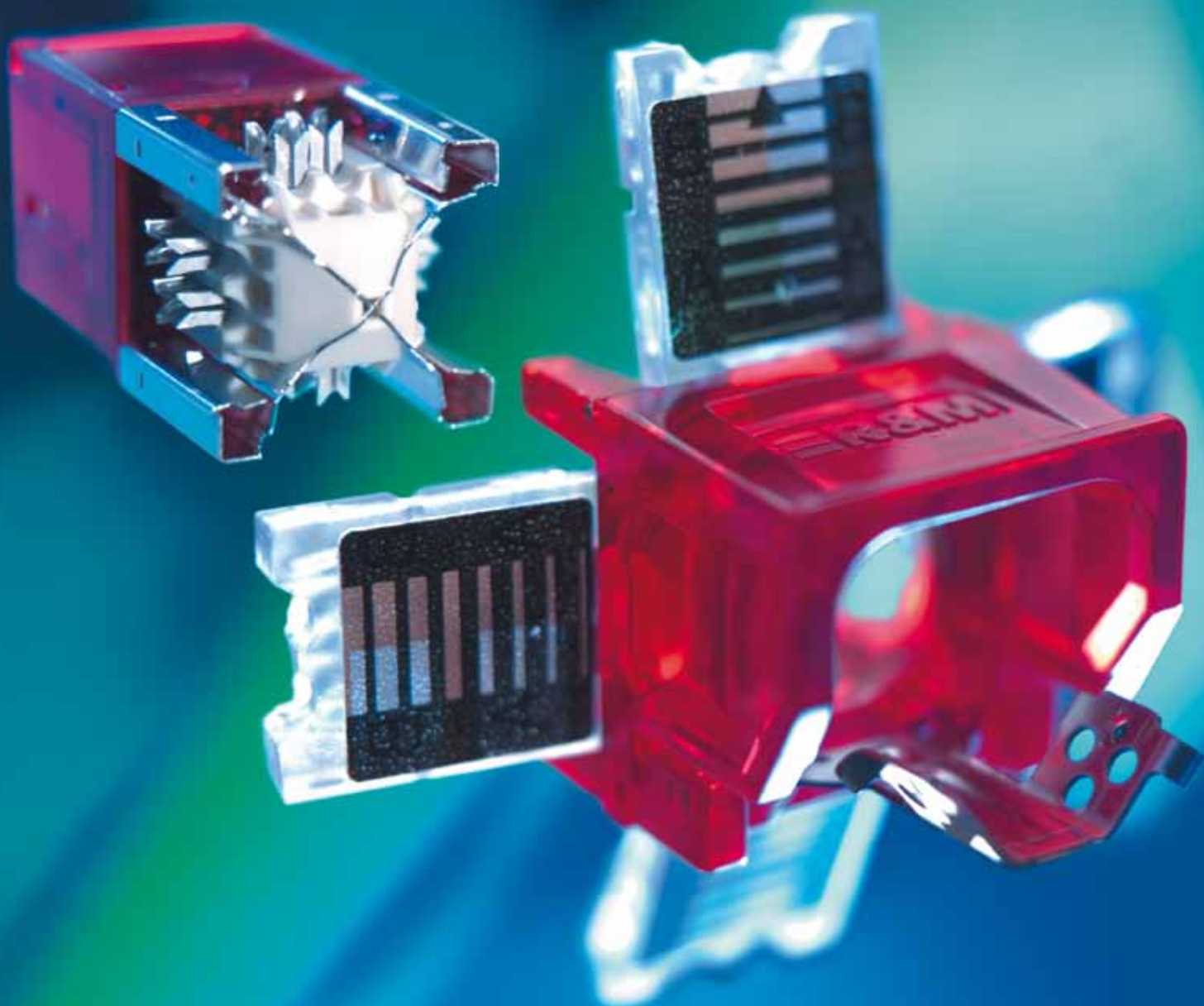


# Руководство по монтажу и тестированию

Типовые кабельные системы – Версия 5.3



## 1. Введение

R&M является ведущей швейцарской компанией, которая производит и поставляет комплексные кабельные решения для высококачественной работы сетей связи. Со времени основания компании в 1964 году, специалисты R&M обеспечивают инсталляторам экономичное и эффективное решение требуемых задач. Компания имеет в штате кабельных специалистов по всей планете и представительства по всему миру.

Основой современной, ориентированной на будущее, и экономичной информационной структуры, является структурированная кабельная система, которая не зависит от приложений. Существует высокая потребность в информационных системах, отвечающих не только текущим требованиям, но и требованиям, которые предвидятся через пять-десять лет. Такая инфраструктура требует тщательного проектирования, высокопроизводительных продуктов и безошибочной установки.

Это руководство, в первую очередь, опубликовано для использования сертифицированными инсталляторами и проектировщиками R&M, которые закончили обучение, и были сертифицированы R&M, как способные проектировать, устанавливать и тестировать кабельную систему R&MFreenet. Это руководство содержит рекомендации, которым проектировщики и инсталляторы должны следовать во время установки и тестирования продуктов R&M, а также, содержит спецификации продуктов R&M и ссылки на документы, которые содержат соответствующие рекомендации.

Медные и оптоволоконные структурированные кабельные системы являются системами с высокими требованиями, что делает невозможным привлечение инсталляторов, которые не обладают соответствующими знаниями.

От коммуникационной инфраструктуры требуются высокие скорости передачи и комплексные требования к гибкости на рабочем месте. Структурированная кабельная система обеспечивает основу для ориентированной на будущее сетевой инфраструктуры, гарантирует высокую эффективность затрат, и гибкость, которые формируют стабильную базу для будущих систем передачи информации.

Данное руководство является составной частью Гарантийной программы R&MFreenet. Оно предназначено, в том числе, для облегчения некоторых сложностей при приемо-сдаточном тестировании, поэтому упрощает проведение измерений системы R&MFreenet на объектах. Также, руководство предоставляет помощь инсталляторам и проектировщикам при подготовке корректных заказов для производительных пассивных сетей.

Самое большое внимание при подготовке этого документа было уделено тому, чтобы он включал в себя самые последние изменения на момент публикации. Изменения и дополнения этого документа будут включены в новые версии. Мы оставляем за собой право делать технические правки в любое время. Чтобы быть уверенным, что имеете последнюю версию, периодически, проверьте на нашем сайте [www.rdm-russia.ru](http://www.rdm-russia.ru).

## 2. R&MFreenet

Для проектировщиков и инсталляторов кабельная система R&MFreenet открывает вселенную безграничных возможностей и убедительную логическую структуру. С четырьмя медными и четырьмя оптоволоконными системами вы можете покрыть любые потребности ваших заказчиков в кабельных системах – для офисных помещений, зданий, промышленных предприятий, прилегающих территорий компании, медицинского применения или для высокопроизводительных дата центров. На основе требуемой производительности ИТ и телекоммуникационной структуры, условий окружающей среды и требуемого уровня безопасности идеальное решение конфигурируется из этих систем. Модульный принцип и соответствие стандартам, независимый от приложений дизайн гарантируют, что каждая установка может быть использована гибко и модернизирована в будущем. Продуктовая линейка совместима и основана на самых

## Медные системы

Название системы R&M	Стационарная линия (PL)	Канал (CH)
Кат. 5e	Класс D	Класс D
Кат. 6	Класс E	Класс E
Кат. 6 Real 10	Класс E	Класс E <sub>A</sub>
Кат. 6 <sub>A</sub>	Класс E <sub>A</sub>	Класс E <sub>A</sub>

## Оптоволоконные системы

Название системы R&M	Стационарная линия (PL)	Канал (CH)
OM1/2	OF-100, OF-300, OF-500, OF-2000	OF-100, OF-300, OF-500, OF-2000
OM3		
OM4		
OS2	OF-100, OF-300, OF-500, OF-2000, OF-5000, OF-10000	OF-100, OF-300, OF-500, OF-2000, OF-5000, OF-10000

## 3. Безопасность



Монтажник должен предпринимать все меры предосторожности, в том числе, надеть защитную одежду и очки, а также обращать внимание на предупреждающие знаки и защитные ограждения, чтобы гарантировать необходимые защитные меры для персонала и оборудования, как для себя, так и для других лиц. Всегда следует выполнять соответствующие национальные законы и нормы по безопасности. В дополнение к юридической ответственности весь персонал также несет ответственность за свое здоровье.

Современное законодательство возлагает на проектировщиков ответственность за безопасность объектов, хотя и от владельца здания, также, ожидается внимательное отношение к нормативам, касающимся электрической безопасности инфраструктуры здания.

### Опасность оптического волокна

Не приближайте обнаженные концы оптического волокна к глазам и коже. С отработанными фрагментами (осколки) следует обращаться с осторожностью и не брать их, непосредственно, руками – используйте специальные перчатки. Помещайте остатки волокна в подходящий контейнер. Удостоверьтесь, что количество излишков оптического кабеля минимально. Корпуса, содержащие точки окончания оптоволоконного кабеля должны маркироваться соответствующими предупредительными знаками и легко читаемой надписью.

## Обзор классификации опасности лазеров

Существуют четыре категории лазеров, основанные на уровне их опасности. От производителя лазера требуется маркировать свои лазеры соответствующим образом.



### Лазеры класса CLASS 1

Без риска, т.е. считаются безопасными. Примерами являются проигрыватели CD/DVD дисков и лазерные принтеры. Такие лазеры не опасны ввиду невысокой выходной мощности при продолжительном просмотре либо они разработаны с предотвращением доступа к лазерному излучению. К лазерам первого класса, также, относятся лазеры, которые могут быть опасны для кратковременного взгляда, но размещены в корпусах, предотвращающих любое излучение.



### Лазеры класса CLASS 2

Уровень опасности выше. Такие лазеры излучают видимый луч в диапазоне 400-780 нм и верхним пределом мощности – 1 милливатт. Примером является сканер штрих-кода. Кратковременный взгляд не опасен, но опасен длительный просмотр. Для кратковременного взгляда рекомендуются защищающие от лазера очки, для длительного просмотра они необходимы.



### Лазеры класса CLASS 3A

Увеличенный риск. Если выход лазера перед попаданием в глаза пройдет фокусирующую оптику, то возможно длительное повреждение глаз. Если лазер не принадлежит CLASS 1 или CLASS 2, но с выходной мощностью не менее 0,5 милливатт, то он принадлежит к CLASS 3. Обязательны защищающие от лазера очки.



### Лазеры класса CLASS 3B

Результатом прямого воздействия станет повреждение глаз и кожи. Естественной реакции уклонения недостаточно для предотвращения повреждения сетчатки глаза. Наблюдение диффузного (рассеянного) отражения, также, вредно для здоровья. Если непрерывная мощность лазера меньше 0,5 Вт, то лазер CLASS 3B. Обязательна защита глаз от лазера.



### Лазеры класса CLASS 4

Опасны для глаз и кожи при прямом и диффузном облучении. Существует опасность возгорания. Обязательны очки, защищающие от лазера.

**Замечание об изменении:**

Данный список безопасности оборудования соответствует классам лазеров, определенным в IEC-825-3, выпущенном 01.01.2004г. Классы лазеров полностью пересмотрены и введены новые классы: 1, 1M, 2, 2M, 3R, 3B, а также, 4.

## 4. Безопасность при работе с волоконно-оптическим кабелем

### Обращение с кабелем

Все волоконно-оптические кабели чувствительны к повреждениям во время обращения и монтажа. Некоторые параметры требуют особого внимания во время монтажа кабеля:

- радиус изгиба кабеля. Волоконно-оптические кабели разработаны с учётом радиусов изгиба и усилием растяжения. Кабель никогда не должен быть изогнут больше минимального радиуса изгиба. Результатом этого могут стать потери в изгибе и/или перелом кабеля. Обычно, радиус изгиба кабеля больше  $20D$ , где  $D$  – диаметр кабеля.
- усилие растяжения. Обычно, предельное усилие растяжения это величина, которая указана в паспорте или спецификации на кабель.

### Предосторожности для лазера

Лазерный луч, который используется в оптических каналах связи, невидимый и может серьезно повредить глаза. Прямое попадание в глаза может вызвать боль и радужная оболочка глаза не успеет закрыться рефлекторно, когда на неё попадет яркий свет. Это может стать причиной серьезного повреждения сетчатки глаза. Поэтому:

- никогда не смотрите в волокно, подключенное к лазеру
- если случайно в незащищенный глаз попал лазерный луч, незамедлительно обратитесь за медицинской помощью.

### Предосторожности при обращении с оптоволоконном.

Обломанный конец оптоволоконна, предназначенный для окончания или сварки, может представлять опасность. Эти концы очень острые и могут легко проткнуть кожу. Они легко обламываются, и их очень сложно обнаружить и удалить. Иногда, нужны пинцет и увеличительное стекло, чтобы извлечь их. Любое удаление попавшего в тело волокна может привести к инфицированию, которое является опасным. Поэтому убедитесь, когда берете волокно:

- конец обломанного волокна не уколет ваши пальцы
- не бросайте кусочки волокна на пол, так как они могут воткнуться в ковер или обувь, а также могут быть перенесены в другое место, такое как дом
- обращайтесь с обломками волокна должным образом
- не ешьте и не пейте вблизи места монтажа

### Безопасность материалов.

Процессы сварки и окончания оптоволоконна требуют разнообразных химических очистителей и клея. Соблюдайте инструкцию по безопасности и порядок обращения с этими веществами. Если вы испытываете замешательство в использовании этих продуктов, то обратитесь к производителю за паспортом по безопасности материалов. Напоминаем текущие инструкции, которые применимы при работе с этими материалами:

- всегда работайте в хорошо проветриваемом помещении
- избегайте, насколько это возможно, контактов материалов с кожей
- избегайте химикатов, которые могут быть причиной аллергических реакций

- будьте осторожны, при использовании изопропилового спирта, он – горюч.

### Первая помощь при воздействии изопропилом или растворителем для очистки волокна

Тип воздействия	Растворитель		Изопропил	
	Эффект воздействия	Первая помощь	Эффект воздействия	Первая помощь
Вдыхание	Раздражение дыхательных путей, кашель	Поддерживать дыхание, постельный режим	Раздражение верхних дыхательных путей	Вывести пострадавшего на свежий воздух, проветрить помещение
Проглатывание	Тошнота, рвота, головная боль	Не вызывать рвоту, немедленно обратиться за медицинской помощью	Опьянение и рвота	Дать пострадавшему выпить воду или молока, немедленно обратиться за медицинской помощью
Контакт с кожей	Раздражение	Стереть с пораженного участка кожи и промыть водой с мылом	Безвредный для кожи	Стереть с пораженного участка кожи и промыть водой с мылом
Контакт с глазами	Раздражение	Промыть глаза большим количеством воды в течение 15 минут.	Раздражение	Промыть глаза большим количеством воды в течение 15 минут.

### Пожарная безопасность.

Сварочный аппарат использует электрическую искру для получения соединения, поэтому нужно удостовериться, что в пространстве, в котором производится сварка, отсутствуют горючие газы. Сварка никогда не должна выполняться в местах, где газы могут скапливаться. Кабели доставляются к месту сварки, где и выполняются все работы с оптоволокном. Место сварки должно иметь температурный контроль и быть безупречно чистым, чтобы обеспечивать качество сварного соединения. Курение запрещено в течение всего времени работы с оптоволокном. Пепел от курения вызывает проблемы с пылью на волокне, а также существует опасность взрыва из-за наличия горючих веществ.

### Безопасность при установке коробов.

Безопасность при работе в подвалах и канализациях.

Взрывоопасные газы и испарения могут быть в канализациях вследствие их утечки из трубопроводов. Перед входом в любую канализацию проверьте утвержденным тестовым набором атмосферу для определения огнеопасных и ядовитых газов. Избегайте использования в канализациях любых устройств, которые производят искры и пламя.

### Безопасность при выполнении работ.

Чтобы минимизировать риски несчастного случая выполняйте текущие правила установки в рабочей области ограждений и защиты канализационных люков, а также предупреждающих надписей.

Перед затягиванием кабеля из уложенного «восьмеркой» убедитесь, что внутри петли кабеля нет персонала или оборудования. В результате ошибки может быть нанесен вред персоналу или повреждение кабеля вследствие его запутывания.

Удостоверьтесь, что используемые инструменты и оборудование для инсталляции кабеля находятся в надлежащем состоянии. Ржавчина на оборудовании может повредить кабель или быть причиной нанесения вреда персоналу. Если электрические линии проходят через канализацию или подвал, где производятся работы, то позаботьтесь об электробезопасности до начала выполнения работ.

## 5. Обеспечение качества в течение хода проекта

Процесс	Задачи	Ответственная сторона
Проектирование	<p>Структурированная кабельная система должна быть тщательно спроектирована, чтобы соответствовать действующим стандартам.</p> <p>Необходимо использовать соответствующие компоненты.</p> <p>Инфраструктура здания должна быть спроектирована так, чтобы структурированная кабельная система могла быть установлена в соответствии с действующими стандартами.</p> <p>При подготовке спецификации компонентов проектировщик должен получить согласования от заказчика, архитектора и инсталлятора.</p>	Проектировщик, Заказчик
Изготовление компонентов	Компоненты должны соответствовать стандартам, указанным проектировщиком.	Производитель компонентов
Установка	<p>Компоненты должны производиться, храниться, доставляться и устанавливаться в соответствии с инструкциями к ним.</p> <p>Компоненты должны подвергаться проверке при получении.</p> <p>Инсталляционные кабели должны иметь категорию не ниже, чем коммутационное оборудование.</p> <p>Установка должна соответствовать стандарту EN 50174 (все суффиксы).</p> <p>Удостовериться, что кабельные каналы, в достаточной мере, защищают от повреждений третьими лицами.</p> <p>Проверить инфраструктуру здания перед установкой, например, достаточность емкости кабельных трасс, разделение слаботочных и силовых кабелей, достаточность емкости стояков.</p> <p>Проверить метки.</p> <p>Проверить прокладку кабеля на соответствие конструктивным характеристикам (радиус изгиба, отсутствие загибов и т.д.)</p> <p>Обнаружить и устранить, если это возможно, критичные проблемы.</p>	Инсталлятор
Приемо-сдача	<p>Проводить периодические проверки, по согласованному с заказчиком графику, во время проекта и перед его завершением.</p> <p>Тестировать в соответствии с инструкциями поставщика системы, изготовителя тестового оборудования и проектной процедуре.</p> <p>Проверять что тестовое оборудование достаточно хорошо работает.</p>	Инсталлятор, Заказчик
Эксплуатация	<p>Убедиться в эффективности возможностей применения системы.</p> <p>Использовать систему в соответствии со спецификациями.</p> <p>Проверить, что план технического обслуживания включает в себя процедуры ремонта.</p>	Заказчик

Проверочный список по оценке качества содержится в документе «Сертификационная заявка».

