

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

**А.С. Перин, Н.Д. Хатьков, С.Н. Шарангович**

## **ОПТИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЯЮЩИЕ СРЕДЫ**

Учебно-методическое пособие по лабораторным работам  
для студентов направления 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и  
системы связи»

Томск 2018

## Содержание.

Введение	1
Оптический рефлектометр	3
Источники питания	4
Главное меню	6
Режим тестера	8
Измерение затухания оптической линии	14
Работа с источником излучения	15
Режим рефлектометра	17
Просмотр рефлектограммы	20
Измерение параметров линии	21
Обслуживание	25
Информация по безопасности	28
Стенд	30
Лабораторная работа №1	36
Лабораторная работа №2	37
Лабораторная работа №3	41
Лабораторная работа №4	43
Лабораторная работа №5	45
Лабораторная работа №6	46
Лабораторная работа №7	47
Лабораторная работа №8	49
Лабораторная работа №9	50
Лабораторная работа №10	51
Задание на выполнение лаб. работ	53
Вопросы для подготовки	54
Литература	54

## Введение

Лабораторный практикум «Тестирование волоконно-оптического кабеля с пассивными компонентами» предназначен для обучения бакалавров, магистров по направлению подготовки: 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» по профилю «Оптические системы и сети связи» для дисциплин «Структурированные кабельные системы и волоконно-оптические локальные сети» и «Оптические направляющие среды».

Оптические кабели находят все более широкое применение - от магистральных линий и корпоративных систем передачи данных до локальных компьютерных сетей. Преимущество волоконной оптики несомненно: реализуемые в оптических каналах скорости передачи информации пока недостижимы для медных кабелей.

Несмотря на возрастающее разнообразие измерительных приборов, основным "помощником" специалиста по установке и эксплуатации волоконно-оптических систем служит оптический тестер - без преувеличения, самое распространенное рабочее средство измерения. Тестер используется при входном контроле параметров оптического кабеля, его монтаже, приемо-сдаточных испытаниях кабельной системы, контроле выходных параметров активного оборудования и обслуживании действующей линии. Преимущества этого скромного прибора - простота использования, малые габариты и масса, автономное питание и сравнительно низкая стоимость. Тестер обеспечивает достаточно высокую точность измерений, стабильность параметров в течение всего времени измерения, удобен в обращении, компактен и экономичен.

Для достоверного тестирования оптических волокон тестер следует подбирать в соответствии с активным оборудованием компьютерной сети. Так, например, если для передачи данных используется одномодовое активное оборудование и соответственно одномодовый кабель, то измерительный генератор также должен быть одномодовым. Кроме того, тестирование должно проводиться на длине волны передачи.

### *Оптический тестер как средство измерения излучаемой мощности*

Тестер применяется для измерения мощности оптического излучения и определения потерь в волоконно-оптических световодах и кабелях. Исходя из этого, оптический тестер должен обеспечивать:

- большой динамический диапазон, достаточный для тестирования участков кабеля между усилителями;
- требуемую точность измерения в соответствующем спектральном диапазоне;
- возможность измерений в широком спектральном диапазоне;
- долговременную стабильность параметров;
- малое энергопотребление, обеспечивающее длительную работу от одного комплекта батарей.

По конструктивному исполнению тестеры подразделяются на два типа: комплекты из двух приборов - источника и измерителя и совмещающие в одном корпусе источник и измеритель. Тестеры в виде комплекта более универсальны, так как позволяют применять большее число методов измерений.

### *Применение оптических тестеров*

Основное назначение тестера - измерение мощности оптического излучения на выходе

волоконно-оптической системы, определения затухания в ней и на отдельных компонентах кабельной системы и их соединениях. В настоящее время на российском рынке представлены измерительные приборы для волоконной оптики от десятков производителей; большинство из них иностранного производства. Параметры источников и приемников приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1. Сравнительные характеристики некоторых измерителей оптической мощности

Производитель	"Перспективные технологии"		ЛОНИИР	КБВП	W&G	EXFO
Марка	ПТ2000	ПТ2010	Алмаз21	FOD 1202	OLP 18	FOT 10A
Тип приемника	InGaAs	InGaAs	InGaAs	InGaAs	InGaAs	Ge
Динамический диапазон, дБ	+3- -60	+10- -70	+3- -60	+3- -60	+26- -60	+6- -60
Погрешность измерения относительных уровней, дБ	0,2	0,13	0,2	0,25	0,13	0,2
Возможность усреднения	+	+	+	-	-	Н/д
Диапазон длин волн, нм	800-1600	800-1600	800-1600	Н/д	800-1600	Н/д
Основная относительная погрешность измерения на длине волны калибровки, дБ	0,5	0,25	0,5	Н/д	Н/д	Н/д
Возможность усреднения результатов измерения	-	+	-	-	-	-
Наличие порта RS232 для связи с компьютером	-	+	-	-	-	-
Время непрерывной работы от одного комплекта батарей, ч	50 (комплект аккумуляторов)	40 (комплект аккумуляторов)	40	Н/д	12	Н/д
Габариты, мм	120x60x22	120x60x22	195x100x41	150x90x30	185x95x49	Н/д
Масса, г	200	200	Н/д	300	500	Н/д



### *Метод обрыва.*

Этот метод применяется для измерения потерь в оптических кабелях до их прокладки и оконцевания коннекторами. Он основан на сравнении уровня мощности на выходе длинного тестируемого отрезка кабеля с уровнем, измеренным на его коротком участке, который получается путем обрыва кабеля в начале измеряемого образца. Другими словами, сначала измеряется уровень  $P_2$  на выходе строительной длины кабеля. Затем волокно обрывают вблизи источника и измеряют  $P_1$  на этом коротком участке. Потери определяются аналогично предыдущему случаю. Этот метод считается более точным, чем метод вносимых потерь, но он требует качественной подготовки торцов волокна и строгого соблюдения правил измерения.

### *Метод сравнения (сличения).*

Используется для определения потерь в кабеле. Сигнал от источника при помощи равноплечного ответвителя делится на два канала, один из которых подается непосредственно на измеритель и служит реперным уровнем, а второй вводится в оптический кабель и затем на вход того же измерителя. Разница значений мощности между первым и вторым каналами дает величину потерь в кабеле. Достоинство метода - высокая точность, так как исключается влияние флуктуаций выходной мощности источника с течением времени. Используется этот метод преимущественно на заводах при выходном контроле параметров кабеля, его испытаниях и т. д.

### *Измерение возвратных потерь*

Уровень возвратных потерь (смеси отражений Френеля и обратного рассеяния Рэлея) на разъёмных соединениях кабелей начинает играть все большую роль с повышением дальности передачи в магистральных линиях связи, развитием сетей кабельного телевидения и т. д. Обратные отражения попадают на источник (передатчик) сигнала, накапливаются при многократных стыковках и выступают как помеха по отношению к полезному сигналу.

Так как возвратные потери во много раз меньше прямого сигнала, для их измерений необходим тестер с большим динамическим диапазоном (не менее 60 дБ). Для повышения точности измерения обратных потерь должны выполняться два условия: во-первых, измеритель должен быть откалиброван по известному отражению; во-вторых, должны быть измерены фоновые излучения (фоновые обратные потери - паразитные отражения), которые необходимо вычесть из результатов измерения.

Величину обратных потерь измеряют по методике, называемой в зарубежных источниках OCWR (Optical Continious Wave Reflectometer) - рефлектометрия непрерывным излучением. Тестируемый кабель подключается к излучателю через равноплечный ответвитель. Другой выход ответвителя подключается к измерителю, с помощью которого регистрируется уровень оптического излучения, отраженного от соединения ответвителя и тестируемого кабеля. Для того чтобы определить обратные потери на входном конце кабеля, соединенном с ответвителем, необходимо исключить из результатов измерения отражение света от дальнего конца кабеля.

Метод микроизгиба волокна. Сигнал от стабилизированного источника подается на один из входов ответвителя, второй вход которого подключен к измерителю (рис. 5). Выход ответвителя стыкуется с испытуемым волокном. Чтобы устранить влияние отраженного от дальнего конца сигнала на результат измерения, в волокно вносятся потери методом неразрушающего изгиба. На практике это достигается намоткой части волокна на цилиндр

малого диаметра или заземлением его в гребенчатой структуре. Все выходы ответвителя специальным образом подготовлены для уменьшения влияния аппаратных факторов на точность измерений.

#### *Иммерсионный метод.*

Оптическая схема подключения полностью аналогична предыдущей, только дальний конец волокна погружается в иммерсионную жидкость, имеющую показатель преломления такой же, как у волокна. Вследствие этого излучение выходит из световода без отражений от выходной грани и рассеивается в жидкости.

#### *Метод экспресс-контроля.*

Описанные выше методы позволяют индивидуально тестировать каждый торец, и в этом их преимущество, но при этом они требуют значительных затрат времени. На практике часто приходится тестировать большое количество шнуров на соответствие заданному стандарту. Например, если оба торца шнура имеют обратные потери не более -40 дБ, то такой шнур попадает в разряд SPS (Super Physical Contact), если не более -50 дБ - в разряд UPC (Ultra Physical Contact) и т. д. В таком случае используется ускоренный метод тестирования, когда измеряется уровень обратных потерь сразу на двух торцах (рис. 5). Результат измерений отличается от предыдущих на 3 дБ при условии равенства вкладов обоих торцов. Схема измерений упрощается: к выходному торцу тестируемого шнура подключается вспомогательный шнур со скошенным выходным торцом - APC (Angle Physical Contact). Обратные отражения от такого торца не превышают -65 дБ, и это значение ограничивает область применения и точность измерений данным методом. Метод экспресс-контроля широко используется при выходном контроле больших партий изделий. Если же какое-либо изделие по результатам тестирования отличается от остальных более чем в пределах допусков, оно тестируется одним из описанных выше методов.

Зарубежный аналог методики измерения обратных потерь - стандарт EIA/TIA FOTP-107.

#### *Проверка и калибровка оптических тестеров*

Оптические тестеры обязательно должны проходить проверку на точность измерений. Параметры и периодичность измерений определяются стандартами. Для проверки используются рабочие эталоны второго порядка (образцовые средства измерений). Рабочий эталон - это, как правило, комплект приборов, состав которого подбирается в зависимости от поставленной задачи. Такой комплект проходит проверку в Госстандарте на эталонных приборах высшего разряда и, в свою очередь, выступает в качестве эталонного прибора для проверки измерительной аппаратуры организаций и предприятий. Далее рабочие эталоны применяются в поверочных и контрольно-измерительных лабораториях. Кроме того, такие приборы используются производителями при выходном контроле параметров выпускаемых волоконно-оптических компонентов и для поверочных испытаний рабочих средств измерения. Поскольку оптические тестеры - это основной прибор для измерения параметров волоконно-оптического кабеля, то наиболее распространенный комплект рабочего эталона представляет собой пару: источник - измеритель с соответствующими соединительными шнурами и аксессуарами, плюс образцовый аттенюатор. Дополнительно поставляется устройство для определения обратных потерь.

Методы тестирования кабелей и соединительных шнуров с помощью рабочего эталона аналогичны тестированию с помощью тестера, но точность при этом значительно выше. Для улучшения условий проведения поверочных и измерительных работ часто предусматривается дистанционное управление процессом с помощью компьютера. Он позволяет проводить измерения по алгоритмам, обеспечивающим наилучшую математическую обработку результатов.



## Оптический рефлектометр.

### 1. Режимы работы

Модели рефлектометра отличаются набором выполняемых функций. В зависимости от модели прибор может иметь дополнительный измеритель мощности и визуальный локатор повреждений. Выбор функций прибора производится переключением режима его работы в главном меню (см. п. 4.5).

### 2. Внешний вид

Внешний вид прибора представлен на 1 и 2.



