VIDEOMAX

Справочное пособие

Пример проектирования ВОЛС для видеонаблюдения

Инженерно техническое подразделение компании Видеомакс
г. Москва. 2019 г.

1 Общие данные

Справочное пособие иллюстрирует алгоритм проектирования ВОЛС для видеонаблюдения на конкретном типовом примере: участок сети между серверным помещением в здании, и узлом сети для подключения нескольких IP-камер вне здания расположенным на удалении более 300 метров.

Внимание! В примере используются компоненты марки Hyperline и Allied Telesis. Марки выбраны в качестве иллюстрации методики выбора компонентов. Не рассматривать в качестве рекламы, и рекомендаций компании Видеомакс!

Внимание! Принятие проектных решений приводится частично без обоснований. Подробно о проектировании ВОЛС для видеонаблюдения и обоснованном принятии проектных решений изложено в вебинаре https://youtu.be/c_dt0Wv-I5c.

Внимание! Информация, представленная в данном справочном пособии актуальна на момент публикации на информационных ресурсах компании ООО «Видеомакс».

2 Задача

Обеспечить соединение двух сегментов сети с передачей трафика до 40 Мбит/с. Всего в схеме два узла:

1. Здание. Серверная. Стойка 19". Коммутатор с SFP разъемом.
2. Узел на периметре. Шкаф не отапливаемый. Коммутатор с SFP разъемом.

Описание участков трасс:

- На улице - закладка в грунт. Протяженность 300 м
- В здании - прокладка по лоткам. Удаленность от ввода 50м.



Рис. 1 Схематичное изображение исходных данных для проектирования ВОЛС

Требуется: сформировать схему ВОЛС, выбрать компоненты СКС, выбрать SFP модули, произвести расчет максимального затухания согласно стандарту, сформировать спецификацию для проекта.

Руководствоваться группой стандартов ISO/IEC 11801 2017.

© ООО «Видеомакс». www.videomax.ru

Заказчик указал в ТЗ предпочтение к использованию компонентов: Hyperline, Allied Telesis.

3 Выбор протокола, SFP-модулей, типа и класса волокна

В исходных данных необходимо обеспечить передачу 40 Мбит/с. Однако мы будем рассчитывать линию и все оборудование под гигабит.

Внимание! Рекомендуется вне зависимости от требуемого объема передаваемой информации для магистральных линий ВОЛС закладывать протоколы, подразумевающие передачу на менее чем 1 Гбит/с.

По таблице из стандарта ISO/IEC 11801 2017 нам достаточно протокола 1000BASE-SX, т.к. длина линии у нас менее 550 м. Фиксируем, что это многомодовое волокно, и длина волны 850 нм.

Table E.5 - Maximum channel lengths supported by optical fibre applications for multimode optical fibre

Network application	Nominal transmission wavelength nm	Maximum channel length m
		50/125 µm optical fibre
ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017, Clause 9: FOIRL	850	514
ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017, Clauses 15-18:10BASE-FL & FB	850	1 514
ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017, Clause 38: 1000BASE-SX [b]	850	550
ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017, Clause 52: 10GBASE-SR [b]	850	300 [a], 400 [c]
ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017, Clause 86: 40GBASE-SR4 [b e]	850	100 [a], 150 [d]
ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017, Clause 95: 100GBASE-SR4 [b e]	850	70 [a], 100 [d]
ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017, Clause 86: 100GBASE-SR10 [b c]	850	100 [a], 150 [d]
1 Gbit/s FC (1.0625 GBd) [b]	850	500
2 Gbit/s FC (2.125 GBd) [b]	850	300
4 Gbit/s FC (4,25 GBd) [b]	850	380 [a], 400 [c]
8 Gbit/s FC (8,5 GBd) [b]	850	150 [a], 190 [c]
16 Gbit/s FC (14,025 GBd) [b]	850	100 [a], 125 [c]
32 Gbit/s FC [b]	850	70 [a], 100 [c]
ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017, Clause 26: 100BASE-FX	1300	2000
ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017, Clause 38: 1000BASE-LX [b]	1 300	550
ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017, Clause 53: 10GBASE-LX4 [b]	1300	300
ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017, Clause 68: 10GBASE-LRM [b]	1300	220

[a] Minimum cabled optical fibre performance of Category OM3 is specified.
[b] These applications are bandwidth limited at the channel lengths shown. The use of lower attenuation components to produce channels exceeding the values shown cannot be recommended.
[c] Minimum cabled optical fibre performance of Category OM4 is specified.
[d] Minimum cabled optical fibre performance of Category OM4 is specified (subject to a maximum total connecting hardware loss of 1,0 dB).
[e] These are multi-fibre applications and are subject to a delay skew requirement which is met by design if all the optical fibres providing a channel transverse the same cable and cord sheaths from end-to-end.

Рис. 2 Таблица с соответствие протоколам максимальной длины линии для многомодового волокна из стандарта ISO/IEC 11801 2017

На этом этапе проверяем наличие соответствующего SFP трансмиттера у интересующего нас вендора.

3.1 Выбор SFP-модулей

Исходные данные:

- Протокол - 1000BASE-SX
- Условия эксплуатации узел 1 – здание
- Условия эксплуатации узел 2 - неотапливаемый шкаф

На сайте Allied Telesis присутствует спецификация SFP трансмиттеров. В спецификации видим, что подходящие SFP модули присутствуют: multimod fiber и 850 нм. Есть два варианта - для внутреннего применения, и для внешнего.