## 6. Стандарты структурированных кабельных систем.

Ниже перечислены современные стандарты в кабельной отрасли и их текущий статус. В случае существования несоответствия или противоречия стандартов, R&M использует ISO 11801, как эталонный стандарт.

Текущая актуальная версия может быть найдена «В части 3 Приложения 1 к Гарантийной программе».

Стандарт	Описание	Статус
ISO/IEC 11801 Ed. 2.1 (2008)	Структурированные кабельные системы на территории заказчика (классы E <sub>A</sub> , F <sub>A</sub> ). Information technology- Generic cabling for customer premises (classes E <sub>A</sub> , F <sub>A</sub> ).	Ратифицирован
ISO/IEC 11801 Amd. 2 (2010-04)	Стационарная линия E <sub>A</sub> , F <sub>A</sub> . Permanent link E <sub>A</sub> , F <sub>A</sub> .	Ратифицирован
ISO/IEC 24764 Ed. 1.0 (2010-04)	Структурированные кабельные системы для дата-центров. Information technology- Generic cabling systems for data centers.	Ратифицирован
EN 50173-1, 3rd Ed. (2011-05)	Структурированные кабельные системы. Общие требования к компонентам. Часть 1: Кат.6 <sub>A</sub> и 7 <sub>A</sub> , OM4, оптическому каналу OF-100. Information technology - Generic cabling systems- Part 1: General requirements component Cat. 6 <sub>A</sub> and 7 <sub>A</sub> , OM4, FO-Channel Class OF-100.	Ратифицирован
EN 50173-2 (2007)	Структурированные кабельные системы. Часть 2: офисные помещения. Information technology - Generic cabling systems - Part 2: Office premises.	Ратифицирован
EN 50173-2/A1 (2010-12)	OF-100, OS2, OM4, Кат. 6 <sub>A</sub> , Кат. 7 <sub>A</sub> , Класс E <sub>A</sub> , Класс F <sub>A</sub>	Ратифицирован
EN 50173-5 (2007-04)	Структурированные кабельные системы. Часть 5: Дата-центры. Information technology - Generic cabling systems- Part 5: Data centers.	Ратифицирован
EN 50173-5/A1 (2010-12)	Стационарная линия E <sub>A</sub> /F <sub>A</sub> , Cat. 6 <sub>A</sub> /7 <sub>A</sub> OM4, OS2, OF-100. Permanent link E <sub>A</sub> /F <sub>A</sub> , Cat. 6 <sub>A</sub> /7 <sub>A</sub> OM 4, OS2, OF-100.	Ратифицирован
TIA-568-C.2 (2010)	Стандарт на компоненты для телекоммуникационных кабелей на основе витой пары. Balanced Twisted-Pair Telecommunications Cabling and Components Standard.	Ратифицирован
TIA-568-C-3 (2008)	Стандарт на оптоволоконные компоненты. Optical Fiber Cabling Components Standard.	Ратифицирован
TIA-942	Стандарт для телекоммуникационной инфраструктуры дата-центров. Telecommunications infrastructure standard for data centers.	Ратифицирован

## Разница между классом и категорией в стандартах, на сегодняшний день.

ISO/IEC 11801 Ed. 2.1 и EN 50173-1. (2011)	TIA-568-C-2 (2010)
Класс D (100 МГц)	Категория 5e
Класс E (250 МГц)	Категория 6
Класс E <sub>A</sub> (500 МГц)	Категория 6A – не эквивалентно Класс E <sub>A</sub> !!!
Класс F (600 МГц)	Не включено
Класс F <sub>A</sub> (1000 МГц)	Не включено

### Оптоволоконные линии

Оптоволоконные каналы разделены на классы в зависимости от длины: **OF-100, OF-300, OF-500, OF-2000**. Соответствующие возможные приложения приведены в ISO/IEC 11801 Ed. 2 Amd. 2, Приложение F.

**Это предполагает, что каждый отдельный канал в рамках системы включает волокна с одинаковыми параметрами.**

Определено шесть типов волокон: OM1, OM2, OM3, OM4, OS1, OS2.

Затухание волоконно-оптического кабеля (максимум) дБ/км							
	OM1, OM2, OM3, OM4 многомодовый		OS1 одномодовый		OS2 одномодовый		
Длина волны	850 nm	1300 nm	1310 nm	1550 nm	1310 nm	1383 nm	1550 nm
Затухание	3,5	1,5	1,0	1,0	0,4	0,4	0,4

Максимальная модальная полоса пропускания МГц*км				
		Перегрузка полосы пропускания		Эффективная модальная по- лоса пропус- кания
Длина волны		850 nm		850 nm
Категория	Диаметр сердцевины (мкм)			
OM1	50 или 62,5	200	500	Не определено
OM2	50 или 62,5	500	500	Не определено
OM3	50	1500	500	2000
OM4	50	3500	500	4700

## 7. Хранение инсталляционного кабеля

Если инсталляционный кабель (медь или оптика) не используется сразу после поставки, то его нужно хранить в подходящем месте. Кабель должен храниться в сухом месте, где он не будет подвергаться механическому или вредному климатическому воздействию. Если есть возможность, то материалы должны храниться в оригинальной упаковке до начала установки. Для кабелей со свободной конструкцией (как правило, это все кабели, используемые в СКС) пренебрежение капиллярным эффектом приводит к влажности внутри кабеля. Попавшая таким образом вода приводит к изменению волнового сопротивления, что является причиной ухудшения характеристик кабеля.

Любая вода, попавшая внутрь, уменьшает сопротивление изоляции проводника и увеличивает риск коррозии металлических частей, а также вода внутри кабеля может быть причиной повреждения, если температура упадет ниже нуля. По этой причине концы кабеля должны быть защищены. Оптоволоконные кабели должны быть защищены термоусадочными колпачками.

Когда кабели поставляются в зимнее время, катушки кабеля должны быть выдержаны при температуре выше нуля длительное время, чтобы они прошли акклиматизацию в теплой среде перед тем, как будут разматываться и устанавливаться.

Не нужно забывать, что проверка при приемке (входной контроль) является первым шагом обеспечения качества. Это проверка должна включать: количество кабеля, сверку артикула, запись транспортного идентификатора (серия продукции, партия, дата производства) и, по возможности, проверка функциональности созданием простого соединения, чтобы проверить соответствие стандартам. Нужно помнить, что перед любым тестированием, вы должны дать два или три дня на освобождение кабеля от нагрузок, появляющихся при прокладке и протяжке.



**Правильно:** Кабели хранятся в сухом помещении



**Неправильно:** Кабели хранятся на открытом воздухе

## 8. Радиус изгиба

### Общие требования

В паспорте на кабель производитель определяет радиус изгиба, как множитель внешнего диаметра кабеля (см. выдержку из паспорта на кабель, приведенную ниже). Там указаны два минимальных радиуса изгиба: один для прокладки кабеля и один для эксплуатации кабеля (без механической нагрузки).

<b>Характеристика медного кабеля</b>
Минимальный радиус при прокладке – 8 x D
Минимальный радиус изгиба при эксплуатации - 4 x D
Максимальное усилие тяжения при прокладке [N] – 100 (≈ 10 кг).
Максимальное усилие тяжения при прокладке Real10 [N] – 80 (≈ 8 кг).
Максимальное усилие тяжения при эксплуатации – отсутствует
<b>Температурный диапазон</b>
При эксплуатации [°C] от -20 до +75
При прокладке [°C] от 0 до +50
PVC - IEC 60332-1
LSZH IEC 61034, IEC 60754-1, IEC 60332-1 LSFRZH IEC 61034-1, IEC 60754-2, IEC 60332-2-24
<b>Пожарная нагрузка</b>
PVC [мДж/км] - 276, LSZH [мДж/км] - 639, LSFRZH [мДж/км] - 550

### Минимальные радиусы изгиба медных кабелей R&M Freenet

Тип кабеля	Категория	Прокладка	Эксплуатация
U/UTP	Кат. 5e	42 мм	25 мм
U/UTP	Кат. 6	63 мм	50 мм

<b>Real10 U/UTP</b>	Кат. 6	70 мм	60 мм
F/UTP	Кат. 5e	50 мм	50 мм
SF/UTP	Кат. 5e	52 мм	50 мм
<b>Real10 U/FTP</b>	Кат. 6 <sub>A</sub>	60 мм	50 мм
<b>Real10 F/FTP</b>	Кат. 6 <sub>A</sub>	60 мм	50 мм
<b>Real10 S/FTP</b>	Кат. 6 <sub>A</sub>	60 мм	50 мм
<b>Real10 S/FTP</b>	Кат. 7	60 мм	50 мм
<b>Real10 S/FTP</b>	Кат. 7 <sub>A</sub>	60 мм	50 мм

### Типовые правила минимального радиуса изгиба

Категория	Прокладка	Эксплуатация
Кат. 5e	50 мм	25 мм
Кат. 6/6 <sub>A</sub>	60 мм	50 мм
Кат. 7/7 <sub>A</sub>	70 мм	50 мм
<b>Real10 U/UTP</b>	70 мм	60 мм



Если радиус изгиба медного кабеля слишком мал, особенно, при прокладке, это может изменить механическую структуру витых пар в кабеле, что отрицательно повлияет на характеристики кабеля (в основном, NEXT, FEXT и RL).

Если радиусы изгиба оптоволоконна слишком малы при прокладке, в том числе в кабельных каналах и розеточных коробках, то могут возникнуть микротрещины. Это приводит к высокому затуханию и резкому сокращению срока жизни кабеля. Радиусы изгиба должны постоянно проверяться во время прокладки кабеля. Следует избегать непрофессиональной прокладки, например, через края каналов в стене, сдавливания в кабельных лотках и скручивания при протягивании. По этой причине к критическим местам следует отнестись с особым вниманием. Мы рекомендуем сделать выборочную проверку радиусов изгиба после установки структурированной кабельной системы.



В случае, нарушения радиусов изгиба, превышения усилия, приложенного к инсталляционному кабелю или повреждения его сторонними предметами, при приемке, необходимо признать такой кабель непригодным и требовать его замены, на основании нарушения процедур прокладки. Провисание, несоблюдение радиусов изгиба, сдавливание кабеля и его перекручивание приводят к повреждению кабеля, ответственность, за которую возлагается на монтажную организацию.

## 9. Монтаж кабеля

Инсталляционные кабели предназначены только для однократной установки. Очень важно аккуратно устанавливать кабели, чтобы достичь показателей, определенных в стандартах. Современные кабели имеют узкие границы допусков, поэтому ухудшение характеристик из-за неправильного монтажа кабеля могут привести к провалу приемо-сдаточных испытаний. Поэтому во время монтажа кабеля перечисленные требования должны строго выполняться. Допустимое усилие тяжения для соответствующих инсталляционных кабелей можно найти в паспортах на кабель. Следует соблюдать эти требования (ниже приведены некоторые значения).

### Максимальное усилие тяжения

Максимальное усилие при монтаже	100 Н (10 кг)
Максимальное усилие при эксплуатации	нет

Использование специального инструмента позволяет не превышать усилие тяжения. Такие инструменты дают уверенность в качестве монтажа.

### Усилие тяжения оптоволоконного кабеля.

Используйте механические предохранители и эквивалентную защиту во время прокладки оптоволоконных кабелей, чтобы быть уверенным, что максимальное усилие тяжения, установленное производителем (см. паспорт на кабель), не превышено. Для предотвращения попадания воды и других загрязнений, оптические кабели во время монтажа всегда должны оставаться герметизированными.

Превышение усилия тяжения может привести к повреждению волокна, которые может увеличить затухание, которое может стать необратимым.

Кабели внутренней и внешней прокладки должны использоваться по назначению.

Превышение усилий тяжений, особенно, вместе с очень малыми радиусами изгиба (главным образом, в результате чрезмерных усилий) могут ухудшить характеристики кабеля.

При прокладке кабелей в вертикальных шахтах и стояках, следует использовать гравитацию – спуск кабеля под действием земного притяжения, вместо вытягивания кабеля снизу вверх. Это устраняет ненужные усилия тяжения (см. рисунок 2 на странице 12). Однако, это не всегда возможно или непрактично. Если кабели нужно вытягивать вверх, требуется достаточное количество персонала, чтобы обеспечить безопасное и аккуратное протягивание кабеля по всем уровням. Прокладываемые кабели следует закреплять в кабельных каналах. Для этого нужно использовать Velcro и избегать применения пластиковых стяжек. Фиксируйте кабель после его установки в окончательное положение, никогда не изгибайте кабельный жгут после фиксации стяжками. Убедитесь, что кабельные стяжки затянуты не слишком туго. Должна сохраниться возможность незначительного поворота их, а оболочка кабеля должна сохранять оригинальную форму, т.е. не быть пережата. Если кабельные стяжки установлены слишком туго, то возникает точечное давление, которое ухудшает передаточные характеристики кабелей.

Для вертикальной установки рекомендуется использовать средства снятия напряжения минимум через каждые 600 мм. Избегайте кабельных жгутов или ограничьте число связанных вместе кабелей, чтобы уменьшить возникновение перекрестных наводок от других кабелей и нагрузок на кабель при перемещении или изгибе, а также проверяйте отсутствие превышения определенного радиуса изгиба.

При прокладке кабелей в кабельных каналах под полом, убедитесь в отсутствии сдавливания кабеля, которое может повредить кабели. Это часто возникает при подгонке плит пола и приводит к непоправимому повреждению кабелей.

Избегайте сматывания в кольцо излишков кабеля, так как это может стать причиной возвратных потерь, которые могут вызвать ошибку во время приемо-сдаточных испытаний.

Избегайте выкладки кабеля (чрезмерного разматывания) перед протягиванием, это предотвратит незащищенный кабель от повреждений третьими лицами. Помните, что симметричные кабели разработаны для применения в помещениях, поэтому кабель всегда нужно защи-

щать. Незащищенный кабель подвержен повреждениям. Кабели не следует разматывать через ребра (щеки) катушки, так как возникает риск скручивания кабелей, и геометрические характеристики симметричной пары заметно изменяться. При протягивании кабеля следует использовать кабельный чулок.

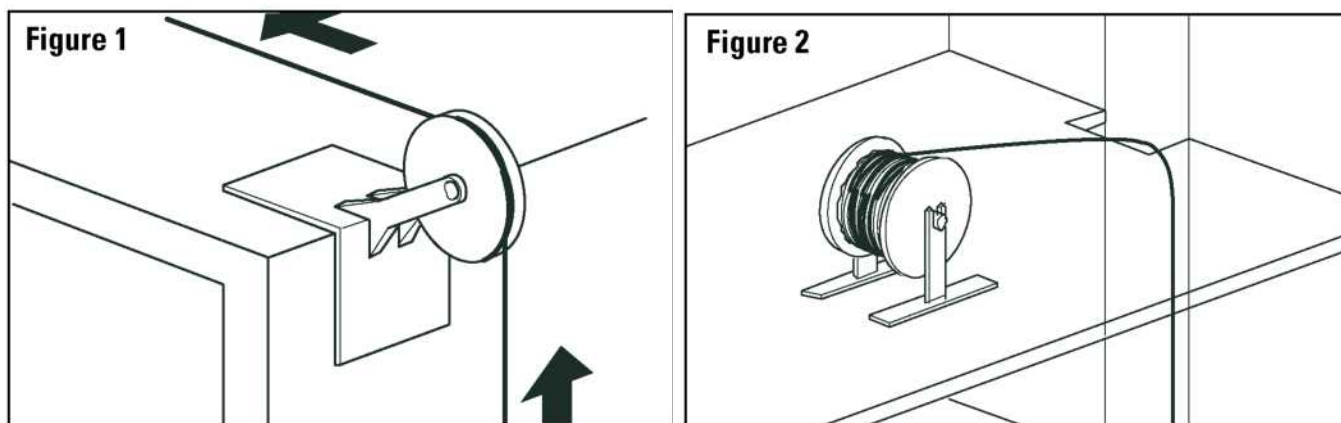
Примечание: закрепите все проводники к протягивающему инструменту и защитите изолирующей лентой. Если при протягивании кабеля обнаружится вода или сырость, то источник воды должен быть обнаружен и устранен.

Если кабель был протянут через воду, когда был инсталлирован, то влажный конец должен быть незамедлительно обрезан не менее чем на 0,5 м. В случае если вода или мусор, наполняют подземные каналы или трубы, для предупреждения кабеля их необходимо продуть.

Для волоконно-оптического кабеля должен быть запас не менее 3 м на каждом конце кабеля, для последующей разделки и сварки.

Если кабели проложены через любые края (границы), где они изгибаются или разветвляются, необходимо убедиться, что требуемый для такой протяжки, минимальный радиус изгиба поддерживается этим типом кабеля. Если кабель необходимо протянуть через края, убедитесь, что внешняя оболочка кабеля не повредится трением или усилием тяжения. Убедитесь, что общий вес всех установленных кабелей не повредит кабели установленные ниже.