Рис. 1 Внешний вид прибора

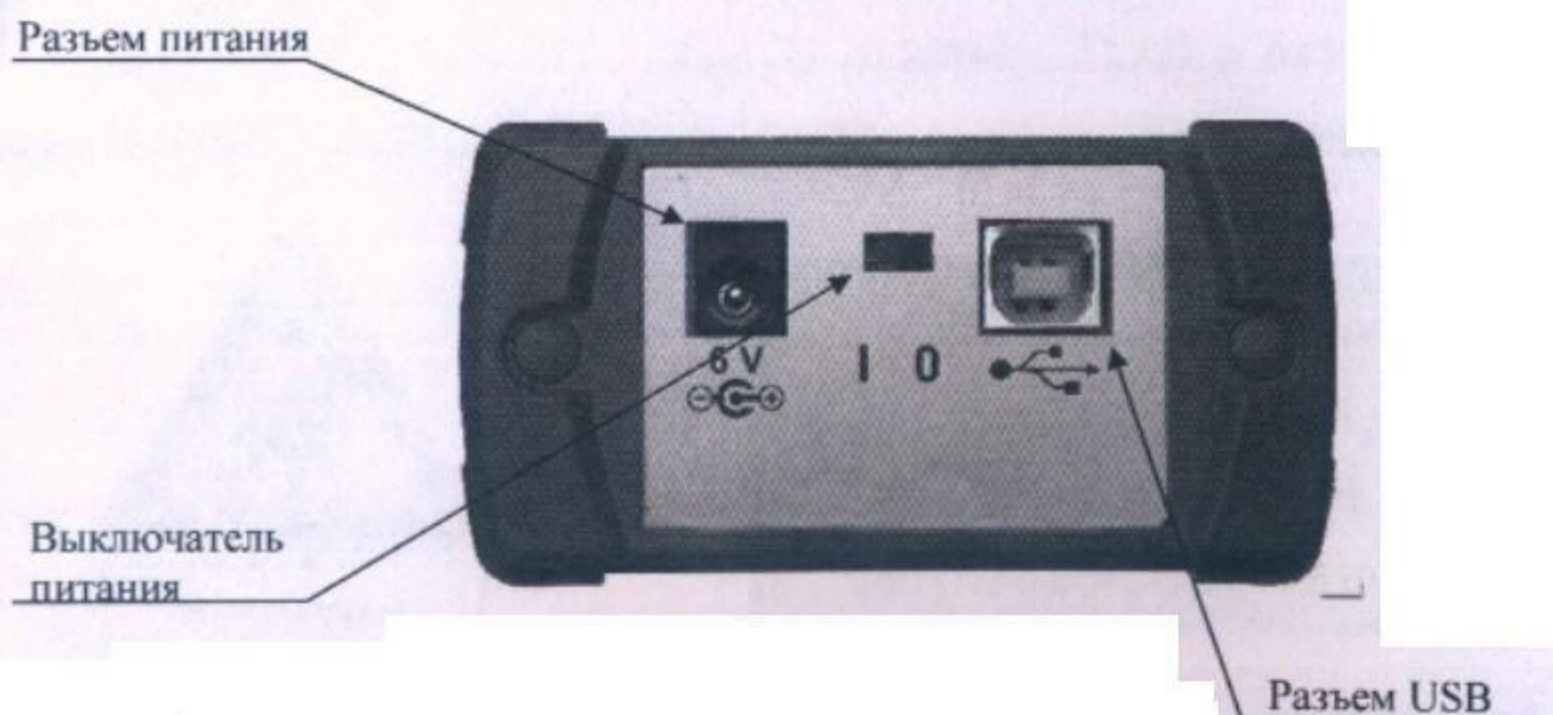



Рис. 2 Внешний вид прибора (вид сбоку)




### 3. Источники питания

Прибор питается от следующих источников:

- Встроенная аккумуляторная батарея;
- Внешний блок питания от сети 220 В;

	<b>ВНИМАНИЕ</b>
	<p><b>ПРИБОР НЕ ВЫКЛЮЧАЕТСЯ АВТОМАТИЧЕСКИ.</b></p> <p>При снижении уровня заряда аккумуляторной батареи ниже допустимого, прибор переключится в энергосберегающий режим (рис. 3). Дальнейшая работа невозможна. Зарядите прибор или подключите внешний блок питания!</p>


	<b>ВАЖНО</b>
	<p>Соблюдайте следующий порядок действий при отключении внешнего блока питания:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Отключите прибор от блока питания.</li><li>2. Отключите блок питания от сети 220В.</li></ol>

<p>Батарея разряжена. Выключите прибор зарядите батарею</p> <p>BAT = 1%</p>
---


Рис. 3 Индикатор прибора при низком уровне заряда батареи



#### 4. Включение и Выключение прибора

	<b>ВАЖНО</b>
	Перед проведением измерений необходимо обеспечить чистоту оптических разъемов.

##### Включение:

	<b>ВНИМАНИЕ</b>
	Подключая разъем рефлектометра к линии, убедитесь, что в линию не поступает сигнал. Наличие мощного сигнала в линии может привести к неисправности прибора.

Чтобы включить прибор передвиньте выключатель питания в положение **I**. После короткого звукового сигнала на экране на несколько секунд появится информация о модели прибора, текущие дата и время и состояние зарядки аккумулятора (4), затем прибор перейдет в главное меню. В нижней строке располагается информация о модификации прибора, версии программного обеспечения и серийный номер прибора.

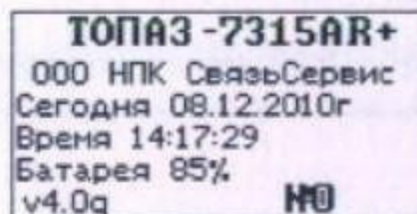






Рис. 4 Экран приветствия.

##### Выключение:

Чтобы выключить прибор передвиньте выключатель питания в положение **O**.

#### 5. Работа с меню

Перемещение по пунктам меню производится с помощью кнопок  и . Для выбора режима нажмите кнопку . Для возврата в предыдущее меню используется кнопка .



## 6. Главное меню

Главное меню предназначено для выбора режимов работы прибора (5): рефлектометр, тестер, работа с памятью и установки прибора. В первой строке показывается название и модель прибора. В нижнем правом углу отображается степень заряда батареи.




Рис. 5 Главное меню

## 7. Включение подсветки дисплея

Чтобы улучшить видимость данных на экране в условиях недостаточного освещения, используйте подсветку. Включение подсветки осуществляется из главного меню или из меню «УСТАНОВКИ» (см. п. 8.2).

Если прибор с включенной подсветкой не использовался в течение 15 (30) секунд, подсветка выключится, но при нажатии на любую кнопку включится снова. При подключенном блоке питания подсветка всегда включена.

Для включения подсветки из главного меню:

1. Войдите в главное меню.
2. Нажмите кнопку .

## 8. Очистка и подключение оптических разъемов

### ВАЖНО

Для того, что бы избежать ошибок во время измерения:

1. Перед подключением оптического разъема к разъему прибора всегда проводите его очистку, как описано ниже. Производитель не несет ответственности за повреждения или ошибки, вызванные неправильным обращением с оптическими разъемами или их плохой очисткой.

2. Убедитесь, что ваш кабель имеет соответствующий тип разъема. Попытка соединения несовпадающих типов разъемов может их повредить.



Для того чтобы подключить волоконно-оптический кабель к прибору выполните следующие действия:

1. Проведите чистку разъема - протрите торец разъема специальной безворсовой салфеткой смоченной спиртом и проведите визуальный осмотр, чтобы убедиться в его чистоте.
2. Осторожно расположите разъем кабеля напротив входного разъема прибора. Избегайте касания или трения торца волокна и других поверхностей вне разъема. Убедитесь, что ключ полностью совпадает с соответствующей прорезью разъёма.
3. Нажмите на разъем так, чтобы волоконно-оптический кабель зафиксировался на месте (для SC-разъемов).
4. Затяните разъем так, чтобы жестко закрепить волокно на месте. Не перетяните, т.к. это повредит волокно и разъём (для FC-разъемов).

**Примечание:** Неправильное подключение волоконно-оптического кабеля к прибору, а также наличие сильных изгибов кабеля вблизи места подключения, приведёт к ошибочным результатам измерения.



## **РЕЖИМ ТЕСТЕРА.**

### **1. Описание режима**

Прибор имеет два вида тестера, которые отличаются режимом работы измерителя: ручной измеритель и автоматический измеритель затуханий. В обоих режимах имеется доступ к выбору режимов работы источника оптического излучения и визуального локатора повреждений (источник видимого оптического излучения).

В режиме «РУЧНОЙ» измеряется средняя мощность непрерывного и импульсно-модулированного оптического излучения на входе прибора (вход измерителя мощности). На дисплее прибора отображается измеренное значение в линейных (мВт, мкВт, нВт, пВт) или логарифмических (дБм) единицах, либо отношение измеренного значения к опорному значению средней мощности, установленному ранее. Отношение измеренного и опорного значений отображается в логарифмических единицах (дБ). Последний способ отображения может быть использован для определения затухания оптоволоконной линии.

Режим «АВТОМАТ» предназначен для измерения затухания волоконно-оптического кабеля и оптических компонентов. В этом режиме измеряется затухание на трех длинах волн за один цикл измерения. Для этого необходимо иметь совместимый источник оптического излучения на две или три длины волны. Измерения будут проводиться на существующих длинах волн источника.



Для выбора режима работы тестера выберите соответствующий пункт в главном меню прибора, затем выберите необходимый режим (рис. 6).

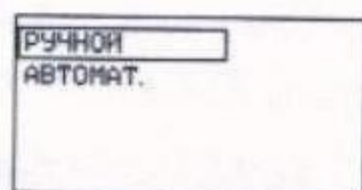


Рис. 6 Выбор режима работы тестера

## 2. Работа с измерителем мощности

### 2.1. Описание индикатора

Внешний вид экрана тестера с измерителем мощности зависит от комплектации прибора. Вариант экрана для полной комплектации прибора представлен на рис. 7

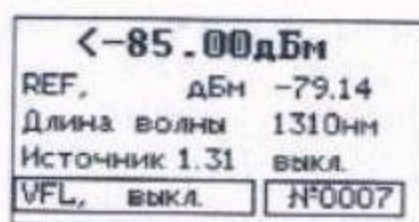







Рис. 7 Режим тестера

Первые три строки относятся к измерителю оптической мощности. В первой строке отображается измеренная мощность в абсолютных или относительных единицах измерения. Во второй строке — опорное значение в дБм (например, -79.14), в третьей строке располагается информация о длине волны, на которой производятся измерения (например, 1310 нм).

Четвертая строка содержит режим работы источника. Пятая строка предназначена для отображения режима работы визуального локатора повреждений (VFL) и номера текущей ячейки памяти.




Перемещение по пунктам производится с помощью кнопок  и . Для изменения параметра выбранного пункта используйте кнопки  и .

### 2.2. Установка единиц измерения

В приборе обеспечена возможность установки следующих единиц измерения оптической мощности: дБм, мВт, дБ. Для изменения значения единиц измерения нужно в режиме тестера переместиться на вторую строку дисплея, и последовательным нажатием кнопки  выбрать требуемую единицу измерения.



### 2.3. Установка длины волны

В измерителе мощности обеспечена возможность установки любого значения длины волны из диапазонов 800 нм — 900 нм и 1210 нм — 1650 нм с шагом 1 нм. Для установки требуемого значения длины волны измерителя мощности нужно в режиме тестера (см. рис. 20) переместиться на строку «Длина волны». Быстрый переход на предустановленные значения длины волны из ряда: 850нм / 1310нм / 1490нм / 1550нм / 1625нм осуществляется последовательным нажатием кнопки . Изменение значения длины волны на 1 нм производится нажатием кнопок  и .





### 2.4. Установка значения опорного уровня

Установка значения опорного уровня используется при измерении затухания волоконно-оптических линий.

Вы должны установить значение опорного уровня для той длины волны, на которой далее собираетесь производить измерение затухания линии.

Прибор позволяет запомнить значения опорных уровней для пяти значений предустановленных длин волн из ряда: 850 нм/1310 нм/1490 нм/1550 нм/1625 нм и одного текущего значения длины волны, не принадлежащего этому ряду.

Для установки опорного уровня выполните следующие действия:

1. Подключите к разъему измерителя мощности с помощью 2-х патчкордов и проходной розетки источник оптического сигнала, уровень которого в дальнейшем должен служить точкой отсчета.
2. Включите источник на требуемой длине волны в режиме непрерывного излучения (CW).
3. Установите длину волны измерителя (третья строка) равной длине волны источника (кнопки ,  или .
4. Дайте прогреться источнику (около 5 минут).
5. Выберите пункт «REF, дБм» (вторая строка) и нажмите кнопку . Прибор запомнит текущее показание и перейдет в режим вывода







значения в единицах относительной логарифмической шкалы («дБ»), используя новое значение опорного уровня для преобразования результата измерения. Новое показание прибора должно быть равно «0,00дБ». Опорный уровень мощности отображается в текущей строке справа.

6. Повторите эти действия для других длин волн.