© ООО «Видеомакс». www.videomax.ru

PRODUCT	FIBER TYPE	CONNECTOR TYPE	MAXIMUM DISTANCE	WAVELENGTH Tx/Rx (nm)	DDM*	MIN	MAX	RECEIVE SENSITIVITY (dBm)	POWER BUDGET (dBm)	OVERLOAD (dBm)	OPERATING TEMPERATURE
SPTX	10/100/1000T	RJ45	100 m	-	-	-	-	-	-	-	0°C to 70°C (32°F to 158°F)
SPTX-90	10/100/1000T	RJ45	100 m	-	-	-	-	-	-	-	0°C to 70°C (°F to 158°F)
SPTX/I	10/100/1000T	RJ45	100 m	-	-	-	-	-	-	-	-40°C to 85°C (-40°F to 185°F)
SPEX	MMF	LC	2 km	1310	-	-9	-1	-19	10	-3	0°C to 70°C (32°F to 158°F)
SPEX/E	MMF	LC	2 km	1310	-	-9	-1	-21	12	-3	-40°C to 105°C (-40°F to 221°F)
SPSX	MMF	LC	220-550 m	850	-	-9.5	-3	-17	7.5	-3	0°C to 70°C (32°F to 158°F)
SPSX-90	MMF	LC	220-550 m	850	-	-8	-3	-19	11	-3	0°C to 70°C (32°F to 158°F)
SPSX/I	MMF	LC	220-550 m	850	Yes	-9.5	-4	-17	7.5	-3	-40°C to 85°C (-40°F to 185°F)
SPSX/E	MMF	LC	220-550 m	850	-	-9	-1	-18	9	-3	-40°C to 105°C (-40°F to 221°F)
SPLX10	SMF	LC	10 km	1310	-	-9	-3	-20	11	-3	0°C to 70°C (32°F to 158°F)
SPLX10/I	SMF	LC	10 km	1310	Yes	-9	-3	-19	10	-3	-40°C to 85°C (-40°F to 185°F)

Рис. 3 Спецификация SFP трансмиттеров на сайте Allied Telesis

Итоговая спецификация SFP модулей:

Тип компонента	Наименование	Ед. изм.	Кол-во
SFP-модуль в коммутаторе в здании	SPSX	шт.	1
SFP-модуль в коммутаторе в уличном шкафу	SPSX/I	шт.	1

Обращаем внимание, что в SFP модулях разъемы LC Duplex.



Рис. 4 SFP трансмиттер с коннекторами LC Duplex

После проверки поддержки протокола у вендора SFP модулей утверждаем параметры волокна как Многомодовое (Multimode, MM, MMF). Выбираем класс волокна.

© ООО «Видеомакс». www.videomax.ru

Класс волокна определяется согласно указаниям к таблице на Рис. 2. В таблице относительно выбранного протокола нет указаний и упоминаний класса волокна. Это означает, что возможно использовать любой класс начиная с OM1. Но в стандарте ISO/IEC 11801 2017 есть общая рекомендация для Многомодового волокна использовать класс не ниже OM3. Следуем этой рекомендации выберем OM3.

В результате мы определили:

- стандарт - **1000BASE-SX** с длиной волны 850нм
- тип волокна - **многомодовое**
- класс волокна - **OM3** (50/125мкм)

4 Формирование схемы ВОЛС

Структура ВОЛС типовая. Кросс в здании в серверной. Муфта для смены типа кабеля с внутреннего на уличный. Кросс в уличном шкафу.

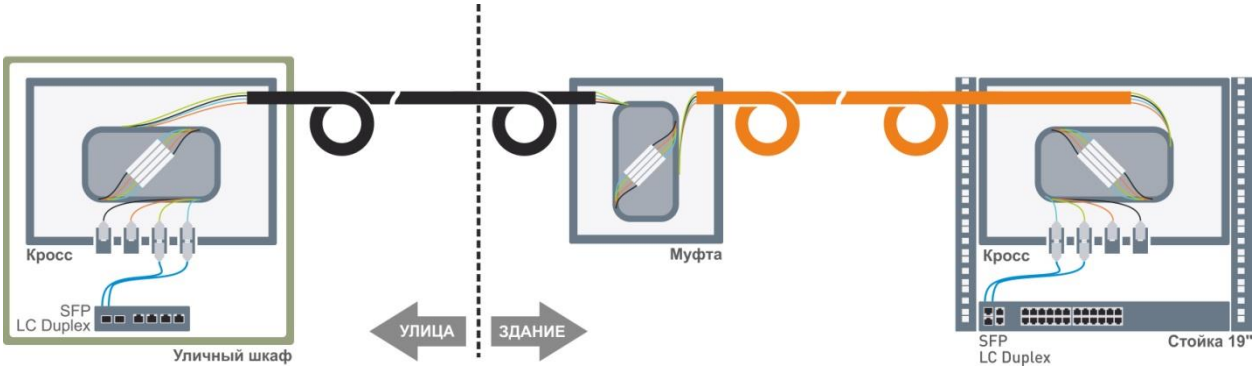


Рис. 5 Типовая структура ВОЛС

Когда структура ВОЛС определена приступаем к подбору компонентов.

5 Выбор кабеля

5.1 Выбор кабеля для участка Улица

Исходные данные:

- Тип волокна – Multimode
- Класс волокна - OM3
- Количество волокон - 2
- Условия – улица, укладка в грунт

Условия эксплуатации определяют требования к кабелю - бронированный. В каталоге на сайте abn.ru есть кабель уличный, бронированный, OM3, на 4 волокна.

Внимание! Рекомендуется обеспечивать запас волокон. Основная стоимость кабеля - это конструкция. Стоимость кабеля на два и на четыре волокна будет практически одинаковой.

© ООО «Видеомакс». www.videomax.ru



Рис. 6 Бронированный кабель ВОЛС для закладки в грунт

Наименование:
Hyperline FO-SRA-OUT-503-4-PE-BK Кабель волоконно-оптический 50/125 (OM3) многомодовый, 4 волокна, single loose tube, гелезаполненный, с силовыми элементами, бронированный гофрированной стальной лентой, для внешней прокладки, PE, -50°C - +70°C, черный

Длина кабеля: 300м + 2*3м (запасы перед кроссом и муфтой) + 2*1м (запас на сплайс-кассете в кроссе и муфте) = 308м

5.2 Выбор кабеля для участка Здание

Исходные данные:

- Тип волокна – Multimode
- Класс волокна - OM3
- Количество волокон - 4
- Условия – здание, укладка в лотки

Количество волокон увеличено до 4-х согласно ранее выбранному уличному кабелю. Для эксплуатации кабеля в помещении необходимо подбирать кабель, имеющий сертификаты согласно соответствующим российским требованиям. Например, у Hyperline это кабели с аббревиатурой LSZH. Поиск в каталоге выдал два результата: бронированный и обычный. Т.к. прокладка по лоткам, выбираем обычный.



