

# Как правильно выбрать оптический рефлектометр (OTDR)

В настоящем документе для начинающих специалистов рынка оптоволоконной связи приведены основные сведения об оптических рефлектометрах, которые помогут выбрать оборудование, соответствующее требованиям к тестированию.

## Что такое оптический рефлектометр?

Оптический рефлектометр (OTDR) — устройство для тестирования оптоволоконных сетей, позволяющее оценивать состояние оптических сетей связи. OTDR предназначен для выявления, определения местоположения и измерения элементов в любой точке оптоволоконного канала. OTDR требуется доступ только к одному концу оптоволоконного канала, и он выступает в роли однонаправленного радара. Отображая графически состояние тестируемых оптоволоконных кабелей, можно получить представление о состоянии оптоволоконного канала в целом.

## Что измеряет оптический рефлектометр

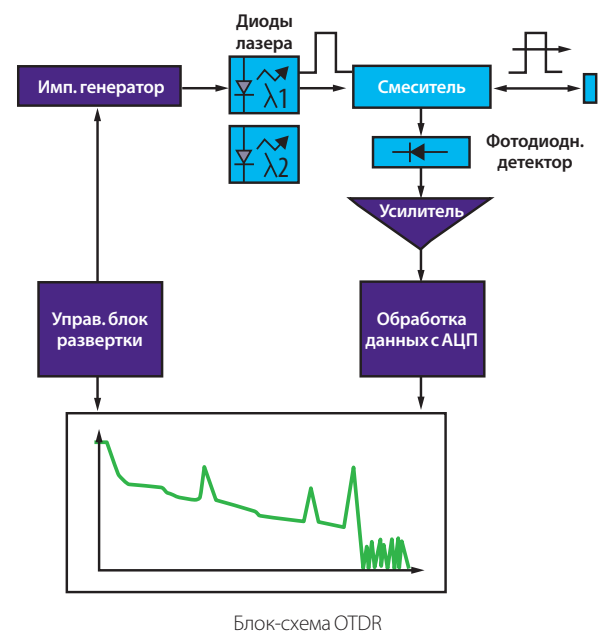
За счет ввода оптических импульсов в один конец оптоволоконного канала и анализа обратного рассеяния и отражения сигналов OTDR измеряет:

### Расстояние в оптоволоконной сети

- до элементов: стыков, разъемов, разветвителей, мультиплексоров и т. д.
- до точек отказа
- до окончания оптоволоконного канала

### Потери, потери на отражение (ORL) / отражение

- потери на стыках и разъемах
- потери на отражение канала или его части
- отражение разъемов
- общее затухание в оптоволоконной сети



Графическое представление оптоволоконного канала, также называемое рефлектограммой

## Для чего нужен оптический рефлектометр?

Тестирование оптоволоконной сети позволяет убедиться в его оптимальном и бесперебойном функционировании, необходимом для работы сети.

### Внешняя кабельная инфраструктура

Операторам сетей связи, передачи видео и данных необходима гарантия защиты инвестиций в оптоволоконные сети. Каждый кабель внешней кабельной инфраструктуры должен быть проверен оптическим рефлектометром для гарантии его правильного монтажа. Для точного документирования свойств кабельных систем специалисты по монтажу должны пользоваться как комплектами для тестирования оптических потерь (источником излучения и измерителем мощности), так и оптическими рефлектометрами. В дальнейшем OTDR могут использоваться для выявления неисправностей, например порывов кабеля при проведении земляных работ.

### Внутренняя кабельная инфраструктура, локальные и городские сети, сети ЦОД и предприятий

Многие подрядчики и владельцы сетей задаются вопросом, насколько необходимо тестирование внутренней кабельной инфраструктуры средствами OTDR. Актуален и вопрос, способно ли тестирование с использованием OTDR заменить традиционное тестирование оптических потерь с использованием измерителя оптической мощности и источника света. Во внутренней кабельной инфраструктуре многие ошибки недопустимы, а бюджет на их устранение ограничен. Для сертификации уровня Tier 1 (согласно стандартам TIA-568C) необходимо тестирование с использованием измерителя оптической мощности и источника света. Тестирование с использованием ODTR (сертификация уровня Tier 2) является передовой методикой, которая позволяет выявить случаи чрезмерных потерь и проверить соответствие стыков и разъемов допускам. Это также единственный способ определить точное местоположение отказа или разрыва. Тестирование оптоволоконного канала с использованием ODTR также помогает в документировании состояния системы на случай будущих проверок.

## О ключевых параметрах OTDR

### Длины волн

В большинстве случаев тестировать оптоволоконно необходимо при той же длине волны, которая используется для передачи данных.

- Для многомодовых оптоволоконных каналов используются длины волны 850 и/или 1300 нм
- Для одномодовых оптоволоконных каналов используются длины волны 1310 и/или 1550 и/или 1625 нм
- Для выявления неисправностей одномодовых оптоволоконных каналов в процессе эксплуатации используются длины волн 1625 или 1650 нм с фильтрацией
- Длины волн стандарта CWDM (от 1271 до 1611 нм с шагом в 20 нм между каналами) используются для запуска в эксплуатацию и выявления неисправностей одномодовых оптоволоконных каналов передачи CWDM-сигнала
- Для FTTH-систем используется длина волны 1490 нм (кроме того, тестирование может проводиться при длине волны 1490 нм, но рекомендуется использовать 1550 нм, чтобы минимизировать дополнительные инвестиции)

Тестирование на одной длине волны позволит выявить только место отказа. На этапе монтажа и при поиске неисправностей

рекомендуется тестирование на двух длинах волны, так как оно позволяет найти изгибы оптоволоконка.

### Динамический диапазон

Динамический диапазон — важная характеристика, поскольку она определяет рабочую дистанцию OTDR. Производители оптических рефлектометров указывают динамический диапазон при максимальной ширине импульса, выражая его в децибелах (дБ). Параметры диапазона расстояний или диапазона отображения, которые иногда указываются, обычно вводят в заблуждение, так как они соответствуют максимальному расстоянию, которое OTDR может отобразить, а не измерить.

Длина волны	1310 нм	1550 нм	1310 нм	1550 нм	1310 нм	1550 нм	1310 нм	1550 нм
Динамический диапазон	35 дБ	35 дБ	40 дБ	40 дБ	45 дБ	45 дБ	50 дБ	50 дБ
Стандартное максимальное расстояние, измеряемое OTDR	80 км	125 км	95 км	150 км	110 км	180 км	125 км	220 км

Фактическое расстояние, измеряемое OTDR, зависит от фактического состояния оптоволоконка и потерь на событие в сети.

## Мертвые зоны

Мертвые зоны — важная характеристика, так как она определяет способность оптического рефлектометра выявлять и измерять два близко расположенных события в оптоволоконных каналах. Производители оборудования указывают мертвые зоны при минимальной ширине импульса и выражают их в метрах (м).

- Мертвая зона по событию (EDZ) — минимальное расстояние, разделяющее два последовательных события отражения (например, два разъема), которое может быть определено OTDR.
- Мертвая зона по затуханию (ADZ) — минимальное расстояние после события отражения (например, двух разъемов), где можно измерить событие без отражения (например, стык).

## Ширина импульса

Соотношение между динамическим диапазоном и мертвой зоной прямо пропорционально. Для тестирования длинных оптоволоконных линий требуется большой динамический диапазон, следовательно нужен более широкий импульс света. С увеличением динамического диапазона увеличивается ширина импульса и мертвая зона (OTDR не сможет определять близко расположенные события). Для коротких расстояний следует использовать импульсы меньшей ширины, чтобы сократить мертвые зоны. Ширина импульса указывается в наносекундах (нс) или микросекундах (мкс).

## Область применения

На рынке присутствует немало моделей оптических рефлектометров, предназначенных для разных видов тестирования и измерения. Хорошее понимание ключевых технических характеристик OTDR, а также того, как именно они будут использоваться, поможет покупателям сделать правильный выбор в соответствии со своими конкретными задачами. Потенциальному покупателю OTDR следует ответить на ряд вопросов:

- Сети какого типа вы будете тестировать? Локальные, FTTH/PON, городские, магистральные?
- Оптоволокно какого типа вы будете использовать? Одно- или многомодовое?
- Какое максимальное расстояние тестирования? 700 метров, 25 километров, 150 километров?
- Измерения какого рода вы будете производить? При строительстве (приемке), поиске неисправностей, в ходе эксплуатации?

## Рекомендуемые OTDR в зависимости от области применения

### Внутренняя кабельная инфраструктура, локальные и городские сети, сети ЦОД и предприятий

Тип оптоволокна	Многомодовое	Одномодовое	Одномодовое и многомодовое
Длины волн	850/1300 нм	1310/1550 нм	850/1300/ 1310/1550 нм
Основные технические характеристики	Минимальный размер мертвых зон для определения и описания близко расположенных событий		

### FTTA, DAS и облачные RAN

Тип оптоволокна	Многомодовое	Одномодовое	Одномодовое и многомодовое
Длины волн	850/1300 нм	1310/1550 нм	850/1300/ 1310/1550 нм
Основные технические характеристики	Минимальный размер мертвых зон для определения и описания близко расположенных событий		

### Сети доступа «точка-точка» / магистральные сети

Тип оптоволокна	Одномодовое
Длины волн	1310/1550 нм
Основные технические характеристики	Динамический диапазон $\leq 35$ дБ при 1550 нм Минимальный размер мертвых зон для определения и описания близко расположенных событий

### Радиально-узловые сети доступа / FTTH / PON

Типы тестирования	Монтаж — до и после разветвителей	Монтаж с одним или каскадом сплиттеров	Выявление неисправностей в процессе эксплуатации
Длины волн	1310/1550 нм	1310/1550 нм	1625 или 1650 нм с фильтрацией
Основные технические характеристики	Динамический диапазон $\leq 35$ дБ при 1550 нм	Динамический диапазон $\geq 35$ дБ при 1550 нм для тестирования с использованием сплиттера типа 1/32	Динамический диапазон не важен
		Динамический диапазон $\geq 40$ дБ при 1550 нм для тестирования с использованием сплиттера типа 1/64	
	Минимальный размер мертвых зон для определения и описания близко расположенных событий	Минимальный размер мертвых зон PON-сетей и после разветвителей + автоматический захват групп импульсов	Минимальный размер мертвых зон для определения и описания близко расположенных событий + автоматический захват групп импульсов

### CWDM и DWDM

Типы тестирования	Монтаж, выделение длины волны или выявление неисправностей
Длины волн CWDM	От 1271 до 1611 нм с шагом в 20 нм между каналами
Длины волн DWDM	Настройка C-диапазона от C62 до C12 (1527,99 – 1567,95 нм)
Основные технические характеристики	Динамический диапазон $\geq 35$ дБ для тестирования MUX/DEMUX и OADM-мультиплексоров
	Минимальный размер мертвых зон для определения и описания близко расположенных событий
	Встроенный источник непрерывного излучения для проверки целостности волокна

### Городские, магистральные и сверхдальние сети

Тип сети	Городские и магистральные сети	Сверхдальние сети	Ультрадальние сети
Длины волн	1310/1550/1625 нм	1310/1550/1625 нм	1550/1625 нм
Основные технические характеристики	Динамический диапазон $\geq 40$ дБ при 1550 нм	Динамический диапазон $\geq 45$ дБ при 1550 нм	Динамический диапазон $\geq 50$ дБ
	Минимальный размер мертвых зон для определения и описания близко расположенных событий		

### Несколько областей применения

Тип сети	Локальные и сети доступа	От городских до сверхдальних
Длины волн	850/1300/1310/1550 нм (опционально 1625 нм)	1310/1550/1625 нм (добавление внешнего фильтра длины волны 1625 нм делает возможным использование OTDR для выявления неисправностей в сетях FTTH/PON)
Основные технические характеристики	Динамический диапазон: Не подходит для многомодового оптоволокна; $\leq 35$ дБ при длине 1550 нм для одномодового	Наибольший динамический диапазон
	Минимально возможные мертвые зоны	
	Модульная платформа, которая адаптируется к потребностям в тестировании и обеспечивает наибольшую гибкость	

## Прочие важные технические характеристики OTDR при тестировании сетей FTTH/PON

Для замеров каждого сегмента PON-сети и определения всех «событий» по оптоволоконному каналу от ONT (клиента) до OLT (центрального офиса) традиционному оптическому рефлектометру требуется выполнить несколько ручных тестов (получений параметров) для каждого из них.

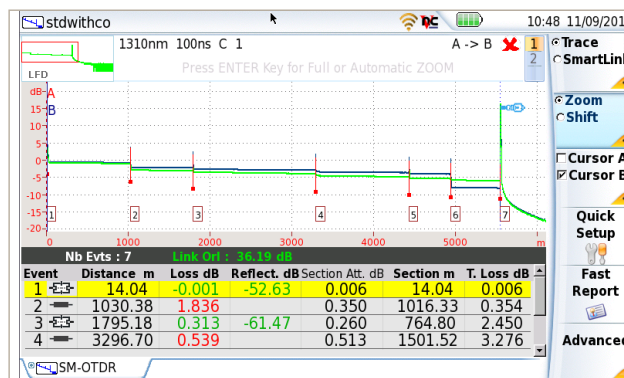
В последних моделях устройств для PON-сетей параметры тестирования корректируются для автоматического получения различных параметров при разной ширине импульса так, чтобы получить оптимальные результаты тестирования и выявить все «события» (изгибы, стыки, разъемы) до и после разветвителей PON. Настоятельно рекомендуется проверить, есть ли у оптического рефлектометра такая функция перед тем, как выбирать его для тестирования оптоволоконна с одним или несколькими последовательными оптическими PON-разветвителями.

## Результаты OTDR-тестирования

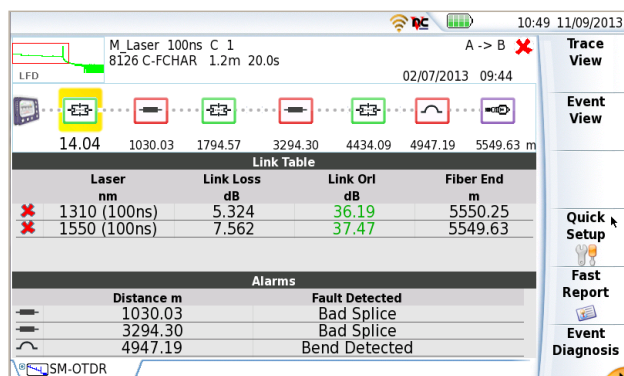
Работа с оптическим рефлектометром не сопряжена с существенными трудностями, однако для получения правильных результатов тестирования требуется знать оптимальные методики тестирования оптоволоконна. Анализировать и правильно интерпретировать рефлектограммы могут только обученные и опытные технические специалисты. Недостаток квалификации усложняет работу с оптическим рефлектометром и понимание результатов. Интеллектуальное программное приложение, встроенное в устройство, помогает техническим специалистам эффективнее использовать OTDR и не требует понимания или толкования рефлектограмм. Оно схематически показывает проверяемый оптоволоконный канал, автоматически распознает и интерпретирует каждое событие и отображает его в виде значка, упрощая понимание. При этом специалисты обязательно должны обладать навыком сопоставления этих результатов с оригинальной рефлектограммой.

Факторы, которые следует учитывать при выборе оптического рефлектометра, включают:

- **Размер и вес** — важны, если вам необходимо подниматься на вышку сотовой связи или работать в помещении
- **Диагональ экрана** — не менее 5 дюймов; устройства с меньшими экранами дешевле, но анализ рефлектограмм на них сложнее
- **Срок работы от батареи** — оптический рефлектометр должен отработать день в полевых условиях; не менее 8 часов
- **Хранение результатов тестирования или рефлектограмм** — объем внутренней памяти должен быть не менее 128 Мбайт; желательна возможность подключать внешние носители, например USB-накопители
- **Беспроводные технологии Bluetooth и/или Wi-Fi** — возможности беспроводного подключения упрощают экспорт результатов тестирования на ПК/ноутбуки/планшеты
- **Модульность / возможности модернизации** — модульная платформа или платформа с возможностями модернизации будет лучше отвечать вашим изменяющимся потребностям в тестировании; она может быть дороже на момент покупки, но дешевле в долгосрочной перспективе
- **Наличие ПО для последующей обработки** — хотя редактировать и документировать информацию о тестировании можно и на самом устройстве, проще и намного удобнее делать это с помощью ПО для последующей обработки данных



Вид рефлектограммы



Вид результатов рефлектометрии с использованием значков

## Передовые методики оптической рефлектометрии

Ряд методик обеспечивает достоверность результатов оптической рефлектометрии.

### Использование согласующих/принимающих кабелей

Для проверки разъемов ближнего и дальнего концов методом оптической рефлектометрии используйте согласующие и принимающие кабели (катушки оптоволокна определенной длины) в начале и в конце тестируемого канала. Длина согласующих и принимающих кабелей зависит от тестируемого канала, но как правило, для многомодового оптоволокна она составляет от 300 до 500 м, а для одномодового — от 1000 до 2000 м. Для дальнемагистральных каналов может использоваться кабель длиной 4000 м. Длина оптоволокна во многом зависит от мертвой зоны по затуханию оптического рефлектометра, которая является функцией ширины импульса. Чем она шире, тем длиннее должны быть согласующие и принимающие кабели. В то же время, если оптический рефлектометр поддерживает функцию группы импульсов, их длину можно уменьшить до 20 м. Согласующие/принимающие кабели должны быть того же типа, что и испытываемое оптоволокно.

### Профилактическая проверка разъемов

Один грязный разъем может повлиять на прохождение сигнала по всему волокну. Профилактическая проверка каждого разъема оптоволокна с использованием микроскопа значительно снизит время простоя и поиска неисправности. Всегда соблюдайте простую процедуру «Проверяйте перед подключением»™, чтобы убедиться в чистоте торцевых поверхностей перед соединением разъемов. Загрязнение порта оптического рефлектометра или разъема согласующего/принимающего кабеля влияет на результаты оптической рефлектометрии. Их нужно проверять и очищать перед подключением кабеля.

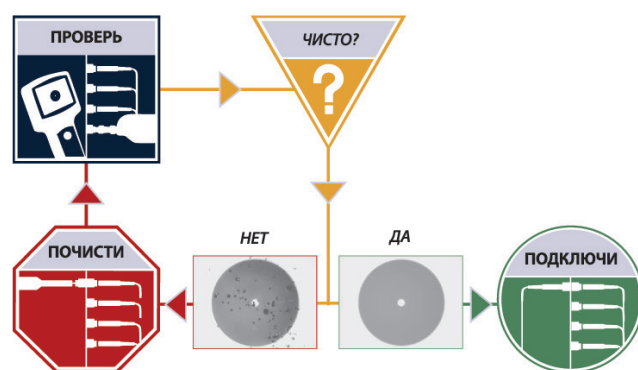


Схема процедуры «Проверяйте перед подключением»

### Краткие выводы

Оптимизированная инфраструктура оптоволоконной сети предоставляет клиентам надежные и разнообразные услуги. Довольные клиенты — залог лояльности, быстрого возврата инвестиций и стабильной прибыли. Оптический рефлектометр — ключевое измерительное устройство для технического обслуживания и выявления неисправностей в оптоволоконных сетях. Перед выбором оптического рефлектометра следует учесть сценарии его применения и проверить, соответствуют ли технические характеристики устройства этим сценариям. Для получения дополнительных сведений посетите страницу веб-сайта компании VIAVI об [оптической рефлектометрии](#).

### Справочные ресурсы

1. Техническая документация VIAVI Solutions: «Достижение соответствия качества оптических соединителей стандарту IEC посредством автоматизации процесса систематической профилактической проверки разъемов»
2. Буклет VIAVI: «Справочное руководство VIAVI по тестированию оптоволокна, часть 1»
3. Плакат VIAVI: «Описание оптической рефлектометрии во временной области»



Свяжитесь с нами : **+1 844 GO VIAVI**  
(+1 844 468 4284)  
+7 495 956 4760

Чтобы узнать, где находится ближайший к вам офис,  
зайдите на сайт [viavisolutions.com/Контакты](http://viavisolutions.com/Контакты)

© 2018 VIAVI Solutions Inc.  
Спецификации и описания продукции  
в этом документе могут быть изменены  
без предварительного уведомления.  
[otdr-wp-tfs-nse-ru](mailto:otdr-wp-tfs-nse-ru)  
30187658 902 0319