

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича»**

Учебный военный центр

Утверждаю
Заведующий кафедрой ССС

В.В. Котов
« ___ » _____ 20__ г.

**МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА
для проведения занятий
по дисциплине
«Системы многоканальной связи спецназначения»
Тема № 1:
«Направляющие системы связи»
Занятие 4
«Измерение параметров структурированных кабельных систем и
характеристик оптического волокна»**

Методическая разработка обсуждена
на заседании кафедры ССС.
Протокол № _____
от « ___ » _____ 2018 года

**Санкт-Петербург
2018**

УЧЕБНЫЕ ЦЕЛИ

ВЛАДЕТЬ: методикой проверки работоспособности и эксплуатации электропроводных средств связи;
практикой проведения измерений основных параметров передачи оптических волокон оптических кабелей связи и оценивать их состояние.

ВОСПИТАТЕЛЬНЫЕ ЦЕЛИ

Формировать профессиональные качества по работе на современных образцах техники специальной связи.

Прививать студентам навыки, необходимые им при работе в коллективе.

Развивать у студентов творческие способности, воспитывать чувство бережного отношения к технике связи.

УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ ЗАНЯТИЯ

1. Методы измерения затухания оптического сигнала в оптическом волокне.
2. Измерительные приборы: назначение, технические характеристики, принцип работы.
 - 2.1 Измерительный прибор - оптический рефлектометр FOD-7005.
 - 2.2 Измерительные приборы серии ТОПАЗ-7000 .
3. Порядок подготовки к работе измерительных приборов и проведение измерений.
 - 3.1 Порядок подготовки к работе и проведение измерений с помощью оптического рефлектометра FOD – 7005.
 - 3.2 Порядок подготовки к работе и проведение измерений с помощью измерительных приборов серии ТОПАЗ-7000.

ВРЕМЯ 8 часов

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ учебные аудитории 507, 705

ВИД ЗАНЯТИЯ лабораторная работа

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Лабораторная установка: оптический рефлектометр FOD-7005, измерительные приборы серии ТОПАЗ 7000 (источник оптического излучения ТОПАЗ-7106-А, измеритель оптической мощности ТОПАЗ-7220-А), нормализующая катушка, волоконно-оптический кабель, оптический кросс.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методические указания по лабораторным работам «Средства и комплексы каналообразования» В. Александров. СПб. 2010.

I. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЮ ПО ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИЮ ЗАНЯТИЯ

При подготовке к лабораторной работе преподаватель обязан изучить учебные вопросы, структуру и содержание лабораторной работы, ознакомиться с

литературой и методическими рекомендациями, уточнить количество и готовность рабочих мест к проведению лабораторных испытаний обучаемыми. По завершении личной теоретической подготовки необходимо составить план проведения лабораторной работы с указанием времени, отводимого на отработку учебных вопросов (проводимых исследований).

Накануне лабораторной работы необходимо провести консультацию с обучаемыми на рабочих местах, выдать задание на подготовку и выполнение лабораторной работы, дать указания на получение необходимой литературы, учебно-методических материалов и рекомендовать материал для повторения.

Во вступительной части занятия преподаватель проверяет наличие студентов, объявляет тему, учебные цели и вопросы занятия, последовательность их отработки, ориентирующее время выполнения задания.

После этого преподаватель проверяет подготовленность учебного взвода к занятию методом выборочного опроса.

В ходе занятия преподаватель руководит и контролирует работу студентов, консультирует их по возникающим частным вопросам непосредственно на рабочих местах, при необходимости разъясняет всей группе отдельные положения, вызывающие затруднения у большинства обучаемых.

Контроль качества выполнения обучаемыми задания рекомендуется осуществлять в процессе индивидуальных консультаций и оказания помощи, а также в конце занятия по мере готовности студентов, при приеме их доклада о проделанной работе и проверке выполнения задания.

Отработка учебных вопросов студентами производится на рабочих учебных точках на основании задания к лабораторной работе.

Преподаватель ставит задачу по отработке учебных вопросов на указанных рабочих точках в полном объеме согласно заданию. Преподаватель в индивидуальном порядке контролирует работу студентов, задавая контрольные вопросы по порядку отработки вопросов задания.

Отвечает на возникающие вопросы в ходе работы студентов, задает наводящие вопросы, заставляющие студентов обратить внимание на те или иные упущения, недостатки, ошибки и т.д. На основании проведенного опроса и контроля работы студентов преподаватель предварительно их оценивает.

По завершении выполнения лабораторной работы студентами преподаватель проверяет результаты исследований и при их соответствии теоретическим положениям дает разрешение на оформление отчета по лабораторной работе.

В заключительной части преподаватель подводит итоги занятия, ставит задачи и сроки оформления и защиты лабораторной работы.

При проведении заключительной части:

- подвести общий итог занятия, дать оценку работы на занятии отдельным обучающимся и потока в целом;
- доложить о достижении поставленных учебных и воспитательных целей;
- отметить уровень дисциплины;
- ответить на вопросы обучающихся;
- сделать запись в журнале учебной группы;
- дать команду дежурному об окончании занятия.

II. УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Методы измерения затухания оптического сигнала в оптическом волокне.

Одним из факторов, ограничивающих дальность оптической связи, является затухание сигналов и дисперсия.

