



Международный союз электросвязи

МСЭ-Т

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

L.53

(05/2003)

СЕРИЯ L: КОНСТРУКЦИЯ, ПРОКЛАДКА И ЗАЩИТА
КАБЕЛЕЙ И ДРУГИХ ЭЛЕМЕНТОВ ЛИНЕЙНО-
КАБЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

**Критерии технического обслуживания
волоконно-оптических кабелей в сетях
доступа**

Рекомендация МСЭ-Т L.53

Рекомендация МСЭ-Т L.53

Критерии технического обслуживания волоконно-оптических кабелей в сетях доступа

Резюме

В этой Рекомендации рассматриваются аспекты технического обслуживания волоконно-оптических кабелей в сетях доступа. Описываются фундаментальные требования, обслуживаемая область, действия по тестированию и обслуживанию сети, а также методы разработки соответствующего руководства для поддержки оптических сетей с топологиями "точка–много точек" и "кольцо".

Источник

Рекомендация МСЭ-Т L.53 утверждена 6-й Исследовательской комиссией МСЭ-Т (2001–2004 гг.) 14 мая 2003 года в соответствии с процедурой, изложенной в Рекомендации МСЭ-Т A.8.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Международный союз электросвязи (МСЭ) является специализированным учреждением Организации Объединенных Наций в области электросвязи. Сектор стандартизации электросвязи (МСЭ-Т) – постоянный орган МСЭ. МСЭ-Т отвечает за изучение технических, эксплуатационных и тарифных вопросов и за выпуск Рекомендаций по ним с целью стандартизации электросвязи на всемирной основе.

Всемирная ассамблея по стандартизации электросвязи (ВАСЭ), которая проводится каждые четыре года, определяет темы для изучения Исследовательскими комиссиями МСЭ-Т, которые, в свою очередь, вырабатывают Рекомендации по этим темам.

Утверждение Рекомендаций МСЭ-Т осуществляется в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции 1 ВАСЭ.

В некоторых областях информационных технологий, которые входят в компетенцию МСЭ-Т, необходимые стандарты разрабатываются на основе сотрудничества с ИСО и МЭК.

ПРИМЕЧАНИЕ

В настоящей Рекомендации термин "администрация" используется для краткости и обозначает как администрацию электросвязи, так и признанную эксплуатационную организацию.

Соответствие положениям данной Рекомендации является добровольным делом. Однако в Рекомендации могут содержаться определенные обязательные положения (для обеспечения, например, возможности взаимодействия или применимости), и тогда соответствие данной Рекомендации достигается в том случае, если выполняются все эти обязательные положения. Для выражения требований используются слова "shall" ("должен", "обязан") или некоторые другие обязывающие термины, такие как "must" ("должен"), а также их отрицательные эквиваленты. Использование таких слов не предполагает, что соответствие данной Рекомендации требуется от каждой стороны.

ПРАВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

МСЭ обращает внимание на то, что практическое применение или реализация этой Рекомендации может включать в себя использование заявленного права интеллектуальной собственности. МСЭ не занимает какую бы то ни было позицию относительно подтверждения, обоснованности или применимости заявленных прав интеллектуальной собственности, независимо от того, отстаиваются ли они членами МСЭ или другими сторонами вне процесса подготовки Рекомендации.

На момент утверждения настоящей Рекомендации МСЭ не получил извещения об интеллектуальной собственности, защищенной патентами, которые могут потребоваться для реализации этой Рекомендации. Однако те, кто будет применять Рекомендацию, должны иметь в виду, что это может не отражать самую последнюю информацию, и поэтому им настоятельно рекомендуется обращаться к патентной базе данных БСЭ.

© МСЭ 2004

Все права сохранены. Никакая часть данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких-либо средств без письменного разрешения МСЭ.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Область применения	1
2 Ссылки	1
3 Термины и определения	2
4 Сокращения	2
5 Основные требования	3
5.1 Сетевые топологии	3
5.2 Обслуживаемая область	4
5.3 Действия по тестированию и обслуживанию	4
6 Методы тестирования и обслуживания	5
6.1 Методы тестирования и обслуживания для сетей доступа с топологией "точка–много точек"	6
6.2 Методы тестирования и обслуживания для сетей доступа с топологией "кольцо"	7
7 Длина волны для выполнения тестирования и техобслуживания	7
Добавление I – Практические решения для сети доступа с топологией "точка–много точек"	8
I.1 Японский опыт	8
Добавление II – Практические решения для сети доступа с топологией "кольцо"	12
II.1 Индонезийский опыт	12
II.2 Японский опыт	15
Добавление III – Информация о детекторе увлажнения оптоволоконных кабелей	17
III.1 Введение	17
III.2 Структура детектора	18
III.3 Принцип обнаружения воды	18
III.4 Характеристики детектора	19

Введение

В связи с развитием в последнее время услуг, предоставляемых оптическими сетями, все большее применение в мире находят оптические сети различных топологий, включая пассивные оптические сети (PON) и сети с топологией "кольцо" с применением мультиплексоров (ADM). Наиболее важными с точки зрения стоимости и эффективности являются оптические сети, построенные по топологии "кольцо" или "точка–много точек". Однако метод тестирования и технического обслуживания, который применяется для обычных сетей с топологией "звезда" (см. Рекомендации МСЭ-Т L.25 и L.40), не может быть адаптирован для этих топологий. Оптические сети стремительно расширяются за счет увеличения объема IP-услуг. Для эффективного тестирования и поддержания рабочего состояния оптических сетей необходимо определить идентичные критерии техобслуживания как для сетей "точка–много точек", так и для сетей, построенных по топологии "кольцо".

Критерии технического обслуживания оптических кабелей в сетях доступа

1 Область применения

В этой Рекомендации рассматриваются построение зоны техобслуживания, аспекты технического обслуживания и тестирования, а также критерии оптических сетей с топологиями "точка–много точек" и "кольцо".

2 Ссылки

Нижеследующие Рекомендации МСЭ-Т и другие источники содержат положения, которые путем ссылок на них в данном тексте составляют положения настоящей Рекомендации. На момент публикации указанные издания были действующими. Все Рекомендации и другие источники являются предметом пересмотра; поэтому всем пользователям данной Рекомендации предлагается рассмотреть возможность применения последнего издания Рекомендаций и других ссылок, перечисленных ниже. Перечень действующих на настоящий момент Рекомендаций МСЭ-Т публикуется регулярно. Ссылка на документ, приведенный в настоящей Рекомендации, не придает ему как отдельному документу статус Рекомендации.

- ITU-T Recommendation G.652 (2003), *Characteristics of a single-mode optical fibre cable*.
- ITU-T Recommendation G.694.1 (2002), *Spectral grids for WDM applications: DWDM frequency grid*.
- ITU-T Recommendation G.694.2 (2002), *Spectral grids for WDM applications: CWDM wavelength grid*.
- ITU-T Recommendation G.983.1 (1998), *Broadband optical access systems based on Passive Optical Networks (PON)*.
- ITU-T Recommendation G.983.2 (2002), *ONT management and control interface specification for B-PON*.
- ITU-T Recommendation G.983.3 (2001), *A broadband optical access system with increased service capability by wavelength allocation*.
- ITU-T Recommendation G.983.4 (2001), *A broadband optical access system with increased service capability using Dynamic Bandwidth Assignment (DBA)*.
- ITU-T Recommendation G.983.5 (2002), *A broadband optical access system with enhanced survivability*.
- ITU-T Recommendation G.983.6 (2002), *ONT management and control interface specifications for B-PON system with protection features*.
- ITU-T Recommendation G.983.7 (2001), *ONT Management and Control Interface specification for Dynamic Bandwidth Assignment (DBA) B-PON system*.
- ITU-T Recommendation G.983.8 (2003), *B-PON OMCI support for IP, ISDN, video, VLAN tagging, VC cross-connections, and other select functions*.
- ITU-T Recommendation G.984.1 (2003), *Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): General characteristics*.
- ITU-T Recommendation L.25 (1996), *Optical fibre cable network maintenance*.
- ITU-T Recommendation L.40 (2000), *Optical fibre outside plant maintenance support, monitoring and testing system*.
- ITU-T Recommendation L.41 (2000), *Maintenance wavelength on fibres carrying signals*.

- ITU-T Recommendation L.42 (2003), *Extending optical fibre solutions into the access network*.
- ITU-T Recommendation L.52 (2003), *Deployment of Passive Optical Networks (PON)*.
- IEC 61746 Ed.1.0 (2001), *Calibration of optical time-domain reflectometers (OTDRs)*.

3 Термины и определения

В этой Рекомендации используются определения, приведенные в Рекомендациях МСЭ-Т G.652, G.694.1, G.694.2, G.983.1, G.983.8, L.25, L.40, L.41, L.52, а также в IEC 61746 Ed.1.0.

3.1 сеть доступа: Оптоволоконная сеть, которая связывает оборудование поставщика услуг с заказчиками домашнего или делового сектора для реализации принципов FTTH, FTTC и др.

