено до двух (американский стандарт ANSI/TIA-942-A допускает в крупных ЦОД двухуровневую магистральную подсистему).

Отдельно предусматривается офисная часть, которая реализуется по стандарту ISO/IEC 11801 и напрямую соединяется с проводкой аппаратного зала.

Развитая система резервных линий, в том числе между разными уровнями.

Минимальная рекомендуемая категория симметричных кабелей 6А, а волоконных световодов категории OM3.

В оптической подсистеме регламентировано применение коннекторов LC-Duplex и MPO/MTP (для линий с числом волоконных световодов превышающим 2).

### СКС для центров обработки данных – особенности оптической подсистемы

Из-за высоких скоростей передачи в ЦОД применяются заметно большие объемы волоконной оптики.

Экономически целесообразно применение многомодовых линий (небольшая дальность передачи).

Поддержка скоростей 40 и 100 Гбит/с по схеме параллельной передачи (т.н. параллельная оптика).

Применение только двух типов оптических разъемов MPO/MTP (12 и 24-волоконные варианты) и LC для скоростей 40/100 и 10 Гбит/с, соответственно.

Широкое применение модульно-кассетных решений, не требующих монтажных работ на объекте инсталляции.

Легкость перехода от двухволоконных трактов к многоволоконным (кассеты, адаптерные панели и разветвительные шнуры-фанауты MTP-LC) без смены конструктива.

### СКС в жилых помещениях

СКС имеет преимущественно одноуровневое решение в форме простой звезды.

Применяется симметричный и коаксиальный кабели, оптические решения возможны, но встречаются существенно реже.

Симметричный кабель категории не выше 5e поддерживает компьютерную и телефонную сети, а также домашнюю автоматику, коаксиальный кабель используется для подключения телевизоров.

Монтажный конструктив – имеет меньшую ширину крепежного поля.

При организации телевизионной разводки целесообразно использовать дополнительный усилитель.

Пользовательские информационные розетки располагаются преимущественно с учетом планов размещения мебели.

## 60. СПЕЦИАЛЬНЫЕ РАЗНОВИДНОСТИ КАБЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

### Необходимость в специальных разновидностях кабельных систем

Кабельные тракты СКС широко используются для поддержки функционирования ряда специализированного оборудования.

Наибольшее распространение в практике реализации проектов получили такие специализированные системы как:

- системы часофикации;
- системы беспроводного доступа к сети;
- системы контроля и управления доступом;
- системы охранного видеонаблюдения.

Для подобного оборудования не проектируется отдельная СКС, а выделяются специальные линии в составе обычной кабельной системы офисного типа.

Характерной особенностью данной части проекта является очень жесткая привязка к архитектурным особенностям области размещения оборудования.

### СКС для поддержки точек радиодоступа

Применение системы радиодоступа увеличивает количество портов кабельной систем. Для точек беспроводного доступа используются однопортовые розетки.

Одна точка радиодоступа планируется:

- в открытых офисах исходя из расчета диаметра обслуживаемой рабочей области в 22 м;
- в офисах с кабинетной системой – одна точка на комнату.

Для поддержки функционирования современной точки радиодоступа достаточно линий категории 5e.

Розетка для подключения точки радиодоступа располагается преимущественно под потолком.

Для поддержания работоспособности точки радиодоступа рекомендуется использовать технологию PoE.