Чем меньше затухание (потери) и чем меньше дисперсия распространяемого сигнала в волокне, тем больше может быть расстояние между регенерационным и участками или повторителями ВОЛС.

На затухание света в волокне влияют такие факторы, как:

1. собственные потери оптического волокна
 - потери на поглощении;
 - потери на рассеянии;
2. дополнительные потери:
 - кабельные потери (макро- и микропотери);
 - потери в соединениях оптического волокна (разъемных и неразъемных);
 - оптические возвратные потери.

Измерение параметров передачи ОВ возможно производить двумя методами: методом обратного рассеяния и методом светопропускания (способом вносимых потерь).

Методом обратного рассеяния удобно проводить измерения на магистральных и зонавых линиях связи. Метод обратного рассеяния пригоден для решения целого ряда задач: определения распределения оптических потерь по длине кабеля, измерений затуханий кабеля, параметров распределенных и локальных неоднородностей типа обрыва, мест сварки, а также расстояний до неоднородностей, длины волокна и расстояний до мест обрыва. Метод способен произвести диагностику и мониторинг целостности волокна и волоконно-оптической сети в целом.

Методом светопропускания - способом вносимых потерь удобно проводить измерения на местных линиях связи. Метод вносимых потерь обычно используется в полевых условиях. Метод применяют для измерения затухания оптических кабелей, оптические волокна которых армированы оптическими соединителями.

В процессе измерений получаем параметр передачи оптического волокна – общие потери в оптическом волокне.

На лабораторной работе будут использоваться оба метода измерения затухания в ОВ, которые реализованы в следующих измерительных приборах:

1. оптический рефлектометр FOD-7005;
2. приборы серии ТОПАЗ 7000 (ТОПАЗ-7100-А, ТОПАЗ-7220-А).

2. Измерительные приборы: назначение, технические характеристики, принцип работы.

2.1 Измерительный прибор - оптический рефлектометр FOD-7005.

Оптические рефлектометры во временной области – *Optical Time Domain Reflectometer (OTDR)*, к которым относится *FOD-7005*, получили широкое распространение благодаря своей универсальности.

В оптическом рефлектометре *FOD-7005* реализован метод обратного рассеяния.

Рефлектометр *FOD-7005* предназначен для измерения неоднородностей, затухания и длины волоконно-оптического кабеля, для определения потерь в местах сварок, в оптических разъемах и для измерения отражений от оптических разъемов одномодового оптического волокна на длинах волн 1310, 1550 нм и многомодового оптического волокна на длинах волн 850,1300 нм. С его помощью можно эффективно паспортизировать внутренние и локальные линии, а также протестировать и устранить повреждения городских сетей.

Технические характеристики рефлектометра FOD – 7005

- Рабочая длина волны:
одномодовый 1310±30; 1550±30 нм и многомодовый 850±30; 1300±30 нм, SM/MM, SC, FC.
- Рефлектометр включает визуализатор повреждений.
- Диапазоны измерений расстояния: от 250м до 208 км.
- Для многомодового оптического волокна максимальный диапазон измерения расстояний 32 км.
- Возможность одновременной автоматической работы на волнах двух длин.
- Во внутренней памяти рефлектометра имеется возможность сохранения свыше пятисот трасс; а на карточке Compact Flash порядка тысячи трасс по каждой точке.
- Наличие простого русифицированного меню.
- Рефлектометр обеспечивает свои технические характеристики по истечении времени установления рабочего режима, равного 5 мин.
- Время непрерывной работы рефлектометра в режиме непрерывного сканирования от встроенных батарей не менее 5 часов.
- Масса рефлектометра не более 0,9 кг.

Обобщенная структурная схема оптического рефлектометра представлена на рисунке 1.

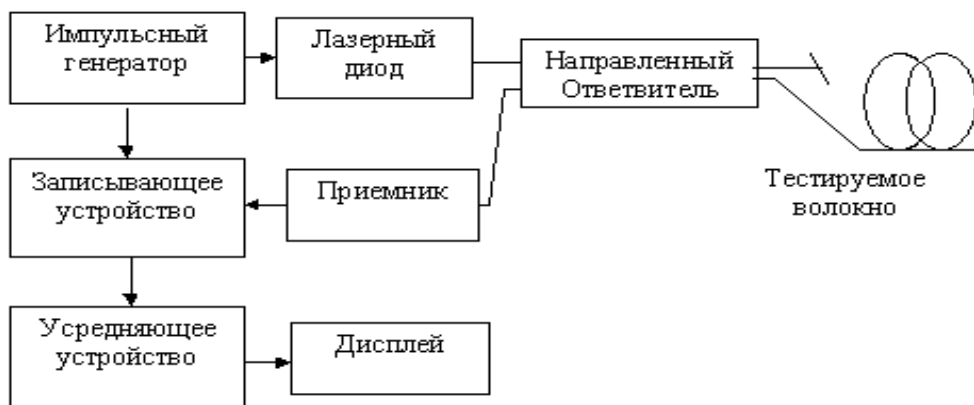


Рисунок 1 - Структурная схема оптического рефлектометра

Принцип работы оптического рефлектометра FOD-7005 основан на *методе обратного рассеяния*, в основе которого положено Рэлеевское рассеяние. В то время как основная часть рассеиваемой мощности распространяется в направлении “вперед”, небольшая ее часть рассеивается назад к передатчику. Эта мощность обратного рассеяния по мере прохождения назад по волоконному световоду также претерпевает затухание. Оставшаяся часть мощности при помощи направленного ответителя, расположенного перед световодом, выводится и измеряется. По этой световой мощности обратного рассеяния и времени прохождения по световоду можно построить кривую, на которой наглядно видно затухание по всей длине световода. Данная кривая носит название рефлектограмма ОВ. Она представлена на рисунке 2.