3.2 сеть доступа, построенная по топологии "точка–много точек": Сеть доступа, связывающая OLT поставщика услуг с несколькими ONU потребителей [L.42].

3.3 сеть, построенная по топологии "кольцо": Закольцованная оптическая сеть, связывающая OLT поставщика услуг с ONU в зданиях заказчика.

3.4 обслуживаемая область: Участок оптоволоконного кабеля, на котором проводятся мероприятия по испытанию и обслуживанию волокон на сети доступа.

3.5 наблюдение: Используется для мониторинга состояния сетевых элементов (NE). Такое наблюдение обеспечивает выполнение двух функций: информировать об ухудшении в работе NE до появления неисправности, а также для информирования о ненормальном состоянии NE при неисправности.

3.6 управление: Используется для восстановления нормального состояния NE и для принятия мер по поддержанию качества работы сети [L.52, L.40].

4 Сокращения

В этой Рекомендации используются следующие сокращения:

ADM	Мультиплексор ввода/вывода
B-OTDR	Бриллюэновский оптический временной рефлектометр (измеритель отраженного сигнала)
CB	Здание заказчика
CO	Центральный офис
FTTC	Доведение оптического кабеля до распределительного шкафа
FTTH	Доведение оптического кабеля до пользователя
H-OTDR	Оптический временной рефлектометр с высоким пространственным разрешением
ID light	Идентификационный свет
OLT	Оптический терминал
ONU	Элемент оптической сети
OTDR	Оптический временной рефлектометр
PON	Пассивная оптическая сеть
RT	Удаленный терминал

5 Основные требования

5.1 Сетевые топологии

5.1.1 Сеть доступа с топологией "точка–много точек"

Базовая конфигурации сети доступа с топологией "точка–много точек" показана на рисунке 1.

Вариант 1: Разветвитель внутреннего размещения в центральном офисе поставщика услуг;

Вариант 2: Разветвитель наружного размещения (пассивный и активный);

Вариант 3: Разветвитель внутреннего размещения (пассивный и активный) в здании заказчика.

5.1.2 Сеть доступа с топологией "кольцо"

Базовая конфигурации сети доступа с топологией "кольцо" показана на рисунке 2.

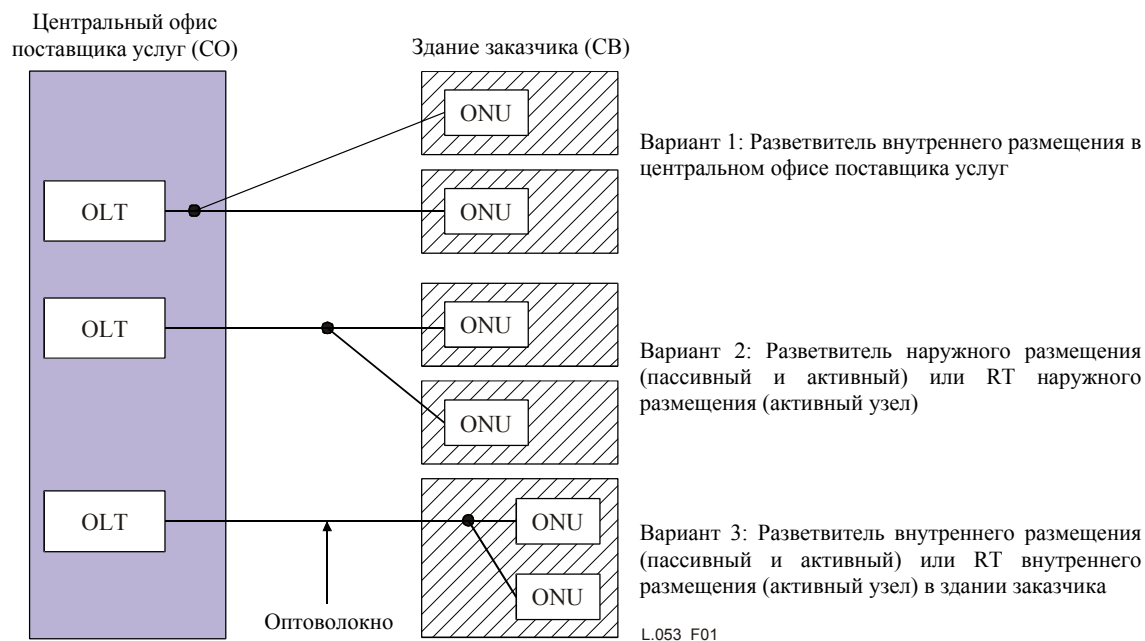


Рисунок 1/L.53 – Конфигурация сети доступа с топологией "точка–много точек"

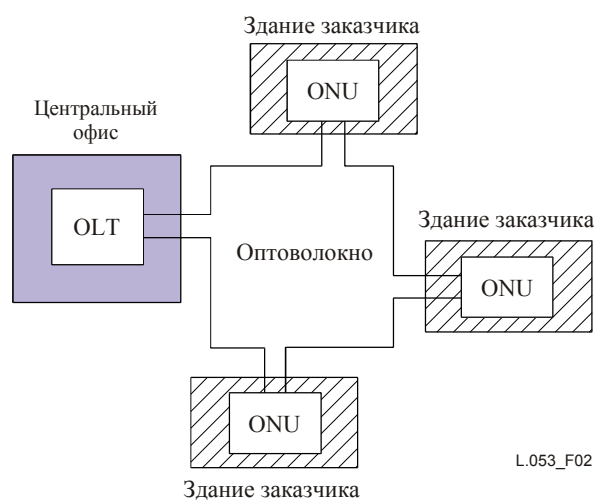


Рисунок 2/L.53 – Конфигурация сети доступа с топологией "кольцо"

5.2 Обслуживаемая область

Классификация зон техобслуживания может производиться следующим образом:

5.2.1 Обслуживаемая область для сети доступа с топологией "точка–много точек"

Обслуживаемыми областями сети доступа с топологией "точка–много точек" на рисунке 1 являются:

Вариант 1: Оптоволокно между OLT и ONU в соответствии с вариантом 1 на рисунке 1. (Все секции);

Вариант 2: Оптоволокно между OLT и ONU в соответствии с вариантом 2 на рисунке 1. (Все секции);

Вариант 3: Оптоволокно между OLT и разветвителем внутреннего размещения.

5.2.2 Обслуживаемая область для сети доступа с топологией "кольцо"

Обслуживаемой областью сетей доступа с топологией "кольцо" на рисунке 2 являются все секции сети.

5.3 Действия по тестированию и обслуживанию

5.3.1 Действия по тестированию и обслуживанию сетей доступа с топологией "точка–много точек"

Действия по обслуживанию сетей доступа с топологией "точка–много точек" классифицируются в соответствии с Таблицей 1.

Таблица 1/L.53 – Действия по тестированию и обслуживанию сетей доступа с топологией "точка–много точек"

Категория	Вид деятельности	Действие по тестированию и обслуживанию	Требование
Предупреждающее техобслуживание	Наблюдение (например, периодическое тестирование, непрерывное тестирование)	Обнаружение увеличения потерь в стекловолокне	Не обязательно
		Обнаружение увеличения потери мощности сигнала	Не обязательно
		Обнаружение проникновения влаги	Не обязательно
	Тестирование (например, тестирование ухудшения стекловолокна)	Поиск мест повреждения стекловолокна	Не обязательно
		Поиск мест напряжений стекловолокна	Не обязательно
		Поиск мест проникновения влаги	Не обязательно
Техобслуживание после установки, перед вводом в эксплуатацию или после сбоя	Управление (например, управление сетевым элементом)	Идентификация стекловолокна	Не обязательно
		Передача по стекловолокну	Не обязательно
	Наблюдение (например, получение аварийных сигналов от системы передачи или жалоб от заказчиков)	Действия в соответствии с аварийным сигналом от системы передачи	Не обязательно
		Действия в соответствии с жалобой заказчика	Не обязательно
		Подтверждение состояния стекловолокна	Обязательно
	Тестирование (например, техобслуживание после установки, тестирование мест повреждения стекловолокна)	Обнаружение сбоя между оборудованием передачи и волоконно-оптической сетью	Обязательно
		Поиск места повреждения стекловолокна	Обязательно
	Управление (например, прокладка, ремонт или замена кабеля)	Идентификация стекловолокна	Обязательно
		Передача по стекловолокну	Не обязательно
		Хранение базы данных по элементам сети внешнего размещения	Обязательно
		Информация о кабельной трассе	Не обязательно

5.3.2 Действия по тестированию и обслуживанию сетей доступа с топологией "кольцо"

Действия по обслуживанию сетей доступа с топологией "кольцо" классифицируются в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2/L.53 – Действия по тестированию и обслуживанию сетей доступа с топологией "кольцо"

Категория	Вид деятельности	Действие по тестированию и обслуживанию	Требование
Предупреждающее техобслуживание	Наблюдение	Обнаружение увеличения потерь в стекловолокне	Не обязательно
		Обнаружение увеличения потери мощности сигнала	Не обязательно
		Обнаружение проникновения влаги	Не обязательно
	Тестирование	Поиск мест повреждения стекловолокна	Не обязательно
		Поиск мест напряжений стекловолокна	Не обязательно
		Поиск мест проникновения влаги	Не обязательно
Техобслуживание после установки, перед вводом в эксплуатацию или после сбоя	Наблюдение	Идентификация стекловолокна	Не обязательно
		Передача по стекловолокну	Не обязательно
	Тестирование	Действия в соответствии с аварийным сигналом от системы передачи	Не обязательно
		Действия в соответствии с жалобой заказчика.	Не обязательно
		Подтверждение состояния стекловолокна	Обязательно
	Управление	Обнаружение сбоя между оборудованием передачи и волоконно-оптической сетью	Обязательно
		Поиск места повреждения стекловолокна	Обязательно
		Идентификация стекловолокна	Обязательно
		Передача по стекловолокну	Не обязательно
		Хранение базы данных по элементам сети внешнего размещения	Обязательно
		Информация о кабельной трассе	Не обязательно

6 Методы тестирования и обслуживания

Существует несколько способов выполнения указанных действий по тестированию и обслуживанию. Наиболее часто используются: тестирование с помощью OTDR, проверка потерь, контроль соразмерности мощности сигнала (контроль мощности), а также способ обнаружения идентификационного света.

