



# ОТВЕТЫ НА САМЫЕ ЧАСТО ЗАДАВАЕМЫЕ ВОПРОСЫ ОБ ОПТОВОЛОКНЕ

От нашего центра технической поддержки

**FLUKE**  
*networks*<sup>®</sup>  
• • • • •

# Содержание

Введение .....	3
1. Какова величина возможных потерь на волоконно-оптической линии связи? Как рассчитать допуск потерь? .....	4
2. Подходит ли данная волоконно-оптическая линия для конкретной цели применения? .....	6
3. Как читать отчет о тестировании? .....	8
4. Что означает цвет оболочки кабеля? .....	11
5. Почему в одних случаях результаты потерь положительные, а в других — отрицательные? .....	13
6. Как задать эталонное значение при использовании метода одной эталонной перемычки? .....	14
7. Какой способ выбрать для очистки кабеля? .....	17
8. Как обнаружить разрыв или изгиб оптоволокна сверх допустимого радиуса? .....	19
Словарь терминов .....	22
Инструменты Fluke Networks для тестирования и диагностики волокна .....	25
Список источников .....	26

# Введение

Мы помогаем своим клиентам тестировать оптоволокно уже на протяжении более четверти века. Совокупный опыт специалистов нашей службы технической поддержки насчитывает более 200 лет: за это время они успели ответить на огромное количество вопросов. В этом разделе представлены ответы на самые часто задаваемые вопросы наших клиентов.



# 1. Какова величина возможных потерь на волоконно-оптической линии связи? Как рассчитать допуск потерь?

Сигнал, который поступает в кабель с одного конца, сильнее сигнала, который мы получаем на выходе на другом конце кабеля. Разница между входным и выходным сигналами обозначается термином «вносимые потери».

Эта разница выражается в децибелах (дБ), при этом каждое снижение уровня сигнала в два раза считается равным 3 дБ. Если уровень сигнала на выходе составляет половину от уровня сигнала на входе, потери считаются равными 3 дБ,  $\frac{1}{4}$  — 6 дБ и т. д.

Стандарты TIA и ISO определяют предельные значения (или допуск) потерь на основании длины волоконно-оптической линии и количества используемых сплайсов и коннекторов. Эти показатели различаются для разных типов коннекторов и разного волокна. В нашем случае для примера рассмотрим многомодовое оптоволокно OM5, для которого указанные параметры в стандартах TIA и ISO совпадают (таблица 1). Допуск потерь волоконно-оптической линии рассчитывается по следующей формуле:

	Многомодовое оптоволокно OM5
Потери в оптоволоконной линии	3,0 дБ/км
Потери в коннекторе	0,75 дБ
Потери в сплайсе	0,3 дБ

Таблица 1. Спецификация вносимых потерь для многомодового оптоволокна OM5 со стандартными коннекторами на основании стандартов TIA и ISO.

Допуск потерь	=	Длина оптоволокна в км	X	3,0 дБ	+	Количество разъемных соединений (коннекторов)	X	0,75 дБ	+	Количество неразъемных соединений (сплайсов)	X	0,3 дБ
---------------	---	------------------------	---	--------	---	---	---	---------	---	--	---	--------

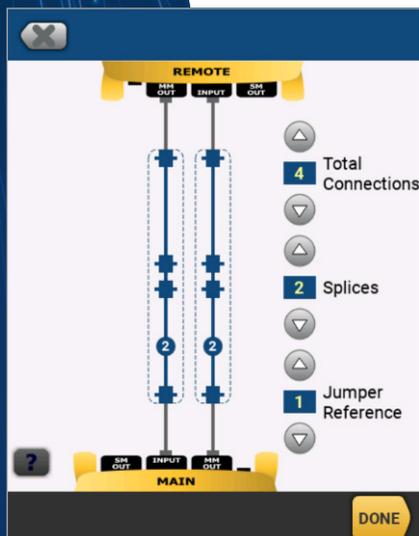


Рисунок 1. При использовании комплекта CertiFiber Pro вы просто указываете количество коннекторов и сплайсов, и программа автоматически рассчитывает предельные значения для тестируемого оптоволокна.

Для линии длиной 250 м с 4 коннекторами и 2 сплайсами допуск потерь имеет следующие показатели:

4,35 дБ	=	0,25 км	X	3,0 дБ	+	4	X	0,75 дБ	+	2	X	0,3 дБ
Допуск потерь	=	Длина оптоволокна в км	X	3,0 дБ	+	Количество разъёмных соединений (коннекторов)	X	0,75 дБ	+	Количество неразъёмных соединений (сплайсов)	X	0,3 дБ

Если величина измеренных потерь на линии составляет не более 4,35 дБ, тест пройден. Обратите внимание: наш комплект для тестирования оптических потерь CertiFiber™ Pro сделает работу за вас и рассчитает точный допуск потерь всего лишь на основании количества коннекторов и сплайсов (см. рисунок 1). Вам даже не придется указывать длину линии: CertiFiber Pro измерит ее самостоятельно.

Однако успешное прохождение этого теста не гарантирует соответствие рассматриваемой линии необходимой цели применения. Подробнее этот вопрос будет рассмотрен в следующем разделе.

## 2. Подходит ли данная волоконно-оптическая линия для конкретной цели применения?

Если ваше оптоволокно проверено и сертифицировано с помощью комплекта CertiFiber Pro, ответить на этот вопрос не составит труда. В левом нижнем углу отчета о тестировании вы найдете раздел «Совместимые сетевые стандарты», где перечислены варианты применения, для которых подходит данная волоконно-оптическая линия с учетом ее длины и вносимых потерь (см. **A** на рисунке 2 на следующей странице).