Если коэффициент затухания и коэффициент обратного рассеяния остаются постоянными по всей длине световода, то кривая убывает от начала световода экспоненциально. Из-за скачка показателя преломления в начале и конце световода относительно большая часть световой мощности рассеивается обратно в этих местах, что обуславливает наличие пиков в начале и конце кривой.

Контроль величины потерь в строительных длинах оптических кабелей и в сварных соединениях волокон важен не только для минимизации полных потерь в линии, но ещё и потому, что он позволяет, хотя и косвенно, судить о надежности линии, срок службы которой около 25 лет. Потери могут превысить заданное значение на каком-нибудь участке линии, чаще всего, из-за избыточного натяжения волокон в кабеле, наличия дефекта в сварном соединении волокон или сильного изгиба волокон в муфте. В этом случае нельзя быть уверенным в том, что этот участок линии не будет в дальнейшем быстро деградировать и не возникнет аварийная ситуация в результате обрыва волокон в линии.

Все такие участки должны быть выявлены и исправлены ещё на стадии монтажа линии.

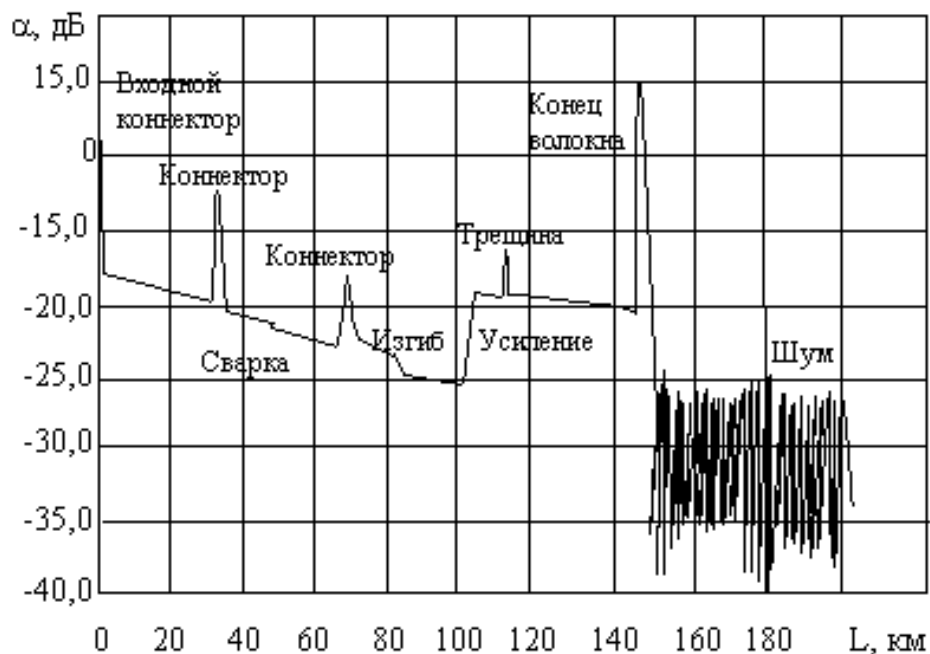


Рисунок 2 - Рефлектограмма ОВ

В качестве источника излучения применяют **лазер**, генерирующий стабильные по мощности, длине волны, длительности и частоте повторения импульсы оптического излучения. Мощность оптического излучения должна быть достаточна для проведения измерений, но не приводит к возникновению нелинейных эффектов в волокне измеряемого оптического кабеля.

Направленный ответвитель должен обеспечивать эффективную передачу мощности оптического излучения в оптическое волокно измеряемого кабеля и обратнорассеянной мощности к приемнику излучения. Он должен иметь апертуру, соответствующую апертуре волокна измеряемого кабеля.

Приемник излучения должен иметь быстроедействие, соответствующее длительности импульса источника излучения, остальные требования к источнику излучения должны соответствовать указанным в методе измерения затухания.

Устройство обработки сигнала должно обеспечивать увеличение соотношения сигнал/шум на выходе приемника излучения, достаточное для регистрации обратнорассеянного сигнала. Регистрирующая система должна иметь характеристики, согласованные с устройством обработки рефлектограмм.

Зондирующие импульсы поступают от источника излучения через *направленный ответвитель* в оптическое волокно. Поток обратного рассеяния регистрируется в чувствительном *фотоприемном устройстве* и преобразуется в электрический сигнал, который после специальной обработки в *записывающем и усредняющем устройствах* подается на вход *устройства отображения (дисплей)*.

При использовании в качестве устройства отображения электронного осциллографа этот сигнал вызывает соответствующее отклонение луча по оси Y на экране. Вертикальная ось экрана градуируется либо в децибелах по мощности (дБм), либо в единицах измеряемого затухания (дБ). Отклонение луча по горизонтальной оси X происходит под действием пилообразного напряжения генератора развертки осциллографа. Вследствие этого положение луча по оси X изменяется в зависимости от времени запаздывания сигнала Δt . Зная групповое время запаздывания оптического сигнала в сердцевине ОВ, можно осуществить градуировку горизонтальной оси в единицах длины для измеряемого типа ОВ.

В приборе имеется блок управления, обеспечивающий согласованную работу лазера, каскадов обработки сигналов и электронного осциллографа.

2.2 Измерительные приборы серии ТОПАЗ-7000 .

Приборы серии ТОПАЗ-7000 – это удобные, компактные и профессиональные источники излучения, являются универсальным средством для тестирования и паспортизации оптических линий связи всех типов, в том числе PON, CWDM, DWDM и др.

Принцип измерения общих потерь в оптическом волокне в приборах серии ТОПАЗ-7000 основан на *методе светопропускания (способе вносимых потерь)*. Метод основан на последовательном измерении мощности оптического излучения на выходе измеряемого волокна оптического кабеля и на выходе вспомогательного волокна (короткого отрезка световода), армированного оптическим соединителем, и дальнейшем сравнении измеренных мощностей оптического излучения. Короткий отрезок световода служит эталоном и должен быть сопоставим с испытываемым световодом по структуре и характеристикам.

Причем во время проведения измерения следует позаботиться о том, чтобы условия возбуждения эталонного отрезка были одинаковыми, насколько возможно с условиями для измеряемого волокна оптического кабеля.

На рисунке 3 представлена схема измерения затухания с помощью метода светопропускания, где:

- 1- источник света;
- 2- оптическое устройство ввода;
- 3- волоконный световод;
- 4- фотодетектор;
- 5- устройство оценки данных.

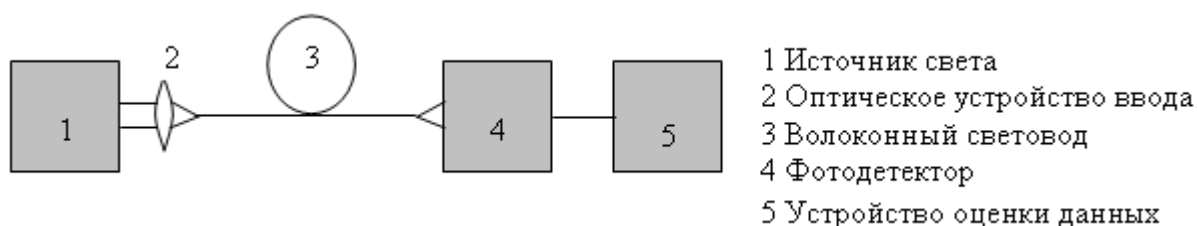


Рисунок 3 - Метод светопропускания

Приборы ТОПАЗ-7100-А выпускаются в различных конфигурациях для одномодовых и многомодовых длин волн. На одном выходе может быть до трёх источников излучения. В приборе реализован режим переключения длин волн с передачей информации о текущей длине волны (CW*). Прибор используется в комплекте с измерителями оптической мощности ТОПАЗ-7200-А для автоматического измерения параметров волоконно-оптических линий связи (ВОЛС). Приборы зарегистрированы в Государственном реестре средств измерений гражданского и военного назначения.

Приборы серии ТОПАЗ-7220-А предназначены для тестирования параметров одномодовых и многомодовых оптических волокон в процессе прокладки и обслуживания волоконно-оптических линий связи:

- магистральных и локальных сетей;
- сетей FTTx, PON;
- сетей доступа.

С помощью приборов можно проводить измерения следующих параметров:

- средней мощности передатчика (дБм, Вт);
- потерь волоконной линии (дБм);
- потерь внесённых компонентами (дБ);
- возвратных потерь (дБм);
- длины линии.

В приборе ТОПАЗ-7200-А реализован режим автоматического определения длины волны излучения в процессе измерений и одновременного отображения значений, измеренных на 3-х длинах волн.

Приборы ТОПАЗ-7200-А выполнены в компактном корпусе и имеют длительное время работы. Приборы готовы к использованию в пассивных оптических сетях (PON) – имеют длины волн калибровки рекомендованных МСЭ-T G.983.

Приборы серии ТОПАЗ-7000 имеют сертификат об утверждении типа средств измерений №28496 заключение о возможности их применения в качестве средств измерений военного назначения.

В таблицах 1 и 2 представлены технические характеристики приборов серии ТОПАЗ-7000.

Таблица 1

Технические характеристики ТОПАЗ-7106-А

Особенности	
Режим переключения длин волн с передачей информации о текущей длине волны (CW*)	
Управление от компьютера (до трех источников на один порт)	
Источник	
Длины волн, нм	1310, 1490, 1550
Уровень оптической мощности, дБм	≥-4
Режимы работы	CW, 270 Гц, 2кГц, CW*

Характеристики ТОПАЗ- 7220-А





Особенности	
Автоопределение длины волны излучения. Одновременное отображение значений, измеренных на 3-х длинах волн	
Хранение показаний (до 3200 измерений)	
Программное обеспечение для формирования отчета об измерениях	
Управление от компьютера	
Подсветка дисплея	
Измеритель мощности	
Диапазон, дБм	-55...+20
Длины волн калибровки	850, 1310, 1490, 1550, 1625
Единицы измерения	дБм, мВт, мкВт, нВт, дБ
Общие характеристики	
Размер (Ш x В x Г), мм	80 x 50 x 140
Вес, кг	0,3
Питание	NiMH-аккумулятор
Время работы, ч	20

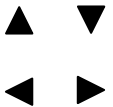






3 Порядок подготовки к работе измерительных приборов и проведение измерений.