6.1 Методы тестирования и обслуживания для сетей доступа с топологией "точка–много точек"

Таблица 3/L.53 – Методы тестирования, применимые к сетям доступа с топологией "точка–много точек"

Категория	Вид деятельности	Действия	Методы
Предупреждающее техобслуживание	Наблюдение	Обнаружение увеличения потерь в стекловолокне	OTDR/проверка потерь
		Обнаружение увеличения потери мощности сигнала	Контроль мощности
		Обнаружение проникновения влаги	OTDR проверка
	Тестирование	Поиск мест повреждения стекловолокна	OTDR (примечание 1)
		Поиск мест напряжений стекловолокна	B-OTDR проверка
		Поиск мест проникновения влаги	OTDR проверка (примечание 1)
	Управление	Идентификация стекловолокна	OTDR проверка (примечание 1) / 1D идентификационный свет (примечание 2)
Передача по стекловолокну		Переключение (примечание 3)	
Техобслуживание после установки, перед вводом в эксплуатацию или после сбоя	Наблюдение	Действия в соответствии с аварийным сигналом от системы передачи	Режим онлайн / внешняя среда
		Действия в соответствии с жалобой заказчика	
	Тестирование	Подтверждение состояния стекловолокна	OTDR/проверка потерь (примечание 1)
		Обнаружение сбоя между оборудованием передачи и волоконно-оптической сетью	OTDR/проверка потерь (примечание 1)
		Поиск места повреждения стекловолокна	OTDR проверка (примечание 1)
	Управление	Идентификация стекловолокна	OTDR (примечание 1)/ идентификационный свет (примечание 2)
		Передача по стекловолокну	Переключение (примечание 3)
		Хранение базы данных по элементам сети внешнего размещения	Режим онлайн / внешняя среда
		Информация о кабельной трассе	Режим онлайн / внешняя среда
	ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Для мониторинга оптических волокон до и после разветвителя наружного размещения может быть использован OTDR с высоким пространственным разрешением (H-OTDR).		
ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Идентификационный свет может быть смодулирован с частотой 270 Гц, 1 кГц или 2 кГц.			
ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Переключение может осуществляться как вручную, так и механическими средствами.			

6.2 Методы тестирования и обслуживания для сетей доступа с топологией "кольцо"

Таблица 4/L.53 – Методы тестирования, применимые к сетям доступа с топологией "кольцо"

Категория	Вид деятельности	Действия	Методы
Предупреждающее техобслуживание	Наблюдение	Обнаружение увеличения потерь в стекловолокне	OTDR/проверка потерь
		Обнаружение увеличения потери мощности сигнала	Контроль мощности
		Обнаружение проникновения влаги	OTDR проверка
	Тестирование	Поиск мест повреждения стекловолокна	OTDR проверка
		Поиск мест напряжений стекловолокна	B-OTDR проверка
		Поиск мест проникновения влаги	OTDR проверка
	Управление	Идентификация стекловолокна	ID идентификационный свет (примечание 1)
Передача по стекловолокну		Переключение (Примечание 2)	
Техобслуживание после установки, перед вводом в эксплуатацию или после сбоя	Наблюдение	Действия в соответствии с аварийным сигналом от системы передачи	Режим онлайн/внешняя среда
		Действия в соответствии с жалобой заказчика.	Режим онлайн/внешняя среда
	Тестирование	Подтверждение состояния кабеля	OTDR/проверка потерь
		Обнаружение сбоя между оборудованием передачи и волоконно-оптической сетью	OTDR/проверка потерь
		Поиск места повреждения стекловолокна	OTDR проверка
	Управление	Идентификация стекловолокна	ID Идентификационный свет (примечание 1)
		Передача по стекловолокну	Переключение (примечание 2)
Хранение базы данных по элементам сети внешнего размещения		Режим онлайн/внешняя среда	
Информация о кабельной трассе	Режим онлайн/внешняя среда		
ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Идентификационный свет может быть модулирован с частотой 270 Гц, 1 кГц, 2 кГц.			
ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Переключение может осуществляться как вручную, так и механическими средствами.			

7 Длина волны для выполнения тестирования и техобслуживания

Важно правильно выбрать длину волны для проведения тестирования и техобслуживания оптоволоконной сети. Особенно важно, чтобы при проведении обслуживания в сети не прерывалась передача данных. Рекомендация МСЭ-Т содержит основные требования по выбору длины волны для проведения обслуживания. В таблице 5 содержатся дополнительные требования, которые определены в соответствии с приведенными действиями по проведению тестирования и обслуживания. Эти требования могут быть использованы для сетей доступа с топологиями "точка–много точек" и "кольцо".

Таблица 5/L.53 – Выбор длины волны для проведения техобслуживания

Категория	Вид деятельности	Действия	Методы
Предупреждающее техобслуживание	Наблюдение	Обнаружение увеличения потерь в стекловолокне	Длина волны техобслуживания (примечание)
		Обнаружение увеличения потери мощности сигнала	Длина волны сигнала
		Обнаружение проникновения влаги	Любая длина волны в стекловолокне без передачи сигналов
	Тестирование	Поиск мест повреждения стекловолокна	Любая длина волны в стекловолокне без передачи сигналов
		Поиск мест напряжений стекловолокна	Любая длина волны в стекловолокне без передачи сигналов
		Поиск мест проникновения влаги	Любая длина волны в стекловолокне без передачи сигналов
	Управление	Идентификация стекловолокна	Длина волны техобслуживания (примечание)
Передача по стекловолокну		Нет	
Техобслуживание после установки, перед вводом в эксплуатацию или после сбоя	Наблюдение	Действия в соответствии с аварийным сигналом от системы передачи	Нет
		Действия в соответствии с жалобой заказчика	Нет
	Тестирование	Подтверждение состояния стекловолокна	Любая длина волны
		Обнаружение сбоя между оборудованием передачи и волоконно-оптической сетью	Любая длина волны
		Поиск места повреждения стекловолокна	Любая длина волны
	Управление	Идентификация стекловолокна	Любая длина волны
		Передача по стекловолокну	Нет
		Хранение базы данных по элементам сети внешнего размещения	Нет
Информация о кабельной трассе		Нет	
ПРИМЕЧАНИЕ. – См. Рекомендацию МСЭ-Т L.41, Длина волны техобслуживания в стекловолокне, передающем сигналы.			

Добавление I

Практические решения для сети доступа с топологией "точка–много точек"

I.1 Японский опыт

В этом Добавлении описан метод поиска повреждения в оптических сетях с топологией "точка–много точек" с использованием оптического временного рефлектометра с высоким разрешением.

I.1.1 Введение

Для подключения к широкополосной сети необходимо использовать тысячи оптических волокон на сети доступа. Для уменьшения стоимости развертывания, обслуживания сети, а также для улучшения качества предоставления услуг крайне важно использовать систему тестирования оптических линий. Мы уже разработали подобную систему под названием AURORA (AUtomatic optical fibeR OpeRation support system – Автоматическая система поддержки эксплуатации оптического волокна) [1]. Кроме того, мы расширили диапазон использования этой системы для сетей различной структуры [2]. В данный момент пассивные оптические сети с оптическими разветвителями, установленными в

оптических муфтах и стойках рядом с оборудованием заказчика, находят все более широкое применение в сетях доступа для предоставления конечному заказчику высокоскоростных IP-услуг [3]. Однако эта система тестирования не может быть использована для мониторинга оптических волокон в сетях PON с разветвителями. Таким образом, нами разработан и испытан прототип системы, который может выделять повреждения оптических волокон в сетях PON.