### 2.5. Измерение оптической мощности

Для измерения мощности необходимо выполнить следующие действия:

1. Выполните проверку и чистку оптических разъемов
2. Подключите тестируемое волокно к источнику излучения и к измерителю мощности.
3. Включите источник на необходимой длине волны.
4. Дайте прогреться источнику (не менее 5 минут).
5. Установите длину волны измерителя равной длине волны источника (кнопками ,  или ).
6. Выбор единиц измерения производится последовательным нажатием кнопки  при выбранном пункте «REF, дБм» (вторая строка).
7. При необходимости, повторите эти действия для других длин волн.

### 2.6. Измерение затухания оптической линии

Для измерения затухания линии необходимо иметь два прибора, один из которых будет использоваться в качестве источника оптического излучения на требуемой длине волны, а второй — в качестве измерителя мощности оптического излучения на соответствующей длине волны.




Для измерения затухания линии выполните следующие действия:

1. Произведите измерение уровня оптической мощности на выходе источника излучения (см. выше).
2. Установите измеренное значение на измерителе в качестве опорного уровня (см. выше).
3. Подключите источник излучения ко входу линии, а измеритель мощности к ее выходу.




4. Показания измерителя мощности будут равны затуханию линии при условии установки единиц измерения: «дБ».



### 2.7. Сохранение результатов


Прибор позволяет сохранять до 10000 результатов измерений. Для сохранения результатов нажмите кнопку . На дисплее появится информация о свойствах файла (рис. 21): комментарий и номер волокна – в первой строке. Для подтверждения сохранения нажмите кнопку . Для отмены сохранения и возврата в измеритель мощности нажмите кнопку .


Этот дом 90	0000
Комментарий	
№ волокна	0000
Счет волокон	ручной
Сбр.счетчика	№ 0000

Рис. 21 Сохранение результатов измерения

Для изменения комментария выберите строку «Комментарий», нажмите кнопку  и с помощью экранной клавиатуры введите комментарий.

Файл содержит номер волокна, который всегда сохраняется. По умолчанию это значение равно 0. Изменить номер волокна можно в строке «№ волокна» с помощью кнопок  и . Максимальный номер волокна – 9999.

Для автоматического увеличения номера волокна при сохранении выберите «авто» в пункте «Счет волокон». Для сброса номера на 0000 выберите пункт «Сбр.счетчика» и нажмите .

	<b>ВАЖНО</b>
	<b>При достижении номера волокна 9999 прибор автоматически начнет счет волокон с 0000.</b>

### 3. Работа с автоматическим измерителем затухания

Для измерения оптических потерь в линии в данном режиме необходимо два устройства. Одно из них будет работать в качестве источника оптического излучения в режиме «CW\*», а второе – как измеритель мощности в режиме «Тестер автомат». В случае,



если вход и выход тестируемой линии расположены в одном месте – возможно использование только одного прибора в обоих режимах.

### 3.1. Описание индикатора





Внешний вид экрана тестера в режиме автоматического измерителя затухания зависит от комплектации прибора. Один из вариантов экрана представлен на рис. 8.

-0.00 дБ	1310нм
0.06 дБ	1490нм
0.19 дБ	1550нм
Источник 1.31	ВЫК.
	№0015

Рис. 8 Тестер в режиме автоматического измерителя затуханий

На экране в верхних трёх строках отображаются измеренные затухания. В первом столбце – измеренное затухание, во втором - длина волны в нм.


Четвертая строка содержит режим работы источника. Пятая строка предназначена для отображения режима работы визуального локатора повреждений (VFL) и номера текущей ячейки памяти.

Перемещение по пунктам производится с помощью кнопок  и . Для изменения параметра выбранного пункта используйте кнопки  и .

### 3.2. Установка значений опорного уровня мощности

Перед измерением затухания в автоматическом режиме необходимо выполнить установку значений опорных уровней мощности для всех длин волн, на которых далее будет производиться измерение затухания.

Установку значений опорных уровней можно выполнить двумя способами:

1. Выполнить установку в «ручном» режиме работы прибора (см. п. 6.2.4).
2. В «автоматическом» режиме работы тестера подключить на вход измерителя (с помощью двух патчкордов и проходной розетки) источник, работающий в режиме CW\*. Затем после прогрева источника (не менее 5 минут), нажать и удерживать в течении 2 секунд кнопку . Примерно через 9 секунд на индикаторе прибора появятся нулевые показания на всех длинах волн излучения источника.



### 3.3. Измерение затухания оптической линии:


Для измерения затухания линии необходимо иметь два прибора, один из которых будет использоваться в качестве источника оптического излучения, способного передавать код текущего значения длины волны излучения, а второй — в качестве измерителя мощности оптического излучения.

Для измерения затухания линии выполните следующие действия:

1. Произведите установку значений опорного уровня в измерителе оптической мощности для всех используемых длин волн (см. п.6.3.2).
2. Подключите источник излучения ко входу линии, а измеритель мощности к ее выходу.
3. Переведите измеритель в режим «АВТОМАТ.».
4. Переведите источник в режим «CW\*».
5. Прогрейте источник (не менее 5 минут).
6. Дождитесь, чтобы показания на всех длинах волн появились на индикаторе.

**Примечание:** время измерения на одной длине волны составляет 3 секунды, т.е. время одного цикла измерения на трёх длинах волн составляет не менее 9 секунд.

При необходимости переключитесь на другую линию, и дождитесь результатов измерения. Таким образом, может быть проведена последовательная проверка нескольких линий без переключения режима прибора.

	<b>ВАЖНО</b>
	<p>Если в течение времени ожидания (около 12 секунд) с момента последнего измерения очередной код длины волны не будет получен, то раздастся звуковой сигнал и показания измерителя сбросятся — на экране будут отображаться прочерки (рис. 9 ).</p>



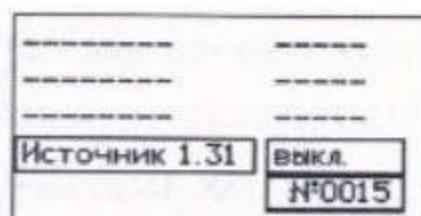


Рис. 9 Режим тестера в первый момент времени и после сброса показаний

### 3.4. Сохранение результатов

Показания прибора, измеренные в ручном и автоматическом режимах, сохраняются последовательно в одной области памяти, в которую может быть записано до 10000 результатов. Для сохранения результатов нажмите кнопку . На дисплее появится информация о свойствах файла ( ): комментарий и номер волокна – в первой строке. Для подтверждения сохранения нажмите кнопку . Для отмены сохранения и возврата в режим тестера нажмите кнопку .

## 4. Работа с источником излучения

Источники оптического излучения предназначены для излучения стабилизированной непрерывной и импульсно-модулированной оптической мощности при определении затухания оптических сигналов в одно- и многомодовых волоконных световодах.



Прибор серии ТОПА3-7000-AR и ТОПА3-7000-ARX может иметь до трёх источников на одном выходе (разъём рефлектометра). Одновременно может работать только один источник. Длина волны источника излучения отображается рядом со словом «Источник» в режиме тестера, например, «1.31» (см. ). Для выбора длины волны источника встаньте на пункт «Источник» и нажмите кнопку . По нажатию кнопки производится последовательное переключение лазерных источников, установленных в приборе.

Источник оптического излучения имеет следующие режимы работы:

1. «выкл.» - выключен.
2. «CW» - непрерывное излучение.
3. «270Гц» - импульсно-модулированное излучение с частотой 270Гц.
4. «2кГц» - импульсно-модулированное излучение с частотой 2кГц.





5. «CW\*» - излучение с периодическим переключением длины волны. В этом режиме прибор циклически переключает источники излучения и передаёт код длины волны на совместимые измерители мощности.

Режим излучения источника переключается последовательным нажатием кнопки  или .

#### **5. Работа с визуальным локатором повреждений.**

Визуальный локатор повреждений (VFL) используется для локализации местных дефектов, обрывов волокна в мертвой зоне рефлектометров, а также для идентификации волокон в оптическом кабеле.

VFL имеет отдельный выход (см. 1) и работает в режиме непрерывного излучения («вкл.») или мигания («1 Гц»).





Чтобы переключить режим работы лазера выберите пункт «VFL» (см. 20) и нажмите кнопку  или .

## РЕЖИМ РЕФЛЕКТОМЕТРА

### 1. Описание режима

Режим предназначен для регистрации рефлектограммы оптоволоконной линии, определения расстояния до отражающих и неотражающих неоднородностей, измерения затухания линии, качества сварки и оптических соединителей.

### 2. Установка параметров измерения

Для установки параметров измерения рефлектограммы войдите в режим рефлектометра (см. п. 4.5). На экране отобразится таблица с текущими параметрами (10 и 11). Перемещение по пунктам производится с помощью кнопок  и . Для изменения параметра выбранного пункта используйте кнопки  и .

Длина волны	1550nm
Длина линии	2km
Зонд.Имп.	500нс
Время Изм.	реальн.
Кэфф.прелом.	1.4681

Рис.10 Установка параметров измерения.

Длина волны	1310nm
Длина линии	авто
Зонд.Имп.	авто
Время Изм.	15с
Кэфф.прелом.	1.4681

Рис.11 Установка параметров измерения в автоматическом режиме

Выберите длину волны на которой хотите проводить измерения.

Параметр «Длина линии» рекомендуется устанавливать на 30% больше истинной длины линии. Если длина линии не известна, установите «авто». В этом режиме прибор сам определит длину линии и выставит оптимальную длительность импульса.

Длительность импульса устанавливается в строке «Зонд.Имп.».



Прибор позволяет выводить рефлектограмму в режиме реального времени или после накопления. Выбор режима накопления производится в строке «Время Изм.».

<b>ВАЖНО</b>	
<b>!</b>	<b>Количество точек рефлектограммы всегда остается постоянным и составляет 4096 точек. При изменении длины линии меняется шаг выборки от 0.7 м (для 2 км) до 34 м (для 128 км).</b>

### 3. Установка автоматического измерения

Прибор позволяет выполнять последовательно измерения на всех длинах волн. Результаты измерений сохраняются в памяти автоматически. Для выбора этого режима в строке «Длина волны» установите значение «авто» (рис.12)

Длина волны	авто
Длина линии	0.5км
Зонд.Имп.	40нс
№ волокна	008
Fiber	190/200

Рис. 12 Установка параметров измерения.

### 4. Запуск измерения

<b>ВНИМАНИЕ</b>	
<b>!</b>	<b>Подключая разъем рефлектометра к линии, убедитесь, что в линию не поступает сигнал. Наличие мощного сигнала в линии может привести к неисправности прибора.</b>

Запуск процесса измерения можно выполнить в режиме установки параметров или в режиме просмотра рефлектограммы. Для запуска нажмите кнопку **S**. Время измерения примерно равно установленному времени накопления. Перед началом измерения на экране отображается текущее состояние прибора ( **13** ), и справа от кнопки загорается светодиод.



```

== Ж Д И Т Е ==
Изл. на входе: НЕТ
Вх. разъем: ОК
Длина линии: 2км
Зонд. импульс: 80нс
Идет измерение...15с

```

Рис. 13 Подготовка к измерению

В приборе предусмотрена защита от небольшого излучения на входе прибора. Однако если сигнал будет мощный, это приведет к неисправности прибора. Если прибор на входе обнаружит оптическое излучение, то процесс измерения прекратится и на индикаторе появится сообщение (14). Убедитесь, что в линию не поступает сигнал и повторите измерения.

```

ВНИМАНИЕ
Излучение на входе
для продолжения
нажмите "S"

```

Рис. 14 Излучение на входе.

Если прибор обнаружит некачественный входной разъем в ближней зоне (до 20м), то на индикаторе появится строка «Вх. разъем: ???». Следует убедиться, что входной разъем и коннекторы кабеля чистые (см. п. 9.1 и п. 4.8) и повторить измерения.

<b>ПРИМЕЧАНИЕ</b>	
<b>!</b>	<p>Для измерения линий рекомендуется использовать нормализующую катушку. Особенно, если линия имеет разъемные соединения в ближней зоне рефлектометра.</p>

Если прибор обнаружил, что параметр «Длина линии» выставлен меньше истинной длины линии, то прибор отобразит знак «(!)» и продолжит измерения с новыми параметрами.

В процессе измерения на экране будут отображаться промежуточные результаты накопления, а в нижней строке время с начала измерения



Рис.15 Процесс измерения



По окончании измерения прибор перейдет в режим просмотра измеренной рефлектограммы с тем разрешением и положением курсора, при которых происходил запуск измерений.