Использование направляющих и блоков (см. рис. 1) рекомендуется для защиты протягиваемых кабелей, вместе с прокладкой вручную и дополнительным монтажником. Или прокладки кабеля частями, т.е. шаг за шагом.



Ниже приведен список признаков, характерных для профессионального монтажа. Мы не утверждаем, чтобы этот список исчерпывающий.

- Необходимое количество персонала должно быть на объекте для прокладки кабелей.
- Перед прокладкой кабеля края отверстий и труб должны быть скруглены, чтобы не допустить повреждения оболочки, когда кабели будут прокладываться и закрепляться.
- Кабельные каналы и трубы должны использоваться при прохождении через стены.

Помните, что стандарт требует, чтобы эти пространства были заполнены не более чем на 40 процентов.

- При прокладке кабеля, радиус изгиба не должен быть меньше, чем определено производителем кабеля. Такое же требование предъявляется к установленным кабелям.
- Чтобы избежать случайного повреждения кабеля, он должен укладываться прямо из кабельных барабанов на всю длину прокладки, причем не следует допускать выпуска нескольких метров кабеля перед катушкой.
- Убедитесь, что инструменты для разматывания кабеля соответствующие, для прокладки вниз и/или протягивание через углы должны использоваться блоки. А персонал должен быть проинструктирован.
- Необходимо исключить любые нагрузки или петли в кабельной оболочке и/или проводниках. Например, из-за неправильного крепления или от веса пересекающихся кабелей.
- Следует выбирать радиус кабельного канала так, чтобы при изменении направления

выдерживался минимальный радиуса изгиба.

- Металлические кабельные каналы и/или лотки должны быть соединены между собой, а также подключены к заземлению.
- Не связывайте кабели (особенно U-UTP) вместе. Если это невозможно или непрактично, тогда ограничьте количество кабелей связанных вместе.
- Не используйте пистолеты для кабельных стяжек и аналогичные инструменты при крепеже различных типов кабелей. Также, не используйте такой инструмент для крепления кабеля стяжкой, чтобы обеспечить фиксацию на соединительном модуле.
- Не оказывайте давление на кабели, из-за неправильного крепежа с помощью инструмента быстрой установки кабельных стяжек. Основное правило – геометрия оболочки кабеля не должна меняться (не должна быть пережата).
- Кабельные каналы должны быть закрыты после окончания работ (фальшполы, проходы в стенах и т.п.), чтобы предотвратить загрязнение, а также повреждение третьими лицами.
- Люди не должны наступать на кабели. Точки передавливания являются причинами ухудшения передающих свойств кабелей.
- Кабели передачи данных являются чувствительными к прямым источникам тепла. Нагнетатели горячего воздуха или газовые горелки, используемые для установки термоусадочных трубок, не должны использоваться поблизости от кабелей передачи данных.
- Если использовались химикаты для облегчения протяжки кабеля, убедитесь, что они совместимы с материалом оболочки кабеля. Это также касается любых химикатов (обычно, в виде спрея), которые были использованы для других типов кабелей, которые случайно могли вступить в контакт с кабелями передачи данных.



Правильное направление разматывания

Неправильное направление разматывания

В целях дополнительного снижения усилия тяжения при разматывании кабеля с катушки рекомендуется помогать процессу разматывания, поворачивая катушку. Всегда, когда есть возможность, катушку нужно разматывать вручную.

## 10. Концепция ЭМС

Принципы заземления формируют основу для концепции полной ЭМС (электромагнитной совместимости) и безопасности, поэтому должны влиять при выборе кабельной системы (экранированная или неэкранированная). Здание, в котором планируется установка кабельной системы должно быть тщательно обследовано на предмет существования системы выравнивания потенциалов. Необходимо соблюдать местные регулирующие нормативы, касающиеся соединения с заземлением. Рис. 1 и 2 показывают различные конфигурации для реализации системы заземления.

Конфигурации дерево или звезда традиционно являются предпочтительными для телекоммуникационного сектора. В системах этого типа различные проводники заземления подключаются вместе к центральной точке заземления (рис. 1).

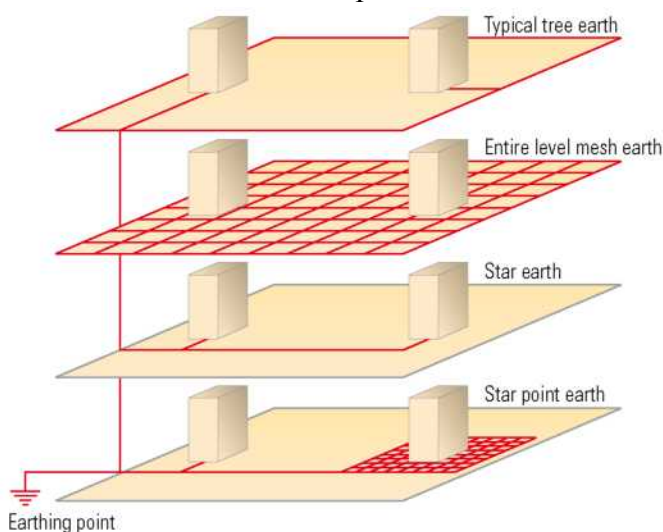


Рис. 1 Схема – «дерево/звезда»

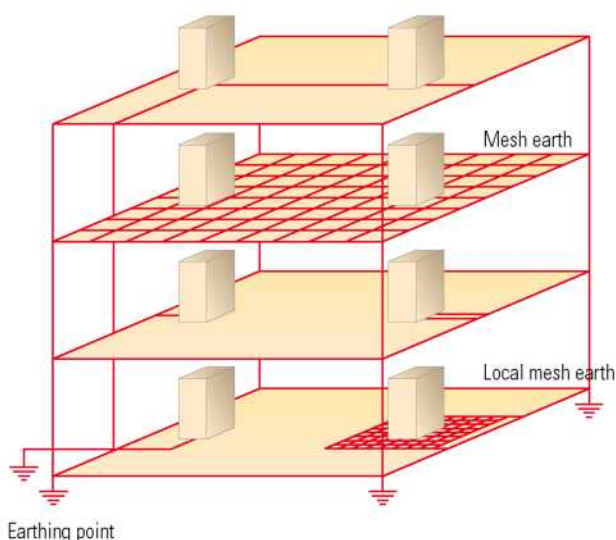


Рис. 2 Схема – «сеть»

точка контакта должна быть защищена надлежащим образом от воздействий окружающей среды (т.е. влажности).

Для экранированных типовых кабельных систем экран в этажном распределителе должен быть подключен к системе заземления. Если на данном уровне есть хорошее сетчатое заземление, то розетка также может заземляться.

## 11. Разделение силовых кабелей и кабелей передачи данных.

### Общие требования.

Поддерживайте минимальное расстояние до силовых кабелей, как указано в приведенной ниже таблице. В этой таблице приведены минимальные расстояния А между силовыми кабелями и кабелями передачи данных (в соответствии с EN50174-2: август, 2009г.), которые нужно поддерживать, чтобы быть уверенным, что эффект воздействия электромагнитных шумов будет минимальным.

**Примечания:**

1. Местные условия могут требовать большего расстояния, чем указано.
2. Минимальное расстояние - 130 мм должно быть выдержано между кабелями передачи данных и светильниками, такими как неоновые, лампы накаливания или разрядные (например, ртутные лампы).
3. Рекомендуется придерживаться указанного минимального расстояния. Нарушение расстояния ведет к риску увеличения электромагнитных шумов, что не обнаруживается в процессе тестирования.
4. В случаях, когда сложно обеспечить необходимые величины (например, для систем модульных перегородок) кабели передачи данных могут быть проложены ближе к розеткам питания при следующих условиях:
  - а.) Допустима параллельная прокладка кабеля не более 5 метров, если расстояние свыше 25 мм может быть обеспечено разделительной перегородкой или другими способами. Если необходимо, то расстояние между проводами может быть меньше 25 мм на длине кабеля 150 мм, до тех пор, пока кабели не соприкасаются.
  - б.) Допустима параллельная прокладка кабеля не более 9 метров, если может быть обеспечено расстояние свыше 50 мм. Расстояние между проводами может быть меньше 50 мм на длине кабеля 300 мм, до тех пор, пока кабели не соприкасаются.
  - в.) Если некоторые кабели должны проходить через чрезвычайно стесненное пространство, то, как минимум, попытайтесь упорядочить кабели так, чтобы кабель передачи данных не проходил всё расстояние рядом с силовым кабелем.
5. Если возможно, то электрические и слаботочные шкафы должны быть расположены в разных помещениях. Расстояние между слаботочными и силовыми шкафами никогда не должно быть менее 1 метра.

**Расстояния от источников помех.**

Обычные источники электромагнитных полей не являются проблемой для экранированных кабелей. В качестве меры предосторожности, прокладывайте кабели (за исключением волоконно-оптических кабелей) как можно дальше от таких источников помех - расстоянии не менее 1 метр. Также возникает наведение помех, если кабели передачи данных проходят вблизи от источников сигнала высокой частоты. Такими источниками могут быть передающие устройства - антенны, фидеры, передатчики, радары и другие излучающие устройства. Источниками помех является также некоторое промышленное оборудование, такое как: высокочастотные индукционные печи, высокочастотные сварочные аппараты, измерители сопротивления изоляции, мощные электромоторы, лифты. Расстояние до конструкций и оборудования здания должно соответствовать национальным и местным регламентам.

**Воздействие на приемосдаточные измерения.**

Блуждающие токи могут воздействовать на результаты тестирования и изменять их, поэтому, иногда, возможны искажения тестирования кабельной системы передачи данных. Обеспечьте отсутствие возникновения таких внешних воздействий. Если измерительное оборудование предупреждает о наличии блуждающих токов, то попытайтесь устранить эти токи, отключив возможные источники помех (ИБП, электронные устройства и т.д.). Эти наведенные токи, также, будут создавать ощутимое отрицательное воздействие на безошибочную работу сети. Благодаря невосприимчивости оптоволоконных кабелей к ЭМИ, их не нужно прокладывать в отдельных кабельных каналах или разделять перегородками.

**Разделение и изоляция кабеля**

Минимальные требования для разделения между кабелями информационных технологий и силовыми кабелями может быть рассчитано в соответствии с EN 50174-2:2009 следующим образом:

$$A=S \cdot P$$

A – разделение между информационным и силовым кабелями

S – минимальное разделение (см. табл. 5)

P – фактор мощности кабеля (см. табл.6)

**Таблица 4 – Классификация информационных кабелей в соответствии с EN 50174-2:2009**

Экранированные		Неэкранированные		Коаксиальные	Класс разделения
Затухание от 30 до 100 МГц		TCL от 30 до 100 МГц		Затухание в экране от 30 до 100 МГц	
dB	Категория	dB	Категория	dB	
$\geq 80^a$	7, 7 <sub>E</sub>	$\geq 70-10 \lg(f)$		$\geq 85^r$	d
$\geq 50^b$	5, 6, 6 <sub>E</sub>	$\geq 60-10 \lg(f)$		$\geq 55$	c
$\geq 40$		$\geq 50-10 \lg(f)^b$	5, 6, 6 <sub>E</sub>	$\geq 40$	b
$> 40$		$< 50-10 \lg(f)$		$> 40$	a

- а.) Кабели, приведенные в EN 50288-4-1 (EN 50173-1, категория 7) с классом разделения «d».
- б.) Кабели, приведенные в EN 50288-2-1 (EN 50173-1, категория 5) и EN 50288-5-1 (EN 50173-1, категория 6) с классом разделения «с». Эти кабели могут обеспечить производительность класса разделения «d» при условии, что соответствующее требования по затуханию также будут выполнены.
- в.) Кабели, приведенные в EN 50288-3-1 (EN 50174-1, категория 5) и EN 50288-6-1 (EN 50173-1, категория 6). Эти кабели могут обеспечить производительность класса разделения «с» или «d» при условии, что соответствующие требования TCL также будут выполнены.
- г.) Кабели, приведенные в EN 50117-4-1 (EN 50173-1, категория ВСТ-С) вместе с классом «d».
- Таблица 5 – минимальное разделение S в соответствии с EN 50174-2.

**Таблица 5 – Минимальное разделение S в соответствии с EN 50174-2.**

Класс разделения	Разделение без электромагнитного барьера	Применяемое экранирование информационных или силовых кабелей		
		Открытый металлический лоток <sup>a</sup>	Перфорированный металлический лоток <sup>б,в</sup>	Цельнометаллический лоток <sup>г</sup>
d	10 мм	8 мм	5 мм	0 мм
c	50 мм	38 мм	25 мм	0 мм
b	100 мм	75 мм	50 мм	0 мм
a	300 мм	150 мм	150 мм	0 мм

- а.) Эффективность экранирования (от 0 до 100 МГц) эквивалентна стальной сетчатой корзине с размерами ячейки 50\*100 мм. Такая же эффективность экранирования достигается стальным лотком (без крышки), с толщиной стенки менее чем 1.0 мм, и в равной степени лотком с 20 процентной перфорацией.
- б.) Эффективность экранирования (от 0 до 100 МГц) эквивалентна стальной сетчатой корзине с размерами ячейки 50\*100 мм. Такая же эффективность экранирования достигается стальным лотком (без крышки), с толщиной стенки менее чем 1.0 мм, и в равной степени лотком с 20 процентной перфорацией. Такая же эффективность экранирования достигается экранированием силовых кабелей, от кабелей, рабочие частоты которых определены в пункте «г».
- в.) Верхняя поверхность проложенных кабелей должна быть минимум на 10 мм ниже верхнего края перегородки.
- г.) Эффективность экранирования (от 0 до 100 МГц) эквивалентна стальному коробу с толщиной стенки 1,5 мм. Разделение определено в дополнение к тому, что обеспечивает любой раздатель.

### Правила для STP, UTP и несимметричных кабелей.

**Таблица 6** – фактор мощности в соответствии с EN 50174-2

Электрическая схема <sup>а, б, в</sup>	Количество проводников	Фактор мощности P
20 А, 230В, 1-фаза	1 – 3	0,2
	4 – 6	0,4
	7 – 9	0,6
	10 – 12	0,8
	13 – 15	1,0
	16 – 30	2
	31 – 45	3
	46 – 60	4
	61 – 75	5
> 75	6	

а.) трехфазный кабель считается, как 3 однофазных кабеля

б.) Больше 20 А должно считаться как несколько раз по 20 А

в.) Уменьшение напряжения (переменного или постоянного) силовых кабелей должно считаться как повышение текущего рейтинга, т.е. 100 А 50 В кабели = 5 кабелей по 20 А (P=0,4).

### Правила для STP, UTP

**Таблица 7** – Требования к разделению между металлическими кабелями и определенными источниками ЭМИ, определенные в EN 50174-2.

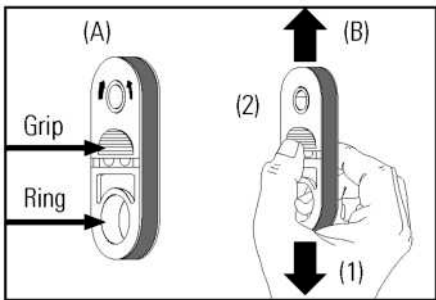
Источник помех	Минимальное разделение мм
Люминесцентные лампы	130 <sup>а</sup>
Неоновые лампы	130 <sup>а</sup>
Ртутные лампы	130 <sup>а</sup>
Газоразрядные лампы	130 <sup>а</sup>
Сварочные аппараты	800 <sup>а</sup>
Индуктивные печи	1000 <sup>а</sup>
Больничное оборудование	б
Радиопередатчики	б
Телевизионные передатчики	б
Радары	б

а.) Минимальное разделение может быть уменьшено, в случае если используется система кабельного менеджмента или поставщик продукта гарантирует такое уменьшение.

б.) В случае, отсутствия гарантий поставщиком продукта, должно быть изучены возможности источника, такие как частотный диапазон, гармоники, переходные процессы, импульсы, мощности передачи и т.д.

## 12. Подготовка кабеля (инструменты зачистки)

### Подготовка кабеля из витых пар.

	<p>(А) Удалите внешнюю оболочку кабеля на 11 мм с помощью инструмента для зачистки кабелей. (В) Откройте инструмент (1), потянув кольцо вниз средним пальцем (2), нажимая на боковые захваты большим и указательным пальцем.</p>
---	--

	<p>Поверните инструмент один раз вокруг оси кабеля в соответствующем направлении. (А – тонкая кабельная изоляция, В – толстая кабельная изоляция). Крепко держите кабель другой рукой. Чтобы извлечь подготовленный кабель из инструмента потяните кольцо вниз средним пальцем, нажимая на боковые захваты большим и указательным пальцем.</p>
	<p>Вытяните кабель из отверстия инструмента и отпустите кольцо. Для ослабления изоляции согните кабель вниз в точке надреза (1), а затем согните вверх, затем сдвиньте изоляцию с кабеля (3).</p>

Можно использовать другой инструмент зачистки, в зависимости от конструкции и производителя кабеля. Поэтому рекомендуется предварительно проверить доступность на рынке подходящего инструмента зачистки.