3.1 Порядок подготовки к работе и проведение измерений с помощью оптического рефлектометра FOD – 7005.

В таблице 3 приведено назначение органов управления и подключения на рефлектометре FOD – 7005.

Таблица 3

Органы управления и подключения	Назначение	Примечание
Передняя панель		
	Включение и выключение рефлектометра	При включении удерживать кнопку в нажатом состоянии примерно 2 сек, пока не засветится экран
	Включение / выключение визуализатора повреждений волокна	При включении удерживать кнопку в нажатом состоянии примерно 2 сек, пока не загорится или не погаснет красный индикатор
	Меню	Переход к меню
	Перемещение между экранами	

	Перемещение маркера вверх, вниз, влево, вправо	Используется: - в главном меню для управления меню и изменения параметров установки; - в экране рефлектограммы для перемещения маркера вправо и влево; - в экране установки масштаба изображения для изменения коэффициента горизонтального и вертикального увеличения
	Выбор (OK)	Используется: - в главном меню для выхода в подменю (если возможно) - в экране рефлектограммы для переключения между курсорами А и В
	Назад	При нажатии один раз возвращается в предыдущее меню. При нажатии один или несколько раз, в зависимости от того, какое меню или подменю изображено, возвращается к экрану Дом
	Измерения	Начать или остановить измерение
	Сохранить	Сохранить результат текущих измерений
	Кнопка, назначение которой индицируется на экране под нею	Надпись на индикаторе над каждой кнопкой показывает, какая функция используется в данный момент
Торцевая верхняя панель		
MM	Многомодовый разъем	
VFL	Разъем лазера 650 нм	Визуализатор повреждений волокна
SM	Одномодовый разъем	
FLASH CARD	Карта памяти	Перенос файлов в компьютер
Левая боковая панель		
	Порт USB2.0 мини В типа	Подключение к персональному компьютеру, используя программу Microsoft Active Sync
18В	Разъем для подключения зарядного устройства	При зарядке аккумулятора светодиод, расположенный рядом с разъемом, светится красным светом. После окончания зарядки свечение светодиода изменяется на зеленое
Правая боковая панель		
	Порт USB 2.0 А типа	Подключение CF-карты с USB-интерфейсом

Разместите комплект рефлектометра на рабочем месте, обеспечив удобство работы и условия естественной вентиляции. При первом включении рефлектометра или после длительного хранения может возникнуть необходимость в полной зарядке встроенных аккумуляторов.

Зарядка аккумуляторов проводится следующим образом: подсоедините один конец блока питания к рефлектометру, а другой конец блока питания к сети 220 В / 50 Гц или 110 В / 60 Гц, при этом на боковой панели рефлектометра рядом с разъемом, когда включен блок питания, загорается красный светодиод. Зарядка аккумуляторов длится примерно 4 ч, после чего свечение светодиода изменяется с красного на зеленое.

Для включения рефлектометра нажать и удерживать кнопку W в течение 2 секунд. После загрузки системы, которая продолжается около 30 секунд, и индикации версии программного обеспечения на экране рефлектометра появляется экран Дом (рисунок 4).

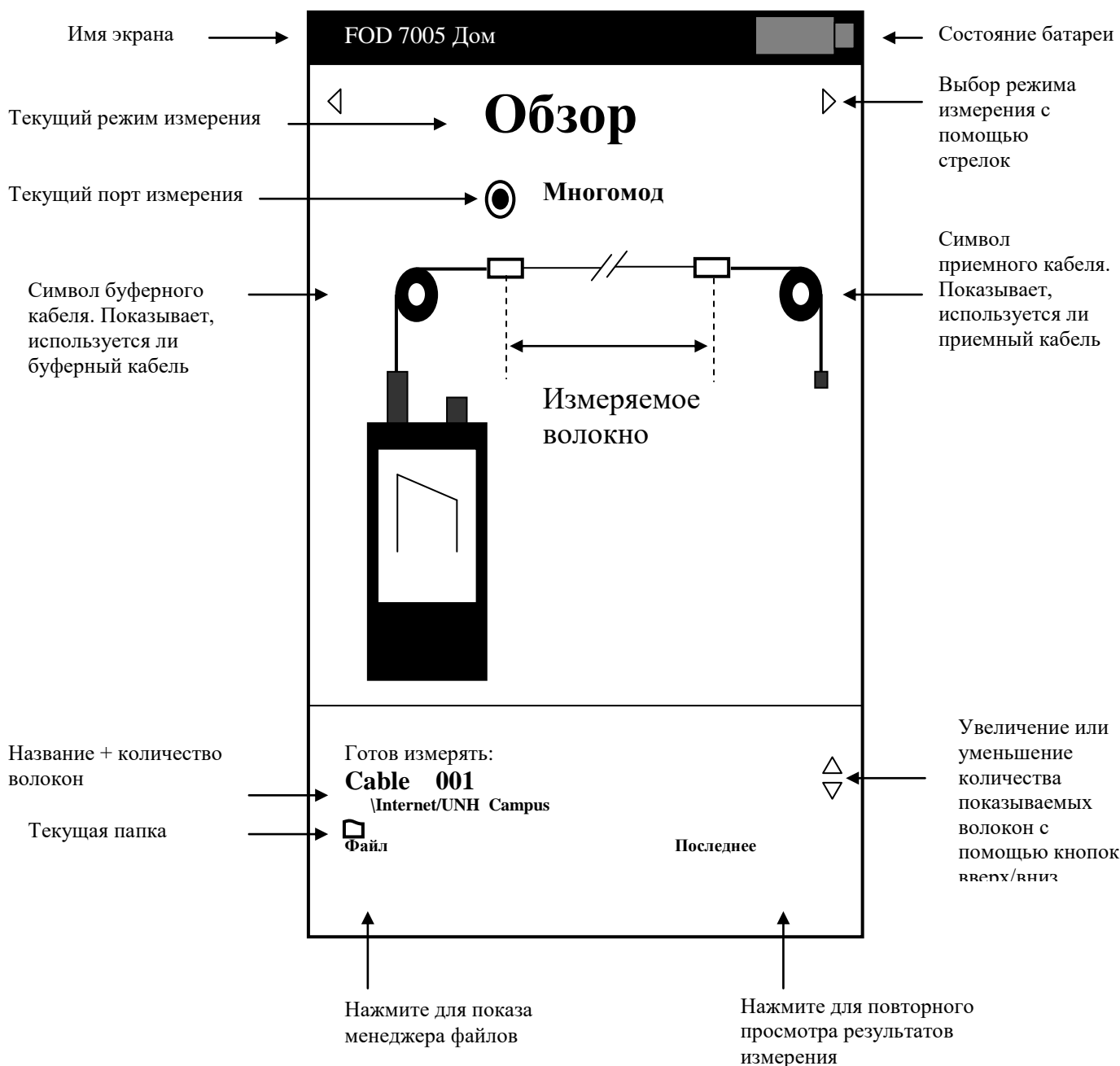


Рисунок 4 - Индикация версии программного обеспечения.

При этом на экране индицируются:

- состояние питающей батареи;
- установленный режим измерения;
- выбранный оптический порт;

- схема измерения (используются ли при измерении буферный и приемный кабели);

- название файла и папка, в которую предлагается записать результаты следующего измерения.

Выбор режима измерения производится с помощью кнопок ◀▶ или ⇄

Далее подключаем ОВ на один из разъемов рефлектометра и далее производим измерения согласно инструкции.

Определение положения неоднородностей

Установите режим Полный-Авто. Почистите и подсоедините буферный кабель к разъему, соответствующему типу волокна. Выберите тип волокна на экране рефлектометра (рисунок 5).

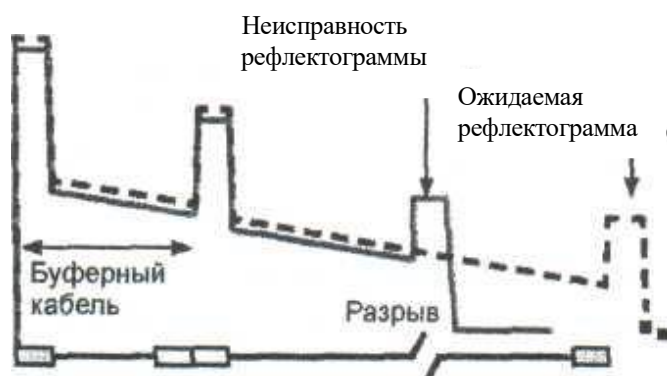


Рисунок 5 - Определение положения неоднородностей
Измерение по двум точкам А / В

Рефлектограмма показывает зависимость относительной мощности от расстояния. Вносимые потери между двумя точками А и В на измеряемом волокне равны разнице между уровнем рефлектограммы в точке А и уровнем рефлектограммы в точке В (рисунок 6).

- Положение левого курсора А установите в начале события.

- Положение правого курсора В установите за событием, где рефлектограмма имеет постоянный наклон.

- Прочитайте измеренные вносимые потери в окне потерь

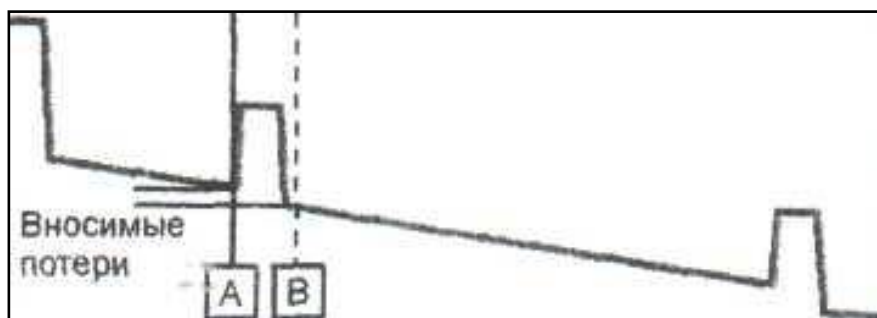


Рисунок 6 - Измерение по двум точкам А / В

Для измерения конечных потерь линии используйте буферный и приемный кабели. Установите курсор А перед первым событием линии, а курсор В после последнего пика последнего события. Результат измерения прочитайте в окне потерь (рисунок 7).

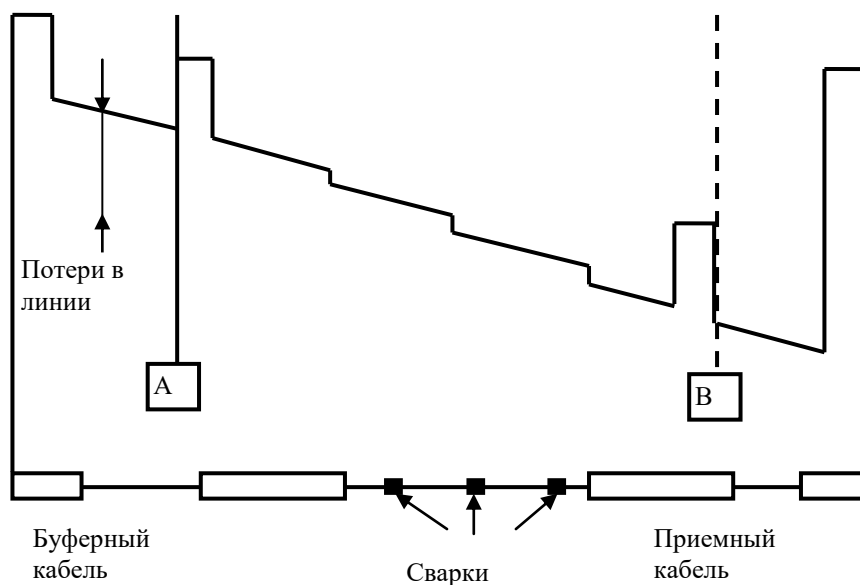


Рисунок 7 - Измерение по двум точкам А / В

3.2 Порядок подготовки к работе и проведение измерений с помощью измерительных приборов серии ТОПАЗ-7000.

Источник оптического излучения (ТОПАЗ-7106-А) предназначен для излучения стабилизированной непрерывной и импульсно-модулированной оптической мощности при определении затухания оптических сигналов в одно- и многомодовых волоконных световодах.

В таблице 4 описано функциональное назначение кнопок управления, используемых в режиме S.

Таблица 4

Функциональное назначение кнопок управления

Обозначение	Функциональное назначение
▲ / ▼	Выбор длины волны излучения
◀ / ▶	Выбор режима излучения «OFF, CW, 270Hz, 2kHz, CW*»
W dBm dB + ▲	Установка значения передаваемой мощности (длительное нажатие)

Внешний вид индикатора представлен на рисунке 7. В левой части экрана расположен знак, информирующий об опасном излучении лазера. Посередине

экрана отображается режим работы источника. В правой части экрана отображается режим работы прибора. В нижней строке располагаются информация о длине волны источника (например 1490 нм), тип источника (S – одномодовый, M – многомодовый), передаваемое значение мощности в дБм (например -4.08) и признак наличия сигнала на выходе.



Рисунок 7 - Режим S.

Выбор длины волны источника осуществляется следующим образом. Прибор серии «ТОПАЗ-7000» может иметь до трёх источников на одном выходе. Одновременно может работать только один источник. Для выбора длины волны источника используйте кнопки ▲/▼. По нажатию этих кнопок производится последовательное переключение лазерных источников, установленных в приборе.

Выбор режима работы источника осуществляется следующим образом. Источник оптического излучения тестера может иметь пять режимов излучения (таблица 5). Режим излучения источника переключается последовательным нажатием кнопки ◀ или ▶.

Таблица 5

Режим	Описание
	Выключен
	Непрерывное излучение
	Модулированное излучение с частотой модуляции 270Гц
	Модулированное излучение с частотой модуляции 2кГц
	Излучение с периодическим переключением длины волны

В режиме «CW*» тестер циклически переключает источники излучения и передаёт информацию о длине волны на совместимые измерители мощности (7200-A).

Измеритель оптической мощности или затухания волоконно-оптической линии (ТОПАЗ- 7220-A) работает в РЕЖИМЕ P1.

В режиме P1 измеряется средняя мощность непрерывного и импульсно-модулированного оптического излучения на входе P1 прибора. На дисплее прибора отображается измеренное значение в линейных (mW/uW/nW) или логарифмических (dBm) единицах, либо отношение измеренного значения к опорному значению средней мощности, установленному ранее. Отношение измеренного и опорного значений отображается в логарифмических единицах (dB).

Последний способ отображения может быть использован для определения затухания оптоволоконной линии.

Назначение кнопок:

В таблице 6 описано функциональное назначение кнопок управления, используемых в данном режиме.

Таблица 6

Функциональное назначение кнопок управления в РЕЖИМЕ P1.

Обозначение	Функциональное назначение
▲/▼	Выбор длины волны: 850,1310, 1490, 1550, 1625 нм.
◀/▶	1. Переключение длины волны с шагом 5 нм 2. Выбор ячейки памяти (при работе с памятью)
S	Запись текущего показания прибора в память (длительное нажатие)
▲	Индикация содержимого памяти (длительное нажатие)
W dBm dB	Переключение способа представления результата измерения: «W /dBm/ dB»
▼	Фиксация измерения (HOLD)
W dBm dB	Запись текущего значения мощности в качестве опорного значения на текущей длине волны (длительное нажатие)

Описание индикатора:

Внешний вид индикатора представлен на рисунке 8. В центре экрана отображается измеренная мощность в абсолютных или относительных единицах измерения. В правой части экрана отображается режим работы прибора. В нижней строке располагаются информация о длине волны на которой производятся измерения (например, 1490 нм), режим HOLD (если значения зафиксированы, то отображается буква «H»), опорное значение в дБм (например, -5.50) и признак наличия сигнала на выходе.



Рисунок 8 - Режим P1

Порядок проведения измерений приборами серии ТОПАЗ 7000 (ТОПАЗ-7106-А, ТОПАЗ-7220-А):

Перед началом измерений необходимо провести установку опорного значения измерителя мощности - прибора ТОПАЗ-7220-А. Установка опорного значения используется при измерении затухания волоконно-оптических линий. Необходимо установить опорное значение отдельно для каждой длины волны.

Для измерения опорного уровня выполните следующие действия:

1. Подключить к разъему P1 с помощью 2-х патчкордов и проходной розетки источник оптического сигнала (рисунок 9), 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 равной длине волны источника (кнопками ▲/▼)

4. Дайте прогреться источнику (около 5 минут).

5. Удерживайте кнопку $\overset{W}{dBm}$ $\overset{dB}{dB}$ более 2 секунд. Прибор автоматически запомнит текущее показание и перейдет в режим вывода значения в единицах относительной логарифмической шкалы («dB»), используя новое значение опорного уровня для преобразования результата измерения. Новое показание прибора должно быть равно «00,00dB». Опорный уровень мощности отображается в нижней строке справа.

6. Повторите эти действия для других длин волн.

7. Для сохранения результата нажмите и удерживайте в течении двух секунд Кнопку **S**. В нижней строке индикатора кратковременно появится надпись *MemWr.№* и номер записанной ячейки.



Рисунок 9 - Измерение опорного уровня

Измерение параметров передачи оптического волокна приборами серии ТОПАЗ 7000 (ТОПАЗ-7106-А, ТОПАЗ-7220-А) (рисунок 10).

1. Сперва необходимо в пункте А, соединив оптическим шнуром источник оптического излучения Топаз - 7106-А и измеритель оптической мощности Топаз – 7220-А, измерить величину опорного сигнала.

2. Затем отсоединить разъём шнура от розетки измерителя оптической мощности Топаз – 7220-А и подсоединить его к разъёму на входе в линию.

3. В пункте Б подключить с помощью оптического шнура измеритель оптической мощности Топаз – 7220-А к выходу линии и измерить величину сигнала.

4. Оценить результаты полученных измерений (сопоставить полученных эталонным).

Величина потерь рассчитывается по формуле:

$$A(\text{дБ}) = \text{опорный сигнал (дБм)} - \text{сигнал (дБм)}$$



Рис. 10 Метод светопропускания: способ вносимых потерь

III. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Факторы, ограничивающие дальность оптической связи,
2. Перечислить параметры передачи ОВ и дать их определение.
3. Пояснить влияние параметров ОВ на качество передачи сигналов по ним.
4. Методы измерения параметров передачи ОВ.
5. Метод обратного рассеяния, назначение, сущность.
6. Метод светопропускания (способом вносимых потерь), назначение, сущность.
7. Измерительный прибор - оптический рефлектометр FOD-7005, назначение, технические характеристики.
8. Структурная схема оптического рефлектометра.
9. Рефлектограмма ОВ, ее сущность, каким образом она получается на экране осциллографа.

ЗАДАНИЕ НА ЛАБОРАТОРНУЮ РАБОТУ

по дисциплине «Многоканальные системы передачи»

Тема № 1:

«Направляющие системы связи»

Занятие 4

«Измерение и оценка параметров передачи оптического волокна»

I. УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Методы измерения затухания оптического сигнала в оптическом волокне.
2. Измерительные приборы: назначение, технические характеристики принцип работы.
 - 2.1 Измерительный прибор - оптический рефлектометр FOD-7005.
 - 2.2 Измерительные приборы серии ТОПАЗ-7000 .
3. Порядок подготовки к работе измерительных приборов и проведение измерений.
 - 3.1 Порядок подготовки к работе и проведение измерений с помощью оптического рефлектометра FOD – 7005.
 - 3.2 Порядок подготовки к работе и проведение измерений с помощью измерительных приборов серии ТОПАЗ-7000.

II. ЗАДАНИЕ И УКАЗАНИЯ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ПОДГОТОВКЕ И ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОГО ЗАНЯТИЯ

На самостоятельной работе повторить: (перечислить учебный материал для повторения).

При отработке первого учебного вопроса необходимо (изложить порядок действий обучающихся по отработке первого учебного вопроса).

При отработке второго учебного вопроса необходимо (изложить порядок действий обучающихся по отработке второго учебного вопроса).

При отработке третьего учебного вопроса необходимо (изложить порядок действий обучающихся по отработке третьего учебного вопроса).

По окончании работы (изложить действия обучающихся по окончании работы).

III. ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ И ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

1. Методические указания по лабораторным работам «Средства и комплексы каналообразования» В. Александров. СПб. 2010.

Задание разработал

Доцент кафедры ССС

О. Титова

«_____» _____ 20____ г.