I.1.2 Система тестирования оптических линий для PON

I.1.2.1 Конфигурация системы

На рисунке I.1 показана конфигурация нашей системы тестирования оптоволоконных линий для сети PON с оптическим разветвителем, установленным в оптической муфте, находящейся в воздухе. Система состоит из тестового оборудования (TE), включающего оптический временной рефлектометр (OTDR), устройства выбора оптических волокон (FS), оптические соединители и оптические фильтры. TE и FS установлены в помещении кабельных окончаний центрального офиса поставщика услуг. Оптические соединители добавляют тестовый свет в оптическую линию, а оптические фильтры, расположенные перед оптическим терминалом (OLT), и элементы оптической сети (ONU) пропускают только сигналы передачи данных, отфильтровывая тестовый свет. Оптические фильтры, расположенные перед ONU, отражают тестовый свет, полученный от OTDR для выделения поврежденных волокон. Управляющий терминал дает сигнал TE на выполнение различных тестов оптических волокон по сети передачи данных (DCN). TE проводит тесты с помощью OTDR, и FS и возвращает их результат на управляющий терминал. Эта система позволяет выполнять автоматические измерения с помощью OTDR, определять характеристики оптоволокна, а также определяет наличие повреждения и его расположение без ухудшения качества передачи.

Существуют два метода мониторинга разветвленной оптической сети PON с использованием OTDR. Для одного используется метод измерения обратного света из ответвленных оптических кабелей [4]. Этот метод применим для поиска повреждений оптических волокон в том случае, если длина каждого ответвленного волокна составляет более 100 м. Мы выбрали второй метод, в котором используется измерение отдельных значений отражения от оптических фильтров, установленных перед ONU [5], поскольку длина каждого ответвленного оптоволокна между разветвителем и ONU составляет менее 100 м.

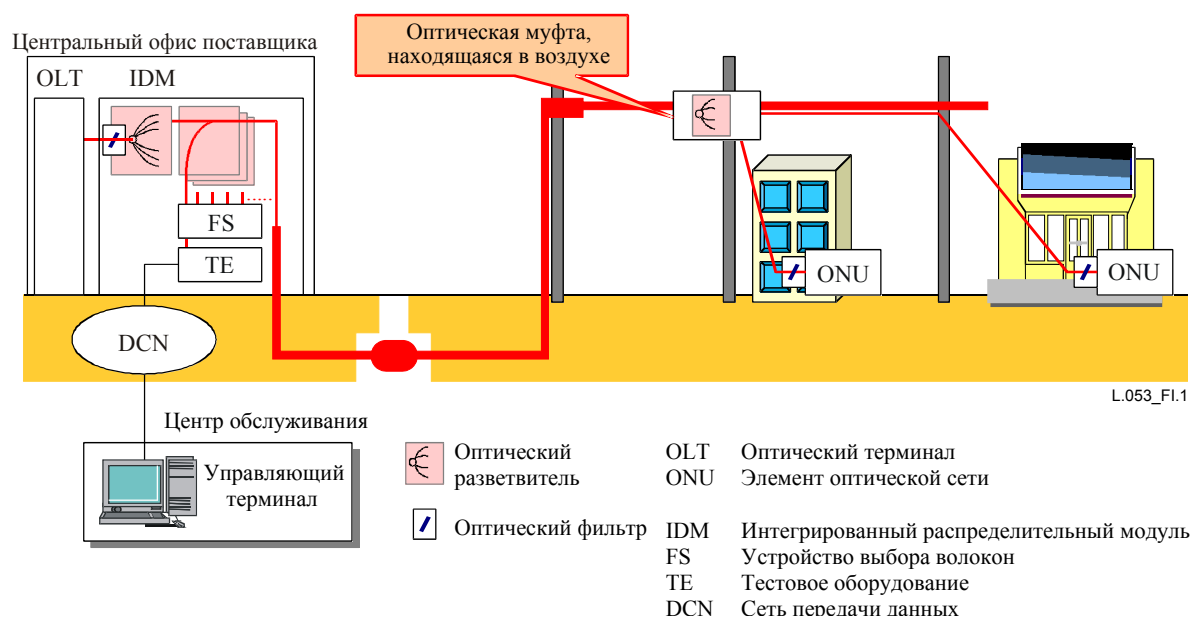


Рисунок I.1/L.53 – Конфигурация системы тестирования оптоволоконных линий для проведения мониторинга

I.1.2.2 Методика выделения повреждения

На рисунке I.2 показана методика выделения повреждения для ответвленных оптических волокон с использованием оптического разветвителя. Поскольку длина отдельных ответвленных оптических волокон различна, Френелево отражение от оптических фильтров #1 и #2 также будет отличаться. Мы можем определить наличие повреждения оптического волокна с оптическим фильтром #1 в случае, если значение отражения от оптического фильтра #1 изменится по отношению к начальному значению.

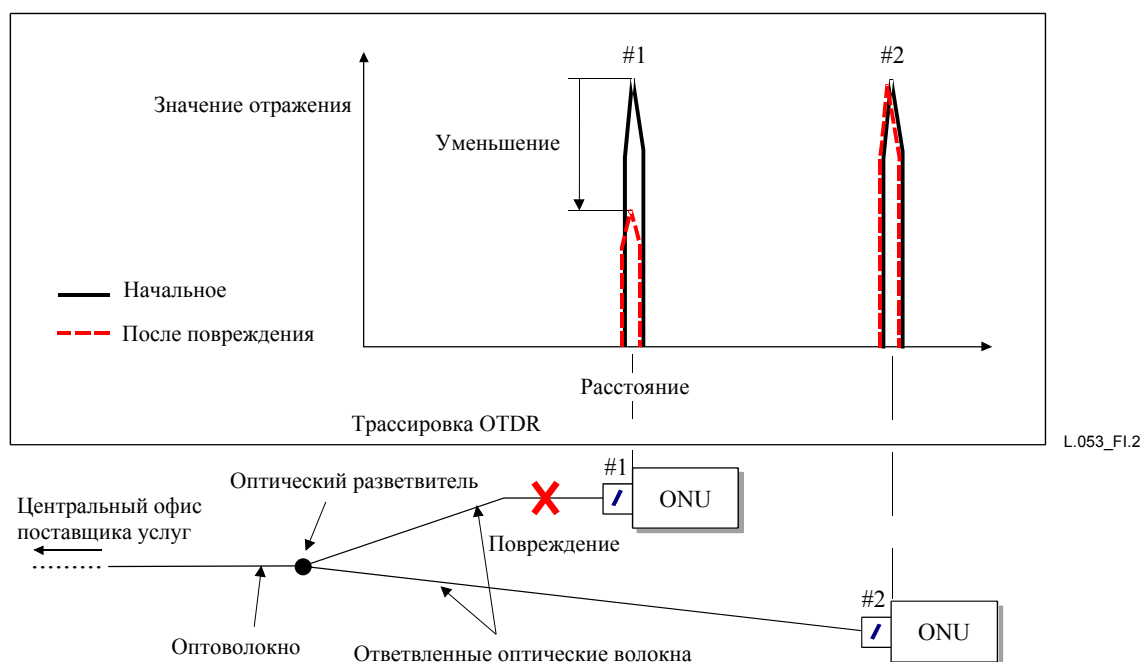


Рисунок I.2/L.53 – Выделение повреждения ответвленного оптического волокна

I.1.3 Испытание прототипа системы

I.1.3.1 Экспериментальная установка

На рисунке I.3 показаны экспериментальная установка для испытания прототипа нашей системы и трассировка OTDR с высоким разрешением (H-OTDR), полученная на ответвленных оптических волокнах с 4-позиционным оптическим разветвителем. Длина волны H-OTDR составляла 1,65 мкм и ширина импульса – менее 10 нс. Френелево отражение от #1 – от конца ответвленного оптического волокна. Френелево отражение от #2 и #3 – от оптических фильтров. Мы применили оптические фильтры с технологией оптоволоконных дифракционных решеток Брэгга для получения высокого уровня затухания отражения [6]. Оптический фильтр также должен обеспечивать прохождение сигнальных длин волн (1,3 и 1,55 мкм) и в то же время отфильтровывать сигнальную длину волны 1,65 мкм. Уровень затухания от конца волокна #1, а также от оптических фильтров #2 и #3 составил – 14,9, –1,5 и –1,8 дБ на длине волны 1,65 мкм, соответственно.

I.1.3.2 Сравнение значений отражения от оптических фильтров и концов ответвленных оптических волокон

Мы измерили разницу между вносимым затуханием на ответвленных волокнах #1 и #2, включая 4-позиционный оптический разветвитель. Использовался источник света с длиной волны 1.65 мкм и оптический измеритель мощности. Разница составила 0,7 дБ на длине волны 1,65 мкм. Значение отражения оптического фильтра #2 на 6,2 дБ больше, чем от конца ответвленного волокна #1 в трассировке H-OTDR. Благодаря этим результатам удалось подтвердить, что значение отражения от каждого оптического фильтра было больше, чем отражение от конца ответвленного оптического волокна.