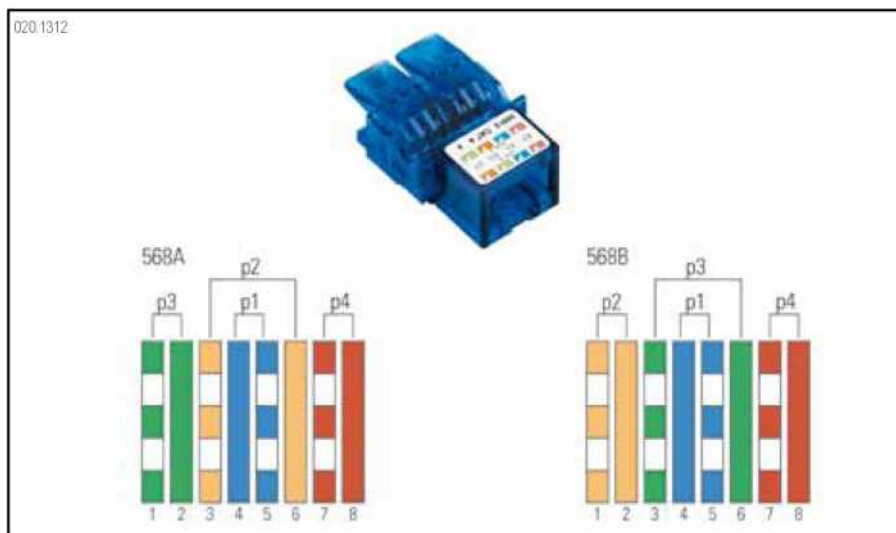
**Подготовка волоконно-оптического кабеля.**

При удалении внешней оболочки кабеля и буферизирующих трубок не изгибайте кабель или трубку меньше минимального радиуса изгиба.

**13. Подключение модуля RJ45.**

**13.1. Подключение модулей категории кат. 5е / кат. 6.**

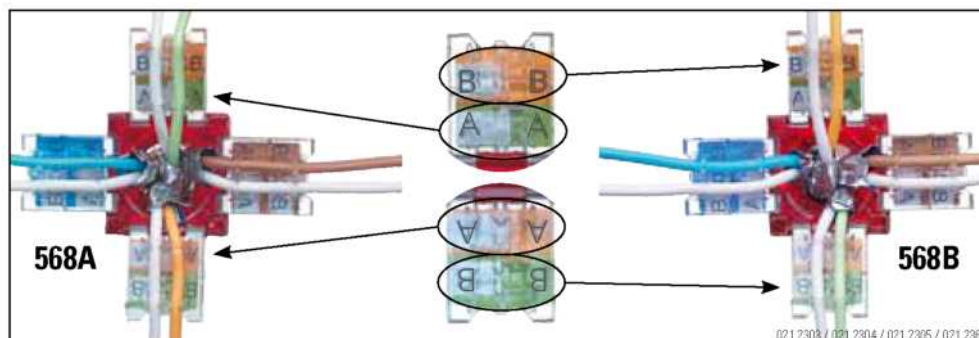
Описанная ниже процедура для подключения модулей кат. 5е или кат. 6 похожа для экранированной и неэкранированной версии (см. инструкции на [www.rdm.com](http://www.rdm.com))



В зависимости от типов (А или В) модулей кат. 5е и кат.6 могут применяться разные наклейки цветовой кодировки. R&M рекомендует схему разводки 568А, которая в сочетании с кабелями R&M, позволяет избегать перекрещивания пар.

## 13.2. Подключение модулей категории кат. 6А.

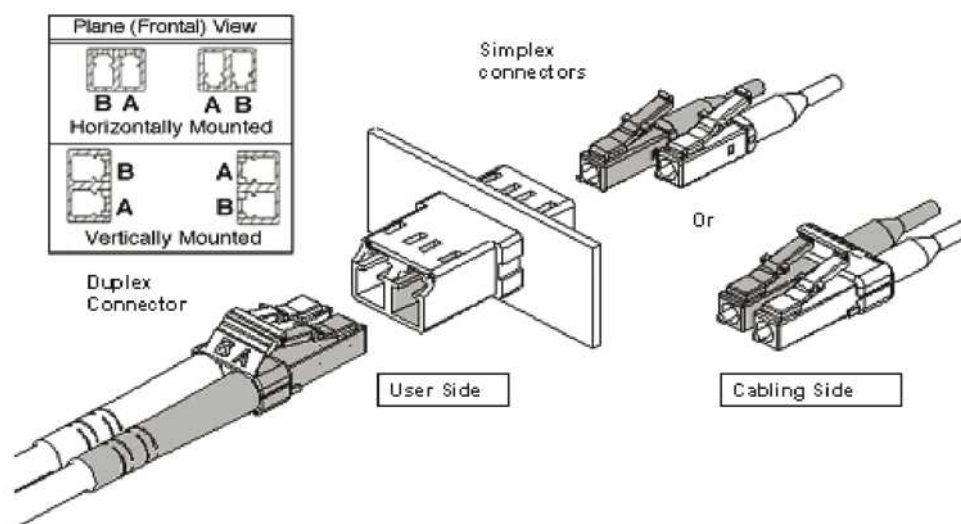
Описанная ниже процедура для подключения модулей кат. 6А похожа для экранированной и неэкранированной версии (см. инструкции на [www.rdm.com](http://www.rdm.com))



## 14. Поддержка полярности

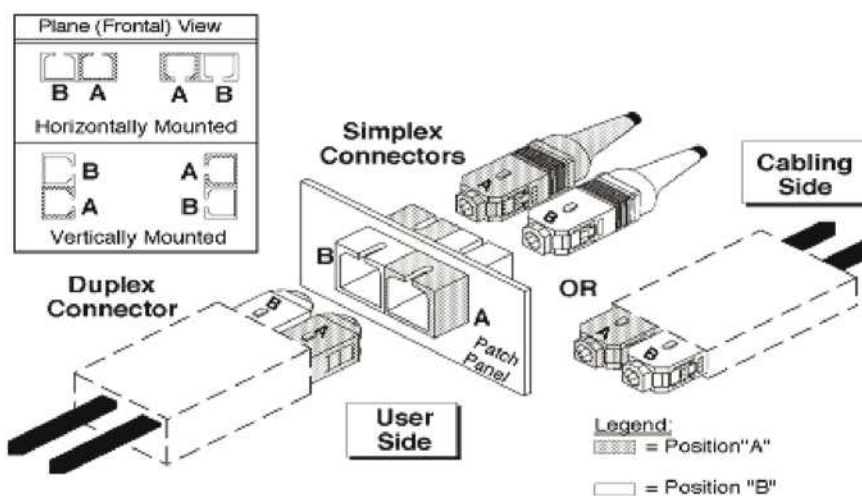
### 14.1. Сборка волоконно-оптических соединителей

#### LC Duplex



**Примечание:** Затенение и маркировка A/B только для информации.

#### SC Duplex



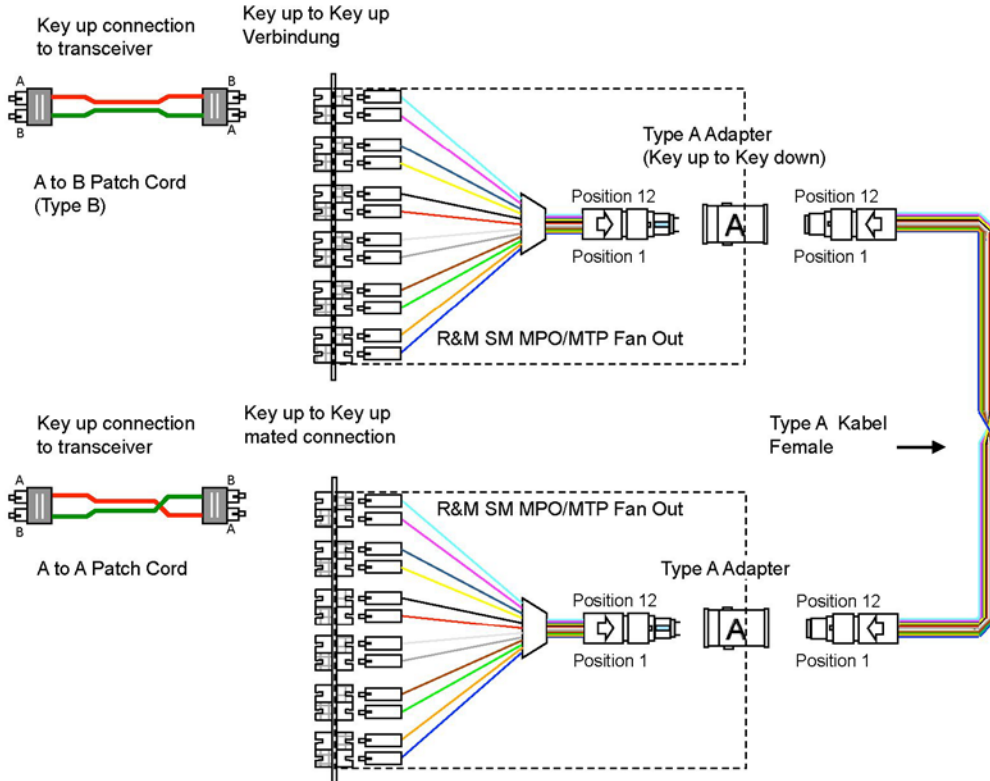
**Примечание:** Затенение и маркировка A/B только для информации.

**Оптоволоконный шнур**



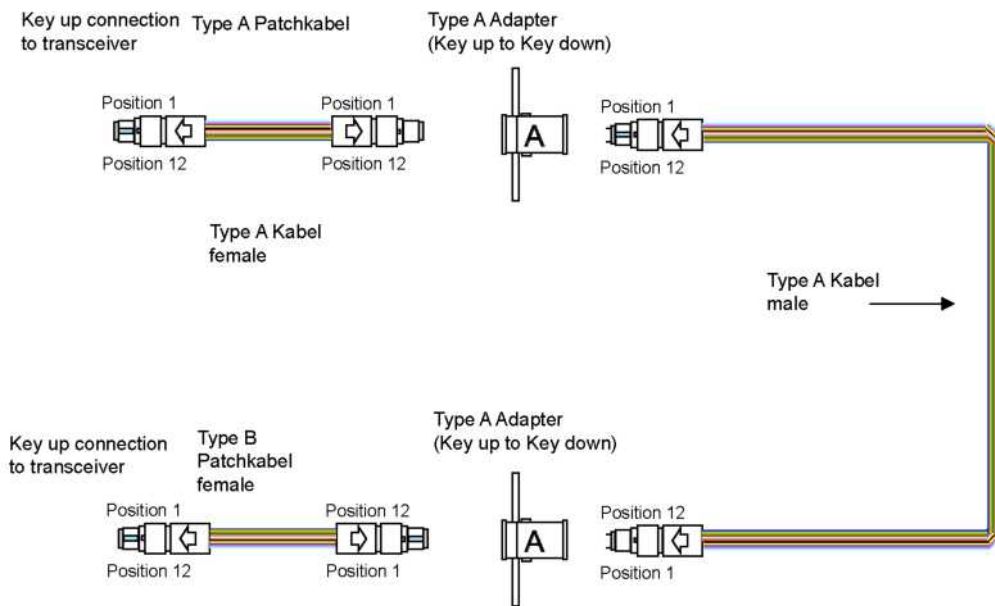
**14.2. Оборудование рядного соединения**

**Метод А для дуплексных кабелей**



**Предупреждение:** Тип А использует разные шнуры на каждом конце.

**Метод А для параллельных сигналов (40/100 Гбит)**



**Предупреждение:** Тип А использует разные шнуры на каждом конце.

### Виды окончания волоконно-оптического кабеля.

Применяется: установка разъема на волокно, механический сплайс, сварной сплайс. Оптические адаптеры и соединители нужно защищать от пыли и других загрязнителей. Также, рекомендуется очищать окончание оптоволоконна перед соединением.

### Маркировка и цветовое кодирование волоконных адаптеров и соединителей.

Правильное кодирование, например, цвет соединителя и адаптера, является важным. Это дает уверенность, что не произойдет соединение разных типов волокон. Для дуплексных соединений используются дополнительные ключи, чтобы соблюдать правильную полярность. Чтобы различать одномодовые и многомодовые адаптеры и соединители, используются только следующие цвета:

Многомодовые 50 и 62,5 мкм – черный или бежевый

Одномодовые РС – голубой

Одномодовый APC – зеленый.

**Оптоволоконные соединители перед каждым соединением нужно очищать**

## ВНИМАНИЕ

Производительность и надежность оптоволоконных систем сильно зависит от чистоты соединительных компонентов. Маленькое загрязнение, такое как грязь, пыль и т.д. могут стать причиной порчи оптоволоконного соединителя. Поэтому нижеописанная процедура рекомендуется настоятельно.

- Визуальная проверка поверхности (микроскопом).
- Очистка поверхности согласно инструкции производителя.
- После очистки проверка поверхности еще раз. Если чисто, то выполнение соединения.

Ниже перечисленные чистящие материалы должны использоваться:

- безворсовые салфетки
- безворсовые палочки
- изопропиловый спирт
- сухая пленка.

		
<p>Чистая поверхность проходит</p>	<p>Частицы пыли не проходит</p>	<p>Отпечаток пальца не проходит</p>

## 15. Укладка кабеля

Существуют разные возможности направлять установленные кабели от кабельных вводов в распределительные шкафы и к соединительным модулям. Это необходимо делать, чтобы кабели в достаточной мере были освобождены от натяжения и проложены с провисанием, что позволит выдвижным элементам открываться с лицевой стороны, и позволит легко извлекать их. Кабельный запас по длине используется для обслуживания или модернизации в будущем, например, с категории 5е на категорию 6.



**Правильно:**

хорошая кабельная укладка, обеспечиваются достаточные кабельные запасы



**Неправильно:**

кабельная укладка без запасов  
кабеля (нет кабельного провиса)

**Неправильно:**

Кабельная укладка со слишком большим  
запасом кабеля (кабель провисает)

## 16. Маркировка и администрирование

Маркировка компонентов и кабельных пространств является обязательным требованием всех кабельных стандартов. Несмотря на то, что все кабельные стандарты требуют идентификации, маркировки и запись всех кабельных элементов в базу данных, TIA/EIA 606-A определяет точные правила на этот счёт. Стандарты ISO/IEC 14763-1 и EN 50174-1 оставляют монтажникам свободу действий в том, как реализовывать идентификацию, маркировку и записи кабельных элементов в базе данных.

Все компоненты R&M разработаны и поставляются со всем необходимым, что требуется установщикам, чтобы выполнять требования стандартов. Однако, если по каким-то причинам, установщику необходимо следовать иному методу, R&M может с этим согласиться, при выполнении трех нижеуказанных условий:

1. Все кабельные элементы идентифицированы и записаны в базе данных
2. Все кабельные элементы промаркированы в соответствии с одним из общепризнанных кабельных стандартов
3. База данных кабельной системы включает все компоненты и их соединения.

## 17. Соединительные шнуры



Соединительные шнуры являются важным и ключевым фактором в достижении производительности канала. Именно поэтому компания R&M рекомендует использовать только шнуры высочайшего качества. Соединительные кабели должны быть заменены после 1000 соединений.

Уменьшение радиуса изгиба, меньше 4-х диаметров шнура, не допускается. Петли и скручивания шнура уменьшают производительность. Применение тянущих усилий к шнурам не допускается.

## 18. Замечания относительно тестов на месте

Измерения с использованием тестовых приборов. Когда «сдано» является «сдано», и когда «не сдано» является «не сдано»?

### Введение:

При тестировании установленных кабельных систем на месте, всегда появляются вопросы чтения показаний тестовых приборов и анализа измерений. Пользователь, которым обычно является инсталлятор, естественно, хочет видеть только «сдано», и на звездочку или Предупреждение смотрит с подозрением. Каковы же точные результаты?

### Стандарты:

Стандарты EN 50173 и ISO/IEC 11801 содержат только список проверяемых величин для кабельной системы. Аспект «как проверять» не раскрывается, или раскрывается только в элементарном виде. Для таких целей используется стандарт IEC 61935-1: «Спецификации структурированных кабельных систем для тестирования балансных кабелей в соответствии с ISO/IEC 11801.» Этот стандарт, среди прочего, определяет точность тестового оборудования и формирование отчетов с данными.

Любое тестовое оборудование обладает определенной точностью, т.е. результат измерения неточен на +/- величину ошибки. Это демонстрирует следующая диаграмма.



Результаты проверки параметра промаркированы со звездочкой (\*), когда результаты попадают в ограничения измерений точности измерения (см. рисунок).

В случае полного «сдано» или «не сдано» можно определить результаты по требованиям индивидуальных тестов. В случае результатов «не сдано» или «не сдано\*» результат трактуется, как «не сдано». Пока не определено иначе в качестве соглашения о гарантии, для достижения условия полного «сдано», все индивидуальные результаты должны быть «сдано» или «сдано\*».

«\*не сдано» или «не сдано» считаются «не сдано»

«\*сдано» или «сдано» считаются «сдано».

## 19. Одобренное оборудование для сертификации классов D/E/E<sub>A</sub>

Категории и классы

ISO/IEC 11801/EN50173	TIA-568-C	Частота передачи
Класс E <sub>A</sub>	Кат. 6A	1-500 МГц
Класс E	Кат. 6	1-250 МГц
Класс D	Кат. 5e	1-100 МГц
Класс C	Кат. 3	1-20 МГц

**Примечание:** Класс E<sub>A</sub> и Кат. 6A не определяют одинаковую производительность. Перечисленное ниже тестовое оборудование соответствует выполнению сертификационных измерений и получения оригинального файла измерений, который нужен для предоставления гарантии.

**Обзор тестового оборудования для использования «сдано» или «не сдано».**

Fluke DTX Series



LanTEK Series II



Класс D	Класс E	Класс E <sub>A</sub> *
Fluke DSP 4000 Series	Fluke DSP 4000 Series	Fluke DTX 1800
Fluke DTX Series	Fluke DTX Series	LanTEK II
Fluke Omni II	Fluke Omni II	Psiber Data WireXpert™ WX4500-FA*
Wire Scope 350	Wire Scope 350	JDSU Certifier 40G - NGC4500-FA*
LanTEK I и II	LanTEK I и II	
Wavetek LT 8600	Wavetek LT 8600	

\* Тестовые шнуры должны быть произведены после 06/08/12

Тестовое оборудование должно быть откалибровано в соответствии с требованиями производителя (типично – один раз в год).