Чтобы прервать процесс измерения и изменить параметры следует повторно нажать кнопку **S**. При этом прибор перейдет в режим установки параметров.

### 5. Просмотр рефлектограммы

В режиме просмотра рефлектограммы на экране прибора отображаются: рефлектограмма, курсор и информационная строка (16). В информационной строке отображаются: расстояние от начала линии до курсора, относительное затухание (на отрезке линии до курсора), и диапазон измерения в километрах. В верхнем правом углу индикатора отображается масштаб по вертикали в дБ (значения соответствуют разности между максимальным и минимальным значениями дисплея по вертикали).

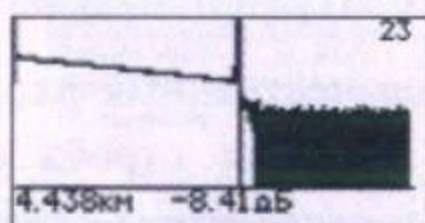














Рис.16 Просмотр рефлектограммы.

Для перемещения курсора используйте кнопки  и . Для перемещения графика по вертикали используйте кнопки  и .

Для изменения масштаба отображения рефлектограммы нажмите и удерживайте кнопку  в течение 2 секунд. Прибор перейдет в режим изменения масштаба (17). Используйте кнопки  и  для изменения масштаба по горизонтали, а кнопки  и  - по вертикали. Для отображения всей рефлектограммы нажмите и удерживайте в течение 2 секунд кнопку  или . Для выхода из режима масштабирования рефлектограммы нажмите кнопку .

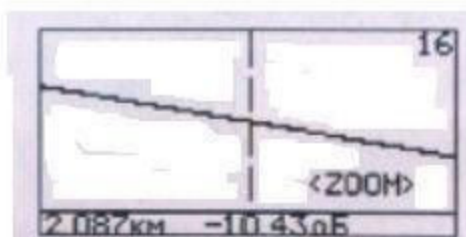



Рис. 17 Изменение масштаба рефлектограммы.



## 6. Измерение параметров линии

Прибор позволяет измерять погонное затухание и потери в неоднородностях линии, а также расстояния между событиями. Для перехода в режим измерения параметров линии нажмите кнопку .

В месте, где был установлен курсор, появится метка в виде сплошной вертикальной линии. В верхнем левом углу отобразится погонное затухание линии в промежутке между меткой и курсором. В информационной строке отображается расстояние между меткой и курсором и затухание между этими двумя точками (18).

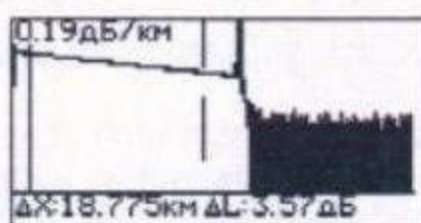


Рис. 18 Измерение параметров линии

Если метка ушла за пределы экрана, то будет отображаться значок «<» в левой или «>» в правой части экрана в зависимости от того, с какой стороны находится метка (19).

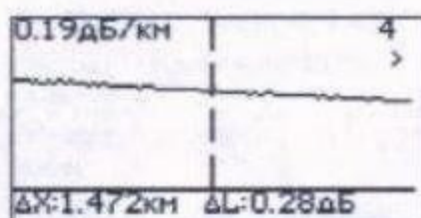



Рис. 19 Метка справа за экраном

## 7. Просмотр событий




В приборе предусмотрена функция поиска событий, т.е. рефлектометр автоматически определяет наличие событий и их параметры. Для этого в режиме просмотра удерживайте кнопку  в течение 2 секунд. На экране появится характеристика линии целиком: ее длина (км) и полные потери (дБ).



!	<b>ВНИМАНИЕ</b>
	<p>Список событий доступен для просмотра только в режиме, когда рефлектограмма отображается полностью. При этом в правом верхнем углу дисплея должно быть значение 32.</p>

< СОБЫТИЕ 0/10 >	
Длина линии:	1783.4м
Полные потери:	5.56дБ

Рис.20 Просмотр событий. Характеристика линии

Для переключения событий используйте клавиши  и . Нажмите  для перехода к данному событию на трассе.

Для каждого события приведены следующие данные: тип неоднородности, положение (км), затухание (дБ), отражение (дБ) (рис.21).




< СОБЫТИЕ 4/10 >	
Тип	 R
Положение	1023.2м
Затухание	0.91дБ
Отражение	-33.36дБ

Рис.21 Просмотр событий

Для возврата в режим просмотра нажмите кнопку .



## 8. Сохранение рефлектограммы

Прибор позволяет сохранять до 450 рефлектограмм. Для сохранения рефлектограммы нажмите кнопку . На дисплее появятся название файла, строка комментария и экранная клавиатура (рис.22). Название файла формируется автоматически и состоит из даты (год, месяц, день), знака подчеркивания и времени (час, минута, десятков секунд). Строка комментария содержит последний комментарий и может быть отредактирована с помощью экранной клавиатуры.





080626_15000.sor	
pixel 108	-
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 ё Ъ	
й ц у к е н г ш щ з х Ъ	
Ф ф в а п р о л д ж э [F]	
я ч с м и т ь б ю ъ *	


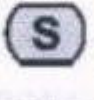
Рис.22 Сохранение рефлектограммы



В начальный момент курсор экранной клавиатуры установлен на символ «стрелка назад». Нажав кнопку  можно вернуться в режим просмотра без сохранения рефлектограммы (аналогично нажатию кнопки ).

Выполнить редактирование можно следующим образом:



С помощью кнопок , , ,  перемещайте курсор по клавиатуре. Выбор символа производится кнопкой . Для удаления символа выберите на экранной клавиатуре символ «bs». Для переключения между заглавными и строчными буквами выберите на экранной клавиатуре символ «стрелка вверх». Для отмены сохранения выберите стрелку «назад».


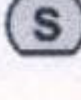
Для сохранения рефлектограммы выберите «ok» и нажмите кнопку  или нажмите кнопку  при условии, что курсор не установлен на символ «стрелка назад». Рефлектограмма сохранится в памяти в формате Bellcore.

После сохранения в первой строке экрана появится информация об имени файла и номере ячейки памяти сохраненной рефлектограммы. Ниже отобразятся комментарий, значения параметров рефлектограммы и график. В нижней строке отобразятся количество занятых ячеек и общее число ячеек памяти (рис. 23).



Рис. 23 Сохранённая рефлектограмма

Для просмотра памяти нажмите кнопку  или , при этом на экране отобразится другая сохранённая рефлектограмма.

<b>ВНИМАНИЕ !</b>	
	<b>1. Не выключайте питание прибора пока на дисплее не появится номер сохраненной рефлектограммы. Иначе могут быть потеряны данные, сохраненные в памяти прибора.</b>
	<b>2. Сохранение с помощью кнопки  блокируется, если курсор стоит на символе «стрелка назад».</b>



<b>!</b>	<b>ВАЖНО</b>
	Для рефлектометров, входной оптический разъем которых имеет полировку типа APC, перед выполнением калибровки следует подсоединить на оптический вход вспомогательный патчкорд длиной 0.1 м, поставляемый в комплекте с прибором.




Для выполнения калибровки рефлектометра выберите пункт меню «Калибровка» и нажмите кнопку . Во время калибровки прибор произведет необходимые измерения (рис.24). По окончании измерений прибор перейдет к установке параметров рефлектометра (см. п. 5.2).



Рис. 24 Калибровка рефлектометра.

#### Установка контрастности

Устройство автоматически настраивает контрастность. Однако вы можете самостоятельно изменять ее в небольшом диапазоне. Для изменения контрастности индикатора выберите пункт «Контраст.» и с помощью кнопок  и  установите нужное значение.



## ОБСЛУЖИВАНИЕ

### 1. Чистка разъемов

Для чистки разъемов выполните следующие действия (рис. 25):

1. Открутите заглушку разъема.
2. Слегка смочите конец чистящей палочки спиртом (не более одной капли!)
3. Аккуратно вставьте чистящий конец в разъем.
4. Слегка проверните палочку в разьеме.
5. Выньте палочку из разъема.
6. Повторите пункты 3-5 с сухой палочкой.
7. Чистящие средства должны быть использованы только один раз.

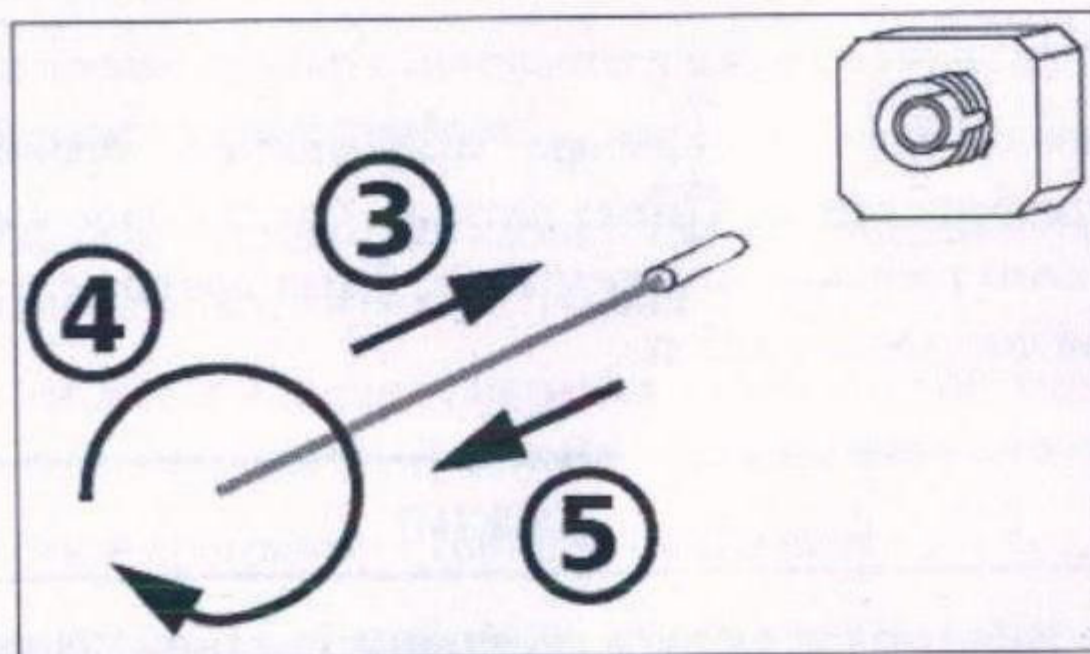


Рис. 25 Чистка разъемов

### ВАЖНО

**!** Излишки спирта могут оставлять следы или загрязнения. Поэтому используйте небольшое количество спирта — достаточно одной капли.


### 2. Зарядка аккумуляторов

Прибор обеспечивает непрерывную работу от полностью заряженных аккумуляторов в нормальных условиях применения в течение не менее 20




В приборе предусмотрена индикация разряда аккумулятора: в нижней правой части дисплея в главном меню (см. рис. 5) имеется значок в виде символического изображения элемента питания, рядом с которым отображается степень заряда аккумулятора.

Аккумулятор считается полностью заряженным, если при отключенном блоке питания значок полностью заполнен. При подключении блока питания, вместо изображения элемента питания, на дисплее высвечивается надпись «СЕТЬ»

	<b>ВАЖНО</b>
	<b>Прибор поставляется с незаряженной аккумуляторной батареей. Перед первым использованием приборы необходимо заряжать не менее 14 часов!</b>

Заряд установленного в приборе аккумулятора производится при подключении к прибору сетевого блока питания. Стандартное время заряда 14 часов для полностью разряженных элементов. Заряд протекает независимо от того: включен или выключен прибор.

	<b>ВАЖНО</b>
	<b>При работе от внешнего источника питания исправная работа и технические характеристики тестера гарантируются только для внешнего источника питания из комплекта поставки прибора.</b>

### **3. Смена оптического адаптера разъема измерителя мощности.**

Конструкция оптического разъема измерителя мощности (см. 1) позволяет подключать к нему оптические кабели с разъемами различных типов. Смена типа оптического разъема, подключаемого к измерителю мощности, производится путем замены внешней части разъема (так называемого «адаптера»). В комплект поставки оптического тестера могут быть включены адаптеры для подключения разъемов следующих типов: FC, SC, ST, LC, а также универсальные адаптеры с диаметром отверстия 2.5мм и 1.25мм.



Для замены адаптера вам потребуется отвертка с плоским окончанием.

Перед заменой адаптера снимите защитную крышку с разъема измерителя мощности, затем открутите его крепежные винты.

Для установки розетки проделайте действия в обратном порядке.