Если вы не можете найти отчет или кабель не был сертифицирован, ответить на этот вопрос будет сложнее, но найти решение все же можно. Подходит ли данная волоконно-оптическая линия для конкретной цели применения или нет — это зависит от величины потерь и длины оптоволокна. Предельные значения для наиболее распространенных целей применения можно найти в нашем документе **Versiv™ Limit Lines** (для скачивания необходимо зарегистрироваться): просто выберите нужную цель применения, например стандарт 40GBASE-SR4, и увидите таблицу, аналогичную той, что представлена ниже.

В зависимости от того, какой тип кабеля вы используете, просто измерьте длину оптоволокна и вносимые потери и сравните их с соответствующими предельными значениями, указанными для данного типа кабеля. Например, если вы используете кабель OM4 длиной 125 м, который выдает потери 1,1 дБ при длине волны 850 нм, ваш кабель будет поддерживать стандарт 40GBASE-SR4.

40GBASE-SR4		
Тип кабеля	Постоянная составляющая потерь, 850 нм, дБ	Длина, м
OM3	1,9	100
OM4, OM5	1,5	150

Таблица 2.  
Предельные значения потерь и длины для 40GBASE-SR4 (IEEE)



**Cable ID: MDF A CAB-5D TO 5 W IDF 12**

Date / Time: 05/24/2019 01:29:16 PM n = 1.467000 (1310 nm)  
Cable Type: OS2 Singlemode n = 1.468000 (1550 nm)

**Test Summary: PASS**

Backscatter Coefficient: -79.5dB (1310 nm)  
Backscatter Coefficient: -82.0dB (1550 nm)

2

**Loss (R->M)**  
**PASS**

Date / Time: 05/24/2019 01:29:16 PM  
test limit: tia-568.3-d-1 singlemode isp (std)  
Limits Version: 7.1  
CertiFiber Pro (2545690 V6.1 Build 3)  
Module: CFP-QUAD(2800002)  
Calibration Date: 04/10/2019  
certifiber pro remote (2692190 v6.1 build 3)  
Module: CFP-QUAD(2800006)  
Calibration Date: 04/10/2019

Propagation Delay (ns)	363	
Length ft	243	PASS
Limit 131234		
	1310 nm	1550 nm
Result	3 PASS	PASS
Loss (dB)	0.69	0.54
Limit (dB)	1.57	1.57
Margin (dB)	0.88	1.03
Reference (dBm)	-2.69	-2.85

Number of Adapters: 2  
Number of Splices: 0  
Connector Type: LC  
Patch Length1 (ft): 7  
Reference Date: 05/24/2019 10:47:12 AM  
1 Jumper

4

**Loss (M->R)**  
**PASS**

	1310 nm	1550 nm
Result	3 PASS	PASS
Loss (dB)	0.43	0.42
Limit (dB)	1.57	1.57
Margin (dB)	1.14	1.15
Reference (dBm)	-3.04	-3.26

A

**Compliant Network Standards:**

1000BASE-LX	100GBASE-ER4	100GBASE-LR4
10GBASE-E	10GBASE-L	10GBASE-LRM
10GBASE-LX4	40GBASE-ER4	40GBASE-FR
40GBASE-LR4	Fibre Channel 100-SM-LC-L	Fibre Channel 1200-SM-LC-L
Fibre Channel 1600-SM-LC-L	Fibre Channel 200-SM-LC-L	Fibre Channel 400-SM-LC-L
Fibre Channel 400-SM-LC-M	Fibre Channel 800-SM-LC-L	Fibre Channel 800-SM-LC-L

Рисунок 2.

Отчет о тестировании с помощью комплекта CertiFiber™ Pro.

### 3. Как читать отчет о тестировании?

Есть два момента, на которые в отчете о тестировании должен обратить внимание любой пользователь, и еще три, на которые дополнительно смотрят эксперты (но при этом вы также можете их учитывать). Отчет с указанием соответствующих частей представлен на рисунке 2.

- 1 Главный показатель отчета — отметка о прохождении тестирования: зеленая галочка или красный крестик в правом верхнем углу экрана.
- 2 Далее — предельные значения, на основании которых проводилось тестирование. Представьте, что ваш восьмилетний сын пришел домой с двойкой по математике. Естественно, вы расстроитесь. Но, может быть, не так сильно, если узнаете, что в контрольную работу входили вопросы из области высшей математики, включая, к примеру, анализ функций с несколькими переменными. Как уже говорилось выше, оптоволокно можно тестировать на соответствие как стандартам TIA/ISO, так и отраслевым стандартам. Убедитесь, что предельные значения для тестирования выбраны правильно.

А теперь рассмотрим те вопросы, на которые обращают внимания эксперты.

- 3 Просмотрите результаты измерения фактических потерь. При использовании модуля CertiFiber™ Pro OLTS значения потерь обычно отображаются парами. Отрицательное значение в строке «Потери» для любой длины волны означает, что при прохождении по оптоволокну сигнал усилился: физически это невозможно и свидетельствует о некорректной настройке тестера. В отчете, полученном с помощью CertiFiber Pro OLTS, таким значениям сразу присваивается маркировка ошибочных. Однако не все тестеры имеют эту функцию.

- 4 Далее проверьте эталонное значение. Для большинства случаев рекомендуется использовать метод одной эталонной перемычки: если здесь указан какой-либо другой метод, следует понимать, что послужило для этого основанием. Но можно пойти и дальше и обратить внимание на указанное вверху количество адаптеров и сплайсов. При тестировании на соответствие предельным значениям стандартов TIA или ISO, которые мы затрагивали в рамках вопроса 1, недобросовестный оператор может поменять «НЕ ПРОШЕЛ» на «ПРОШЕЛ», просто добавив к предельному значению «немного больше» коннекторов, чем фактически установлено на линии. Если коннекторов подозрительно много, стоит обратиться за разъяснениями.