**Примечание:** Эталонное тестовое оборудование должно быть использовано для процедуры претензии (см. Приложение № 1 к Гарантийной программе, раздел 4.2.)

## 20. Установки тестового оборудования и подходящие тестовые адаптеры для классов D/E/E<sub>A</sub>

Fluke DTX Series:

Постоянная линия: в принципе, любой из трех нижеследующих стандартов можно выбрать для тестирования монтажа:

**Соединительная линия D/ Кат. 5e**  
ISO 11801 Permanent Link Class D  
TIA Cat. 5e Permanent Link

**Класс E/E<sub>A</sub>/Кат.6**  
ISO 11801 PL Class E  
EN 50173 PL Class E

EN 50173 Permanent Link Class D

ISO 11801 PL 2 Class E<sub>A</sub>  
 ISO 11801 PL 3 Class E<sub>A</sub>  
 EN 50173 PL 2 Class E<sub>A</sub>  
 EN 50173 PL 3 Class E<sub>A</sub>  
 TIA Cat. 6 Permanent Link  
 TIA Cat. 6A Permanent Link

**Канал:**

**Class D/Cat. 5e**

ISO 11801 Channel Class D  
 TIA Cat. 5e Channel  
 EN 50173 Channel Class D

Class E/EA /Cat. 6  
 ISO 11801 Channel Class E  
 EN 50173 Channel Class E  
 ISO 11801 Channel Class E<sub>A</sub>  
 EN 50173 Channel Class E<sub>A</sub>  
 TIA Cat. 6 Channel

**10 GBase-T:**

10 GBase-T Channel Class E 55-100[m]  
 10 GBase-T Channel Class E 0-55[m]\*  
 10 GBase-T для существующей системы  
 Class E длиной до 55 [м], без указания на  
 соответствие требованиям PSANEXT.

**Установки оптических измерений:**

ISO 11801 Fiber optic channel (OF-100/OF-300/OF-500/OF-2000)  
 Для MM 50/125um и 62,5/125um  
 ISO 11801 Fiber optic channel (OF-100/OF-300/OF-500/OF-2000)  
 For SM 9/125um

**ISO/IEC 14763-3:**

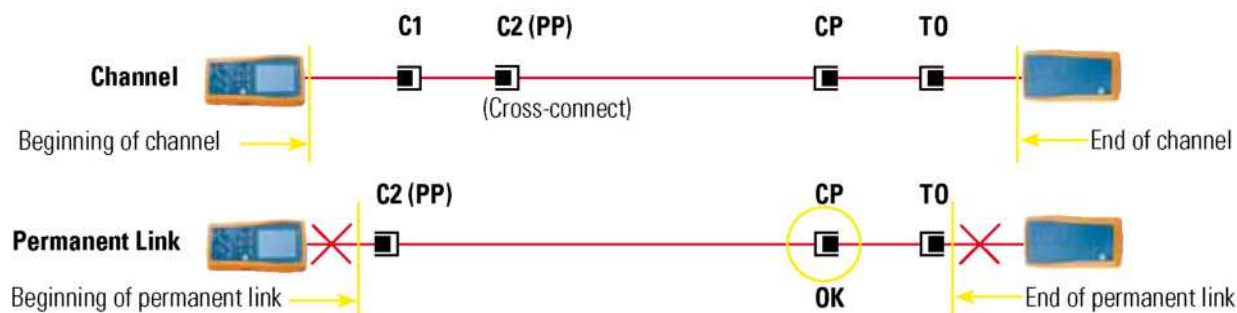
Типовое волокно не позволяет

**21. Тестирование кабельной системы с точками консолидации**

Для конфигурации с точкой консолидации (CP) кабельная система часто устанавливается в два этапа: (1) коммутационная панель – CP, (2) CP – розетка рабочего места. Эти два этапа инсталляции могут выполнять два разных установщика. Поэтому при монтаже CP предполагается, что постоянная линия между коммутационной панелью и CP тестируется отдельно. Особенностью этого теста является то, что ограничение по затуханию должно быть уменьшено соответственно установленной длине. ( $IL=IL_{90} * L/90$ ).

Канал передачи, с интегрированной CP, тестируется на втором этапе. Положение «постоянная линия» должно быть выбрано на тестовом оборудовании для обоих тестов.

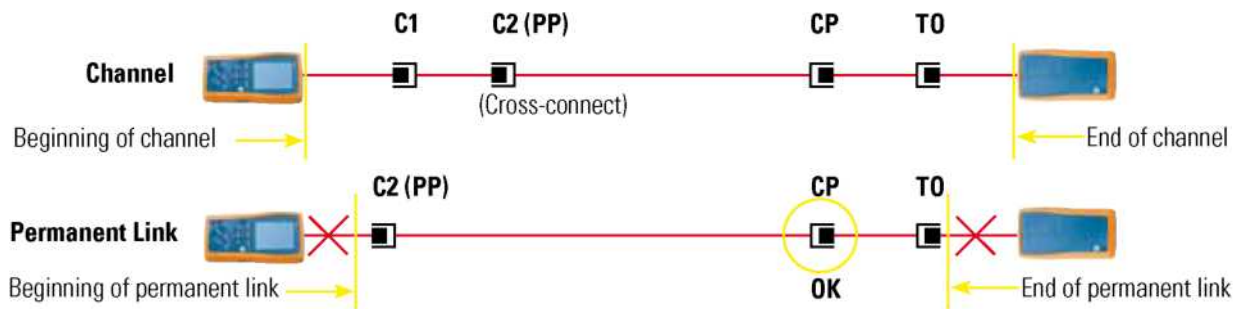
**Канал / Постоянная линия**



Точка консолидации определена  
 Кабель адаптера не участвует в измерении.

## 22. Описание тестовой линии.

Гарантийная программа предоставляет две следующие схемы для случая медной части СКС - Канал и Постоянная линия.



Точка консолидации определена  
Кабель адаптера не участвует в измерении.

В редких случаях, возможны ошибки во время тестирования постоянной линии, даже, если все компоненты по отдельности соответствуют стандартам. Эти случаи могут возникнуть во время тестирования постоянной линии из-за неточности тестового оборудования, что связано с неправильной калибровкой тестовых шнуров или непредсказуемого отражения сигнала, в результате резонанса частоты, который возникает вследствие комбинации длин кабель/шнур. Если предупреждение или ошибка возникла во время формирования тестовой схемы постоянной линии, мы рекомендуем следовать рекомендованной стандартами процедуре тестирования конфигурации «канал».

**Предупреждение:** Точность результата теста зависит от качества и изношенности тестовых шнуров. Мы рекомендуем следовать советам кабельных стандартов по периодической проверке сходимости результатов тестера. Для этого, сразу же сделайте вашу постоянную линию на объекте, чтобы использовать её как «золотой» образец, который нельзя удалить или изменить. Измерьте её калиброванным тестером и запишите результаты для сравнений в будущем, причем такие сравнения нужно проводить регулярно, и особенно в момент, когда возникают подозрения в несогласованности результатов тестирования.

## 23. Ограничения на длину для фиксированных кабельных линий

Вычисление длин для разных кабельных систем.

Приведенную ниже таблицу можно использовать, чтобы вычислить максимальную длину фиксированных кабельных линий. Длина, рассчитанная проектировщиком или установщиком, для фиксированного кабеля ни в коем случае не может быть превышена. Заметим, что если требуются любые работы по обслуживанию, не должны применяться шнуры или соединительные кабели иной длины, иначе не может быть гарантирована безошибочная работа предварительно рассчитанных линий передачи.

В случае, если присутствует дополнительная точка консолидации и/или кросс-панель, то кабельная модель должна учитывать это.

**Минимальная и максимальная длина**

Сегмент	Минимум, м	Максимум, м
Этажный распределитель (FD) – CP	15	85
CP – розетка	5	-
Этажный распределитель (FD) – розетка (без CP)	15	90
Шнур рабочего места <sup>a</sup>	2	5
Соединительный шнур	2	-
Аппаратный шнур <sup>б</sup>	2	5
Все шнуры <sup>б</sup>	-	10

<sup>a</sup> Если нет СР, то минимальная длина шнура рабочей области – 1 м

<sup>b</sup> Если нет кросс-коннекта, то минимальная длина аппаратного шнура – 1 м.

### Уравнения для расчета длин горизонтальных линий офисной СКС

Модель	Рис.	Расчетное уравнение		
		Канал класс D, компоненты кат.5	Канал класс E/E <sub>A</sub> , компоненты кат. 6	Канал класс F/F <sub>A</sub> , компоненты кат. 7
Интерконнект – ТО	A	$H = 109 - FX$	$H = 107 - 3^a - FX$	$H = 107 - 2^a - FX$
Кросс-коннект – ТО	B	$H = 107 - FX$	$H = 106 - 3^a - FX$	$H = 106 - 3^a - FX$
Интерконнект – СР – ТО	C	$H = 107 - FX - CY$	$H = 106 - 3^a - FX - CY$	$H = 106 - 3^a - FX - CY$
Кросс-коннект – СР – ТО	D	$H = 105 - FX - CY$	$H = 105 - 3^a - FX - CY$	$H = 105 - 3^a - FX - CY$

(см. нижеследующие страницы с диаграммами)

### Уравнения для расчета длин каналов зоны распределения СКС дата-центра

Модель	Рис.	Расчетное уравнение		
		Канал класс D	Канал класс E <sub>A</sub>	Канал класс F/F <sub>A</sub>
Интерконнект – ЕО	E	Нет	$Z = 104^a - FX$	$Z = 105^a - FX$
Кросс-коннект – ЕО	F	Нет	$Z = 103^a - FX$	$Z = 103^a - FX$
Интерконнект – LDP – ЕО	G	Нет	$Z = 103^a - FX - LY$	$Z = 103^a - FX - LY$
Кросс-коннект – LDP – ЕО	H	Нет	$Z = 104^a - FX - LY$	$Z = 104^a - FX - LY$

(см. нижеследующие страницы с диаграммами)

### Уравнения для расчета длин каналов главного распределителя

Модель	Рис.	Расчетное уравнение		
		Канал класс D	Канал класс E <sub>A</sub>	Канал класс F/F <sub>A</sub>
Интерконнект – Интерконнект	I	Нет	$M = 104^a - FX$	$M = 105^a - FX$
Интерконнект – Кросс-коннект	I	Нет	$M = 103^a - FX$	$M = 103^a - FX$
Кросс-коннект – Кросс-коннект	I	Нет	$M = 102^a - FX$	$M = 102^a - FX$

(см. нижеследующие страницы с диаграммами)

C – длина СР кабеля (СР – точка консолидации), м

F – суммарная длина коммутационных/соединительных кабелей на стороне оборудования / рабочего места

H – максимальная длина для фиксированной горизонтальной проводки (м)

L – для LDP кабеля (м)

X – коэффициент увеличения затухания многожильного кабеля по сравнению с одножильным (инсталляционным) кабелем (UTP = 1,2 и STP = 1,5)

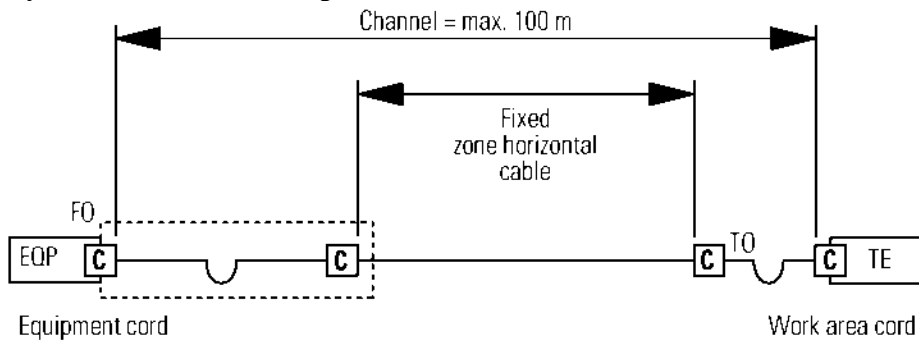
Y – коэффициент увеличения затухания многожильного кабеля по сравнению с одножильным (инсталляционным) кабелем (СР-кабель UTP = 1,2 и STP = 1,5)

Z – максимальная длина фиксированного кабеля зоны распределения (м)

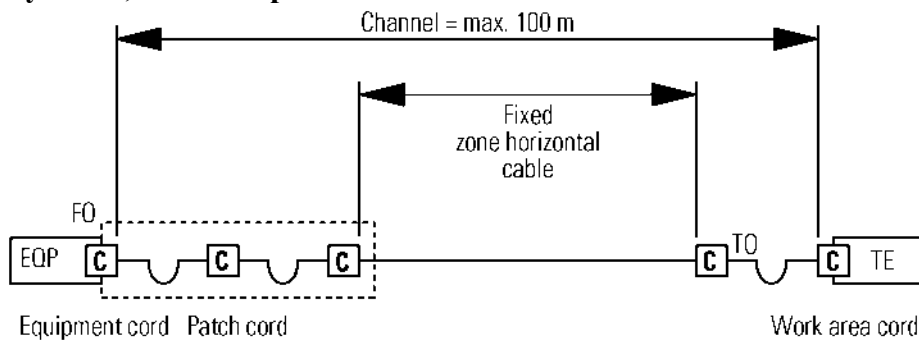
**Замечания:** Если окружающая температура во время эксплуатации выше 20 °С, то для экранированных систем «Н» должна быть уменьшена на 0,2 % на каждый градус °С. Для неэкранированных систем в диапазоне 20-40 °С должна быть уменьшена на 0,4 % на каждый градус °С. А для диапазона 40-60 °С должна быть уменьшена на 0,6 %. Такое уменьшение длины используется, чтобы обеспечить запас затухания кабеля на высоких частотах.

**Примечание:** Гибкие (многожильные) кабели имеют более высокое затухание (UTP и STP коэффициент равен 1,5), чем инсталляционные (одножильные) кабели.

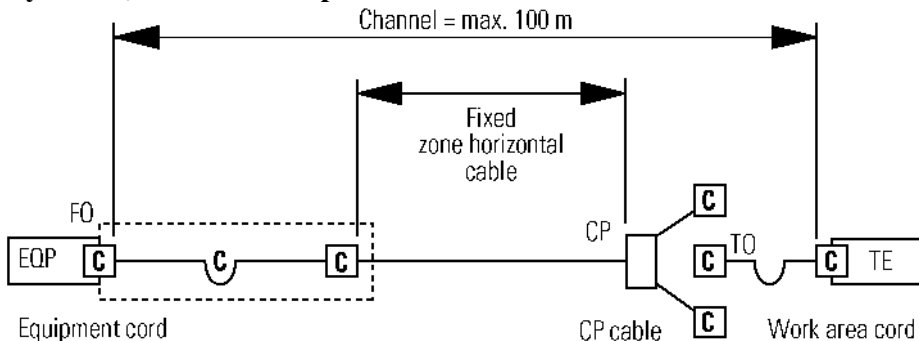
**Рисунок А, модель интерконнект - ТО**



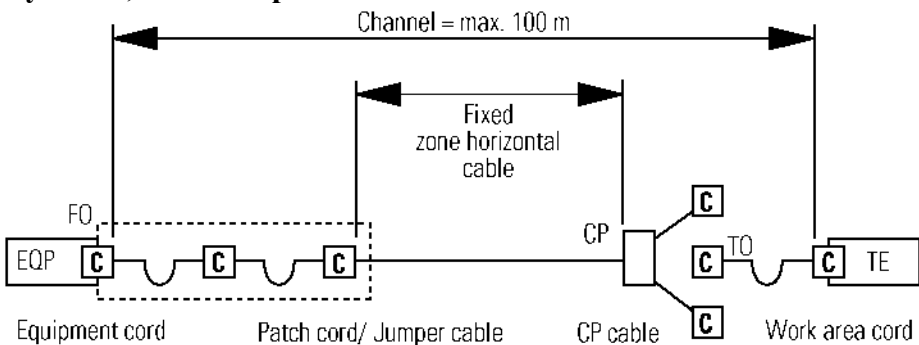
**Рисунок В, модель кросс-коннект - ТО**



**Рисунок С, модель интерконнект – СР - ТО**



**Рисунок D, модель кросс-коннект – СР - ТО**

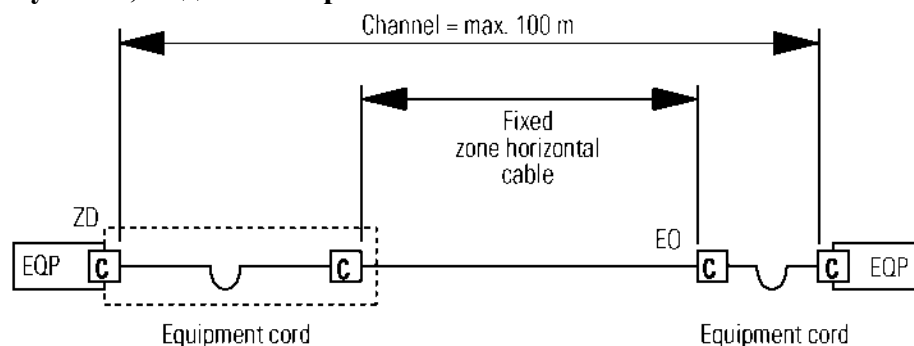


**Ограничения:**

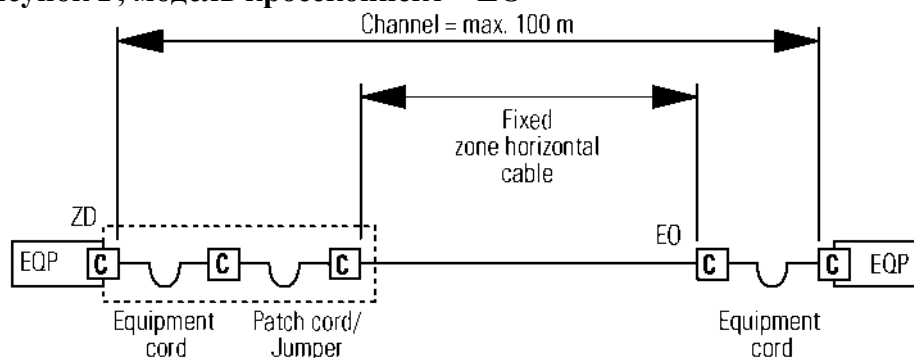
- Физическая длина установленной постоянной линии (если не присутствует СР кабель) не может превышать максимальную длину 90 метров.
- Физическая длина канала не может превышать максимальную длину 100 м.