Рис. 7 Кабель для ВОЛС для эксплуатации в помещении

Наименование:
Hyperline FO-DT-IN-503-4-LSZH-AQ Кабель волоконно-оптический 50/125 (OM3) многомодовый, 4 волокна, плотное буферное покрытие (tight buffer), для внутренней прокладки, LSZH, -40°C - +70°C, голубой (aqua)

Длина кабеля: 50м + 2*3м (запасы перед кроссом и муфтой) + 2*1м (запас на сплайс-кассете в кроссе и муфте) = 58м

© ООО «Видеомакс». www.videomax.ru

Итоговая спецификация кабелей:

Тип компонента	Наименование	Ед. изм.	Кол-во
Кабель улица	Hyperline FO-SRA-OUT-503-4-PE-BK	м	308
Кабель здание	Hyperline FO-DT-IN-503-4-LSZH-AQ	м	58

6 Подбор компонентов для внутреннего кросса в здании

Кросс - это место разделки и сварки жил волоконно-оптического кабеля с волокном пигтейлов установленных в проходные адаптеры.

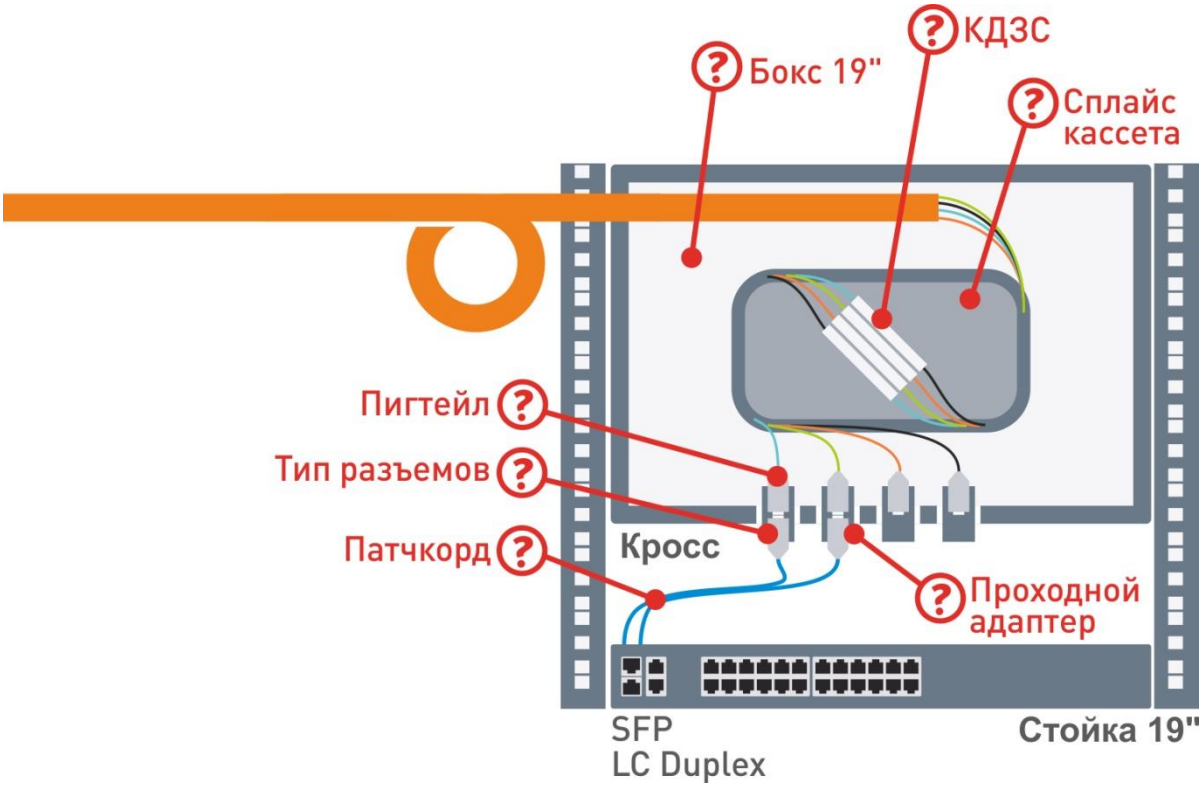


Рис. 8 Компоненты кросса для Здания

На рисунке показаны все компоненты, которые нам требуется выбрать.

Подбор имеет смысл начинать с бокса, однако прежде стоит определится с типом коннекторов и проходных адаптеров, т.к. боксы могут иметь отверстия под проходные адаптеры определенного типа.

6.1 Выбор проходных адаптеров

Исходные данные:

- Тип волокна – Multimode 50/125
- Условия – здание

В SFP модулях используются коннекторы LC Duplex. Логично выбрать тип коннектора для кросса так же LC, и соответственно проходные адаптеры LC-LC, и для компактности Duplex. После фильтрации в каталоге по требуемым параметрам, получаем один вариант.

© ООО «Видеомакс». www.videomax.ru



Рис. 9 Проходной адаптер LC-LC Duplex

Наименование:
Hyperline FA-P11Z-DLC/DLC-N/WH-BG Оптический проходной адаптер LC-LC, MM, duplex, корпус пластиковый, бежевый, белые колпачки

6.2 Выбор пигтейлов

Исходные данные:

- Тип волокна – Multimode 50/125
- Класс волокна - OM3
- Разъем - LC

После фильтрации в каталоге по требуемым параметрам, получаем один вариант.

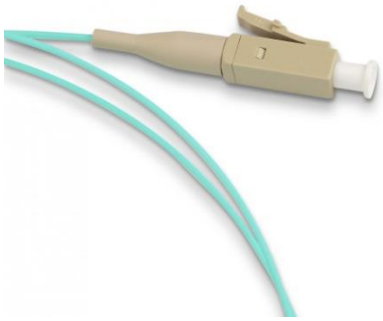


Рис. 10 Пигтейл с разъемом LC

Наименование:
Hyperline FPT-B9-503-LC/PR-1M-LSZH-AQ Пигтейл волоконно-оптический MM 50/125(OM3), LC, 1 м, LSZH

6.3 Выбор бокса

Исходные данные:

- Форм-фактор – 19”
- Проходные адаптеры – LC Duplex
- Количество адаптеров - 2

© ООО «Видеомакс». www.videomax.ru

Два адаптера по причине того, что один адаптер LC Duplex позволяет установить два пигтейла LC.

Выбор боксов обычно базируется на приоритетах заказчика, указанных в ТЗ, либо опыте проектировщиков и монтажников. Выбор бокса не является определяющим и не сказывается на надежности соединения по ВОЛС. Фильтрация в каталоге производителя предоставила несколько вариантов для выбора. Выберем самый простой.