	Cable ID	Date / Time:	Status	Length(m)	Headroom	Info	Test Limit
1	TRC20190911:19:00:13.01	09/11/2019 07:00:12 PM	N/A	2.1	0.03 (Loss Value)		TRC Limit
2	TRC20190911:19:00:13.02	09/11/2019 07:00:12 PM	N/A	2.1	0.03 (Loss Value)		TRC Limit
3	001	09/11/2019 07:01:50 PM	PASS	52.9	0.35 (Loss Value)		TIA-568.3-D-1 Multimode (STD)
4	002	09/11/2019 07:01:51 PM	PASS	52.9	0.29 (Loss Value)		TIA-568.3-D-1 Multimode (STD)
5	003	09/11/2019 07:05:29 PM	PASS	52.9	0.32 (Loss Value)		TIA-568.3-D-1 Multimode (STD)
6	004	09/11/2019 07:05:29 PM	PASS	52.9	0.29 (Loss Value)		TIA-568.3-D-1 Multimode (STD)
7	005	09/11/2019 07:08:05 PM	PASS	52.9	0.35 (Loss Value)		TIA-568.3-D-1 Multimode (STD)
8	006	09/11/2019 07:08:05 PM	PASS	52.9	0.29 (Loss Value)		TIA-568.3-D-1 Multimode (STD)
9	009	09/11/2019 07:23:10 PM	PASS	0.0	0.00 (Loss Value)		*Tia-568*
10	010	09/11/2019 07:23:10 PM	PASS	0.0	0.01 (Loss Value)		*Tia-568*

Рисунок 3.

Интерфейс LinkWare™ Live со списком отчетов о тестировании, полученных с помощью CertiFiber™ Pro. Первые два отчета сформированы по результатам проверки тестовых шнуров, которые используются для всех последующих измерений.

**Cable ID: TRC20190528:07:15:38.01**

Date / Time: 05/28/2019 07:15:37 AM n = 1.467000 (1310 nm)  
Cable Type: OS2 Singlemode n = 1.468000 (1550 nm)

**Test Summary: N/A**

Backscatter Coefficient: -79.5dB (1310 nm)  
Backscatter Coefficient: -82.0dB (1550 nm)

**Loss (R->M)**

Date / Time: 05/28/2019 07:15:37 AM  
CertiFiber Pro (2545690 V6.1 Build 3)  
Module: CFP-QUAD(2800002)  
Calibration Date: 04/10/2019  
certifiber pro remote (2692190 v6.1 build 3)  
Module: CFP-QUAD(2800006)  
Calibration Date: 04/10/2019

Propagation Delay (ns)	13	
Length ft	9	
	1310 nm	1550 nm
Result	N/A	N/A
Loss (dB)	0.14	0.16
Limit (dB)	0.25	0.25
Margin (dB)	0.11	0.09
Reference (dBm)	-2.70	-2.93

Connector Type: LC  
Patch Length1 (ft): 7  
Reference Date: 05/28/2019 07:09:52 AM  
1 Jumper

5

Рисунок 4.

Пример подробного отчета о проверке тестовых шнуров.

- 5 Для получения подобных данных не проводят отдельные испытания: их легко найти при наличии доступа к полным отчетам LinkWare™. Перед началом любого тестирования пользователь должен задать эталонные значения, а затем выполнить проверку тестовых шнуров, которые будут использоваться для всех последующих измерений. Именно в отношении тестовых шнуров проводится первая серия испытаний, результаты которых также включаются в отчет LinkWare (на рисунке 3 представлен соответствующий пример). Любой эксперт обязательно обратит внимание на подробный отчет о проверке тестовых шнуров (рисунок 4), чтобы убедиться, что потери не слишком велики. Если же результаты испытаний свидетельствуют об обратном, это означает, что качество тестовых шнуров слишком низкое и точность всех последующих измерений сомнительна. При этом, отрицательные значения свидетельствуют о неправильной настройке эталонных значений и, соответственно, также о том, что последующие измерения не могут быть выполнены правильно.

## 4. Что означает цвет оболочки кабеля?

Обычно цвет оболочки волоконно-оптического кабеля соответствует его типу. Стандартами TIA и ISO закреплен ряд правил, соблюдение которых обеспечивает пользователям возможность без труда определять тип кабеля и значительно снижает вероятность соединения друг с другом оптоволоконных кабелей разных (несовместимых) типов. Ниже представлены цвета, используемые при маркировке внешней оболочки оптоволоконного кабеля, и соответствующие им значения (с некоторыми оговорками, о которых также следует знать):



Одномодовый (OM3, OM4)



Многомодовый (OM1 или OM2). В первое время — сразу после своего появления — кабель OM2 часто изготавливали в том же оранжевом цвете, что и кабель OM1. Однако OM1 с диаметром сердцевины 62,5 микрона и OM2 с сердцевиной 50 микрон нельзя использовать вместе в одной волоконно-оптической линии. Чтобы предотвратить такое «смешивание», все последующие версии OM2 стали выпускать с серой оболочкой.



Многомодовый оптоволоконный кабель (OM2)



Многомодовый оптоволоконный кабель (OM3 или OM4)

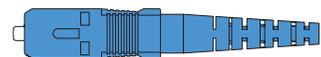


Многомодовый оптоволоконный кабель (OM4) — официально этот цвет называется Erika Violet или Heather Violet (фиолетовый), и создан он был специально для того, чтобы отличить кабель типа OM4 от кабеля OM3. Несмотря на то, что совместное использование OM3 и OM4 в рамках одной линии допускается, потребность в различении кабелей указанных типов может быть обусловлена тем фактом, что OM4 характеризуется повышенными, по сравнению с OM3, характеристиками.

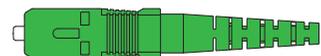


Многомодовый (OM5)

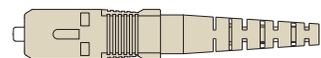
Цвет коннектора также имеет свое значение:



Одномодовый UPC (ультрафизический контакт)



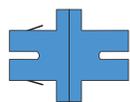
Одномодовый APC (угловой физический контакт)



Многомодовый с сердцевинной 62,5 или 50 микрон

Следует отметить, что в некоторых случаях описанные правила не применяются, в том числе в отношении специализированного оптоволокну, жгутов (в подобных случаях цветовая маркировка служит для различения отдельных кабелей внутри жгута), систем военного назначения, а также систем, предназначенных для эксплуатации на открытом воздухе. При возникновении сомнений, а также в процессе диагностики необходимо тщательно осматривать оболочку кабеля на наличие буквенной маркировки.

Адаптеры также бывают различных цветов и играют свою важную роль в тестировании.



Исходя из нашего опыта, мы рекомендуем использовать синие адаптеры для коннекторов UPC (как одномодовых, так и многомодовых).



Зеленые адаптеры лучше всего подходят для коннекторов APC.

## 5. Почему в одних случаях результаты потерь положительные, а в других — отрицательные?

Самая распространенная причина такого явления — неправильная настройка эталонных значений. Рассмотрим на примере. Допустим, вы хотите узнать, сколько весят ваши домашние питомцы. Сначала вы встаете на весы сами: полученное значение будет считаться «эталонным». Затем вы по очереди берете на руки каждого питомца и определяете ваш общий вес. Предположим, вы получили следующие результаты:

Объект	Общий вес	Вес питомца (нетто)
Вы (эталон)	85 кг	
Вы + ретривер Ровер	105 кг	20 кг
Вы + кошка Клара	90 кг	5 кг
Вы + хомяк Гарри	84 кг	-1 кг

Очевидно, что что-то здесь не так: хомяк не может иметь отрицательный вес. Если, взвесившись с Гарри еще раз, вы вновь получаете тот же отрицательный показатель, можно сделать вывод о том, что эталон был определен неверно. И следовательно, неверными оказываются и все последующие измерения.

Неправильное определение эталонного значения — вот причина возникновения отрицательных потерь. При этом, неверными оказываются и все дальнейшие измерения — как с положительными, так и с отрицательными результатами.

Следует помнить о том, что в некоторых случаях сомнения относительно того, должны ли показатели потерь быть положительными или отрицательными, могут быть вполне обоснованными. Причина тому известна: при определении потерь с помощью измерителя мощности и установлении эталонного значения равным 0 дБ величина сигнала на дальнем конце линии оказывается меньше исходной или вообще отрицательной. При этом наши измерители мощности в любых подобных случаях показывают правильные — положительные — результаты. Ведь согласно стандартам потери оптоволокна могут выражаться только положительными величинами (элементарная математика: отрицательная потеря эквивалентна усилению). Таким образом, возникновение путаницы относительно того, какие результаты должны быть положительными, а какие — отрицательными, указывает на то, что что-то не так со всеми измерениями.

## 6. Как задать эталонное значение при использовании метода одной эталонной перемычки?

Для определения эталонного значения при измерении вносимых потерь оптоволоконна стандарты рекомендуют использовать метод одной эталонной перемычки. Перед началом любых работ следует убедиться в том, что источник света и измеритель мощности стабилизированы в соответствии со спецификацией производителя.

Первый шаг — определение эталонного значения с помощью перемычки, выполненной в виде высококачественного тестового шнура. (Рисунок 5, А.) При тестировании многомодового волокна могут потребоваться специальные тестовые шнуры, рекомендуемые производителем, чтобы обеспечить максимальную точность и стабильность результатов. На рисунке показаны EF-совместимые эталонные тестовые шнуры Fluke Networks, которые гарантируют ввод в тестируемый шнур необходимого количества света. Перед подключением оптоволоконного кабеля убедитесь, что он чистый. При обнаружении загрязнений проведите очистку и после этого проверьте кабель еще раз. Соедините один конец тестового шнура с источником, а другой — с измерителем мощности. Нажмите на кнопку «Установить эталонное значение» на измерителе мощности: на экране должно отобразиться «0 дБ».

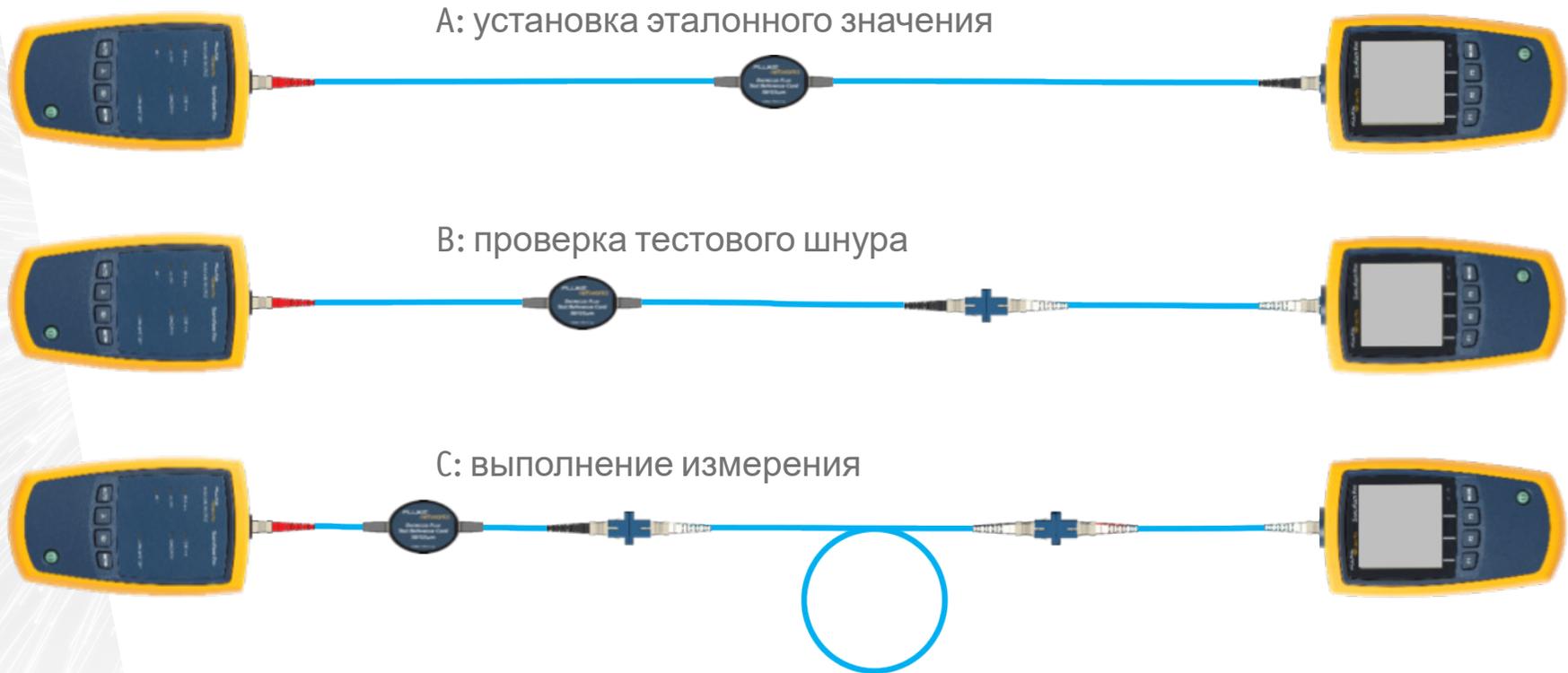


Рисунок 5.  
Установка эталонного значения при тестировании вносимых потерь многомодового оптоволокна.

<sup>1</sup>Наше оборудование для определения потерь в волоконно-оптических линиях отображает потери только в виде положительных величин, как это требуется в соответствии с применимыми стандартами. Если ваш измеритель мощности показывает отрицательные потери, попробуйте изменить полярность.

Затем отключите перемычку от измерителя мощности и соедините ее с адаптером. Проверив (и при необходимости очистив) концы второго тестового шнура, подсоедините один из них к адаптеру, а второй — к измерителю мощности и выполните измерение. (Рисунок 5, В.) Для одномодового волокна показания должны находиться в диапазоне от 0,0 дБ до 0,25 дБ<sup>1</sup>. Для многомодового — в диапазоне от 0,0 дБ до 0,15 дБ. Если это так, отсоедините тестовые шнуры от адаптера и можете начинать основное тестирование. В процессе тестирования не следует отсоединять перемычку от источника света, поскольку это может нарушить баланс между источником и шнуром и эталонное значение придется определять заново.

В том случае когда результаты, полученные для тестовых шнуров, выходят за указанные выше пределы, необходимо проверить и очистить коннекторы, а затем повторить измерение заново. Если ситуация не изменилась, следует выбрать другой тестовый шнур. При получении отрицательных<sup>1</sup> результатов проверьте и очистите коннекторы первого тестового шнура, после чего повторите все сначала. Если это не помогает, замените тестовый шнур.

При использовании комплекса Optical Loss Test Sets данная процедура, естественно, усложняется, поскольку волокна тестируются парами, что, в свою очередь, требует «парной» установки эталонных значений. К счастью, комплект CertiFiber™ Pro значительно упрощает всю процедуру и контролирует правильность проводимых измерений.

## 7. Какой способ выбрать для очистки кабеля?

Если в ходе проверки обнаруживается, что торец кабеля грязный, очистить его можно двумя способами. Первый способ — это сухая чистка с помощью специального устройства — чистящей ручки Click Cleaner. Вставьте наконечник коннектора в адаптер устройства Click Cleaner, нажмите один раз до щелчка, после чего проверьте качество чистки. Если загрязнение достаточно сильное, повторите описанную процедуру несколько раз.

Сухая чистка эффективна в большинстве случаев, но если вам все же не удастся удалить грязь или загрязнение маслянистое (рисунок б), рекомендуется попробовать влажную

чистку. Существуют различные приспособления для влажной чистки, но принцип их действия один и тот же. Нанесите небольшое количество растворителя для чистки оптоволокна на поверхность чистящего материала. (Не используйте спирт — он только ухудшит ситуацию.) Прикоснитесь торцом коннектора к влажной части материала и проведите им в направлении сухой области. При необходимости повторите процедуру, не забывая при этом каждый раз использовать новую (другую) часть чистящего материала.

По завершении чистки осмотрите торец на наличие остаточных загрязнений. Если они присутствуют, возможно, имеется царапина или скол. Попробуйте очистить еще раз или замените кабель.



Рисунок 6.  
Следы после использования спирта.  
Торец требует влажной чистки с помощью  
надлежащего растворителя.

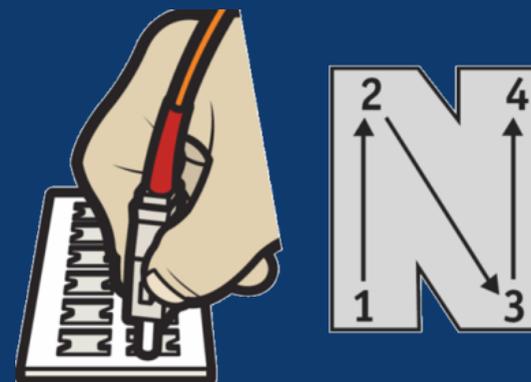


Рисунок 7.  
«От влажного к сухому»: способ чистки с  
помощью нашей специальной карточки для  
очистки торцевых поверхностей волокна.  
Капля моющего средства помещается в точке  
1, а торцевая поверхность перемещается по  
очищающему материалу из точки 1 к точке 4.

## 8. Как обнаружить разрыв или изгиб оптоволоконна сверх допустимого радиуса?

Существует три инструмента, с помощью которых вы можете определить место разрыва, изгиба или другого «происшествия» на оптоволоконном кабеле.

Тестер целостности кабеля (VFL), например, VisiFault™, подсвечивает кабель с помощью лазера видимого диапазона, который показывает «протечки» в местах с неисправностями (ненадежными соединениями, перегибами и разрывами). Этот способ подходит для тех случаев, когда у вас есть возможность визуально осмотреть всю волоконно-оптическую линию. Другое дело, когда длина линии составляет 2 км и при этом часть кабеля проложена под землей. В то же самое время разрывы редко встречаются на подземных участках кабеля. Чаще всего подобные поломки происходят в местах соединений и точках подключения сетевых

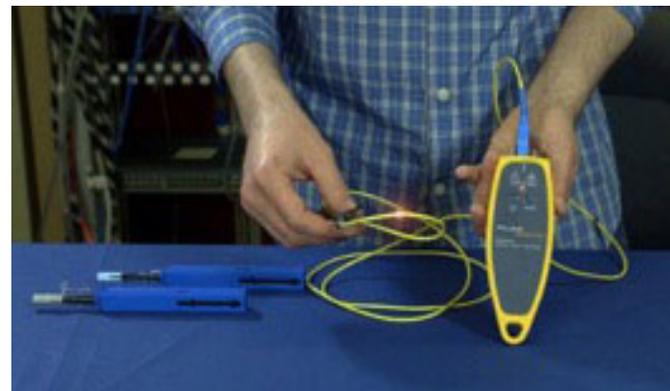


Рисунок 8.

Тестер целостности кабеля используется для поиска дефектных коннекторов, разрывов и повреждений кабеля.

шнуров. Тестеры целостности кабеля особенно полезны для идентификации некачественных сплайсов при использовании стыкуемых пигтейлов, поскольку они находятся близко к концу кабеля. Однако тестер целостности кабеля не поможет обнаружить грязный коннектор.

Рисунок 9.  
Оптический искатель повреждений Fiber QuickMap показывает расстояние до места повреждения



Оптические искатели повреждений, например, Fiber QuickMap™ быстро и эффективно измеряют длину, определяют случаи высоких потерь и разрывы в многомодовой линии длиной до 1500 метров. В этих простых в использовании односторонних оптических искателях повреждений используется технология, аналогичная OTDR. Они отправляют лазерный световой импульс по волокну и замеряют мощность и время отражения света от соединений с высокими потерями и сплайсов, а также от конца волокна. Они идеально подходят для измерения сплайсов с высокими потерями, соединений и разрывов волоконной линии, а также общей длины линии. Кроме того, перед тестированием искатели повреждений QuickMap также обнаруживают имеющиеся оптические сигналы.

Иногда просто выявить проблему с помощью VFL или оптического искателя неисправностей недостаточно

— требуется больше информации. Оптический рефлектометр (OTDR) рассчитывает величину потерь сигнала на основании количества отраженного света или обратно рассеянного излучения. Благодаря этой технологии OTDR может использоваться для поиска обрывов оптического волокна, скручиваний, сплайсов и разъемов, а также для измерения величины потерь из-за этих конкретных событий. Наличие этих данных дает полную картину монтажа оптоволоконной линии и информацию об общем качестве работы. Тестеры OTDR дороже, чем VFL, LSPM/OLTS и оптические искатели повреждений, требуют некоторого опыта, но зато позволяют определять места возникновения, величины потерь и характеристики отдельных событий и поэтому считаются наиболее совершенным инструментом для поиска неисправностей.

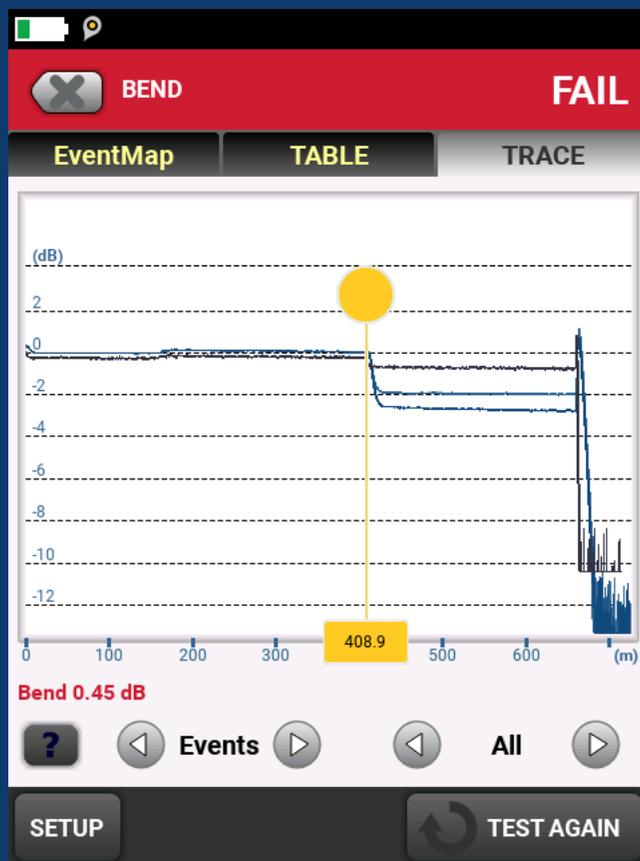


Рисунок 10.

Данные измерений, полученных с помощью рефлектометра OTDR, соответствуют различным событиям на волоконно-оптической линии.

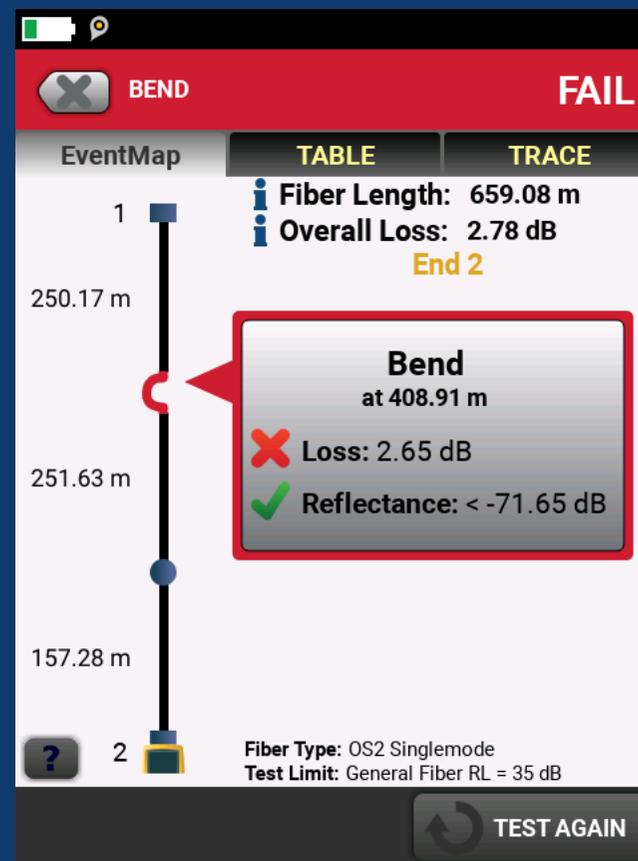


Рисунок 11.

Карта событий OptiFiber™ Pro EventMap™ отображает данные измерений (с рисунка 10) в понятной форме с соответствующей маркировкой результата «ПРОШЕЛ» или «НЕ ПРОШЕЛ». Пользователь может выбрать нужный режим отображения, переключаясь между вкладками EventMap и TRACE.

# Словарь терминов

<b>Сертификационное тестирование</b>	Тестирование качества передачи смонтированной кабельной системы на соответствие применимым стандартам. Сертификация «Уровня 1» требует применения оптического тестера OLTS, «Уровня 2» — OLTS совместно с рефлектометром OTDR.
<b>Канал</b>	Среда передачи, ограниченная с двух сторон приемником и передатчиком.
<b>дБ</b>	Логарифмическая единица измерения, которая выражает величину мощности относительно определенного или подразумеваемого исходного уровня. Обычно ассоциируется с потерями.
<b>дБм</b>	Уровень мощности, выражаемый как логарифм отношения к 1 мВт.
<b>EF</b>	Encircled Flux, метод ввода сигнала в сердцевину многомодового волокна с использованием специальных шаблонов, обеспечивающих незначительные отклонения при распределении мощности по модам во внешних радиусах. Метод гарантирует более согласованные результаты при использовании различного EF-совместимого тестового оборудования.

<b>FiberInspector™</b>	Популярная линейка портативных устройств Fluke Networks для обследования торцевых поверхностей и портов (включая трубки и видеомикроскопы).
<b>Гбит/с</b>	Гигабит в секунду.
<b>Возбуждающее волокно</b>	Отрезок оптоволоконна между тестируемым сегментом линии и оптическим рефлектометром (OTDR), предназначенный для улучшения способности OTDR оценивать качество коннектора на ближнем конце, а также выявлять любые отклонения в первом соединении.
<b>LED</b>	Светодиод, источник света относительно низкой интенсивности.
<b>Линия</b>	Физическая кабельная линия связи для передачи сигнала. Канал состоит из одной или нескольких линий связи, соединенных друг с другом.
<b>Тестер LSPM</b>	Источник света/измеритель мощности, базовый комплект для проверки оптоволоконна, состоящий из источника света и измерителя мощности, с помощью которого определяются оптические потери на линии.
<b>Мбит/с</b>	Мегабит в секунду.
<b>MPO</b>	Вставные многожильные коннекторы (MPO) — это оптоволоконные соединители, состоящие из нескольких оптических волокон. Хотя они определяются как матричные коннекторы более чем с 2 волокнами, MPO-коннекторы обычно доступны с 8, 12 и 24 волокнами для сетей центров обработки данных и LAN.

<b>OLTS</b>	Автоматизированный набор для определения оптических потерь, базовый инструмент для сертификации «Уровня 1» и измерения потерь по всей длине линии.
<b>OTDR</b>	Оптический рефлектометр, мощный тестер волоконно-оптического кабеля, часто используемый для поиска неисправностей. Помимо этого, OTDR применяется совместно с OLTS в рамках сертификации «Уровня 2».
<b>TRC</b>	Тестовый шнур, высококачественный оптоволоконный шнур длиной от 1 до 3 м с высокопроизводительными коннекторами, в идеальном случае — со специальными упрочненными торцевыми поверхностями, обеспечивающими стойкость к механическим повреждениям и возможность многократной вставки без ухудшения рабочих характеристик.
<b>VCSEL</b>	Поверхностно-излучающий лазер с вертикальным резонатором, обычно используемый в источниках света для многомодового оптического волокна. Согласно стандартам, такие лазеры не следует применять в целях тестирования (только для проверки сетей).
<b>Контрольное тестирование</b>	Тестирование качества передачи смонтированной кабельной системы на соответствие минимально необходимым требованиям.
<b>VFL</b>	Тестер целостности кабеля, оптический источник лазерного излучения малой мощности для поиска разрывов и изломов на волоконно-оптической линии.