- Точка консолидации должна находиться не ближе 15 м от этажного распределителя.
- Кабель CP, подключаемый к розетке должен быть не менее 5 м.
- Если используется многопользовательская розетка (MUTO), кабели подключения рабочего места не должны быть длиннее 20 м.
- Шнуры и кабели подключения не должны быть длиннее 5 м.

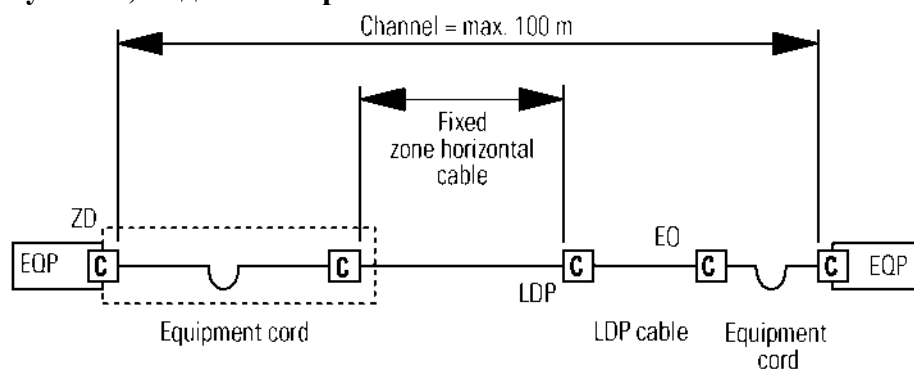
**Рисунок Е, модель интерконнект – ЕО**



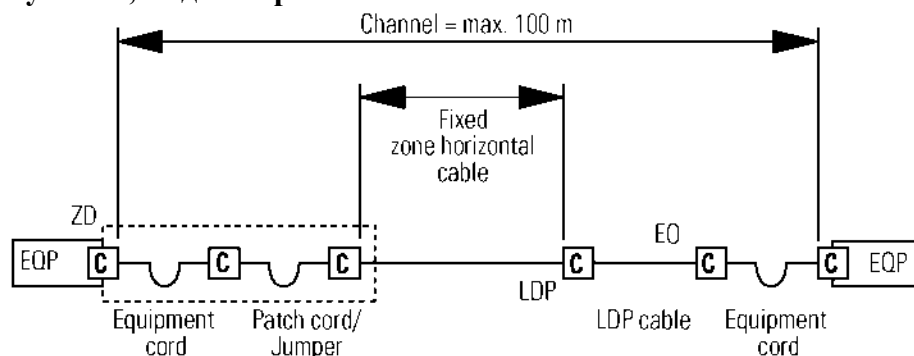
**Рисунок F, модель кроссконнект – ЕО**



**Рисунок G, модель интерконнект LDP – ЕО**



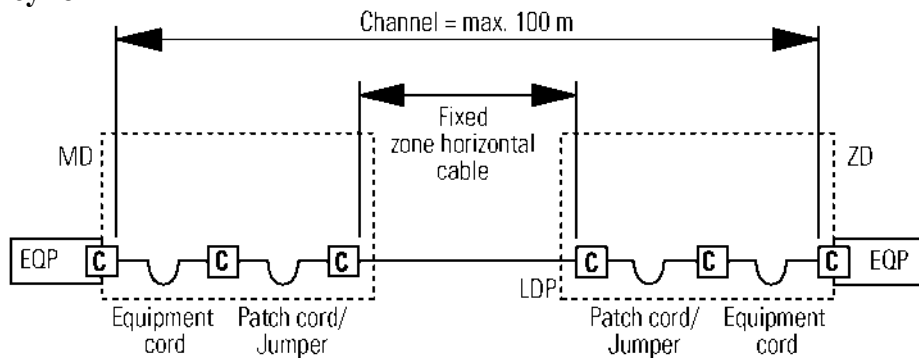
**Рисунок H, модель кроссконнект LDP – ЕО**



**Ограничения:**

- Физическая длина канала не должна превышать 100 м.
- Физическая длина постоянной линии зоны распределения не должна превышать 90 м и может быть уменьшена в зависимости от длины LDP кабеля и используемых шнуров, а также количества соединителей.

**Рисунок I**



**Ограничения:**

- Физическая длина канала не должна превышать 100 м.
- Физическая длина постоянной линии главного распределителя не должна превышать 90 м и может быть уменьшена в зависимости от длины используемых шнуров и количества соединителей.

**Пример расчета для постоянной линии.**

**Система категории 5, экранированная, при нормальной температуре**

**Рисунок А**  $N = 109 - FX$  следует  $109 - (5м+5м)*=94 м$

Максимальная допустимая длина постоянной линии теоретически равна 94 м, но должна быть уменьшена до 90 м, чтобы соответствовать стандартам.

**Система категории 6, неэкранированная, при окружающей температуре 35 °С**

**Рисунок С**  $N = 106 - 3 - FX - CY$  следует  $106 м - 3 м - ((5 м + 5 м)*1,2) - (15 м *1,2) = 73 м$

$$35^{\circ}C - 20^{\circ}C = 15^{\circ}C$$

$$15 * 0,4 \% = 6 \%$$

$$73 м * (1-0,06) = 69 (68,7) м.$$

Для этого проекта максимальная длина постоянной линии допускается 69 м, с максимальной длиной CP кабеля – 15 м и соединительным кабелем длиной максимум 5 м.

**23.1. Ограничение длины установочного кабеля AWG 26**

Использование кабеля AWG 26 возможно для СКС. На сегодняшний день это, в основном, СКС дата-центров.

**Максимальная длина для AWG 26**

Система R&M		Категория 6		Категория Real10		Категория 6A	
Топология		PL	Ch	PL	Ch	PL	Ch
	AWG						
Класс E	26	55 м	65 м	55 м	65 м	55 м	65 м
Класс EA	26				65 м	55 м	65 м

**PL** – постоянная линия

**Ch** - канал

**AWG** (American Wire Gauge) – кодирование диаметра провода для одножильных и многожильных проводов.

Кабель AWG 26 экономит 25-30 процентов места и веса по сравнению с кабелем AWG 23. Эта экономия быть получена вместе с сокращением длины линии и канала до 55 м и 65 мм, соответственно.

## 24. Поддержка коротких расстояний категорией 6A

Когда создавалась новая редакция ISO/IEC 11801, группа экспертов определили некоторые минимальные и максимальные длины, чтобы вычислить минимальную производительность компонентов. R&Mfreenet System поддерживает более короткие постоянные линии и каналы.

### Категория 6A

Конфигурация	2 соединителя PL, 2 м	3 соединителя PL, 4 м	3 соединителя, короткий канал	4 соединителя, короткий канал
U-FTP	ОК	ОК	ОК	ОК
F-FTP	ОК	ОК	ОК	ОК
S-FTP	ОК	ОК	ОК	ОК
U-UTP	ОК	ОК	ОК	ОК

### Категория 6A конфигурации Канал и Постоянная линия

Конфигурация	Постоянная линия	CP шнур	Кросс-коннект	Соединительный шнур
2 соединителя PL, 2 м	2 м	n/a	n/a	n/a
3 соединителя PL, 4 м	2 м	2 м	n/a	n/a
3 соединителя, короткий канал	2 м	2 м	n/a	2 м
4 соединителя, короткий канал	2 м	2 м	1 м	2 м

n/a - не применимо.

### Инструкции для измерений:

1. Канал должен быть измерен с двумя соединительными шнурами R&M, каждый из которых длиной 2 м.
2. Установки тестовых устройств:
 

Канал	ISO Class E <sub>A</sub> Chanel Low IL
2 соединителя PL	ISO Class E <sub>A</sub> PL2 Low IL
3 соединителя PL	ISO Class E <sub>A</sub> PL3

## 25. Затухание волоконно-оптического канала

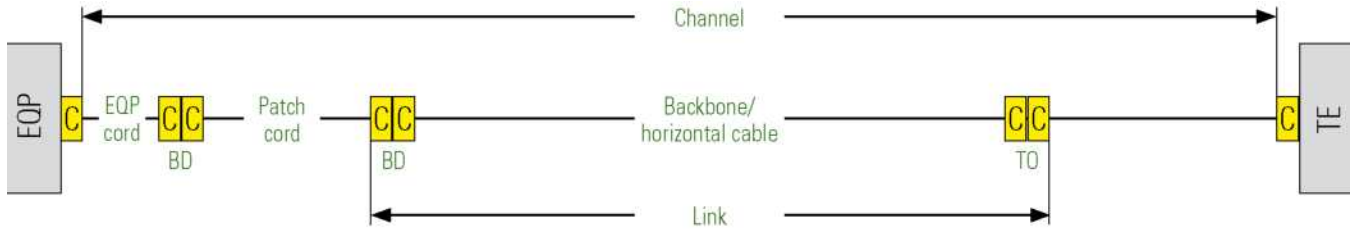
### Общие требования

- |                      |  |
|----------------------|--|
| Класс <b>OF-100</b>  | Канал поддерживает определенные приложения на длине до <b>100 м</b>  |
| Класс <b>OF-300</b>  | Канал поддерживает определенные приложения на длине до <b>300 м</b>  |
| Класс <b>OF-500</b>  | Канал поддерживает определенные приложения на длине до <b>500 м</b>  |
| Класс <b>OF-2000</b> | Канал поддерживает определенные приложения на длине до <b>2000 м</b> |

Затухание в канале (дБ)				
Канал	Многомодовый		Одномодовый	
	850 нм	1300 нм	1310 нм	1550 нм
OF-100	1,85	1,65	-	-
OF-300	2,55	1,95	1,80	1,80
OF-500	3,25	2,25	2,00	2,00
OF-2000	8,50	4,50	3,50	3,50

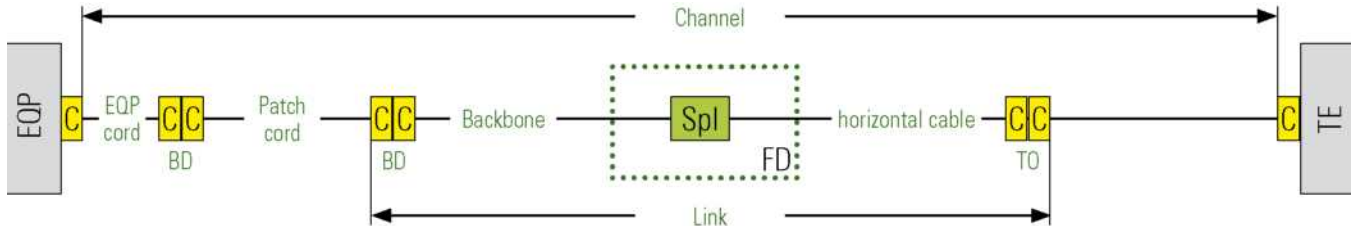
## Оптоволоконный канал 1

«Прямой» (Direct) комбинированный канал добавляет интерфейсные точки подключения



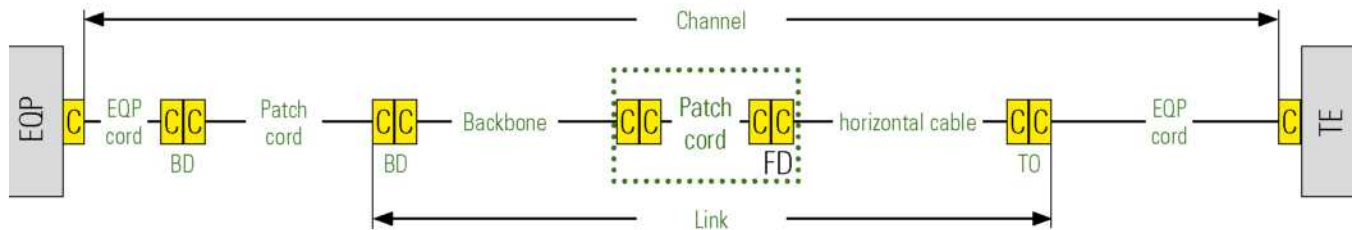
## Волоконно-оптический канал 2

«Сварной» (Spliced) комбинированный канал



## Волоконно-оптический канал 3

«Скоммутированный» (Patched) комбинированный канал



## Бюджет потерь мощности волоконной оптики

Как я могу вычислить бюджет потерь мощности для моего оптического канала?

Решение:

Затухание канала (потери оптической мощности) нужно рассчитывать для каждого кабельного пролета. Тестирование медных каналов гораздо проще, поскольку ограничения на линию одинаковы и зависят только от длины.

### Допустимые потери:

Соединитель – 0,75 дБ

Сплайс (неразъемное соединение) – 0,3 дБ

Кабель на длине волны 850 нм – 3,5 дБ/км

Кабель на длине волны 1300 нм – 1,0 дБ/км

Предположим, что линия длиной 50 метров имеет два соединителя и один сплайс, и мы выбирали измерения на длине волны 850 нм. Тогда допустимый бюджет потерь мощности будет рассчитываться следующим образом:

Соединитель – 0,75 дБ \* 2 = 1,5 дБ

Кабель на длине волны 850 нм – (3,5 дБ/км) \* 0,05 = 0,175 дБ

Сплайс – 0,3 дБ \* 1 = 0,3 дБ

Бюджет потерь мощности – 1,5 + 0,3 + 0,175 = 1,975 дБ.

Gigabit Ethernet требует потерь в канале не более 3,25 дБ. Предполагая, что соединитель имеет потери меньше, чем 0,75 дБ, получим типичные потери на отражение равные 0,5 дБ на соединитель.

### Заключение:

Не принимаются показания оптических потерь без расчета бюджета потерь мощности. Для сертификации по ANSI/TIA/EIA 568- C, ISO/IEC 11801 и EN50173 вы должны тестировать на двух длинах волн, в двух направлениях, а также иметь записи допустимого бюджета потерь.

### Тестирование канала измерителем мощности

Чтобы поставить Вашу систему на гарантию R&M вы должны иметь измерения оптической системы, соответствующей нижеследующей инструкции.

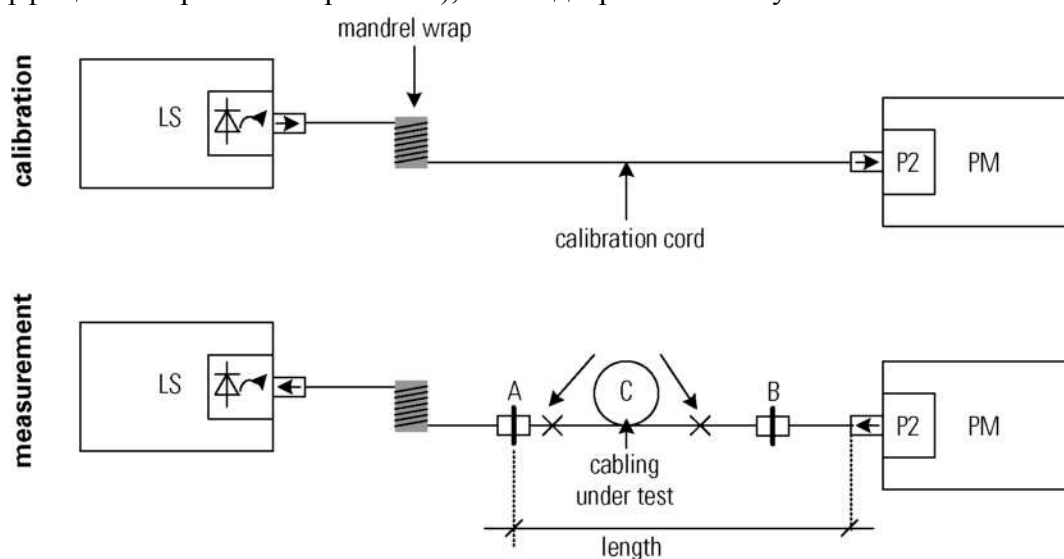
### Направление измерений

Для выполнения требований ISO 11801 и равнозначных стандартов измерения производительности передачи должны производиться, как указано ниже:

Для соответствия тестирования канала или постоянной линии должны быть проведено двухстороннее тестирование. Особенно, если они включают сплайсы.

### Соединительные шнуры

Соединительные шнуры должны иметь такие же характеристики (диаметр ядра/оболочки, коэффициент обратного отражения), как подвергаемое тесту волокно.



Длина шнуров должна быть в диапазоне от 1 до 5 метров.

Соединители должны быть эталонными.

Калибровочный шнур должен быть не длиннее, чем 2 метра.

Калибровочный шнур должен быть оконцован с двух сторон эталонными соединителями.

