

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И ИНФОРМАТИКИ»

Кафедра линий связи и измерений в технике связи

А.Л. КОСОВА, В.С. БАСКАКОВ, В.И. ПРОКОПЬЕВ

**Измерение параметров волоконно-оптической линии передачи на
регулярном участке**

Методические указания по выполнению
лабораторной работы

Самара
2017

Рекомендовано к изданию методическим советом ПГУТИ,
протокол № 6 от 03.10.2017 г.

Рецензент:

к.т.н., доцент каф. СС Трошин А.В.

Косова А.Л., Баскаков В.С., Прокопьев В.И.

Измерение параметров волоконно-оптической линии передачи на регулярном участке: методические указания по выполнению лабораторной работы/ **Косова А.Л., Баскаков В.С., Прокопьев В.И.** – Самара: ПГУТИ, 2017. – 10 с.

В учебно-методической разработке приводится систематизированный материал, посвященный изучению теоретических основ метода обратного рассеяния и получению практических навыков анализа рефлектограмм.

Методические указания предназначены для студентов обучающихся по направлениям подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика, 11.03.01 Радиотехника, 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, 10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем, 11.03.01 Информационная безопасность, 27.03.04 Управление в технических системах, 27.03.05 Инноватика, 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, 09.03.02 Информационные системы и технологии и предназначены для проведения лабораторных занятий.

© Косова А.Л., 2017

© Баскаков В.С., 2017

© Прокопьев В.И., 2017

1. Цель работы:

Изучение теоретических основ и приобретение практических навыков измерения коэффициентов затухания на квазирегулярных участках, оценки погрешностей измерения и интерпретации результатов.

2. Литература:

2.1. Строительство и техническая эксплуатация ВОЛС: Учебник для Вузов/ Андреев В.А.,

Бурдин В.А., Попов Б.В., Польшников А.Ч. под редакцией Попова Б.В.; Москва, Радио и связь, 1995-2000г.

2.2. Измерение на ВОЛП, метод обратного рассеяния; учебное пособие для Вузов/ Андреев В.А., Бурдин В.А., Баскаков В.С., Косова А.Л.; Самара, СРТТЦ ПГАТИ, 2001-121стр.

2.3. Волоконно-оптическая техника: История, достижения, перспективы./ Сборник статей

под редакцией С.А. Дмитриева, Н.Н. Слепова; Москва, Connect 2000-376стр.

3. Подготовка к работе:

3.1. Изучить принципы измерения методом обратного рассеяния.

3.2. Изучить принцип измерения на квазирегулярных участках.

3.3. Изучить составляющие погрешности измерения расстояний методом обратного рассеяния.

4. Контрольные вопросы:

4.1. на чем основан принцип измерения методом обратного рассеяния?

4.2. Как функционируют основные блоки структурной схемы рефлектометра?

4.3. Из каких соображений выбирают количество усреднений?

4.4. Как идентифицировать начало и конец линии?

4.5. Как измерить коэффициент затухания на квазирегулярном участке?

4.6. Как увеличить точность измерения коэффициентов затухания?

4.7 Как идентифицировать неоднородность линии?

4.8. Как можно изменить масштаб рефлектограммы?

4.9. Какие методы аппроксимации вы знаете?

4.10. Какое назначение линейной аппроксимации «квазирегулярных» участков?

5. Ход выполнения работы:

5.1. Согласно номеру бригады по таблице 1 определите номера рефлектограмм, на которых вы будете проводить измерения.

Таблица №1

№ бригады		1	2	3	4	5	6
№ первой рефлектограммы	со стороны А	18	20	36	64	6	2
	со стороны Б	19	21	37	65	7	3
№ второй рефлектограммы	со стороны А	20	36	64	6	2	18
	со стороны Б	21	37	65	7	3	19

5.2. Все измерения необходимо произвести для указанных четырех рефлектограмм.

5.3. Сначала необходимо загрузить одну из рефлектограмм, для этого необходимо: «щелкнуть» левой кнопкой мыши по кнопке «FILE» в верхней части экрана, затем «RECALL» в правой части экрана, далее выбрать нужную рефлектограмму из списка, и, наконец, нажать кнопку «RECALL FILE» также в правой части экрана.

5.4. Если на рефлектограмме видны маркеры (кружки с цифрами) то необходимо их удалить, для этого необходимо «щелкнуть» мышкой по кнопке «CLEAR MARKERS».

5.5. Необходимо выбрать два квазирегулярных участка, один из которых должен быть в начале, а другой в конце линии.

5.6. Далее необходимо увеличить масштаб этого участка (чтобы увеличить необходимый участок рефлектограммы надо «щелкнуть» мышкой в центр этого участка (в этом месте появится курсор), а далее изменить масштаб). Для изменения масштаба по оси X необходимо «щелкать» левой кнопкой мыши по указанному слева от оси текущему масштабу.