I.1.3.3 Точность выделения повреждения

Мы оценили степень точности выделения повреждения в прототипе нашей системы. На рисунке I.3 показано, что мы можем различать отражения Френеля от оптических фильтров #2 и #3, если длина соответствующих ответвлений составляет 2,0 м. Нам удалось подтвердить, что прототип нашей системы может выделить повреждение в оптическом волокне в том случае, если разница в длинах ответвленных волокон составляет более 2,0 м.

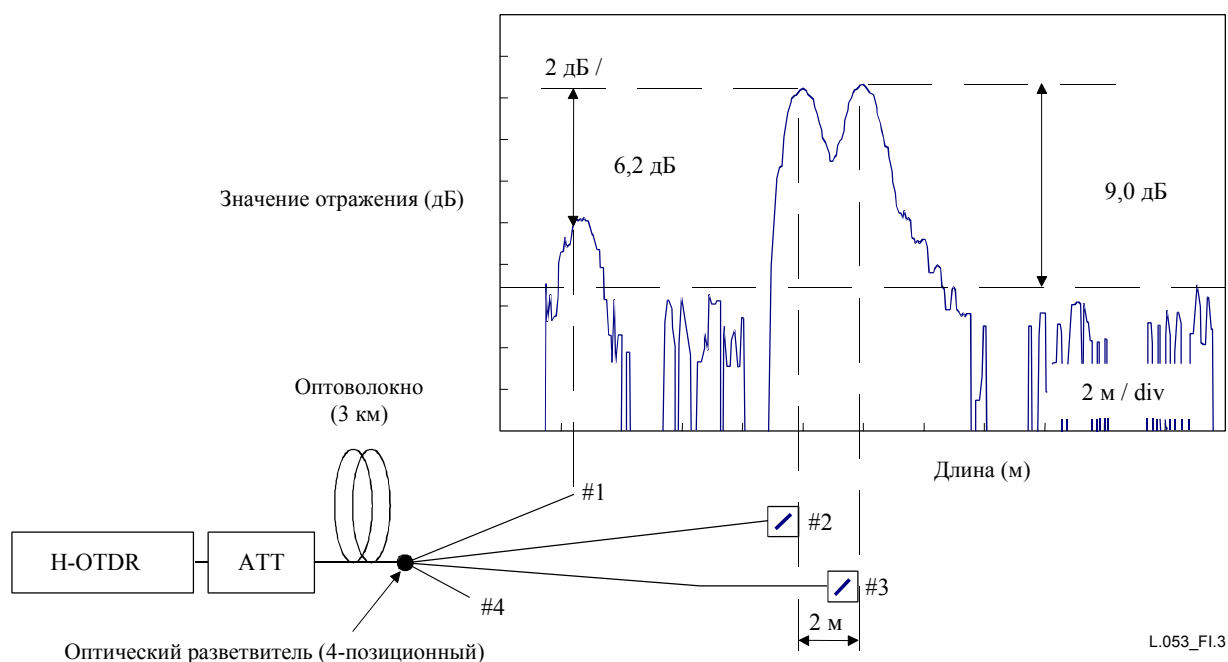


Рисунок I.3/L.53 – Экспериментальная установка для испытания прототипа системы и полученная трассировка H-OTDR

I.1.3.4 Динамический диапазон системы

Мы оценили динамический диапазон прототипа системы. Мы измерили уровень вносимого затухания от H-OTDR до оптического фильтра #3 с использованием источника света с длиной волны 1,65 мкм и оптического измерителя мощности. Уровень вносимых потерь составил 24,7 дБ. Разница между значениями отражений оптического фильтра #3 и пиковым значением уровня помех составила, согласно трассировке H-OTDR, 9,0 дБ. Таким образом, динамический диапазон этого прототипа составил более 31,5 дБ на длине волны 1,65 мкм, в то время как затухание отражения оптического фильтра было более –2,5 дБ и порог выделения повреждения оптического волокна составил 1,9 дБ. Этот прототип системы может выделять неисправное волокно в PON с 32-позиционным разветвителем, чей уровень вносимого затухания составляет 17,5 дБ и с волокнами длиной 10 км (0,5 дБ/км), а уровень затухания соединения, включая затухание FS и оптического соединителя, составляет менее 9,0 дБ.

I.1.4 Заключение

Мы описали функцию выделения неисправности оптического волокна в системе тестирования оптоволоконных линий, основанной на H-OTDR и оптических фильтрах с использованием оптоволоконных дифракционных решеток Брэгга для сетей PON. Была произведена оценка прототипа системы, и ее динамический диапазон составил более 31,5 дБ. Мы подтверждаем, что этот прототип системы имеет достаточный динамический диапазон для выделения неисправностей оптических волокон в сети PON с 32-позиционными оптическими разветвителями.

Ссылки

- [1] TOMITA (N.), TAKASUGI (H.), ATOBE (N.), NAKAMURA (I.), TAKAESU (F.), TAKASHIMA (S.): Design and performance of a novel automatic fibre line testing system with OTDR for optical subscriber loops, *IEEE J. Lightwave Technol.*, Vol. 12, No. 5, pp. 717-726, May 1994.
- [2] ENOMOTO (Y.), ARAKI (N.), MINE (K.), IZUMITA (H.), TOMITA (N.): Upgraded optical fibre line testing system and its application to optical access networks, *Proc. GLOBECOM98 Access Networks Mini Conf.*, pp. 134-139, 1998.
- [3] ENOMOTO (Y.), MINE (K.), MIYASHITA (A.), MACHINO (H.), IZUMITA (H.), HOGARI (K.), NAKAMURA (M.): Novel compact optical splitter for outside plant in access network, *Proc. OECC 2002*, pp. 380-381, 2002.

- [4] SANKAWA (I.), FURUKAWA (S.), KOYAMADA (Y.), IZUMITA (H.): Fault location technique for in-service branched optical fibre networks, *IEEE Photon. Technol. Lett.*, Vol. 2, No. 10, pp. 766-768, October 1990.
- [5] FURUKAWA (S.), SUDA (H.), YAMAMOTO (F.), KOYAMADA (Y.), KOKUBUN (T.), TAKAHASHI (I.): Optical fibre line test and management system for passive double star networks and WDM transmission systems, *Proc. IWCS'95*, pp. 640-648, 1995.
- [6] HOGARI (K.), MIYAJIMA (Y.), FURUKAWA (S.), TOMITA (N.), TOMIYAMA (K.), OHASHI (M.): Wideband and highly reflective step-chirped fibre grating filter embedded in an optical fibre connector, *Electron. Lett.*, Vol. 32, No. 13, pp. 1230-1231, June 1996.

Добавление II

Практические решения для сети доступа с топологией "кольцо"

II.1 Индонезийский опыт

В этом Добавлении описывается модуль тестового света SDH, который используется в кольцевых оптических сетях доступа SDH (OAN).

II.1.1 Введение

Основной ситуацией применения модуля является:

- необходимость обойти мультиплексор (ADM) и передать тестовый свет для контроля кольцевой топологии сети SDH.

В этой ситуации модуль тестового света SDH отделяет тестовый свет (длина волны 1550 или 1650 нм) от информационного света на входе ADM и снова соединяет их на выходе ADM. Это позволяет избежать интерференции или затухания тестового сигнала

II.1.2 Модуль тестового света SDH

Для того чтобы обходить терминалы ADM, автоматическая система поддержки удаленной эксплуатации оптических волокон (T-AURORA – индонезийская версия системы тестирования, мониторинга и поддержки обслуживания узлов оптической сети наружного размещения) или ручной оптический временной рефлектометр (OTDR) использует тестовый свет SDH.

Этот модуль тестового света SDH состоит из двух ответвителей WDM и располагается в точках нахождения терминалов ADM; каждый интерфейс WDM 1310/1550 нм соединен с западным/восточным интерфейсом ADM, а интерфейс 1650 нм используется для передачи тестового света, переданного от OTDR, в обход ADM (см. рисунок II.1.1).

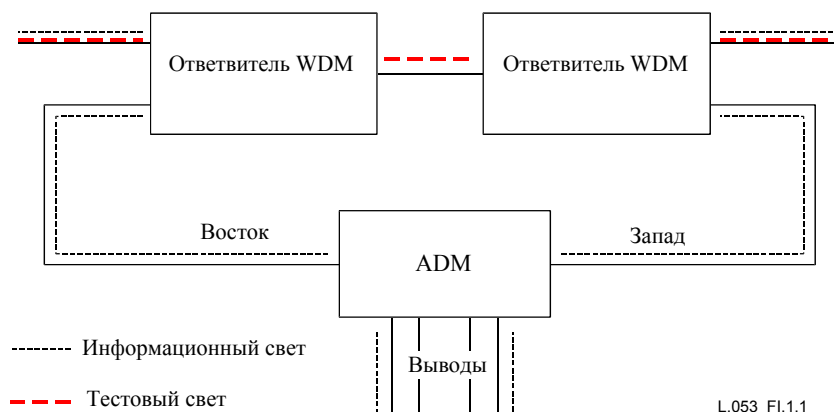


Рисунок II.1.1/L.53 – Модуль тестового света SDH

В нашем случае модуль тестового света SDH может быть одного из двух типов (в зависимости от особенностей использования)

1) **Модель А**

Информационный и тестовый свет используют длины волн 1310 и 1550 нм последовательно. Уникальность этого модуля в том, что вход информационного света и вход тестового света взаимозаменяемы. В качестве источника света используется неинтегрированная система поддержки эксплуатации (OSS), например ручной OTDR.