Рис. 11 Бокс для оптического кросса

Наименование:
Hyperline FO-19R-1U-3xSLT-W140H42-24UN-BK Бокс оптический универсальный 19", от 8 до 24 портов (SC, duplex LC, ST, FC), со сплайс пластиной, без пигтейлов и проходных адаптеров, 1U, черный

В комплектации дополнительно присутствуют: панели с отверстиями под LC Duplex и сплайс-кассета.

6.4 Выбор КДЗС

КДЗС - это комплект деталей для защиты места сварки двух волокон. В нашем случае - место сварки волокна от пигтейла и волокна кабеля. КДЗС отличаются длиной: 60 и 40мм. Наиболее распространены 60мм.

© ООО «Видеомакс». www.videomax.ru



Рис. 12 КДЗС - комплект деталей для защиты места сварки оптических волокон

Наименование:
Hyperline FO-FFSPS-60 Комплект деталей для защиты места сварки, КДЗС (60 мм)

6.5 Выбор патч-корда

Исходные данные:

- Тип волокна – Multimode 50/125
- Класс волокна - OM3
- Разъемы в SFP модуле – LC Duplex
- Проходные адаптеры – LC Duplex
- Длина – 1 м
- Полировка в SFP модуле – PC
- Полировка в пигтейле - PC

Тип полировки важен для одномодового волокна. В нашем случае волокно многомодовое и для него изготавливают коннекторы только с PC полировкой. Поиск в каталоге с помощью фильтров выдал один вариант.

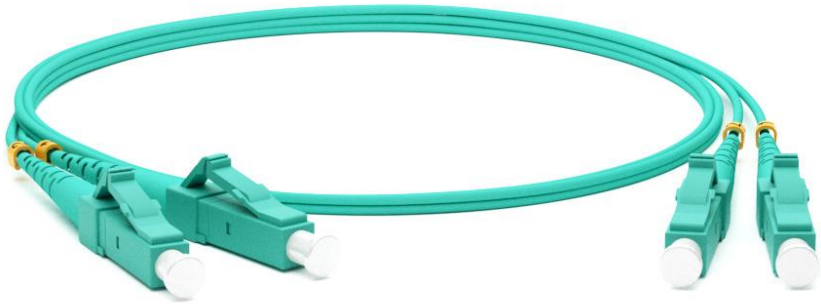


Рис. 13 Патч-корд LC-LC Duplex

Наименование:
Hyperline FC-D2-503-LC/PR-LC/PR-H-1M-LSZH-AQ Патч-корд волоконно-оптический (шнур) MM 50/125(OM3), LC-LC, duplex, 10G/40G, LSZH, 1 м

© ООО «Видеомакс». www.videomax.ru

Итоговая спецификация для кросса в здании:

Тип компонента	Наименование	Ед. изм.	Кол-во
Проходной адаптер	Hyperline FA-P11Z-DLC/DLC-N/WH-BG	шт.	2
Пигтейл	Hyperline FPT-B9-503-LC/PR-1M-LSZH-AQ	шт.	4
Бокс	Hyperline FO-19R-1U-3xSLT-W140H42-24UN-BK	шт.	1
КЗДС	Hyperline FO-FFSPS-60	шт.	4
Патч-корд	Hyperline FC-D2-503-LC/PR-LC/PR-H-1M-LSZH-AQ	шт.	1

7 Подбор компонентов для муфты

Муфта представляет собой конструкцию для сварки жил волоконно-оптических кабелей.

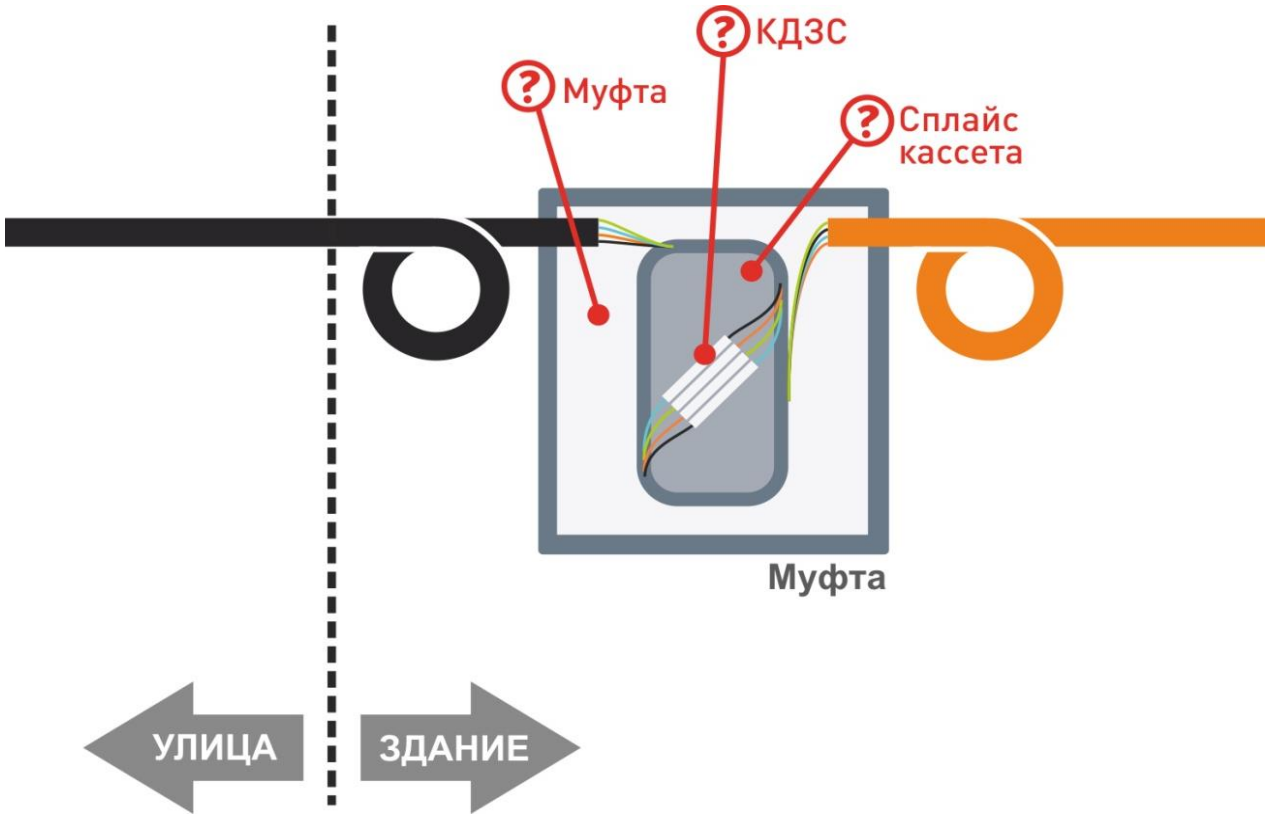


Рис. 14 Компоненты муфты

На рисунке показаны все компоненты, которые нам требуется выбрать.