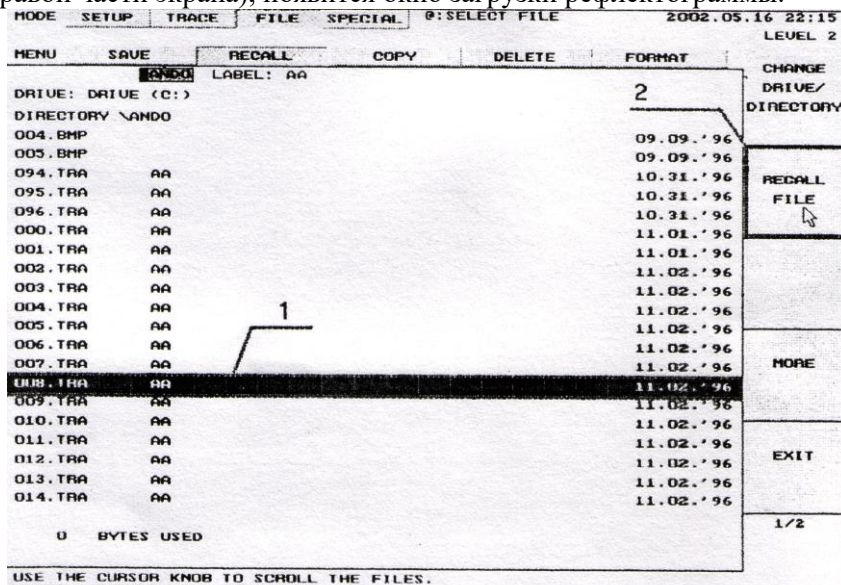
5.7. В рефлектометре, при определении параметров аппроксимирующих прямых используются два метода: метод двух точек (ТРА), и метод наименьших квадратов(LSA) . Текущий используемый метод указан слева от рефлектограммы.

5.8. Измерение коэффициента затухания α производится на «квазирегулируемых» участках с использованием метода наименьших квадратов (LSA).Для выбора метода аппроксимации щелкните мышью на кнопке «CONDITIONS» расположенной в строке «MENU». Подтвердите выбор метода LSA клавишей «ENTER».

5.9. Для измерения коэффициента затухания на квазирегулярном участке необходимо установить два маркера: маркер №1 в начало, а маркер №2 в конец квазирегулярного участка. Для установки маркера необходимо «щелкнуть» мышью в то место, куда вы хотите установить маркер, а затем «щелкнуть» по кнопке «MARKER1» или «MARKER2» в зависимости от того какой маркер вы хотите установить. (Примечание: сначала устанавливается маркер№1, а затем маркер№2).

Маркеры 1 и 2.

При нажатии на кнопку «FILE», а затем на кнопку «RECFL» (в правой части экрана), появится окно загрузки рефлектограммы:



Где:

1 - Выбранная рефлектограмма.

2 - Кнопка «RECALL FILE», после нажатия на которую будет загружена выделенная рефлектограмма.

5.10. После установки маркеров вы увидите зеленую линию аппроксимации, и можете посмотреть коэффициент затухания на этом участке (он указан под рефлектограммой в окошке с надписью Marker 1-20). Это значение необходимо занести в таблицу 2.

Также в таблицу необходимо записать длину этого квазирегулярного участка, которая указана под рефлектограммой в том же окошке, что и коэффициент затухания.

5.11. Необходимо произвести многократные измерения (5-10 измерений) коэффициента затухания для случая, когда выбранный «квазирегулярный» участок находится на ближнем конце линии. Многократность обеспечивается за счет незначительного (1-3 интервала дискретизации) перемещения маркера 2. Для этого «щелкните» в то место, куда хотите установить маркер и «щелкните» по кнопке «MARKER 2». По результатам измерений определите среднее арифметическое (математическое ожидание) значение коэффициента затухания α_{CP} , которое принимается за истинное значение.

5.12. Среднее арифметическое значение запишите в таблицу №2, а также определите погрешность однократного измерения коэффициента затухания с использованием метода LSA: $\Delta\alpha_{LSA} = |\alpha_i - \alpha_{CP}|_{MAX}$,

где α_i - значение коэффициента затухания при i -ом измерении.

α_{CP} - математическое ожидание результатов многократных измерений.

5.13. При измерении коэффициента затухания на рефлектограмме со стороны Б необходимо выбрать те же участки, что и со стороны А учитывая то, что тот, который был в начале будет теперь в конце линии, и наоборот.

Начало и конец участка определяются по результатам измерения расстояний со стороны А до соответствующих точек линии.

Таблица №2

		Со стороны А			Со стороны Б		
		α_{LSA} $\partial B / \text{км}$	$\Delta\alpha$ $\partial B / \text{км}$	$\delta\alpha$ %	α_{LSA} $\partial B / \text{км}$	$\Delta\alpha$ $\partial B / \text{км}$	$\delta\alpha$ %
Первая рефлектограмма	1участо к L= км						
	2 участок L= км						
Вторая рефлектограмма	1 участок L= км						
	2 участок L= км						
Третья рефлектограмма	1 участок L= км						
	2 участок L= км						

Четвертая рефлектограмма	1 участок L= км						
	2 участок L= км						

5.14. При обработке результатов за истинные значения коэффициента затухания принимается величина полученная методом LSA для участка находящегося на ближнем конце при максимальной его длине.

$\Delta\alpha = |\alpha_{LSA} - \alpha_{TPA}|$ - абсолютная погрешность

$\delta\alpha = \Delta\alpha / \alpha_{LSA} \cdot 100\%$ - относительная погрешность

6. Определить погрешности измерения коэффициента затухания при различных длинах квазирегулярного участка

$(0.05; 0.1; 0.2; 0.5; 0.8; 1.0) \cdot L_{\max}$ в случае, когда выбранный участок находится на дальнем конце.

$(\Delta\alpha)_L = \alpha_L - \alpha_{CP}$

Результаты измерений и вычислений сведены в таблице 3.

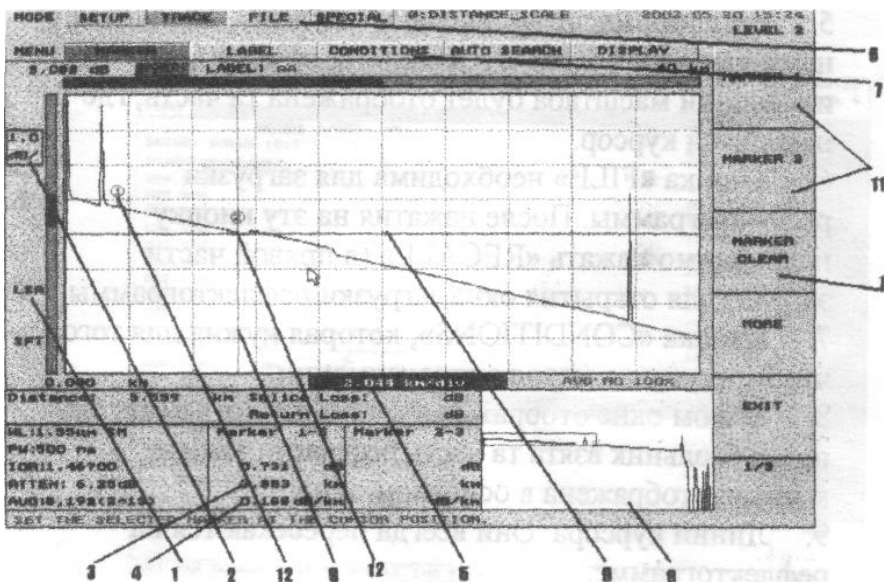
Таблица 3

Протяжённость участка, км	α_L , дБ/км	$(\Delta\alpha)_L$, дБ/км
0,05 L_{\max}		
0,1 L_{\max}		
0,2 L_{\max}		
0,5 L_{\max}		
0,8 L_{\max}		
1,0 L_{\max}		

7. По полученным результатам сделать вывод. Построить график зависимости абсолютной погрешности определения α от длины квазирегулярного участка $(\Delta\alpha)_L = f(L)$.

Приложение 1

Интерфейс программы имеет вид:



Где:

1. Текущий метод аппроксимации
2. Текущий масштаб по оси Y (дБ/дел). «Щелкая» по нему мышкой можно его изменять, причем при изменении масштаба будет отображена та часть, где находится курсор.
3. Расстояние между маркерами 1 и 2 (длина квазирегулярного участка).
4. Коэффициент затухания на участке между маркерами 1 и 2.
5. Текущий масштаб по оси X (км/дел). «Щелкая» по нему мышкой можно его изменять, причем при изменении масштаба будет отображена та часть, где находится курсор.
6. Кнопка «FILE» необходима для загрузки рефлектограммы. После нажатия на эту кнопку необходимо нажать «RECALL» (в правой части экрана) для открытия окна загрузки рефлектограммы.
7. Кнопка «CONDITIONS», которая нужна для того, чтобы изменить метод аппроксимации.

8. В этом окне отображена вся рефлектограмма, а в прямоугольник взята та часть рефлектограммы, которая отображена в основном окне.
9. Линии курсора. Они всегда пересекаются на рефлектограмме.
10. Кнопка «MARKER CLEAR», которая нужна для удаления маркеров.
11. Кнопки установления соответствующих маркеров. При нажатии на одну из этих кнопок будет установлен соответствующий маркер в то место, где установлен курсор.