2) **Модель В**

Этот модуль разработан для совместной работы с системой T-AURORA, в которой 1310/1550 нм используются для информационного света, а длина волны 1650 нм выделена под тестовый свет.

Различия между Моделями А и В заключаются в использовании длины волны для информационного и тестового света. Для использования необходимо осуществлять фильтрацию на входе и выходе ADM для предотвращения попадания тестового света внутрь ADM.

Прототип модуля тестового света SDH (Модель А) изображен на рисунке II.1.2.

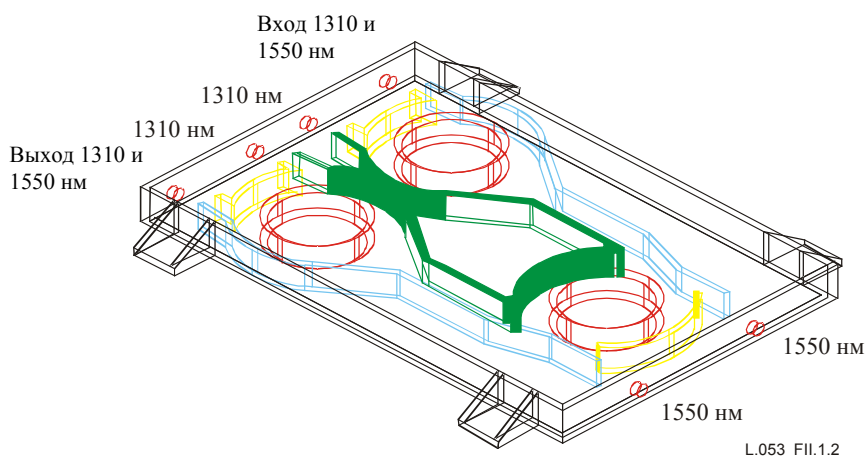


Рисунок II.1.2/L.53 – Прототип модуля тестового света SDH (Модель А)

Установка модуля тестового света SDH значительно облегчает мониторинг физических оптических кабелей в кольцевой топологии SDH. Без модуля тестового света SDH возможности мониторинга систем T-AURORA и OTDR ограничены ADM до ближайшего пролета (рисунок II.1.3).



Рисунок II.1.3/L.53 – Мониторинг оптических кабелей без использования модуля тестового света SDH

Использование модуля тестового света SDH в кольце SDH расширяет возможности по передаче тестового света по всем пролетам кольца путем обхода ADM (рисунок II.1.4).

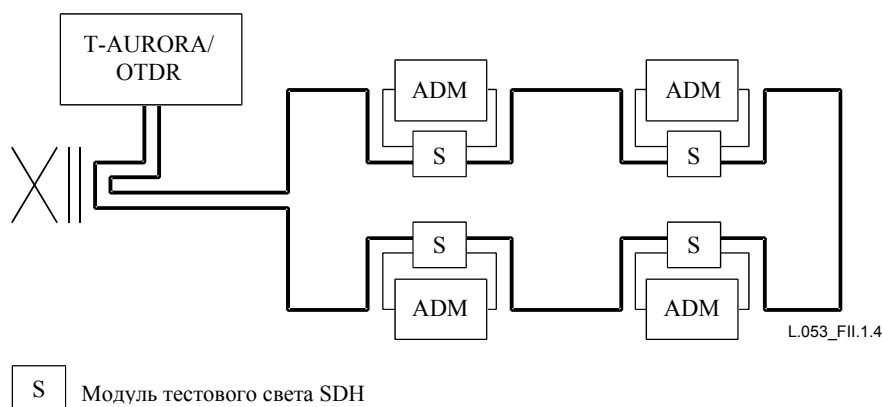


Рисунок II.1.4/L.53 – Использование модуля тестового света SDH в кольце SDH OAN

II.1.3 Имитация трассировки OTDR модуля тестового света SDH

Имитация проводилась с целью проанализировать рабочие характеристики модуля и особенности его работы в кольце SDH. Конфигурация показана на рисунке II.1.5.

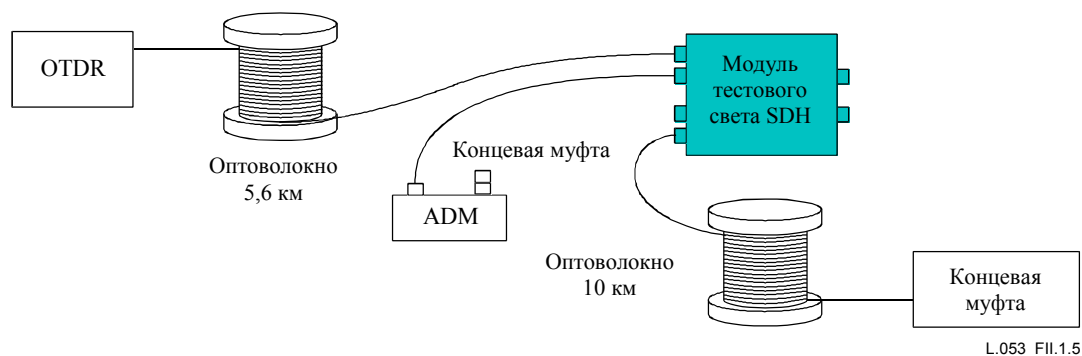
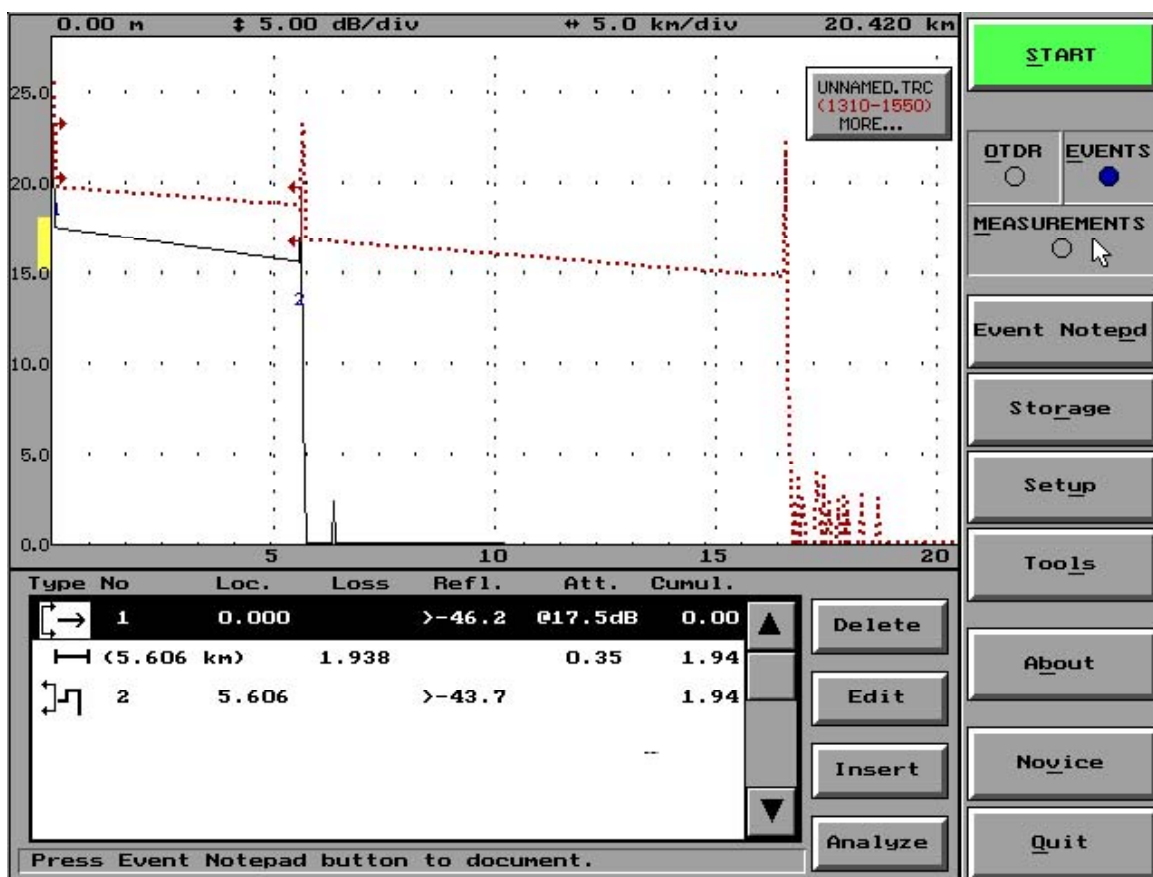


Рисунок II.1.5/L.53 – Имитация трассировки OTDR модуля тестового света SDH

Результат имитации трассировки OTDR показан на рисунке ниже. Показано, что тестовый свет (пунктирная линия) проходит до конца установки, а информационный свет прерывается на дистанции 5,6 км (рисунок II.1.6).