При необходимости замените защитную крышку.

#### 4. Обновление внутреннего ПО

Производитель приборов НПК «СвязьСервис» постоянно работает над их усовершенствованием: исправляются ошибки и неточности, выявленные в процессе эксплуатации, появляются новые функциональные возможности. В приборах предусмотрена возможность обновления версии внутреннего ПО с помощью специальной компьютерной программы (см. руководство пользователя к программе TopFirmWareLoader4).


Для обновления ПО выполните следующие действия:

1. Подключите прибор к компьютеру с помощью интерфейсного кабеля USB, из комплекта прибора.
2. Нажмите и удерживайте кнопку **S** на лицевой панели прибора. Не отпуская кнопку, включите питание прибора.

При этом на дисплее может появиться «мусор» - это нормальный режим работы во время обновления программного обеспечения.

3. Запустите программу «TopFirmWareLoader4».
4. Соединитесь с прибором и загрузите новое программное обеспечение.
5. По завершении обновления ПО выключите питание прибора, а затем включите его для работы в основном режиме

#### ВНИМАНИЕ

- 
1. Не выключайте прибор во время обновления программного обеспечения.
  2. Обновление ПО прибора рекомендуется производить при полностью заряженной внутренней аккумуляторной батарее или при питании прибора от внешнего блока питания.




## ИНФОРМАЦИЯ ПО БЕЗОПАСНОСТИ


### 1. Информация по электробезопасности

Запрещается подключать блок питания к сети питания, напряжение в которой не соответствует напряжению, указанному на блоке питания. При несоблюдении этого требования возможно повреждение блока питания.

Используйте только блок питания, поставляемый с прибором.

### 2. Информация по безопасной работе с лазером

	<b>ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ</b>
	<b>Не подключайте и не отключайте волокно при излучающем источнике. Никогда не смотрите прямо в излучающее волокно и защищайте глаза во время работы.</b>

	<b>ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ</b>
	<b>Использование прибора не по назначению, а также выполнения действий, отличных от описанных в руководстве пользователя, могут привести к опасному излучению.</b>

Ваш прибор является лазерным изделием. Прибор относится к 1 классу безопасности согласно ГОСТ Р 50723-94 и к классу 1М согласно МЭК 60825-1:





Если в приборе установлен визуальный локатор повреждений, то прибор относится ко 2 классу безопасности согласно ГОСТ Р 50723-94 и к классу 3R согласно МЭК 60825-1:



К работе с прибором допускается персонал, ознакомленный с СанПиН N 5804-91: «САНИТАРНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА УСТРОЙСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛАЗЕРОВ», и требованиями безопасности по ГОСТ 24469-80. Несоблюдение правил может нанести вред здоровью.



## Стенд

Лабораторный стенд состоит из лабораторной установки и дополнительного оборудования.

### Описание лабораторной установки.

Внешний вид установки представлен на рисунке 1.

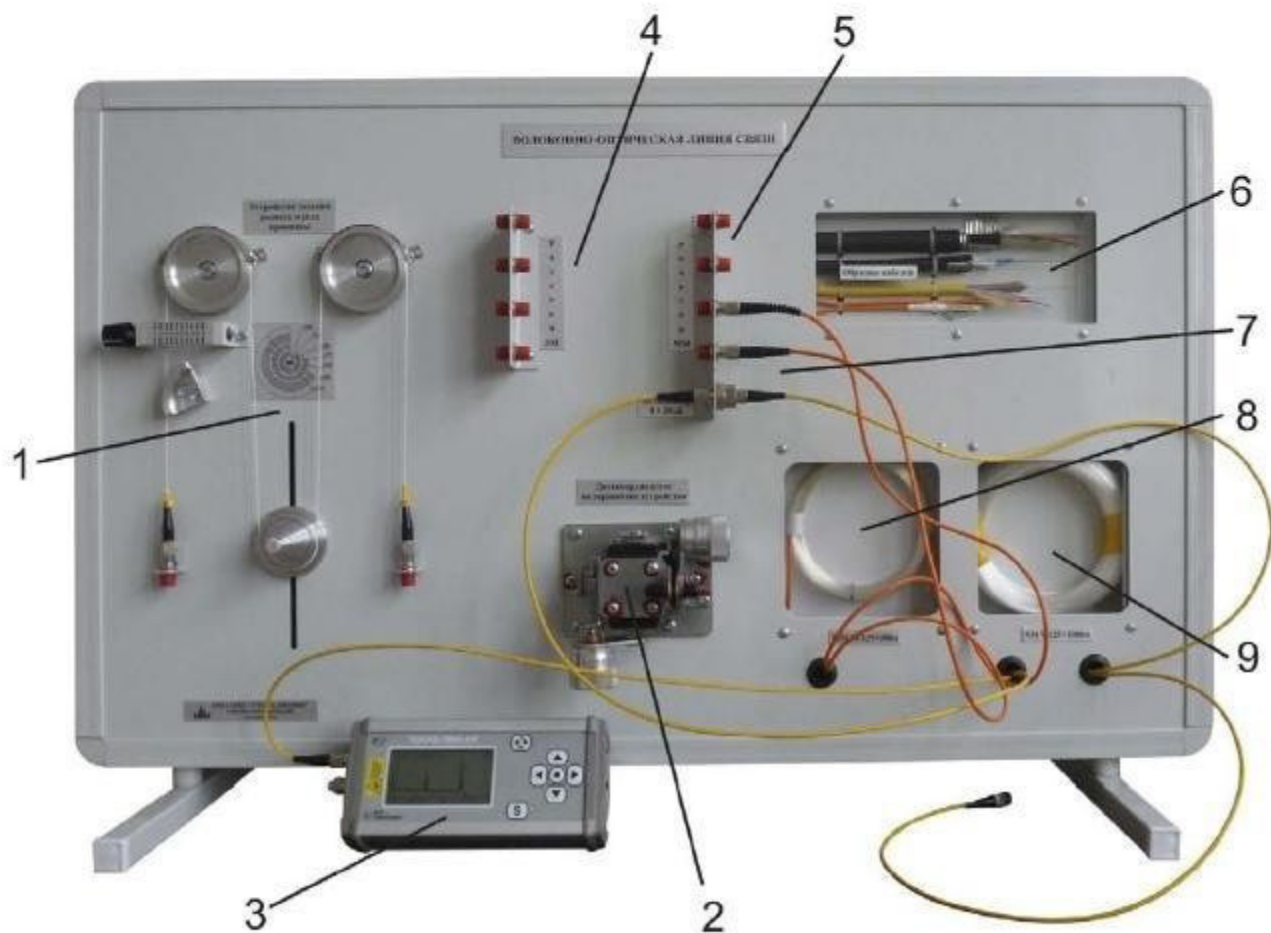


Рис. 1. Внешний вид установки.

Обозначения на рис. 1:

1. Устройство задания радиуса и угла кривизны
2. Устройство внесения неоднородностей в стык оптоволокна с трехкоординатным юстировочным устройством
3. Оптический тестер-рефлектометр
4. Планка с оптическими розетками для подключения одномодового волокна SM
5. Планка с оптическими розетками для подключения многомодового волокна MM
6. Образцы кабелей
7. Переменный аттенюатор



8. Оптическая линия связи MM 200m
9. Оптическая линия связи SM 1000m

### Устройство задания радиуса и угла кривизны

На рис. 2 представлено устройство задания радиуса и угла кривизны. Состав:

1. Две оптические розетки FC-FC.
2. Пирамида для задания радиуса кривизны с диаметрами от 50мм до 10мм.
3. Винт для задания угла кривизны на диаметре 3мм.
4. Шкала с углами изгиба оптического волокна.

На рисунке представлен вариант пол-оборота ( $180^\circ$ ) на диаметре 40мм. Таблица диаметров пирамиды присутствует в левой части устройства.

*Внимание! При намотке больших углов на пирамиде (540, 900) следите, чтобы витки не пересекались. Не прилагайте значительных усилий (более 10Н) при изгибах оптоволокна.*

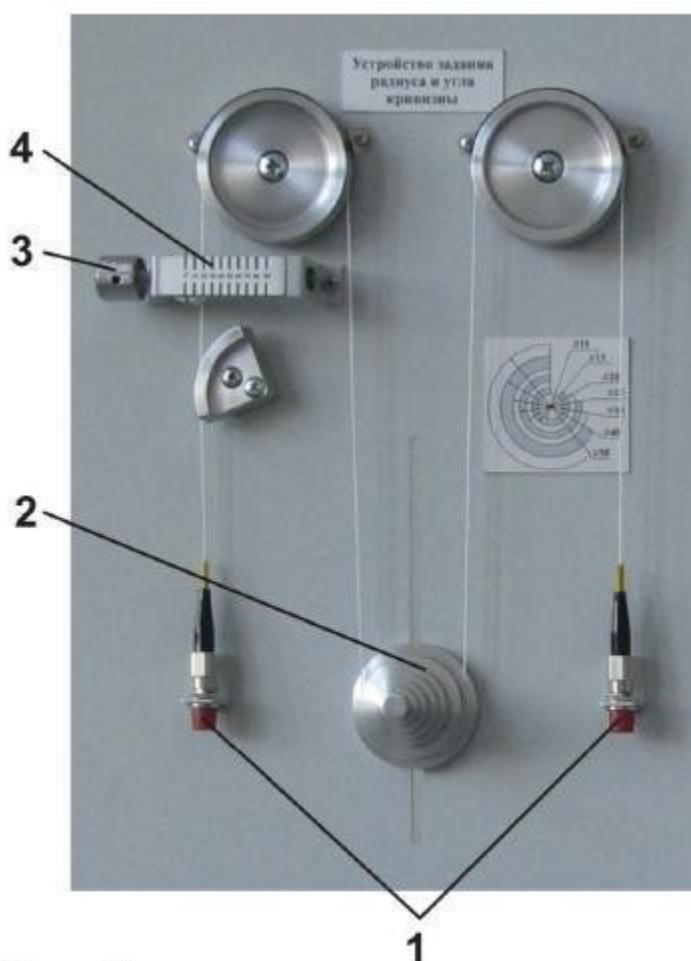


Рис. 2. Устройство задания радиуса и угла кривизны.



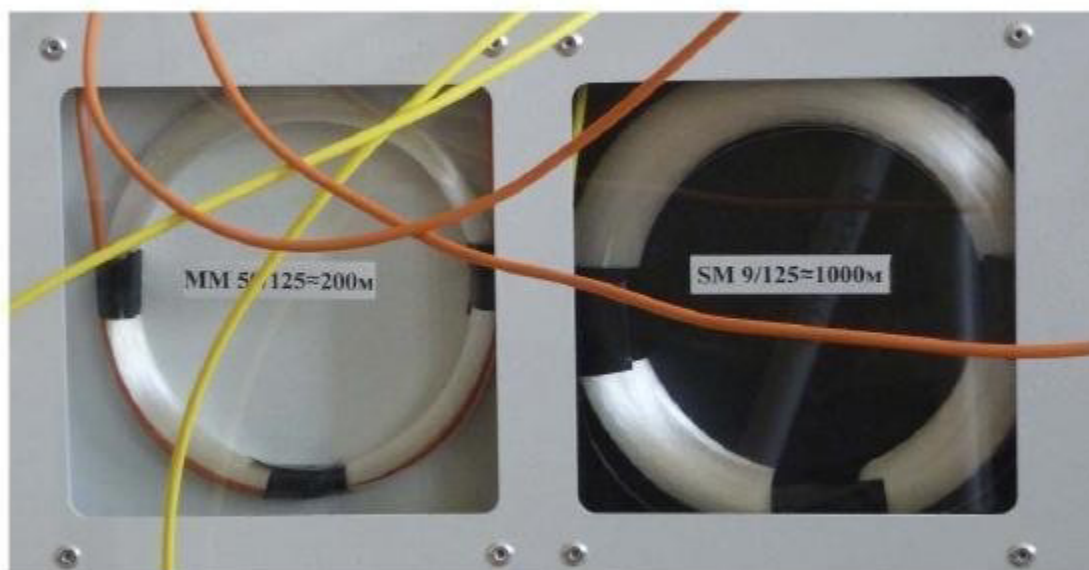
**Образцы кабелей** разделаны с одной стороны и защищены органическим стеклом.

В качестве примеров оптических кабелей представлены:

- бронированный самонесущий кабель 8 волокон (внешний полиэтилен, стальная гофра, внутренний полиэтилен, 8 трубок, заполненных гелем, для укладки оптоволокна, 8 оптических волокон в буфере 0.25, центральный стальной трос)
- кабель усиленный для внешней прокладки в колодцах и пр. (внешний полиэтилен, стальная гофра, кевларовые нити, трубка, заполненная гелем для оптических волокон, 8 (16) оптических волокон в буфере 0.25)
- кабель для внутренней прокладки (LSZH оболочка, кевларовые нити, 16 разноцветных оптических волокон в буфере 0.9)
- оптический шнур (LSZH оболочка, кевларовые нити, оптоволокно в буфере 0.9)

**Панки с оптическими розетками** представляет собой набор оптических розеток для UPC полированного оптоволокна. Представлены розетки для SM и MM волокна, которые используются для различных оптических схем в процессе работы.

**Оптические линии связи** представляют собой нормализующие катушки для SM и MM волокна, с длиной соответственно 1000м и 200м. Две из них закрыты органическим стеклом и представлены для обозрения. Одна закреплена внутри корпуса стенда.



**Рис.3 Оптические линии связи.**



*Устройство внесения неоднородностей встык оптоволокну* используется совместно с FC-ST оптическими шнурами. На устройстве расположены розетки типа ST. Три микрометрических винта позволяют перемещать торцы оптических волокон друг относительно друга с трех измерений.

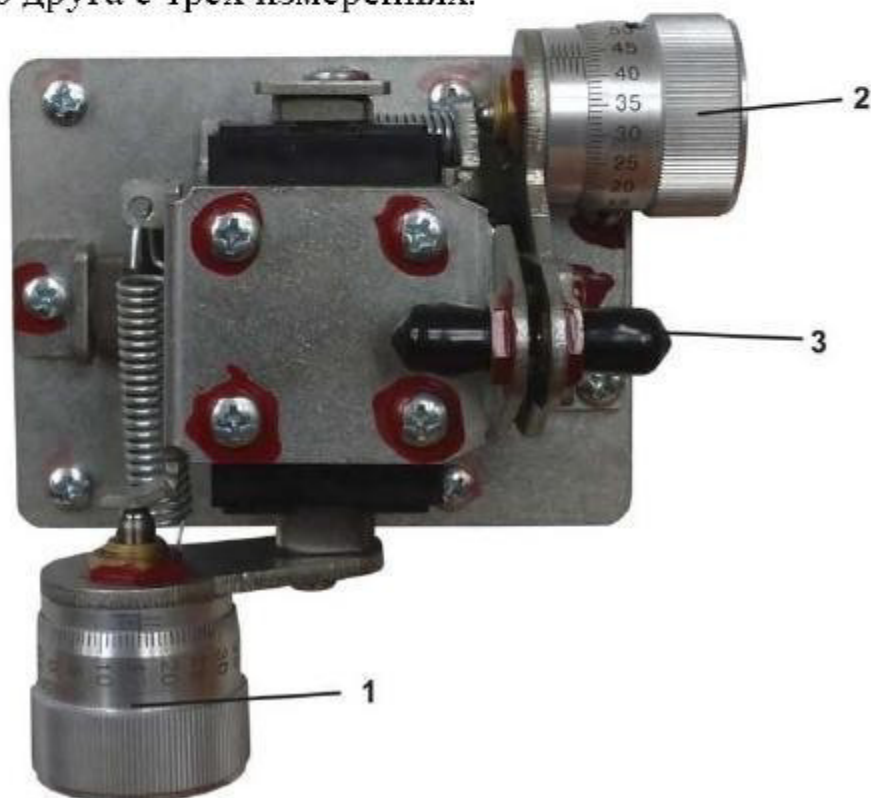


Рис. 4. Двухкоординатное (трехкоординатное) устройство внесения неоднородностей встык оптоволокну (может быть трехкоординатным, в зависимости от комплекта поставки).

1. Микрометрический винт координаты Y
2. Микрометрический винт координаты X
3. ST розетка



**Модовый скремблер** (смеситель мод) соответствует спецификации ТИА/EIA-568-B.1 и представляет собой катушку диаметром 22мм, на которую требуется намотать 5 витков оптического кабеля в буфере 3мм. Для фиксации витков на катушке необходимо использовать винт М3.



Рис. 5. Модовый скремблер.

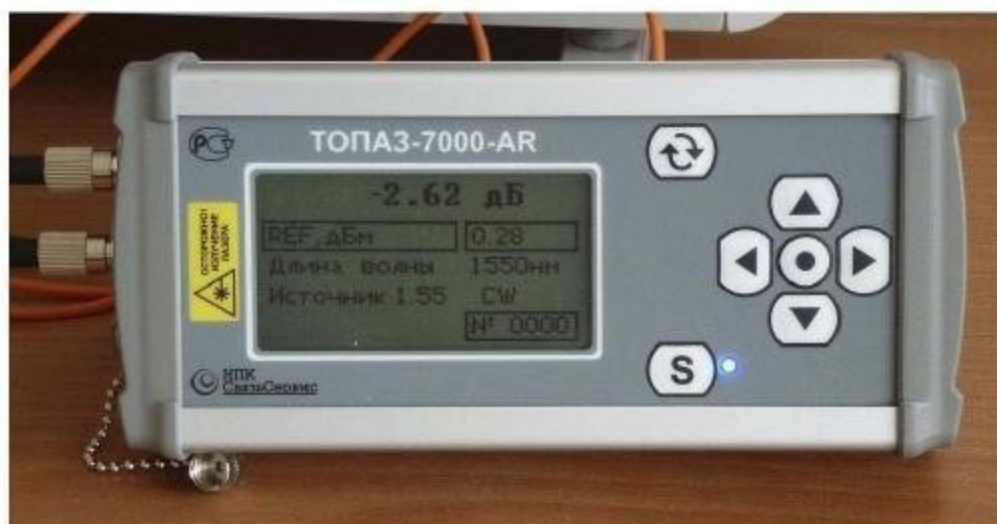


Рис. 6. Оптический тестер-рефлектометр «Топаз 7315AR»

На рис. 6 представлен рефлектометр с функцией измерителя оптической мощности. Руководство по эксплуатации и диск с ПО входят в комплект поставки стенда.

### **Правила работы с оптическим оборудованием.**

Все оптические шнуры снабжены коннекторами типа FC. Торцы коннекторов защищены специальными колпачками. Любой коннектор рассчитан на не менее 500 коммутаций при соблюдении правил обращения с ними.

Для присоединения оптического шнура к розетке необходимо:

- Вытащить заглушку из оптической розетки и поместить её в чистый контейнер



- Снять защитный колпачок с коннектора и поместить его в чистый контейнер
- Вставить коннектор в оптическую розетку без усилий, совмещая ключ коннектора и розетки.
- Закрутить резьбу без усилий, чтобы не повредить торцы оптических коннекторов.

Для отсоединения оптического шнура необходимо:

- Открутить резьбу и вынуть коннектор из розетки
- Взять защитный колпачок из чистого контейнера и надеть на торец коннектора
- Взять заглушку из чистого контейнера и защитить оптическую розетку

При работе с оптоволоконными компонентами необходимо соблюдать чистоту оптических коннекторов. Не допускается прикасаться руками и предметами к торцам коннекторов. В случае загрязнения необходимо очистить коннекторы специализированными средствами, которые можно приобрести в магазинах, торгующих оптоволоконным оборудованием.



## Лабораторная работа №1

### Изучение оптических кабелей различного назначения. Измерительное оборудование для оптоволоконных линий связи.

#### *Порядок проведения работы.*

1. Ознакомьтесь с руководством по эксплуатации тестера-рефлектометра «Топаз 7315AR»
2. Включите тестер-рефлектометр в режим измерения оптической мощности, снимите защитный колпачок с входа измерителя оптической мощности. Выберите разные шкалы измерения (Вт, дБ, дБм) и разные длины волн. Запишите показания прибора в Вт для разных длин волн.
3. Разверните измеритель оптической мощности чувствительным элементом к источнику света или окну. Запишите в ваттах мощность излучения.
4. Соедините измеритель оптической мощности с источником оптического излучения с помощью MM оптического шнура. Включите источник оптической мощности на излучение 1550нм. Снимите показания измерителя мощности через каждые 30 секунд в течение 7 минут. Постройте график изменения мощности излучения во времени.
5. Переключите измеритель оптической мощности и источник оптического излучения на 1310нм. Снимите показания измерителя оптической мощности через каждые 30 секунд в течение 7 минут. Постройте график изменения мощности излучения во времени.
6. Изменяя положение оптического шнура в пространстве, запишите максимальное и минимальное значение мощности. Изменяя взаимное расположение источника и измерителя, запишите максимальное и минимальное значения мощности излучения.
7. Замените MM оптический шнур на SM и повторите п.п. 6-9.
8. Подключите рефлектометр к SM линии 1000м. (Вторая сторона линии должна быть закрыта заглушкой).
9. Переведите рефлектометр в режим работы рефлектометра.
10. Проведите измерение.
11. Определите длину линии и затухание в ней.



12. Рассмотрите структуру оптоволоконных кабелей, закрепленных на стенде под стеклом. Описание представленных кабелей выше по тексту.

#### *Содержание отчета.*

- Схема измерения мощности излучения.
- Таблицы и графики выхода на стационарный режим.
- Максимальные и минимальные значения мощности из п.п. 8-9.
- Объяснения относительно явлений, наблюдаемых в п.п. 8-9.
- Выводы относительно порядка проведения измерений с помощью «Топаз 7315AR» в режиме оптического тестера и в режиме рефлектометра.

#### *Контрольные вопросы:*

1. Объясните график изменения мощности оптического излучателя.
2. Будет ли разница в мощности оптического излучения из окна, если измерять эту мощность, предварительно пропустив свет через MM- или SM-шнур?
3. Существует ли паразитное оптическое излучение на длинах волн, отличных от выбранной на источнике оптического излучения? Насколько оно велико? Почему появляется?
4. Как следует поступить, если вы взяли незащищёнными руками оптический шнур за феррул?

## **Лабораторная работа №2.**

### **Измерение затухания оптоволоконного кабеля методом вносимых потерь в соответствии с ГОСТ 26814-86**

Измерение затухания оптоволоконного кабеля методом вносимых потерь производится в соответствии с ГОСТ 26814-86 «Кабели оптические. Методы измерения параметров.» Метод вносимых потерь хорош тем, что он, в отличие от метода обрыва, является неразрушающим методом контроля параметров оптического волокна. Благодаря этому, а также достаточно высокой точности метод вносимых потерь широко применяется при измерениях. Для измерения данным методом сначала измеряется оптическая мощность на выходе эталонного волокна. Затем между эталонным волокном и измерителем включают измеряемое волокно. Измеряется мощность на выходе измеряемого



волокна. Потери в волокне определяются как разность между уровнем эталонного и измеряемого волокна. Измерение по этому методу проводят с обеих сторон волокна с последующим усреднением результатов. В соответствии с ГОСТ применяется схема, представленная на рис. 1.

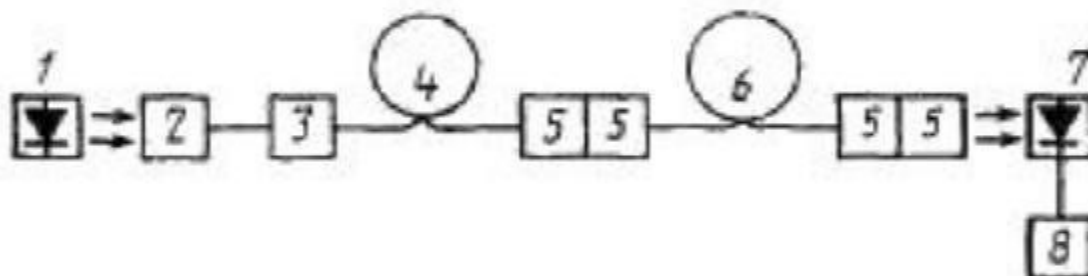


Рис. 7. Измерение затухания оптического волокна методом вносимых потерь, где:

1- источник излучения, 2- устройство ввода, 3- смеситель мод, 4- вспомогательное оптическое волокно, 5- оптические разъемные соединения, 6- измеряемый кабель, 7- приемник излучения, 8- регистрирующее устройство.

Сначала проводят измерения по схеме, изображенной на рис. 7 (не менее трех), а затем отсоединяют измеряемый кабель и проводят еще три замера. Конкретное число замеров определяют в соответствии с требованиями к случайной составляющей погрешности измерений в соответствии с ГОСТ 8.207-76. Погрешность измерений не должна превышать 20%, если не оговорено иное.

Обработку результатов измерений проводят в соответствии с ГОСТ 8.207-76 и ГОСТ 8011-72.

Затухание измеряемого оптического кабеля определяют по формуле:

$$A_{(\lambda_i)} = 10 \lg \left( \frac{T_1(\lambda_i)}{T_2(\lambda_i)} \right) - A_0,$$

где  $A(\lambda_i)$  – затухание оптического кабеля, дБ;

$T_1(\lambda_i); T_2(\lambda_i)$  – значения сигналов, соответствующие уровню мощности на выходе вспомогательного и измеряемого оптического кабеля;

$A_0$  – среднее значение потерь в оптическом соединителе, дБ

$\lambda_i$  – длина волны, на которой проведены измерения, мкм



Результаты измерений должны быть оформлены протоколом, в котором указывают:

- Результаты измерения затухания и коэффициента затухания;
- Длину волны и спектральную ширину источника излучения;
- Среднее значение потерь в соединителе
- Марку и длину оптического кабеля;
- Тип, заводские номера и дату поверки (аттестации) использованного оборудования
- Погрешность результата измерения при выбранной доверительной вероятности

При практических измерениях источником излучения является «Топаз 7315AR». Устройство ввода – FC адаптер на источнике излучения. Вспомогательное оптическое волокно для разных измерений будет разное, но всегда с одной стороны снабжено оптическим соединителем типа FC. Модовый скремблер (смеситель мод) соответствует спецификации TIA/EIA-568-B.1 и представляет собой катушку диаметром 22мм, на которую требуется намотать 5 витков оптического кабеля в буфере 3мм. Для фиксации витков на катушке необходимо использовать винт М3. Модовый скремблер реализуется на вспомогательном оптическом волокне. Оптические розетки используются в соответствии с используемым типом волокна и типом оптического соединителя. В качестве приемника излучения и регистрирующего устройства используется измеритель оптической мощности «Топаз 7315AR».

### ***Порядок работы.***

Работа проводится в 4 этапа. На первом/втором этапе необходимо провести измерения затухания многомодового оптического кабеля с FC-FC коннекторами на длинах волн 1550/1310нм. Для этого необходимо использовать два оптических кабеля с FC-FC коннекторами и многомодовую оптическую розетку FC-FC (с бронзовой гильзой), закрепленную на стенде. Розетка закрыта желтыми заглушками и имеет соответствующую подпись справа. На третьем/четвертом этапе производятся измерения одномодового FC-FC оптического кабеля для 1310/1550 нм.



Собрать схему, представленную на рис. 7, соблюдая правила техники безопасности и правила работы с оптическим оборудованием.

- Включить источник излучения на длине волны 1550нм и измеритель оптической мощности.
- Настроить приемник на измеряемую длину волны и выбрать измерение в ваттах.
- Дать схеме выйти на стационарный режим в течение 5 минут.
- Снять значение мощности излучения на измерителе оптической мощности
- Убрать из схемы измеряемый FC-FC оптический кабель и провести измерения оптической мощности.
- Повторить пункты 1-6, перевернув измеряемый кабель.
- Повторить пункты 1-6, перевернув измеряемый кабель.
- Убедиться, что ошибка измерений не превышает 20% для серии замеров пп 6-8.
- Обработать результаты в соответствии с ГОСТ 8.207-76 и ГОСТ 8011-72.
- Оформить протокол измерений.

Повторить замеры для длины волны 1310нм и одномодового оптического шнура на 1310/1550 нм.

#### *Дополнительно:*

Попробуйте провести замеры одномодового волокна, используя в качестве вспомогательного многомодовое волокно. Для соединения использовать многомодовую FC-FC розетку.

Повторите опыт, измеряя многомодовое волокно, используя в качестве вспомогательного волокна одномодовое. Для соединений использовать многомодовую FC-FC розетку.

Составьте протоколы измерений для этих опытов и сделайте выводы относительно полученных результатов измерений.

#### *Содержание отчета:*

- Схема лабораторной установки для измерений.
- Таблицы с замерами для двух длин волн, многомодового и одномодового волокна. Расчеты и протоколы измерений.
- Выводы относительно применимости метода вносимых потерь для коротких оптических шнуров.



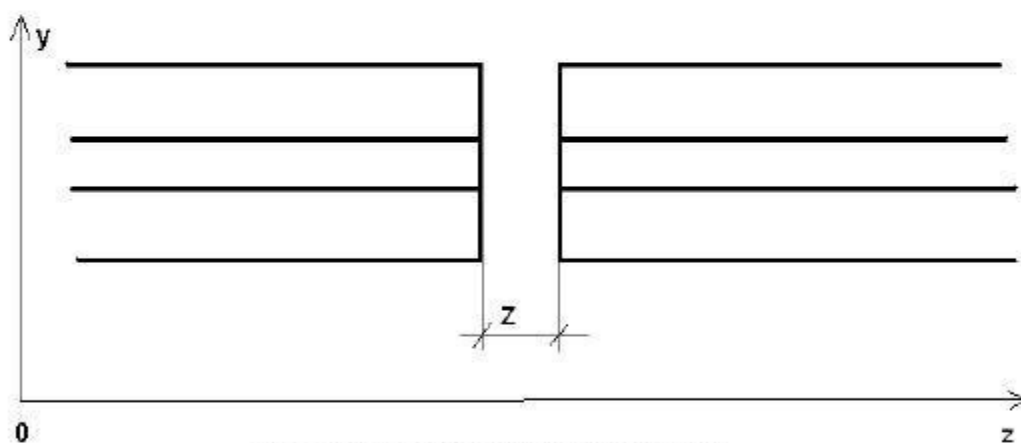
### **Контрольные вопросы:**

- 1) Для чего при измерении применяется модовый скремблер?
- 2) Для чего при измерении применяется вспомогательное оптическое волокно?
- 3) Как меняется точность измерений в зависимости от сочетания типов вспомогательного и измеряемого шнуров?
- 4) Изменится ли результат измерений, если вспомогательный и измеряемый шнуры поменять местами и почему?

## **Лабораторная работа №3. Исследование стыка оптоволокон.**

Исследование стыка оптоволокон проводится с помощью юстировочного устройства. Для исследований используются источник оптической мощности, измеритель оптической мощности, оптические шнуры с ST коннекторами. На рис 8 представлен стык оптоволокон. Третья ось, присутствующая на трехкоординатном устройстве на рисунке отсутствует. На стенде необходимо исследовать зависимости потерь от изменений по двум осям  $Y$  и  $Z$ . Изменение по оси  $Z$  приводит к тому, что диаметр модового пятна становится больше диаметра световода и часть энергии излучается в оболочку, покидая световод. Изменение по оси  $Y$  приводит к несоосности световодов и аналогичной потере энергии.

На практике возможно расположение осей световодов под углом друг к другу. Но стенд не позволяет проводить исследование этого явления.



**Рис.8 Стык оптоволокон**



### **Порядок работы.**

1. Собрать схему, содержащую SM FC-ST оптические шнуры, присоединенные к устройству внесения неоднородностей в стык волокна, соблюдая правила техники безопасности и правила работы с оптическим оборудованием. Присоединить к схеме источник оптического излучения и измеритель оптической мощности.
2. Включить источник излучения на длине волны 1550нм и измеритель оптической мощности.
3. Настроить измеритель на измеряемую длину волны и выбрать измерение в ваттах.
4. Дать схеме выйти на стационарный режим в течение 5 минут.
5. С помощью винта координаты Z увеличить расстояние между торцами оптоволокон до 1-1.5мм. С помощью двух других винтов добиться максимума принимаемой мощности.
6. Уменьшая расстояние между торцами оптических волокон на 0.2-0.5мм, корректируйте максимум с помощью винтов 1, 2. Добейтесь максимума при сведенных концах оптоволокон. (Учтите, что коннекторы подпружинены относительно разъемов. Они могут перемещаться по оси Z внутри гильзы оптической розетки на 0.5-1мм, что приводит к микронным перемещениям по двум другим осям. Сводить по оси Z необходимо только до момента касания торцов коннекторов, не допуская их прижима друг к другу.)
7. Изменяя координату Y фиксировать падение мощности на приемнике. Занести результаты в таблицу.
8. Повторить эксперимент 2-3 раза, меняя направление вращения микрометрического винта.
9. Построить график зависимости падения мощности от осевого смещения.
10. Повторить пункты 5, 6.
11. Изменяя координату Z, фиксировать изменение мощности на приемнике. Результаты занести в таблицу.
12. Повторить опыт 2 раза.
13. Построить график зависимости падения мощности от осевого смещения.
14. Изменить длину волны на 1310нм. Повторить опыты (п.п. 2-13)
15. Оформить протокол измерений.



### *Содержание отчета:*

- Схема лабораторной установки для измерений.
- Таблицы с замерами для двух длин волн, многомодового и одномодового волокна. Расчеты и протоколы измерений.
- Выводы относительно применимости метода вносимых потерь для коротких оптических шнуров.

### *Контрольные вопросы:*

- 1) Для чего при измерении применяется модовый скремблер?
- 2) Для чего при измерении применяется вспомогательное оптическое волокно?
- 3) Как меняется точность измерений в зависимости от сочетания типов вспомогательного и измеряемого шнуров?
- 4) Изменится ли результат измерений, если вспомогательный и измеряемый шнуры поменять местами и почему?

## **Лабораторная работа №4**

### **Измерение потерь в одномодовых оптических волокнах при изгибах с различным радиусом и углом.**

Распространение оптического сигнала по оптоволокну на значительные расстояния обусловлено двумя эффектами: низкими потерями для выбранного диапазона длин волн (1200-1600нм) и эффекте полного внутреннего отражения. По волокну распространяются только те оптические волны, и под теми углами, для которых возникает эффект полного внутреннего отражения. Если при некоторых условиях угол становится больше, чем критический, часть энергии волны преломляется и высвечивается через оболочку за пределы оптического волокна. Эти вопросы подробно рассмотрены в соответствующей литературе. В лабораторной работе используется оптический шнур для местных коммутаций. Такой тип шнура обладает улучшенными характеристиками по изгибу относительно магистральных оптических шнуров, где оптоволокну не допускает изгибов с радиусом менее 50мм. (сам кабель может иметь еще большие ограничения на радиус изгиба: 100-500мм)



### ***Порядок выполнения работы.***

Используя измерение затухания методом вносимых потерь, определить затухание оптического волокна при различных радиусах и углах изгиба. На основании измерений сделать выводы относительно затухания при изгибах оптоволокна.

1. Собрать оптическую линию согласно рис. 4.
2. Выбрать длину волны излучения 1310нм. Дать прогреться в течение 5 минут.
3. Пропустить оптический шнур на пирамиде по наибольшему диаметру (50мм), задав таким образом угол  $180^{\circ}$ . (Аналогично рис. 2). Убедитесь, что устройство задания угла изгиба находится в положении  $0^{\circ}$  или меньше. Зафиксировать мощность излучения.
4. Уменьшая радиус кривизны снимать показания для каждого из них.
5. Повторить п.п. 3, 4 не менее 3 раз, усреднить показания.
6. Задать угол  $540^{\circ}$ . (Полтора оборота оптического шнура на диаметре 40мм и менее).
7. Повторить п.п. 3-6.
8. Задать угол  $900^{\circ}$ . (Два с половиной оборота для диаметра 20мм и менее). Повторить п.п. 4-6.
9. Построить графики зависимости потерь от радиуса изгиба для каждого из исследуемых углов.
10. Построить семейство графиков зависимости потерь от угла изгиба.
11. Построить трехмерную гистограмму (или поверхность) радиус\_кривизны-угол-потери (x,y,z), образующих правую тройку векторов.
12. Пропустить шнур по наибольшему диаметру (50мм).
13. Вращая ручку для задания угла изгиба, провести измерения для углов от 0 до 90 градусов.
14. Повторить измерения не менее 3 раз, усреднить показания.
15. Построить график зависимости потерь от угла изгиба для радиуса 1.5мм.
16. Сделать выводы относительно потерь на изгибах для оптического волокна на длине волны 1310нм.



Рис. 9. Схема измерения потерь при различных радиусах изгиба.

**Содержание отчета:**

- Схемы соединений для проведения эксперимента.
- Таблицы с результатами измерений и усредненными значениями потерь.
- Графики и гистограммы потерь п.п. 9, 10, 11, 15.
- Выводы относительно потерь при изгибах оптических кабелей.

**Контрольные вопросы:**

- 1) Каковы будут потери, если бухту SM оптического кабеля 10000м намотать на бобину диаметром 100мм?
- 2) Сколько витков оптического волокна на диаметре 15мм необходимо сделать для получения затухания 40дБ?
- 3) Какие из образцов оптических кабелей (волокон кабелей), представленных на стенде, не могут быть использованы в проведенных выше экспериментах и почему?
- 4) Как работает модовый скремблер и для чего он нужен?

## Лабораторная работа №5

### Исследование одномодовой и многомодовой волоконно-оптической линии связи с помощью оптического рефлектометра

Рефлектометр, в отличие от измерителя оптической мощности дает нам представление о распределении потерь по длине линии.

1. Соберите оптическую схему состоящую из оптического рефлектометра и SM оптического кабеля 1000м.
2. Включите рефлектометр в режим работы рефлектометра. Выберите минимальное время проведения замера.
3. Проведите измерения.



4. Составьте таблицу потерь в зависимости от расстояния. Определите длину оптического кабеля. Перечертите график измерений с экрана рефлектометра.
5. Выберите среднее время замера из меню рефлектометра.
6. Проведите измерения.
7. Запишите результаты измерений в таблицу. Определите длину кабеля. Перечертите график измерений с экрана рефлектометра.
8. Выберите максимальное время проведения измерений.
9. Проведите измерения.
10. Запишите результаты измерений в таблицу. Определите длину кабеля. Перечертите график измерений с экрана рефлектометра.
11. Сделайте выводы относительно влияния времени измерения на их качество.
12. Соберите оптическую схему из оптического рефлектометра и ММ оптического кабеля 200м.
13. Повторите п.п. 2-11 для ММ линии.

***Содержание отчета:***

- Применяемая схема измерений.
- Таблицы измерений. Графики потерь.
- Выводы относительно потерь одномодовых/многомодовых оптических линий.
- Выводы относительно точности измерений.

***Контрольные вопросы:***

- 1) Чем обусловлена зона нечувствительности рефлектометра?
- 2) Чем определяется максимальная длина измеряемой линии?
- 3) Почему нельзя светить в противоположный торец во время измерений?

## **Лабораторная работа №6**

### **Исследование волоконно-оптической линии связи с разъемным соединением в середине с помощью рефлектометра**

Для проведения измерений в случае необходимости используйте соответствующие оптические розетки на левой планке стенда.

1. Собрать схему для измерения затухания методом вносимых потерь, используя две SM FC-FC оптические линии 1000м и соответствующие розетки на планке стенда.
2. Провести замеры ослабления мощности излучения.
3. Заменить источник оптической мощности и измеритель оптической мощности на рефлектометр.
4. Провести измерения потерь в линии с помощью рефлектометра.
5. Перенести график ослабления оптической мощности в месте стыка в работу в масштабе, необходимом для определения потерь и обратного отражения на стыке. Определить потери и обратное отражение на стыке оптоволоконна.
6. Собрать схему для измерения затухания методом вносимых потерь, используя MM FC-FC оптические шнуры.
7. Повторите п.п. 2-5.
8. Сделать выводы о применимости оптических розеток в волоконно-оптических линиях связи.



#### *Содержание отчета:*

- Применяемая схема измерений.
- Таблицы измерений потерь в розетках для разных типов оптоволоконна.
- Выводы относительно точности и применимости оптических розеток для одномодового и многомодового волокна.

### **Лабораторная работа №7**

#### **Исследование волоконно-оптической линии связи с обрывом (аттенуатором) в середине с помощью рефлектометра и измерителя оптической мощности.**

В случае необходимости используйте дополнительные розетки на планке стенда.



### *Порядок проведения работы.*

1. Собрать схему в соответствии с рис. 5, используя переменный аттенюатор вместо трехкоординатного устройства, а также SM оптические линии 1000м.
2. Переменным аттенюатором установите минимальное расстояние между торцами оптоволокну.
3. Проведите измерение затухания методом вносимых потерь, используя в качестве объекта исследования переменный аттенюатор.
4. Отключите измеритель оптической мощности, переведите рефлектометр в режим работы рефлектометра. Проведите измерения потерь на стыке с помощью рефлектометра. Начертите график потерь в стыке.
5. Увеличьте расстояние между торцами оптического волокна, проведите измерения с помощью рефлектометра. Начертите график потерь в стыке.
6. Не меняя расстояния между торцами оптических волокон, проведите измерения с помощью измерителя оптической мощности.
7. Повторите замеры (п.п. 2-5) для нескольких значений расстояния между торцами.
8. Подключите вместо переменного аттенюатора трехкоординатное устройство, используя FC-ST оптические шнуры и дополнительные розетки на планках.
9. Включить источник излучения на длине волны 1550нм и измеритель оптической мощности.
10. Настроить измеритель на измеряемую длину волны и выбрать измерение в ваттах.
11. Дать схеме выйти на стационарный режим в течение 5 минут.
12. С помощью винта координаты Z увеличить расстояние между торцами оптоволокну до 1-1.5мм. С помощью двух других винтов добиться максимума принимаемой мощности.
13. Уменьшая расстояние между торцами оптических волокон, корректируя максимум с помощью винтов 1, 2 добиться максимума при сведенных концах оптоволокну.
14. Изменяя координату Z фиксировать падение мощности на приемнике. Повторить измерения с помощью рефлектометра. Построить семейство кривых потерь в стыке, в зависимости от координаты Z.



Рис. 10. Схема подключения для работы №7.

### *Содержание отчета.*

- Схема включения для проведения измерений в п. 1
- Таблицы измерений к проведенным экспериментам.
- Графики семейств кривых потерь в стыке при изменении продольной и поперечной координаты.

## **Лабораторная работа №8**

### **Исследование перехода с одномодового на многомодовое волокно и обратно с помощью рефлектометра и оптического измерителя мощности.**

#### *Порядок проведения работы.*

1. Соберите схему, изображенную на рис. 6. Используйте MM FC-FC 200м и SM FC-FC 1000м.
2. Проведите измерение потерь на стыке и потерь в линии.
3. Постройте графики потерь на стыке и на линии.
4. Подключите рефлектометр с другой стороны линии, Повторите измерения.
5. Постройте графики потерь на стыке и на линии.
6. Проведите измерения потерь с помощью измерителя оптической мощности и источника оптического излучения по ГОСТ 26814-86.
7. Измените длину волны излучения, повторите измерения.
8. Повторите измерения рефлектометром для другой длины волны.
9. Постройте графики потерь на стыке и на линии.
10. Повторите измерения с другого конца линии с помощью оптического рефлектометра.
11. Постройте графики потерь на стыке и на линии.
12. Сделать выводы относительно применимости перехода с одномодового на многомодовое волокно и обратно.





Рис. 11. Схема подключения для работы №8

### *Содержание отчета.*

- Оптическая схема исследований.
- Таблицы с измерениями.
- Графики.
- Выводы относительно ограничений применимости перехода с одноимодового оптического волокна на многоимодовое и обратно.

## **Лабораторная работа №9** **Исследование волоконно-оптической линии связи с изгибом с помощью рефлектометра**

### *Порядок выполнения работы.*

1. Присоединить к SM устройству натяжения оптоволокна SM оптический шнур FC-FC в буфере 0.9мм (на концах желтый буфер 3мм).
2. Собрать оптическую линию согласно рис. 4, используя рефлектометр.
3. Выбрать длину волны излучения 1310нм. Дать прогреться в течение 5 минут.
4. Повесить оптический шнур на наибольший диаметр (80мм), задав таким образом угол  $180^{\circ}$ . (Аналогично рис. 1). Зафиксировать мощность излучения.
5. Уменьшая радиус кривизны снимать графики потерь на изгибе для каждого из них.
6. Повторить п.п. 4, 5 не менее 3 раз, усреднить показания.
7. Задать угол  $540^{\circ}$ . (Полтора оборота оптического шнура)
8. Повторить п.п. 4-6.
9. Задать угол  $900^{\circ}$ . (Два с половиной оборота) Повторить п.п. 4-6.

10. Построить семейства графиков потерь на изгибах для каждого из выбранных углов.
11. Построить семейства кривых потерь на изгибах в зависимости от угла для 2-3 радиусов изгиба.
12. Включить источник оптического излучения на 1550нм. Дать схеме выйти на стационарный режим не менее 5 минут.
13. Повторить цикл измерений и построений (п.п. 4-11) для длины волны 1550нм
14. Заменить измеряемый оптический шнур и устройство натяжения на многомодовые (оранжевая оплетка) в буфере 0.9мм. Заменяя при этом SM линии 1000м на MM 200м.
15. Повторить п.п. 3-13 для многомодового волокна.
16. Сделать выводы относительно потерь на изгибах для одномодового и многомодового волокна.

#### *Содержание отчета.*

- Схема измерений.
- Семейства кривых потерь на изгибах для проведенных опытов.
- Выводы относительно потерь на изгибах оптического волокна.

### **Лабораторная работа №10**

#### **Исследование потерь в одномодовой и многомодовой волоконно-оптической линии связи на разных длинах волн**

#### *Порядок проведения работы.*

1. Собрать схему для измерения затухания методом вносимых потерь, используя две SM FC-FC оптические линии 1000м и соответствующие розетки на планке стенда.
2. Провести замеры ослабления мощности излучения для длины волны 1310нм.
3. Заменить источник оптической мощности и измеритель оптической мощности на рефлектометр.
4. Провести измерения в линии с помощью рефлектометра.
5. Перенести график ослабления оптической мощности в месте стыка в работу в масштабе, необходимом для определения потерь и



- обратного отражения на стыке. Определить потери и обратное отражение на стыке оптоволокна.
6. Повторить измерения для длины волны 1550нм (п.п 3-5)
  7. Собрать схему для измерения затухания методом вносимых потерь, используя ММ FC-FC оптические шнуры 200м.
  8. Повторите п.п. 2-6 для ММ оптического волокна.
  9. Сделать выводы о потерях в волоконно-оптических линиях связи на разных длинах волн.

*Содержание отчета.*

- Схема включения для проведения измерений.
- Таблицы измерений к проведенным экспериментам.
- Выводы о потерях на разных длинах волн в волоконно-оптических линиях связи.

Задание для проведения лабораторной работы.

1. Изучить инструкцию по работе со сварочным аппаратом.
2. Получить номер задания по выполнению лабораторной работы от преподавателя для своей подгруппы.
3. Ответить на вопросы преподавателя перед началом работы.
4. Получить расходные материалы для проведения лабораторной работы.
5. Провести очистку торцов оптических волокон от загрязнений.
6. Приступить к выполнению лабораторной работы.
7. Оформить отчет согласно требованиям ТУСУР с наличием содержательных выводов по работе.

Таблица 3.

Подгруппы	Задания
1	Лабораторная раб. 1, Лабораторная раб. 10
2	Лабораторная раб. 2, Лабораторная раб. 9
3	Лабораторная раб. 3, Лабораторная раб. 8
4	Лабораторная раб. 4, Лабораторная раб. 7
5	Лабораторная раб. 5, Лабораторная раб. 6



## Вопросы для подготовки.

1. Может ли осуществляться прокладка магистрального ВОК второго типа в полиэтиленовые трубы и в канализации?
2. Схема волоконно-оптической линии передачи, основные активные и пассивные элементы волоконно-оптического тракта, арматура волоконно-оптических линий связи.
2. Конструкция и классификация оптических волокон по рекомендациям МСЭ-Т.
3. Назовите минимальный радиус изгиба для ВОК второго типа диаметром 13мм.
4. Какие факторы влияют на затухание при сращивании ОВ?
5. Качество скола ОВ, различие геометрических параметров ОВ, наличие зазора между ОВ.
6. Какие требования к неразъемным (сварным) соединениям?
7. Какие основные требования к поверхности скола ОВ?
8. Чем отличаются РС и APC наконечники оптических разъемных соединителей?
9. Укажите примерную величину диаметра модового поля в одномодовом ОВ.
10. Укажите типичное значение диаметра одномодового ОВ без защитного покрытия.
11. Укажите допустимое значение отклонения положения сердцевин ОВ относительно центральной оси ОВ.
12. Укажите основную особенность центрально-модульной конструкции ВОК.

## Литература.

1. Бейли Д., Райт Э. Волоконная оптика. Теория и практика М.: Кудиц-Образ, 2006. — 320 с. — ISBN 5-9579-0093-1
2. Серия G: Системы и среда передачи, цифровые системы и сети. Рекомендация МСЭ-Т G.657 МСЭ-Т G.657 – Сектор стандартизации электросвязи МСЭ (12.2006)