## Инструменты для тестирования и диагностики ВОЛОКНА

Проверка повреждения или загрязнения разъемов и портов	Одномодовый коннектор	Одномодовый, MPO <sup>1</sup>	Одномодовый, MPO			Одномодовый <sup>1</sup> , MPO <sup>1</sup>			Одномодовый <sup>1</sup> , MPO <sup>1</sup>
Инспекция торцевой поверхности		Одномодовый коннектор	Одномодовый, MPO			Дополнительно			Дополнительно
Освещение портов	✓		✓			Дополнительно			Дополнительно
Автофокус	✓		✓			Дополнительно			Дополнительно
Удаление загрязнений				✓					
Проверка подключения				✓	✓	✓	✓		✓
Проверка полярности				✓	✓	✓	✓		
Проверка общего уровня потерь во всем соединении				✓	✓	✓			
Измерение в двух кабелях одновременно						✓			✓
Базовая сертификация одномодовых кабелей				✓	✓	✓			
Базовая сертификация многомодовых волоконно-оптических модулей Encircled Flux						✓			
Обнаружение неисправностей							✓	✓	✓
Расширенная сертификация									✓
Результаты теста (прошел/не прошел)		✓	✓		✓	✓		✓	✓
Документирование результатов тестирования		✓	✓		✓	✓			✓

	Инспектирование и очистка				Тестирование MPO	Тестирование оптических потерь (базовая сертификация, «Уровень 1»)		Оценка качества и диагностика кабельных систем (расширенная сертификация, «Уровень 2»)		
	Эндоскоп для осмотра оптоволоконна FI-500 FiberInspector™ Micro	Видеомикроскоп FI-7000 FiberInspector™ Pro	Эндоскоп для осмотра оптоволоконна FI-3000 FiberInspector™ Pro и набор FI2-7300 FiberInspector™ Pro MPO	Комплекты для очистки оптического волокна	Тестер MultiFiber™ Pro MPO	Тестер мощности SimpliFiber™ Pro и комплекты для тестирования оптоволоконна	Тестовый набор для определения оптических потерь CertiFiber™ Pro	Визуальный локатор повреждений VisiFault™	Локатор повреждений Fiber QuickMap™	Рефлектометр OptiFiber™ Pro
Проверка повреждения или загрязнения разъемов и портов	Одномодовый коннектор	Одномодовый, MPO <sup>1</sup>	Одномодовый, MPO				Одномодовый <sup>1</sup> , MPO <sup>1</sup>			Одномодовый <sup>1</sup> , MPO <sup>1</sup>
Инспекция торцевой поверхности		Одномодовый коннектор	Одномодовый, MPO				Дополнительно			Дополнительно
Освещение портов	✓		✓				Дополнительно			Дополнительно
Автофокус	✓		✓				Дополнительно			Дополнительно
Удаление загрязнений				✓						
Проверка подключения				✓	✓	✓	✓	✓		✓
Проверка полярности				✓	✓	✓	✓	✓		
Проверка общего уровня потерь во всем соединении				✓	✓	✓	✓			
Измерение в двух кабелях одновременно							✓			✓
Базовая сертификация одномодовых кабелей				✓	✓	✓	✓			
Базовая сертификация многомодовых волоконно-оптических модулей Encircled Flux					Поддержка EF на межпанельном разьеме	с использованием эталонных шнуров EF	✓			
Обнаружение неисправностей								✓	✓	✓
Расширенная сертификация										✓
Результаты теста (прошел/не прошел)		✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓
Документирование результатов тестирования		✓	✓		✓	✓	✓			✓
Поддерживаемые типы волокна	Многомодовый, одномодовый	Многомодовый, одномодовый, MPO	Многомодовый, одномодовый, MPO	Многомодовый, одномодовый, MPO	MPO (многомодовый и одномодовый)	Многомодовый, одномодовый	Многомодовый, одномодовый	Многомодовый, одномодовый	Многомодовый, одномодовый	Многомодовый, одномодовый
Тип источника сигнала					Светодиод, лазер Фабри-Перо	Светодиод, лазер Фабри-Перо	Светодиод, лазер Фабри-Перо	Лазер	Лазер	Светодиод, лазер Фабри-Перо

<sup>1</sup>Дополнительно

# Источники

- **Блог «Кабельные хроники» (Cabling Chronicles):** последние новости из области стандартизации, рекомендации по тестированию и темы из раздела «Введение в кабельные системы».  
[www.flukenetworks.com/blog](http://www.flukenetworks.com/blog)
- **Официальные информационные документы и статьи из базы знаний:** углубленные исследования и полезные рекомендации по вопросам структурированных кабельных систем.  
[www.flukenetworks.com/support](http://www.flukenetworks.com/support)
- **Консультационная помощь и техническое сопровождение** нашего Центра технической поддержки (ТАС).  
Эл. почта: [support@flukenetworks.com](mailto:support@flukenetworks.com)
- **Обучение и сертификация по программе для техников-испытателей Certified Test Technician Training (ССТТ)** по всему миру.  
[www.flukenetworks.com/cctt](http://www.flukenetworks.com/cctt)
- **Привилегированная программа поддержки Gold Services Membership:** полноценное техническое обслуживание и всесторонняя поддержка, включая первоочередной ремонт с предоставлением подменного оборудования, ежегодную калибровку и внеочередную помощь нашего Центра технической поддержки (в том числе, в нерабочее время и в выходные дни).  
[www.flukenetworks.com/gold](http://www.flukenetworks.com/gold)