L.053_FII.1.6

Рисунок П.1.6/L.53 – Результат имитации трассировки OTDR

П.1.4 Заключение

Описание данного модуля тестового света SDH должно быть приспособлено в нашей OSS для выполнения функций мониторинга оптических кабелей. Этот модуль может быть использован для обхода ADM тестовым светом для обеспечения непрерывности пути мониторинга кольцевой сети.

Эта информация предназначена для обмена опытом по эксплуатации и обслуживанию оптических сетей доступа

П.2 Японский опыт

В этом приложении описывается модуль прохождения тестового света для мониторинга кольцевых оптических сетей с использованием ADM.

П.2.1 Введение

Кольцевые сети с использованием мультиплексоров ADM, которые устанавливаются в помещениях поставщика услуг и заказчиков, разворачиваются в крупных городах для обеспечения доступа к широкополосным сетям. Однако обычный метод тестирования неприменим для мониторинга оптических волокон между зданиями заказчика. Для решения этой проблемы мы предлагаем метод с использованием модуля прохождения тестового света.

П.2.2 Конфигурация системы тестирования

На рисунке П.2.1 показана конфигурация нашей системы тестирования оптических волокон с модулями прохождения тестового света для мониторинга кольцевых сетей с использованием ADM.

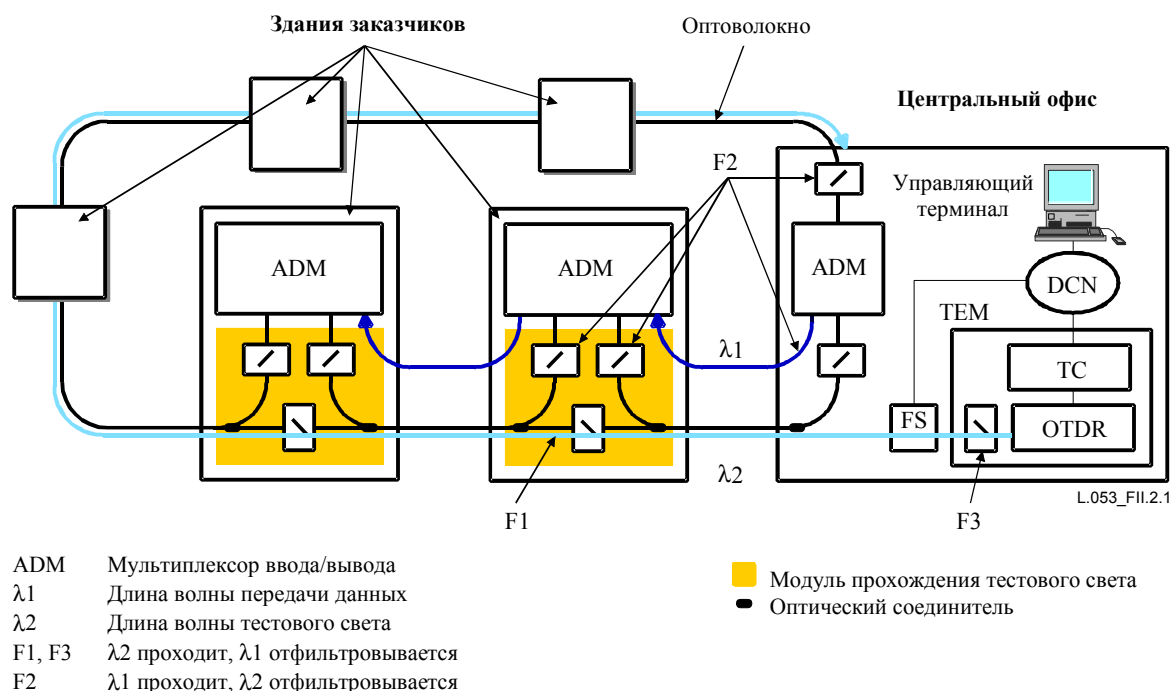


Рисунок П.2.1/L.53 – Конфигурация системы тестирования

Система состоит из управляющего терминала, модулей тестового оборудования (ТЕМ), каждый из которых содержит оптический временной рефлектометр (OTDR) и устройства контроля тестового оборудования, устройства выбора оптических волокон (FS), которые выбирают волокна для тестов, оптические соединители и оптические фильтры. ТЕМ и FS установлены в комнате кабельных окончаний центрального офиса поставщика услуг.

Оптические соединители в центральном офисе поставщика услуг вводят тестовый свет в волоконные линии, а оптические соединители в помещении заказчика пропускают тестовый свет в следующий кабель. Также мы использовали три типа фильтров: F1, F2 и F3. Фильтры F2 пропускают информационный свет (λ_1), но отфильтровывают тестовый свет (λ_2). Они расположены перед ADM. Фильтры F1 и F3 пропускают тестовый свет, но отфильтровывают информационный. Они устанавливаются между соединителями в помещении заказчика и перед OTDR, соответственно.

Управляющий терминал дает сигнал TC на выполнение различных оптических тестов по сети передачи данных (DCN). TC передает соответствующие сигналы OTDR и FS, после чего передает результаты тестов на управляющий терминал. Эта система выполняет автоматические измерения с помощью OTDR, а также позволяет определить характеристики кабелей и выполнить определение места повреждения кабеля между зданиями заказчиков без ухудшения качества передачи.

П.2.3 Конфигурация модуля прохождения тестового света

Поскольку мы уже используем длины волн 1,31 мкм и 1,55 мкм для передачи данных, мы используем длину волны 1,65 мкм для обслуживания и тестирования в соответствии с Рекомендацией МСЭ-Т L.41. В случае если в ADM используется длина волны 1,31 мкм, а длина волны тестового света 1,65 мкм, для достижения низкого уровня вносимого затухания мы применяем соединители WDM 1,31/1,65 мкм. Кроме того, мы используем фильтры F1, пропускающие свет с длиной волны 1,65 мкм, но отфильтровывающие 1,31 мкм, а также фильтры F2, которые пропускают свет с длиной волны 1,31 мкм и отфильтровывают 1,65 мкм. В случае если в ADM используется длина волны 1,55 мкм, а длина волны тестового света 1,65 мкм, для достижения низкого уровня вносимого затухания мы применяем соединители WDM 1,55/1,65 мкм. Кроме того, мы используем фильтры F1, пропускающие свет с длиной волны 1,65 мкм, но отфильтровывающие 1,55 мкм, а также фильтры F2, которые пропускают свет с длиной волны 1,55 мкм и отфильтровывают 1,65 мкм.

II.2.4 Трассировка OTDR проложенного оптоволоконного кабеля

На рисунке II.2.2 показана трассировка OTDR оптоволоконного кабеля с двумя модулями прохождения тестового света, расположенными на расстоянии 1,0 и 1,2 км от центрального офиса поставщика услуг. Рисунок II.2.2 подтверждает, что наша тестовая система может осуществлять контроль кабелей между зданиями.

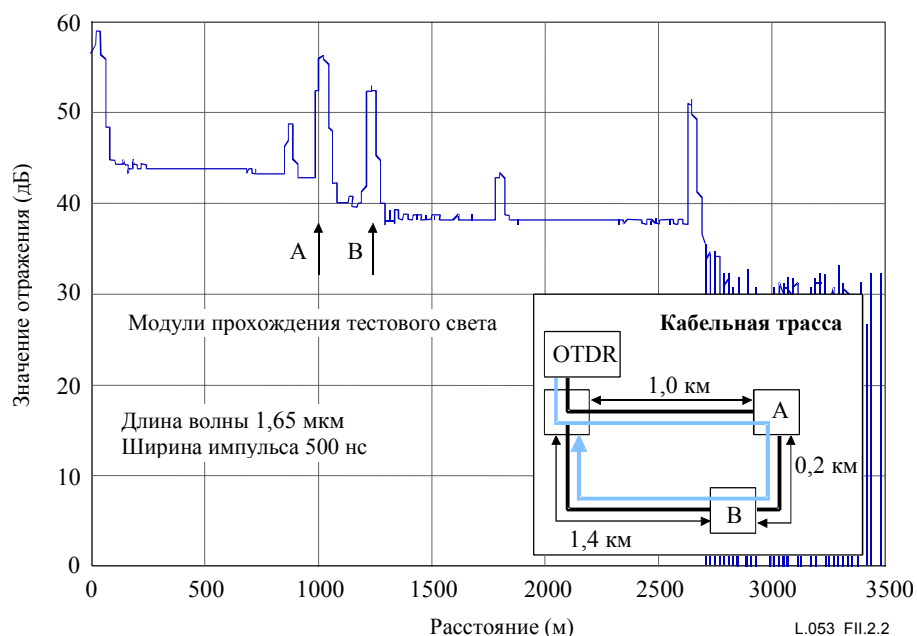


Рисунок II.2.2/L.53 – Трассировка OTDR проложенного оптоволоконного кабеля с модулями прохождения тестового света

II.2.5 Заключение

Мы описали систему тестирования оптоволоконных линий с использованием модулей прохождения тестового света. Мы подтверждаем, что эта система может осуществлять контроль оптических волокон на кольцевой сети с ADM и не вызывает ухудшения качества передачи.