Муфту выбирают исходя из внешних воздействующих факторов места размещения. Поскольку в нашем примере переход с внешнего на внутренний кабель происходит внутри помещений, можно использовать настенный бокс.

© ООО «Видеомакс». www.videomax.ru

7.1 Выбор настенного бокса для муфты

Исходные данные:

- Форм-фактор – настенный
- Количество волокон – 4
- Количество кабелей – 2
- Типа кабеля 1 – уличный, бронированный
- Тип кабеля 2 – внутренний

Типовой настенный бокс предназначен для вывода разъемов, но мы в нем соединим два кабеля. Нам нужны только лишь места для размещения КДЗС. Одно из важных условий выбора: нужен бокс с возможностью крепления двух кабелей и возможностью заземления брони. Переходим в каталог и воспользовавшись фильтром получаем несколько результатов, из которых выбираем тот, что удовлетворяет условиям крепления двух кабелей.

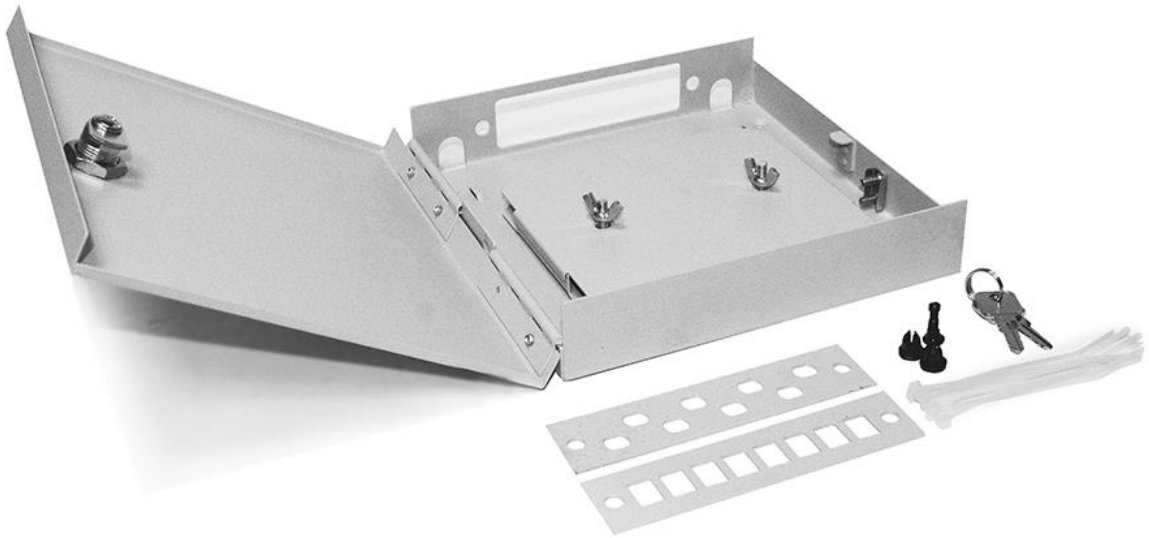


Рис. 15 Настенный бокс для муфты

Наименование:
Hyperline FO-WBY-8UN-MI Бокс оптический универсальный, настенный на 8 портов (SC, duplex LC, ST, FC) с держателем для 8 КДЗС, фиксатором центрального силового элемента, зажимом для организации кабеля, стяжками (без пигтейлов и проходных адаптеров)

В комплекте присутствует ложемент для КДЗС. Сами КДЗС мы выбирали ранее. В итоге спецификация муфты - всего две позиции:

Тип компонента	Наименование	Ед. изм.	Кол-во
Бокс	Hyperline FO-WBY-8UN-MI	шт.	1
КЗДС	Hyperline FO-FFSPS-60	шт.	4

© ООО «Видеомакс». www.videomax.ru

8 Подбор компонентов для кросса в уличном шкафу

Волоконно-оптический кросс на улице вне сетевого узла разместить невозможно. Требуется соединить коммутатор с кроссом при помощи патчкордов, и для этого необходимо, чтобы коннектор патчкорда прошел через гермовводы, и при этом тонкий кабель патч-корда необходимо герметизировать, что довольно сложно при условии обеспечения обслуживания. Разумно размещать кросс непосредственно внутри шкафа уличного сетевого узла.

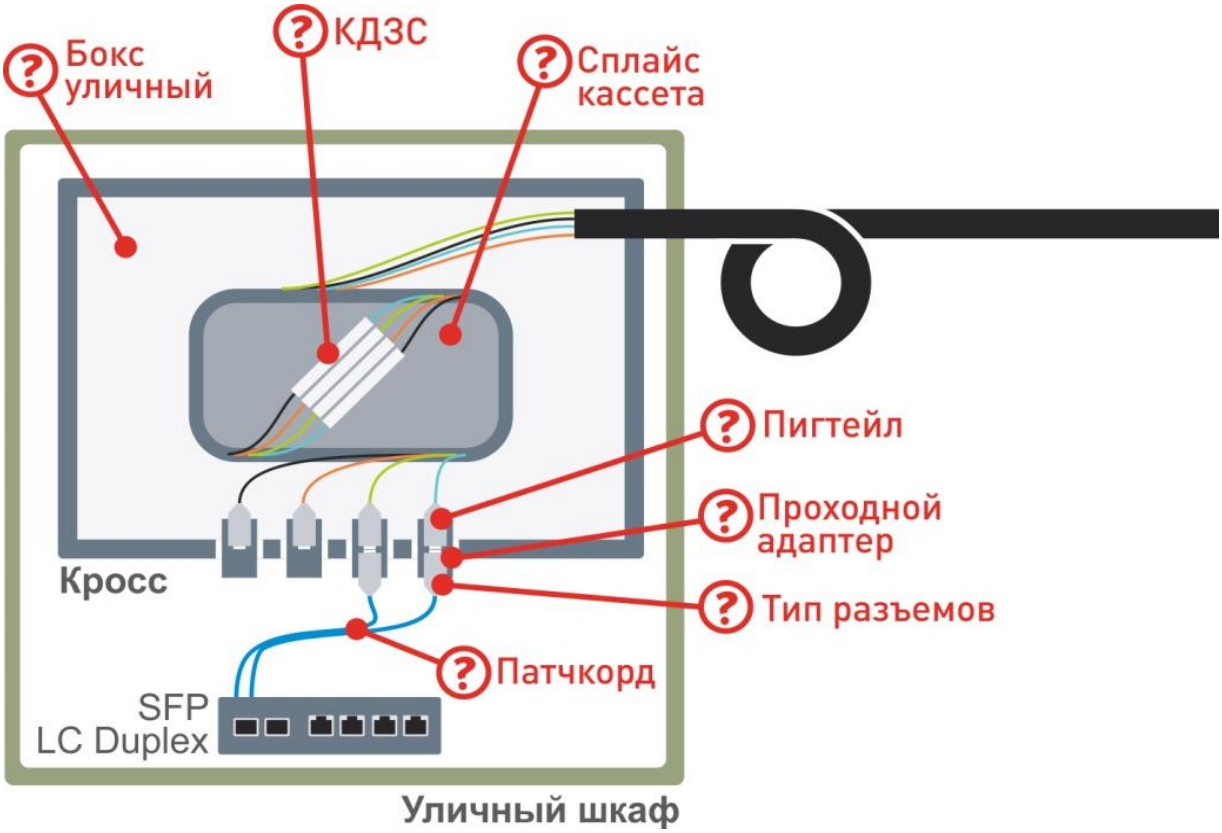


Рис. 16 Компоненты кросса в уличном шкафу

На рисунке показаны все компоненты, которые нам требуется выбрать.

По аналогии с подбором компонентов для внутреннего кросса в здании начнем с выбора коннекторов и, соответственно, проходного адаптера.

8.1 Выбор проходных адаптеров

Исходные данные:

- Тип волокна – Multimode 50/125
- Условия – улица

Оптический коннектор для улицы мы выберем FC, т.к. он обеспечивает герметичное и надежное винтовое соединение. Проходной адаптер соответственно нужен FC-FC. После фильтрации в каталоге на сайте по требуемым параметрам, получаем один вариант.

© ООО «Видеомакс». www.videomax.ru



Рис. 17 Проходной адаптер FC-FC

Наименование:
Hyperline FA-S00Z-FC/FC-N/WH-SL Оптический проходной адаптер FC-FC, SM/MM, simplex, корпус металл, белые колпачки

8.2 Выбор пигтейлов

Исходные данные:

- Тип волокна – Multimode 50/125
- Класс волокна - OM3
- Разъем - FC

После фильтрации в каталоге на сайте по требуемым параметрам, получаем один вариант.

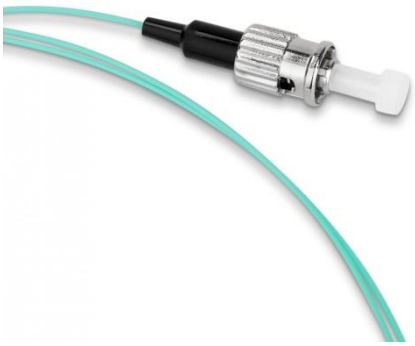


Рис. 18 Пигтейл с разъемом FC

Наименование:

Hyperline FPT-B9-503-FC/PR-1M-LSZH-AQ Пигтейл волоконно-оптический MM 50/125 (OM3), FC, 1 м, LSZH

© ООО «Видеомакс». www.videomax.ru

8.3 Выбор бокса

Исходные данные:

- Форм-фактор – настенный компактный
- Проходные адаптеры – FC
- Количество адаптеров – 4
- Количество волокон (КДЗС) – 4
- Количество кабелей – 1
- Типа кабеля – уличный, бронированный

Бокс размещается внутри уличного шкафа. Задача - выбрать максимально покомпактнее исполнение с возможностью крепления и заземления уличного бронированного кабеля. Поиск в каталоге предоставил несколько вариантов. Выбираем соответствующий нашим требованиям.

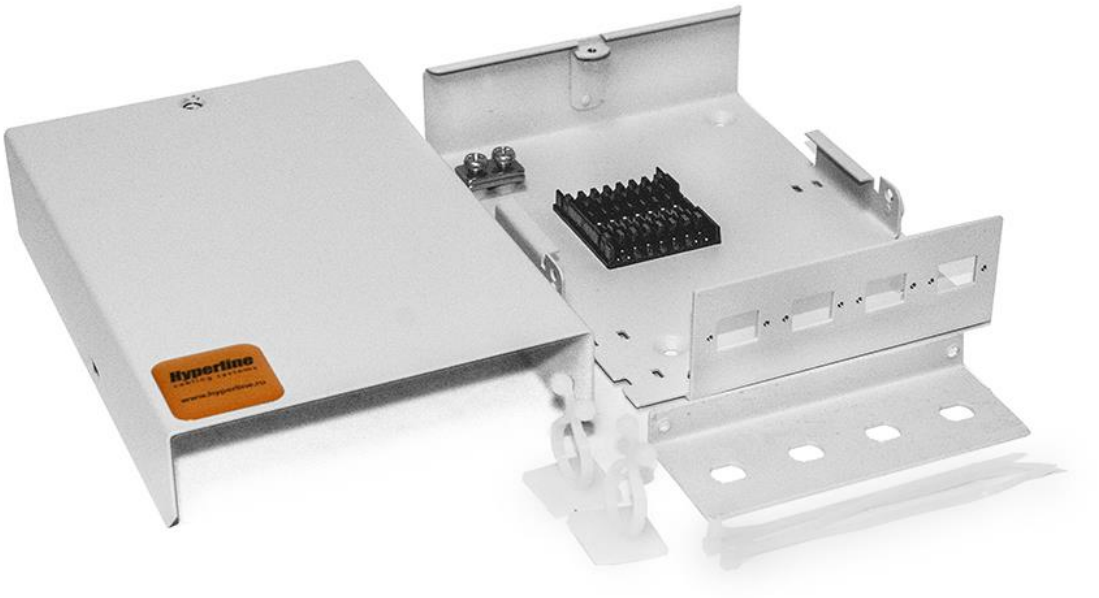


Рис. 19 Компактный настенный бокс для волоконно-оптического кросса

Наименование:

Hyperline FO-WBY-4UN-MK Бокс оптический универсальный, настенный на 4 порта (SC, duplex LC, ST, FC) с держателем для 8 КДЗС, фиксатором центрального силового элемента, зажимом для организации кабеля, стяжками (без пигтейлов и проходных адаптеров)

Все необходимое для организации внутри бокса волоконно-оптического кросса имеется. КДЗС были выбраны на предыдущих этапах. Осталось выбрать патчкорд.

8.4 Выбор патч-корда

Исходные данные:

- Тип волокна – Multimode 50/125
- Класс волокна - OM3
- Разъемы в SFP модуле – LC Duplex
- Проходные адаптеры – FC

© ООО «Видеомакс». www.videomax.ru

- Длина – 1 м
- Полировка в SFP модуле – PC
- Полировка в пигтейле - PC

Длины одного метра достаточно для компактного уличного сетевого узла на несколько IP-камер. После фильтрации в каталоге на сайте по требуемым параметрам, получаем один вариант.



Рис. 20 Патч-корд FC-LC duplex

Наименование:
Hyperline FC-D2-503-FC/PR-LC/PR-H-1M-LSZH-AQ Патч-корд волоконно-оптический (шнур) MM 50/125(OM3), FC-LC, duplex, LSZH, 1 м

Итоговая спецификация для кросса в уличном шкафу:

Тип компонента	Наименование	Ед. изм.	Кол-во
Проходной адаптер	Hyperline FA-S00Z-FC/FC-N/WH-SL	шт.	4
Пигтейл	Hyperline FPT-B9-503-FC/PR-1M-LSZH-AQ	шт.	4
КЗДС	Hyperline FO-FFSPS-60	шт.	4
Бокс	Hyperline FO-WBY-4UN-MK	шт.	1
Патчкорд	Hyperline FC-D2-503-FC/PR-LC/PR-H-1M-LSZH-AQ	шт.	1

9 Расчет затуханий

Вносимые потери волоконно-оптических линий — ILл

ILл = ILк +ILкн +ILм

кабеля — ILк: **ILк = ILСк * Lк**

коннекторов – ILкн: **Lкн = Nп * ILСкн**

муфты— ILм: **ILм = Nм * ILСм**

где

- Lк — длина кабеля, км;

© ООО «Видеомакс». www.videomax.ru

- Nп — число пар коннекторов в линии;
- ILCкн — коэффициент вносимых потерь коннекторов;
- Nм — число муфт в линии;
- ILCм — коэффициент вносимых потерь муфты;
- ILCк — коэффициент вносимых потерь кабеля, дБ/км.

Рассчитаем вносимые потери для отдельных элементов ВОЛС согласно схеме на Рис. 5 Типовая структура ВОЛС.

9.1 Вносимые потери в кабеле

Lк = 308м (улица) + 58м (здание) = 366м

Коэффициент вносимых потерь в кабеле берем из спецификации производителя кабеля - Hyperline.

Таблица 12. Оптические, геометрические и механические характеристики многомодового волокна[1].

Параметр	Значение			
Тип оптического волокна по ISO/IEC 11801	OM1	OM2[2]	OM3[3]	OM4[4]
Затухание на волне, дБ/км: 850 нм 1300 нм	≤ 3,0 ≤ 0,7		≤ 2,3 ≤ 0,6	
Полоса пропускания[5] на волне, МГц•км: 850 нм 1300 нм	≥ 200 ≥ 500	≥ 700 ≥ 500	≥ 1500 ≥ 500	≥ 3500 ≥ 500
Эффективная полоса пропускания на волне, МГц•км: 850 нм	–	≥ 850	≥ 2000	≥ 4700
Расстояние передачи на волне 850/1300 нм, метр: для 1 Гбит/с для 10 Гбит/с для 40/100 Гбит/с	220/550 33/300 –	550/950 82/450 –	970/300 300/300 100/–	1040/600 550/300 150/–
Числовая апертура	0,275 ± 0,015		0,20 ± 0,015	
Диаметр сердцевины, µм	62,5 ± 3,0; 50,0 ± 2,5		50,0 ± 2,5	
Диаметр оболочки, µм	125,0 ± 2,0		125,0 ± 1,0	
Некруглость сердцевины, %	≤ 5,0		≤ 5,0	
Некруглость оболочки, %	≤ 2,0		≤ 1,0	
Неконцентричность сердцевина/оболочка, µм	≤ 3,0		≤ 1,5	
Диаметр покрытия, µм	245,0 ± 5,0		242,0 ± 5,0	
Контрольное испытание, ГПа	≥ 0,7		≥ 0,7	

Рис. 21 Спецификация производителя Hyperline

ILCк = 2,3дБ
В итоге, потери в кабеле:
ILк = 2,3дБ*0,366км **= 0,84 дБ**

9.2 Вносимые потери в коннекторах (разъемных соединениях)

Nп = 2 шт. (два проходных адаптера на одном линке – в уличном кроссе и кроссе 19”)

© ООО «Видеомакс». www.videomax.ru

ILСкн = 0,75дБ (нормировано в ISO/IEC 11801 2017)

Table 136 – Attenuation of connecting hardware for optical fibre

Optical characteristics	Maximum attenuation dB
Mated connectors	0,75
Splice	0,3

Рис. 22 Максимальное затухание в разъемных соединениях (коннекторы) согласно ISO/IEC 11801 2017

В итоге, потери в коннекторах:
ILкн = 2*0,75дБ **= 1,5 дБ**

9.3 Вносимые потери в муфтах (неразъемные соединения - сварка)

Nм = 3 шт. (сварки в двух кроссах, и одна в муфте)
ILСкн = 0,3дБ (нормировано в ISO/IEC 11801 2017)

Table 136 – Attenuation of connecting hardware for optical fibre

Optical characteristics	Maximum attenuation dB
Mated connectors	0,75
Splice	0,3

Рис. 23 Максимальное затухание в неразъемных соединениях (сварка) согласно ISO/IEC 11801 2017

В итоге, потери в муфтах:
ILм = 3*0,3дБ **= 0,9дБ**

В итоге, общие максимальные потери в ВОЛС:
ILл = ILк +ILкн +ILм = 0,84дБ + 1,5дБ + 0,9дБ **= 3,24дБ**

Стандарт ISO/IEC 11801 2017 нормирует максимальные потери согласно выбранного протокола.

© ООО «Видеомакс». www.videomax.ru

Table E.4 - Maximum channel attenuation for supported applications using optical fibre cabling

Network application	Max. channel attenuation dB		
	Multimode		Single-mode
	850 nm	1 300 nm	1 310 nm
ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017, Clause 9: FOIRL	6,8	-	-
ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017, Clauses 15-18: 10BASE-FLand FB	6,8	-	-
ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017, Clause 38: 1000BASE-SX [a]	3,56	-	-
ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017, Clause 38: 1000BASE-LX [a]	-	2,35	4,56
ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017, Clause 26: 100BASE-FX	-	6,0	-
ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017, Clause 53: 10GBASE-LX4 [a]	-	2,00	6,20
ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017, Clause 68: 10GBASE-LRM [a]	-	1.9	-
ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017, Clause 52: 10GBASE-ER	-	-	10,9
ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017, Clause 52: 10GBASE-SR [a]	2,60 (OM3) 2,90 (OM4)	-	-
ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017, Clause 52: 10GBASE-LR	-	-	6,20
ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017, Clause 86: 40GBASE-SR4 [a b]	1,9 (OM3) 1,5 (OM4)	-	-
ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017, Clause 87: 40GBASE-LR4	-	-	6,7
ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017, Clause 89: 40GBASE-FR			4,0
ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017, Clause 95: 100GBASE-SR4 [a b]	1.8 (OM3) 1.9 (OM4)	-	-
ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017, Clause 86: 100GBASE-SR10 [a b]	1,9 (OM3) 1,5 (OM4)	-	-
ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017, Clause 88: 100GBASE-LR4	-	-	6,3
ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017, Clause 88: 100GBASE-ER4	-	-	18,0
1 Gbit/S FC (1,062 5 GBd) [a]	2,62 (OM3)	-	7,8
2 Gbit/S FC (2,125 GBd) [a]	3,31 (OM3)	-	7,8
4 Gbit/S FC (4,25 GBd) [a]	2,88 (OM3) 2,95 (OM4)	-	4,8
8 Gbit/S FC (8,5 GBd) [a]	2,04 (OM3) 2,19 (OM4)	-	6,4
16 Gbit/S FC (14,025 GBd) [a]	1,86 (OM3) 1,95 (OM4)	-	6,4
32 Gbit/S FC 8	1,75 (OM3) 1,86 (OM4)	-	6,4

[a] A bandwidth-limited application at the channel lengths shown. The use of lower attenuation components to produce channels exceeding the values shown cannot be recommended.
[b] These are multi-fibre applications and are subject to a delay skew requirement which is met by design if all the optical fibres providing a channel transverse the same cable and cord sheaths from end-to-end.

Рис. 24 Максимальный уровень потерь ВОЛС согласно ISO/IEC 11801 2017

В результате **ILл = 3,24дБ < 3,56дБ**

Расчет показал, что спроектированная ВОЛС соответствует требованию стандарта ISO/IEC 11801 2017 и обеспечит работу протокола 1000BASE-SX.

10 Итоговая спецификация

После проверки максимального уровня вносимых потерь фиксируем итоговую спецификацию:

Тип компонента	Наименование	Ед. изм.	Кол-во
SFP-модуль в коммутаторе в здании	SPSX	шт.	1
SFP-модуль в коммутаторе в уличном шкафу	SPSX/I	шт.	1
Кабель улица	Hyperline FO-SRA-OUT-503-4-PE-BK	м	308
Кабель здание	Hyperline FO-DT-IN-503-4-LSZH-AQ	м	58
Бокс кросс 19”	Hyperline FO-19R-1U-3xSLT-W140H42-24UN-BK	шт.	1
Бокс муфта	Hyperline FO-WBY-8UN-MI	шт.	1
Бокс кросс улица	Hyperline FO-WBY-4UN-MK	шт.	1
КЗДС	Hyperline FO-FFSPS-60	шт.	12
Пигтейл кросс 19”	Hyperline FPT-B9-503-LC/PR-1M-LSZH-AQ	шт.	4
Пигтейл кросс улица	Hyperline FPT-B9-503-FC/PR-1M-LSZH-AQ	шт.	4

© ООО «Видеомакс». www.videomax.ru

Тип компонента	Наименование	Ед. изм.	Кол-во
Проходной адаптер кросс 19”	Hyperline FA-P11Z-DLC/DLC-N/WH-BG	шт.	2
Проходной адаптер кросс улица	Hyperline FA-S00Z-FC/FC-N/WH-SL	шт.	4
Патч-корд кросс 19”	Hyperline FC-D2-503-LC/PR-LC/PR-H-1M-LSZH-AQ	шт.	1
Патч-корд кросс улица	Hyperline FC-D2-503-FC/PR-LC/PR-H-1M-LSZH-AQ	шт.	1

11 Заключение

Комбинируя элементы на схеме ВОЛС (Рис. 5) для различных задач и топологий инженер проектировщик может спроектировать любую ВОЛС для систем видеонаблюдения. Подробно о проектировании ВОЛС для видеонаблюдения и обоснованном принятии проектных решений изложено в вебинаре https://youtu.be/c_dt0Wv-I5c.

По любым вопросам, связанными с данным справочным материалом, можно обратиться в поддержку проектировщиков Видеомакс.
Оперативная консультация по телефону 8 (495) 640-55-46,
либо по бесплатному номеру 8 800 302-55-46.
Также можно воспользоваться email: info@videomax.ru.

Специалисты компании Видеомакс готовы проанализировать проектные решения систем видеонаблюдения с точки зрения их оптимальности и правильного подбора станционного оборудования и провести аудит проекта. Более детально с этой услугой вы можете ознакомиться по ссылке https://www.videomax.ru/promo/audit-proektov/. Все услуги бесплатны.

12 Ограничение ответственности

Ни при каких обстоятельствах ООО «Видеомакс» не несет ответственности за ошибки и/или упущения, допущенные в данном справочном пособии, и понесенные, в связи с этим убытки при применении информации, изложенной в справочном пособии (прямые или косвенные, включая упущенную выгоду).

© ООО «Видеомакс». www.videomax.ru