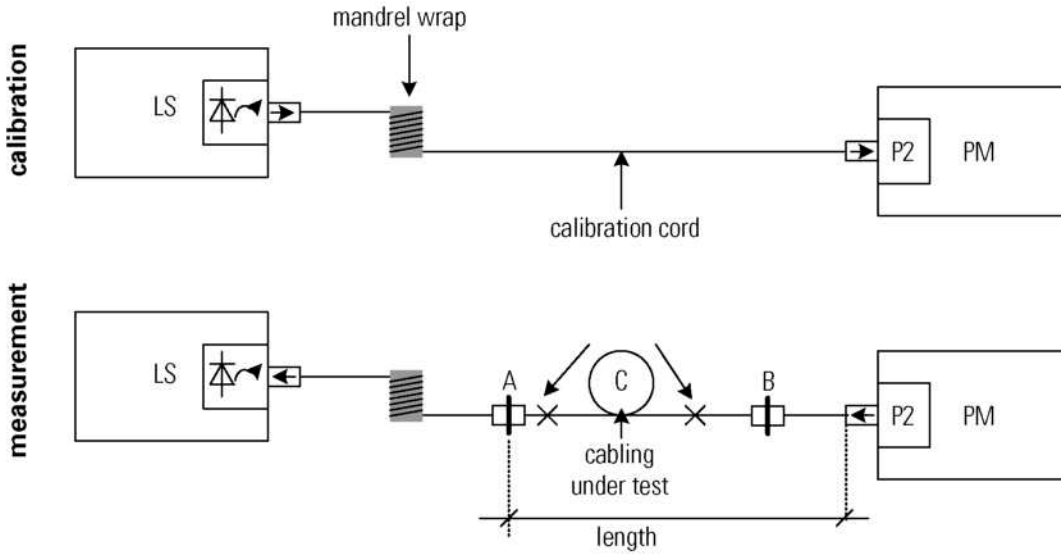
### Мандрель-насадка.

Мандрель-насадка рекомендуется для измерений многомодового оптического волокна. Вы исключите моды высокого порядка, исходящие из LED (светодиодного) источника, и таким образом, будут измеряться только моды низкого порядка, которые идут в центре волокна. Такое измерение является повторяемым с высокой точностью. Ниже приведены соответствующие мандрели, чтобы выбрать их для различных многомодовых волокон.

Размер ядра волокна	Диаметр мандрели для буферизированного волокна (мм)	Диаметр мандрели для 3 мм оболочки волокна (мм)
50/125 мкм	25	22
62,5/125 мкм	20	17

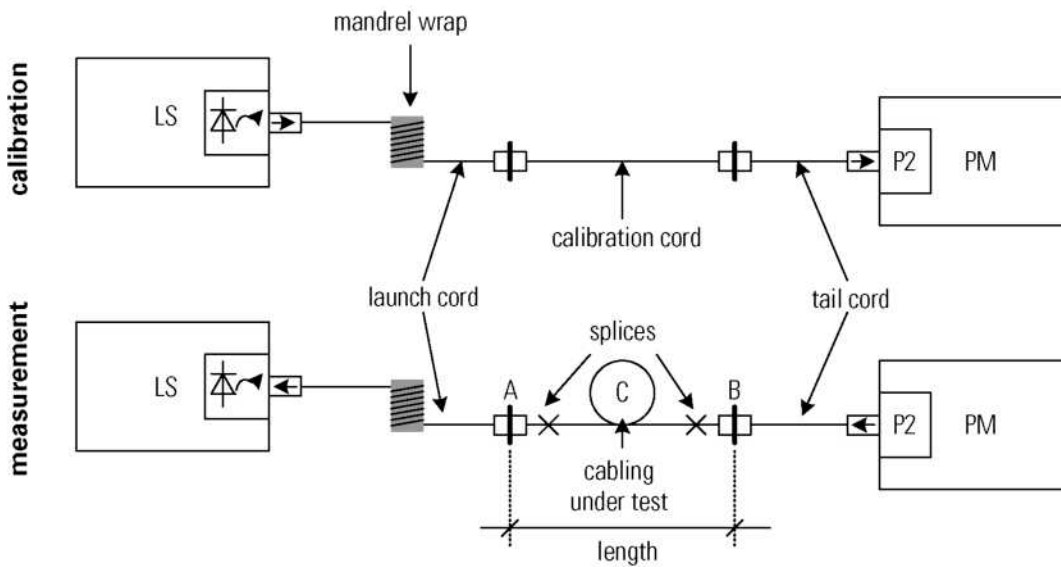
## 26. Калибровка волоконно-оптических приборов

### Измерение методом одной перемычки

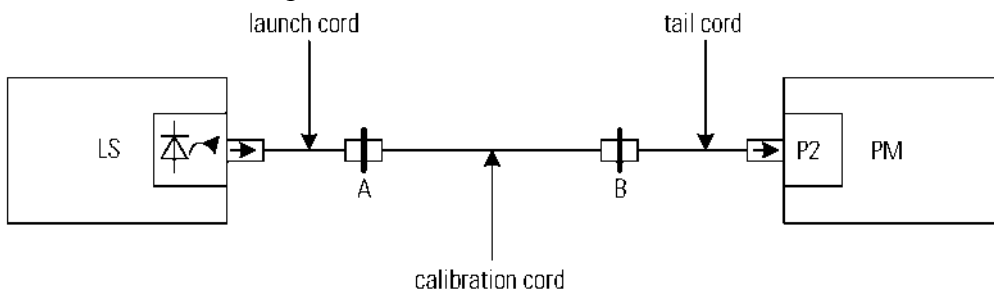


### Измерение методом трех перемычек

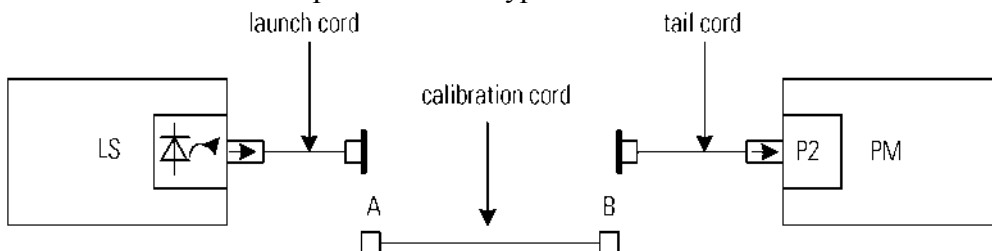
Детали калибровки по одному волокну (с мандрелью и сплайсами)



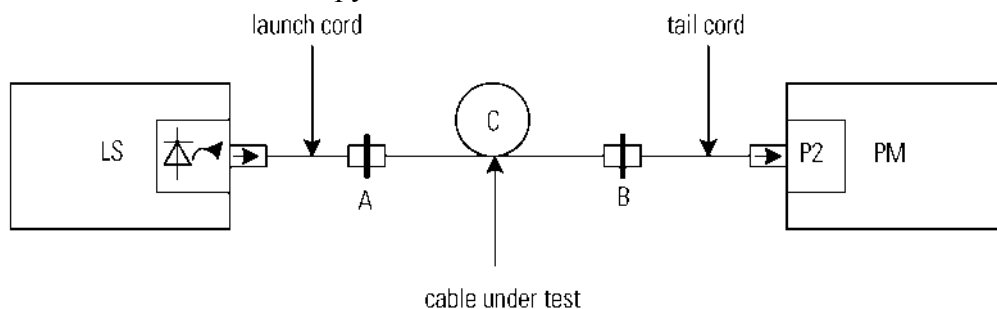
#### Шаг 1. Эталонный измеритель мощности



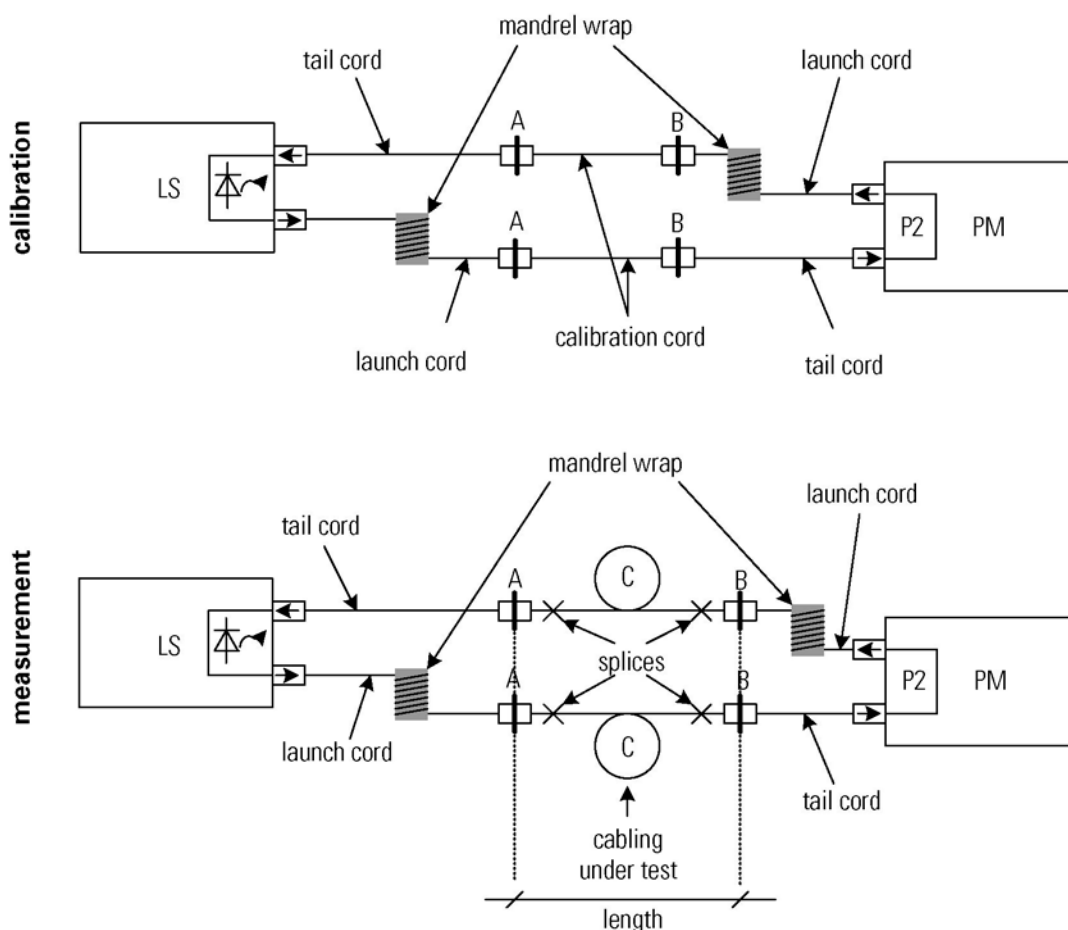
#### Шаг 2. Отключение калибровочного шнура



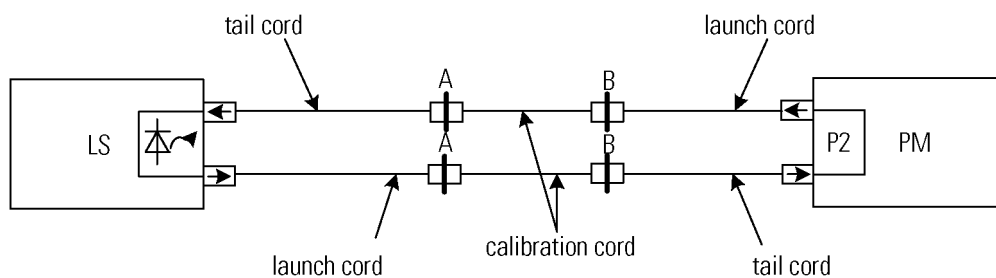
### Шаг 3. Подключение тестируемого кабеля



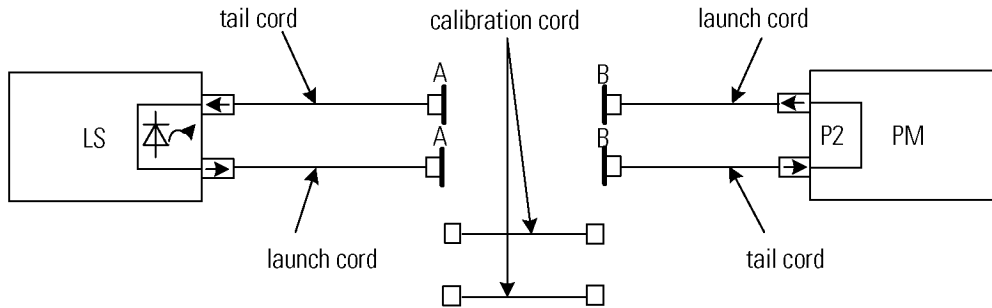
### Детали калибровки по двум волокнам (с мандрелью и сплайсами)



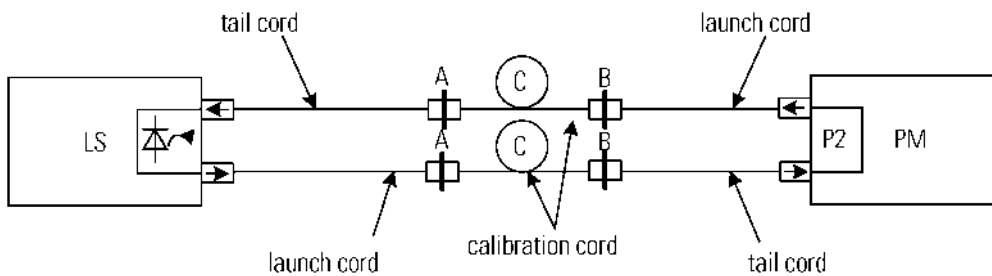
### Шаг 1. Эталонный измеритель мощности



## Шаг 2. Отключение калибровочного шнура



## Шаг 3. Подключение тестируемого кабеля



Метод одной перемычки для измерения канала является допустимым, только если типы соединителей на кабеле, подвергаемому измерению, и соединители в измерителе мощности являются одинаковыми.

## 27. Измерения рефлектометром (OTDR)

### Сертификационные измерения OTDR (в соответствии с ISO/IEC 14763-2)

#### Подготовка

- измерительные шнуры должны иметь те же характеристики, как и измеряемое волокно
- удлинить волокно больше чем слепая динамическая зона OTDR (область оптического времени рефлектометра)
- очистить соединители и адаптеры
- подготовить чистящий материал (чистящий набор для оптики)
- визуально проверить поверхность соединителя с помощью микроскопа (минимальное увеличение – 200x)
- откалибровать измерительное оборудование

#### Документация

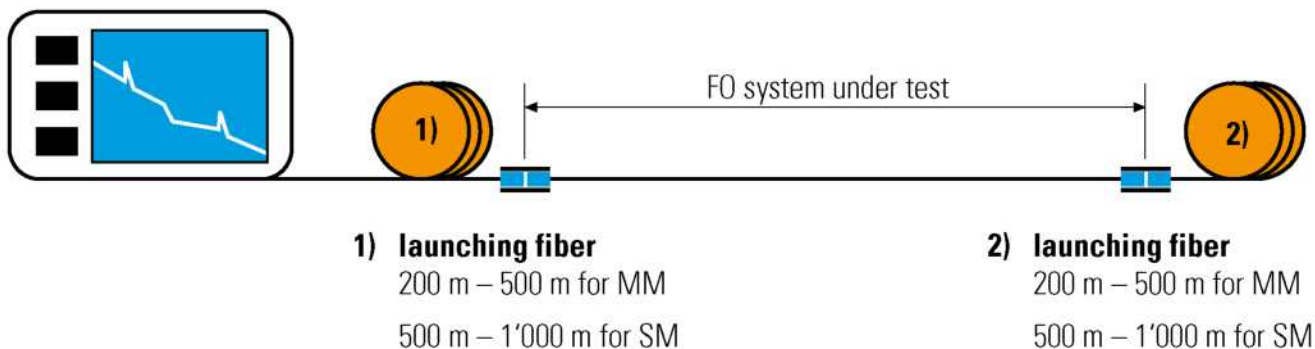
- схема прокладки кабеля
- оптическая длина каждого волокна
- расстояние пролетов
- коэффициент преломления (IOR) волокна
- подробности волокна (OM1,2,3,4, OS1,2 и размер ядра)
- номинальные длины волн (для MM – 850 и 1300 нм, для SM – 1310 и 1550 нм)
- оптические возвратные потери дБ
- затухание дБ
- лист событий
- подробности оптических соединителей (PC или APC)
- направление тестирования
- имя оператора тестирования.

### Указания по измерениям

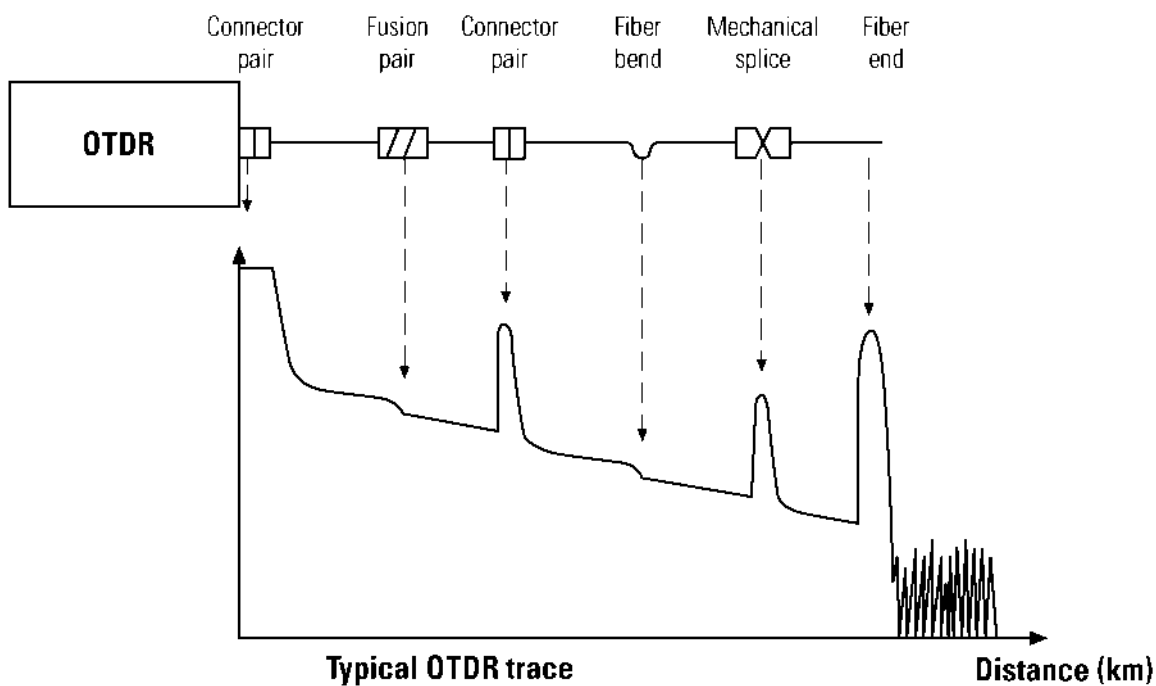
Для выполнения требований ISO 11801 и равнозначных стандартов измерения производительности передачи должны производиться, как указано ниже:

Для соответствия тестирования канала или постоянной линии должны быть проведено двухстороннее тестирование, особенно, если они включают сплайсы.

### Канал тестирования OTDR



### Пример рефлектограммы

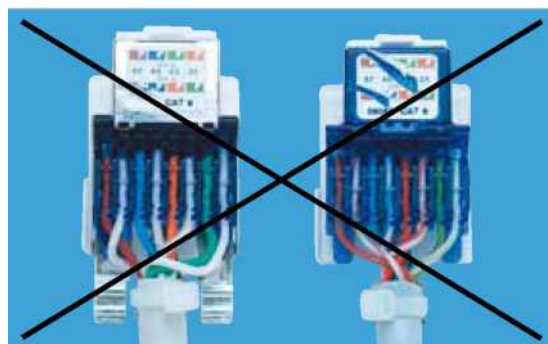


## 28. Характерные проблемы в СКС модулях Кат. 5е/ Кат. 6.

Основных источником проблем является неправильное подключение соединительных модулей R&M. Пожалуйста, следуйте приложенным инструкциям по монтажу, чтобы правильно подсоединить модуль.



Правильное подключение



Неправильное подключение

Пары проводников должны быть уложены из кабельной оболочки непосредственно в модуль, без перекрещивания поверх других пар. Безошибочные измерения во время приемосдаточных тестов может гарантировать только правильное подключение. Оболочка кабеля должна крепиться на модуле, как показано на картинке «правильное подключение». Кабельная стяжка не должна оказывать никакого давления, которое может быть причиной деформации кабельной оболочки.

### Монтаж

- укладывайте кабели согласно инструкциям производителя или проектировщика
- прокладывая кабели, не вытягивайте их (максимальное усилие тяжения должно соответствовать требованиям поставщика кабеля)
- используйте минимальное натяжение или давление кабельными стяжками
- следите за радиусом изгиба
- избегайте скручивания или сжатия

### Тестовое оборудование

- ежегодно калибруйте
- ежедневно калибруйте
- кабельные адаптеры, согласно требованиям производителя и стандартов, должны избегать возможной деградации
- всегда с предельным вниманием обращайтесь с тестовыми шнурами кат. 6А
- периодически проверяйте и сравнивайте сходимость результатов тестов

## 29. Проверочный список проблем при измерениях

№	Точки проверки рекомендациям R&M	Да	Нет
1	Пригодность компонентов		
2	Хранение кабеля		
3	Укладка кабеля		
4	Повреждения кабеля третьей стороной		
5	Расстояние между силовыми и кабелями передачи данных		
6	Подготовка кабеля (инструменты зачистки)		
7	Схема подключения в модуле		
8	Укладка кабеля		
9	Ежегодная калибровка		
10	Ежедневная калибровка		
11	Использование последней версии программы в кабельном тестере		
12	Правильные установки в кабельном тестере		
13	Установка правильного NVP для измеряемого кабеля		
14	Калибровка тестовых адаптеров		
15	Адаптеры, определенные производителем тестового оборудования		
16	Внешние источники помех (UPS, флуоресцентные лампы, силовые кабели)		
17			
18			
19			
20			

## 30. Глоссарий

### Сокращения (аббревиатуры)

BEF	Building entrance facility – ввод в здание инженерных служб
ENI	External network interface – внешний интерфейс сети
EO	Equipment outlet – розетка оборудования
LDP	Local distribution point – точка локального распределения
MD	Main distributor – главный распределитель
OE EQP	Opto-electronic equipment – оптоэлектронное оборудование
ZD	Zone distributor – зонный распределитель

**ACR (Attenuation to Crosstalk Ratio) – отношение затухания к уровню перекрестных помех.**

Старый термин, в настоящее время замененный ACR-N. Разница между NEXT и затуханием, измеряется в дБ. Высокое значение ACR сообщает, что принятый сигнал гораздо мощнее перекрестных помех (собственных шумов), т.е. указывает на высокое значение NEXT и малое затухание.

**ANSI (American National Standards institute) – Американский Национальный институт Стандартизации.**

Национальное учреждение по стандартизации в Соединенных Штатах Америки (США). Институт ANSI разрабатывает и публикует стандарты, а также является представителем Америки и действующим членом с правом глосса в ISO.

**AWG (American Wire Gauge) – Американская нормированный размер провода.**

Стандартный нормированный размер в США, определяющий диаметр проводников, сделанных из меди, алюминия и других материалов.

**Attenuation – затухание.**

Уменьшение амплитуды сигнала в процессе продвижения через среду передачи.

**Bandwidth – полоса пропускания**

Полоса частот доступная для передачи информации в канале. Величина сообщает емкость канала передачи. Чем выше полоса пропускания, тем больше информации можно передать. Это выражается в Герцах (Гц) или битах в секунду (Бит/с), или мегагерц на километр (МГц/км) для оптических волокон.

**Bending Radius – радиус изгиба**

Радиус кривизны, на который волоконно-оптический или медный кабель может быть изогнут без риска повреждения или увеличения затухания.

**Bit Error Rate (BER) – уровень битовых ошибок**

Измеряется для определения качества цифровой линии передачи. Величина выражается в процентах или отношении принятых бит к числу ошибок (типично 1 ошибка к  $10^8$  или  $10^9$  переданных бит).

**Cable Route – кабельная трасса**

Определенная кабельная трасса и/или привязка к фальшполам и потолкам.

**Cabling System – кабельная система**

Система телекоммуникационных кабелей, кабельных каналов и соединительного оборудования, связанного с ИТ оборудованием.

**Capacitance - емкость**

Способность проводников и диэлектриков сохранять электрический заряд между двумя проводниками, разделенными диэлектрическим материалом, в случае разницы потенциалов. Емкость не желательна в медных кабелях, потому что мешает передаче сигналов.

**Category 3 – категория 3**

Промышленный стандарт для кабелей и соединительного оборудования, который имеет параметры передачи, определенные до 16 МГц, в основном, для скоростей передачи данных до 10 Мбит/с.

**Category 5, 5e – категория 5, 5e**

Улучшенная версия Категории 5 версии 1999 года, определяет дополнительные параметры для обеспечения полной дуплексной передачи по 4 парам проводников. Улучшенная категория 5 для кабелей и соединительного оборудования имеет параметры передачи, определенные до частоты в 100 МГц, что обеспечивает скорость передачи до 1000 Мбит/с.

**Category 6 – категория 6**

Промышленный стандарт для кабелей и соединительного оборудования, который имеет параметры передачи определенные до 250 МГц, для скоростей передачи данных до 1 Гбит/с и выше.

**Category 6<sub>A</sub> – категория 6<sub>A</sub>**

Промышленный стандарт для кабелей и соединительного оборудования, который имеет параметры передачи определенные до 500 МГц, для скоростей передачи данных до 10 Гбит/с и выше.

**Category 7 – категория 7**

Для кабелей и соединительного оборудования, которые имеют параметры передачи определенные до 600 МГц. Категория 7 определяет только кабели и требования к новым разъемам, чтобы позволить беспрепятственную передачу выше упомянутой частоты

**Category 7<sub>A</sub> – категория 7<sub>A</sub>**

Для кабелей и соединительного оборудования, которые имеют параметры передачи определенные до 1000 МГц. Категория 7<sub>A</sub> определяет только кабели и требования к новым разъемам, чтобы позволить беспрепятственную передачу выше упомянутой частоты.

**CENELEC**

Европейский комитет по стандартизации электротехники

**CENELEC EN 50173**

Европейский стандарт, разработанный CENELEC, для планирования и установки кабельных систем для информационных технологий.

**Channel - канал**

Путь передачи от точки до точки между двумя точками, к которым подключено специфичное для данного приложения оборудование. Соединительные кабели технического оборудования и рабочего места также являются частью канала.

**Connection Cable – соединительный кабель**

Шнур, подключающий терминальное оборудование к розетке рабочего места. СКС не связана с приложениями, которые поддерживает, и поддерживает много разных приложений. Это не обязательно знать приложения, когда устанавливается СКС, так как не включается зависящее от приложения оборудование.

**Consolidation Point – точка консолидации**

Точка подключения между горизонтальными кабелями, в основном по причине удобства, когда мебель может переставляться.

**Cross-Connect – кросс-коннект**

Кросс-коннект кабель поставляется в рамках СКС, там где информационные соединения управляются, т.е. там где добавляются и изменяются соединения с использованием соединительных кабелей и шнуров.

**Crosstalk – перекрестные помехи**

Взаимные электромагнитные наводки двух физически разделенных систем проводников, когда сигнал в одном проводнике создает напряжение шума в расположенном рядом проводнике, передающем сигнал.

Decibel (dB) - децибел

Единица измерения относительного увеличения/уменьшения сигнала, напряжения или тока, выраженная логарифмическим отношением.

**Delay Skew**

Разница в задержке распространения между двумя парами в одном кабеле.

**TIA/EIA - Telecommunications Industry Association / Electronics Industries Alliance**

Ассоциация телекоммуникационной промышленности / Альянс отраслей электронной промышленности – Северо-американская организация по стандартизации.

**TIA/EIA 568x**

Стандарт TIA/EIA для телекоммуникационных кабельных систем для офисных зданий.

**Electromagnetic Compatibility (EMC) – электромагнитная совместимость**

ЭМС отмечается знаком совместимости электронного оборудования, что гарантирует удовлетворительное функционирование в электромагнитной обстановке. В дополнение, это оборудование не должно быть причиной любых электромагнитных излучений, что обеспечивает совместимость любых устройств и систем в одном месте.

**Equal Level Far End Crosstalk (ELFEXT) – эквивалентный уровень FEXT**

Старый термин в настоящее время замененный ACR-F. Отличает от ACR-N тем, что изменяется на дальнем конце. Разница между FEXT и затуханием на дальнем конце, измеряется в дБ. Высокое значение ACR-F сообщает, что принятый сигнал гораздо мощнее перекрестных помех (собственных шумов), т.е. указывает на высокое значение FEXT и малое затухание

**Equipment Outlet**

Постоянное соединительное устройство для окончания распределительного кабеля и предоставляющее интерфейс для кабельной системы оборудования.

**Far End Crosstalk (FEXT) – перекрестные помехи на дальнем конце**

Описывает нежелательный сигнал в медной линии после передачи по паре проводников к принимающей паре проводников, на дальнем конце линии. Эта величина важна только для некоторых приложений. В основном, NEXT является более важным.

**Fixed zone distribution cable – распределительный кабель постоянной зоны**

Кабель, соединяющий зонный распределитель с любой аппаратной розеткой, или, если существует, точкой местного распределения.

**Frequency - частота**

Количество повторений (циклов) за определенное время. Измеряется в герцах (Гц).

**Hertz (Hz) - Герц**

Стандартная единица измерения частоты, один цикл в секунду.

**Horizontal Cable – горизонтальный кабель**

Кабель, соединяющий этажный распределитель с телекоммуникационными розетками.

**Impedance – волновое сопротивление**

Частотно-зависимое сопротивление (характеристический импеданс) в канале передачи, описывающий общее противодействие протеканию тока.

**ISO/IEC 11801**

Международный стандарт для независимых от приложений кабельных систем.

**Jacket - оболочка**

Гибкое внешнее покрытие кабеля, защищающее находящиеся внутри проводники.

**Lay Length – шаг повива**

Единица измерения, определяющая расстояние на котором проводники делают полный оборот ( $360^{\circ}$ ) вокруг друг друга. Изменение шага повива влияет на значение NEXT.

**Local Area Network (LAN) – локальная сеть (ЛС)**

Система передачи данных, состоящая из серверов и подключенного терминального оборудования, например, персональных компьютеров. Часто ЛС имеет кабельную систему на основе витой пары. ЛС обеспечивает нескольким пользователям общий доступ к данным и ресурсам. ЛС, обычно, ограничивается одним зданием.

**Local distribution point – локальная точка распределения**

Точка соединения в зоне распределения кабельной подсистемы между распределителем зоны и розеткой оборудования.

**Local distribution point link – канал локальной точки распределения**

Канал передачи между точкой локального распределения и интерфейсом на другом конце постоянной распределительной зоны, включая кабель, подключенный к оборудованию на каждом конце.

**Main distribution cable – кабель главного распределителя**

Кабель, подключающий главный распределитель к зоне распределения.

**Main distributor – главный распределитель**

Дистрибьютор используется, чтобы сделать соединения между главным распределителем кабельной системы, кабельной подсистемой сетевого доступа и кабельной подсистемой, определенной в ISO/IEC 11801, и активным оборудованием.

**Near End Crosstalk (NEXT) – перекрестные помехи на ближнем конце**

При распространении сигнала из передающей пары в соседнюю пару, на этом же (ближнем) конце канала, наводится помеха. Отношение этой помехи к исходному сигналу определяет NEXT, который выражается в дБ. Эта величина описывает, насколько хорошо пары развязаны друг с другом.

**Network – сеть передачи данных**

Местные и дальние телекоммуникационные средства, обеспечивающие общий транспорт для коммутируемых и частных услуг связи. Аппаратная и программная системы, обеспечивающие, в основном, передачу данных.

**Network access cable – кабель подключения к сети передачи данных**

Кабель, подключающий внешний сетевой интерфейс к главному или зонному распределителю.

**Network Architecture – архитектура сети передачи данных**

Топология и структура сети передачи данных.

**Noise – шум (помеха)**

Это относится к любому постороннему сигналу, который мешает полезному сигналу, и исходит из иного источника, чем полезный сигнал. Помехи могут настолько ухудшить сигнал, что он не будет распознаваться приемником. Чем выше скорость передачи данных, тем важнее эффект, оказываемый помехами.

**Nominal Velocity of Propagation (NVP) – номинальное скорость распространения**

При прохождении сигнала через физическую среду его скорость ниже скорости света, причем это зависит от материала среды и конструкции среды передачи. Параметр NVP определяет замедление скорости сигнала в физическом носителе относительно скорости света в вакууме. Обычно медные кабели имеют значение от 60 до 85 % от скорости света.

**Pair (Conductor Pair) – пара (пара проводников)**

Два проводника, объединенных вместе (обычно, скрученных) и имеющих цветовое кодирование. См. также Symmetrical Twisted Pair Cable.

**Permanent Link**

Линия передачи между двумя точками интерфейса в независимой от приложений кабельной системе, исключая коммутационный шнур и шнур рабочего места.

**Power Sum**

Процедура тестирования перекрестных помех и измерений в многопарных кабелях, определяющая сумму различных наводок от всех остальных активных пар.

**Propagation Time Delay**

Сигнал, при движении из точки передачи к другой точке, испытывает определенную задержку. Она рассчитывается на основе длины кабеля и скорости распространения, определенной для данной среды передачи.

**Resistance**

Характеристика проводника, определяющая электрический ток, генерируемый при заданной разности потенциалов. Сопротивление препятствует протеканию тока и ведет к потере производительности в виде тепла. Измеряется в Омах.

**Return Loss – возвратные потери (потери на отражение)**

Показывают равномерность волнового сопротивления (импеданса) по всей длине кабеля, также в соединителях и соединительных шнурах.

**Shield – экран (защита)**

Металлическая оболочка вокруг изолированных проводников в экранированном кабеле. Экраном может быть металлическая оболочка кабеля или металлизированный слой в металлической оболочке. Также используется термин screen (экран).

**Shielded Twisted Pair Cable (STP) – экранированный кабель на витых парах**

Кабель, имеющий один или несколько элементов с индивидуальным экранированием. Может присутствовать дополнительный внешний экран, тогда кабель называется экранированным кабелем с внешним экраном.

**Symmetrical Twisted Pair Cable – кабель на витых парах**

Кабель, содержащий как минимум одну симметричную пару или четверку.

**Telecommunications Outlet (TO) – телекоммуникационная розетка**

Термин, обозначающий в СКС, розетку, установленную на рабочем месте. Обычно, это 8-пиновая модульная розетка, поддерживающая многочисленные сервисы (например, голос, видео и данные).

**Tensile Force – усилие тяжения**

Сила, измеряемая в ньютонах (Н), которой подвергается кабель при монтаже.

**Unshielded Twisted Pair Cable (UTP) – неэкранированный кабель на витых парах**

Обыкновенный медный кабель для использования в помещениях, способный передавать данные на высоких скоростях. Существуют системы ограничения, вызванные потерями при передаче по медному проводнику и излучению UTP-кабелей.

Wire Map Test – проверка разводки проводов

Проверка разводки проводов в соединительном модуле.

**Workplace – рабочее место**

Пространство в здании, где пользователи работают за телекоммуникационными терминалами. Типичное рабочее место имеет площадь 9 кв.м.

**Zone distribution cable – кабель зонного распределителя**

Кабель, соединяющий зонный распределитель и розетки оборудования или точки локального распределения

**Zone distributor – зонный распределитель**

Распределитель, используемый чтобы выполнять соединения между главным распределителем, зонным распределителем, кабельной системой сетевого доступа, кабельной подсистемой, определенной в ISO/IEC 11801, и активным оборудованием.

---

[www.rdm-russia.ru](http://www.rdm-russia.ru)

---

RdM Distribution  
Тел./факс +7 (495) 721 88 52  
[info@rdm-russia.ru](mailto:info@rdm-russia.ru)  
[www.rdm-russia.ru](http://www.rdm-russia.ru)