Добавление III

Информация о детекторе увлажнения оптоволоконных кабелей

В этом Добавлении представлен детектор увлажнения оптоволоконных кабелей, определяющий проникновение воды в кабели на японских сетях доступа. В нем описывается метод измерения при обнаружении проникновения воды.

III.1 Введение

Детектор увлажнения оптоволоконных кабелей прикрепляется к волокну в оптической муфте. Он разработан таким образом, чтобы вызвать увеличение затухания в случае проникновения воды в муфту. Увеличение затухания измеряется OTDR (Optical Time Domain Reflectometer), таким образом факт проникновения воды и место проникновения будут обнаружены (рисунок III.1). Ленточные кабели, используемые для обслуживания, обычно адаптированы.

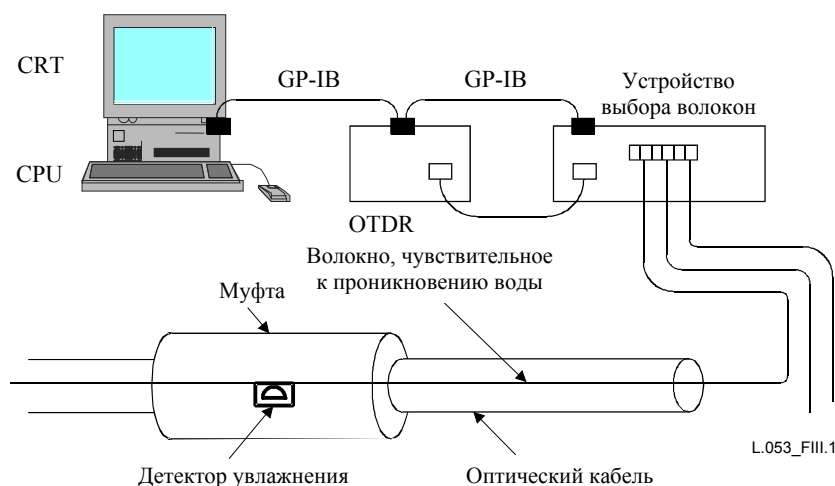


Рисунок III.1/L.53 – Детектор увлажнения оптоволоконных кабелей

III.2 Структура детектора

На рисунке III.2 показана структура детектора увлажнения оптоволоконных кабелей. Детектор состоит из двух основных частей. Первая – абсорбирующая воду, а вторая – изгибающая волокно. Также во второй части присутствует направляющий элемент для изгиба. Радиус изгиба определяется в зависимости от параметров оптического волокна. Этот детектор адаптирован для ленточных кабелей.

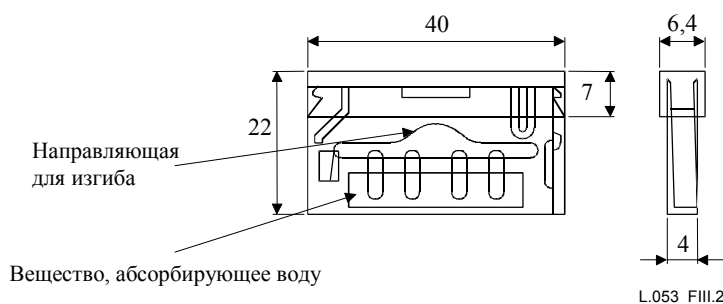


Рисунок III.2/L.53 – Структура детектора увлажнения оптоволоконных кабелей

III.3 Принцип обнаружения воды

Обнаружение проникновения воды происходит следующим образом:

- 1) Когда вода проникает внутрь муфты и детектор намокает, абсорбирующее вещество детектора начинает расширяться. Детектор нечувствителен к водяному пару.
- 2) Расширяющийся абсорбент давит на направляющую изгиба, в результате чего последний изгибает волокно, в котором увеличивается уровень затухания (рисунок III.3).
- 3) С помощью измерений уровня затухания в OTDR может быть обнаружен как факт проникновения воды, так и точное место проникновения (рисунок III.4).

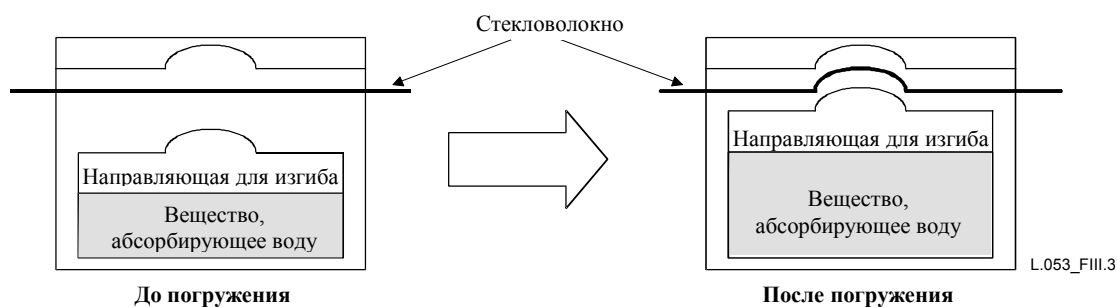


Рисунок III.3/L.53 – Изгиб стекловолокна после абсорбции воды

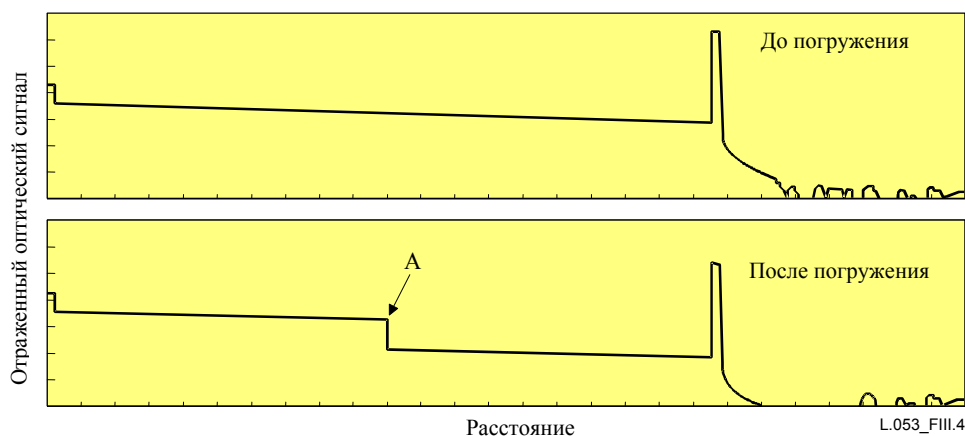


Рисунок III.4/L.53 – График измерений OTDR до и после проникновения воды

III.4 Характеристики детектора

Параметр	Описание
Тип оптического волокна	4-волоконная лента (G.652)
Температура эксплуатации	От 0 до 40° C
Время реакции	В течение 24 часов
Уровень вносимого затухания до погружения	0,01 дБ
Увеличение затухания на длине волны 1,55 мкм	Более 2,0 дБ
Вес	Примерно 4 г

СЕРИИ РЕКОМЕНДАЦИЙ МСЭ-Т

Серия А	Организация работы МСЭ-Т
Серия В	Средства выражения: определения, символы, классификация
Серия С	Общая статистика электросвязи
Серия D	Общие принципы тарификации
Серия Е	Общая эксплуатация сети, телефонная служба, функционирование служб и человеческие факторы
Серия F	Нетелефонные службы электросвязи
Серия G	Системы и среда передачи, цифровые системы и сети
Серия H	Аудиовизуальные и мультимедийные системы
Серия I	Цифровая сеть с интеграцией служб
Серия J	Кабельные сети и передача сигналов телевизионных и звуковых программ и других мультимедийных сигналов
Серия K	Защита от помех
Серия L	Конструкция, прокладка и защита кабелей и других элементов линейно-кабельных сооружений
Серия M	TMN и техническое обслуживание сетей: международные системы передачи, телефонные, телеграфные, факсимильные и арендованные каналы
Серия N	Техническое обслуживание: международные каналы передачи звуковых и телевизионных программ
Серия O	Требования к измерительной аппаратуре
Серия P	Качество телефонной передачи, телефонные установки, сети местных линий
Серия Q	Коммутация и сигнализация
Серия R	Телеграфная передача
Серия S	Оконечное оборудование для телеграфных служб
Серия T	Оконечное оборудование для телематических служб
Серия U	Телеграфная коммутация
Серия V	Передача данных по телефонной сети
Серия X	Сети передачи данных и взаимосвязь открытых систем
Серия Y	Глобальная информационная инфраструктура и аспекты межсетевого протокола (IP)
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи