

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 расстояний до неоднородностей оптических волокон  
методом обратного рассеяния**

Методические указания по выполнению  
лабораторной работы

Самара  
2017

Рекомендовано к изданию методическим советом ПГУТИ,  
протокол № 34 от 17.02.2017 г.

Рецензент:

к.т.н., доцент каф. СС Трошин А.В.

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

**Измерение расстояний до неоднородностей оптических волокон методом обратного рассеяния** 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 расстояний до мест неоднородностей и длин ОВ, оценки погрешностей измерения и интерпретация 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.; М., Радио и связь, 1995-2000 г.

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, СРТГЦ ПГАТИ, 2001 – 121 с

2.3. Волоконно – оптическая техника: История, достижения, Перспективы./ Сборник статей под редакцией С.А. Дмитриева, Н.Н.Слепова; М., Connect 2000 – 376 с

## **3. Подготовка к работе:**

3.1. Изучить принципы измерения методом обратного рассеяния.

3.2. Изучить принцип измерения расстояний до заданной точки рефлектограммы.

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. На какие измеряемые параметры влияет выбор длительности зондирующего импульса?

4.4. Из каких соображений выбирают количество усреднений?

4.5. Как идентифицировать начало и конец линии?

4.6. Как измерить расстояние до некоторой точки рефлектограммы?

4.7. Как увеличить точность измерения расстояний?

4.8. Как идентифицировать неоднородность линии?

4.9. Как можно измерить масштаб рефлектограммы?

4.10. Назовите основные источники возникновения погрешности измерения расстояний.

## 5. Ход выполнения работы:

5.1 Инсталлируйте программное обеспечение рефлектометра фирмы Ando модели AQ7220.

5.2.1 Согласно номеру бригады по таблице 1 определить номера рефлектограмм, на которых будут проводиться измерения.

Таблица 1

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

5.2.2 Студенты заочного отделения выбирают номера рефлектограмм в соответствии с двумя последними цифрами номера зачетной книжки («m» и «n») согласно таблице 1а.

Таблица 1а

m		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Первая трасса	А	6	1	36	20	64	18	6	36	64	2
	Б	7	3	37	21	65	19	7	37	65	3
n		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вторая трасса	А	2	18	6	36	2	20	64	18	20	36
	Б	3	19	7	37	3	21	65	19	21	37

5.3. Все измерения необходимо произвести для указанных четырех рефлектограмм.

5.4. 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.

5.5. Каждая линия подключена к рефлектометру через дополнительную катушку, таким образом, мертвая зона оказывается в катушке. Катушка соединена с линией или сварным, или механическим соединением. Поэтому первой неоднородностью будет соединение катушки с линией.

5.6. Зарисуйте исходную рефлектограмму и произведите ее идентификацию. Результат занесите в таблицу 2 и 3.

5.7. Необходимо измерить расстояния до всех неоднородностей для этого:

5.7.1. Выбрать масштаб, при котором видна вся рефлектограмма. Для изменения масштаба по оси X необходимо щелкнуть левой кнопкой мыши. Аналогично для изменения масштаба по оси Y необходимо щелкнуть левой кнопкой мыши по указанному слева от оси текущему масштабу.

5.7.2. Для измерения расстояния до неоднородности необходимо

щелкнуть мышью в начало искажения для этой неоднородности, в режиме просмотра всей трассы, после этого вы увидите курсор (пересечение двух красных линий) в этом месте. Под рефлектограммой в информационной строке «DISTANCE» вы увидите расстояние от рефлектометра до неоднородности.

5.6.3. В дальнейшем, для уменьшения погрешности измерения уточните положение курсора на рефлектограмме. С этой целью необходимо укрупнить масштаб по оси X и произвести измерение расстояния до данной неоднородности в масштабе, который позволяет выполнить указанную процедуру с наибольшей точностью. Результат измерения занесите в таблицу 2 – для 1-ой трассы, в таблицу 3-для 2-ой трассы- приняв его условно за расстояние  $X_A$  от прибора до данной неоднородности со стороны А вместе с катушкой.

5.6.4. Вызовите рефлектограмму той же трассы полученную со стороны Б. Идентифицируйте данную неоднородность, которая должна находится на расстоянии  $X_B = L_{Л} - X_A$ . При крупном масштабе, по аналогии, произведите измерение расстояния  $X_B$  и занесите результат в таблицу 2 (или в таблицу 3).

5.7. По описанной методике произведите двухсторонние измерения расстояний до всех неоднородностях на заданных рефлектограммах. Результаты занесите в таблицу 2 и таблицу 3.

5.8. Затем проведите аналогичные измерения на остальных рефлектограммах. Данные измерений занести в таблицы №2 и №3.

7. Кнопка «FILE» необходима для загрузки рефлектограммы. После нажатия на эту кнопку необходимо нажать «RECALL» (в правой части экрана) для открытия окна загрузки рефлектограммы, которое имеет вид:

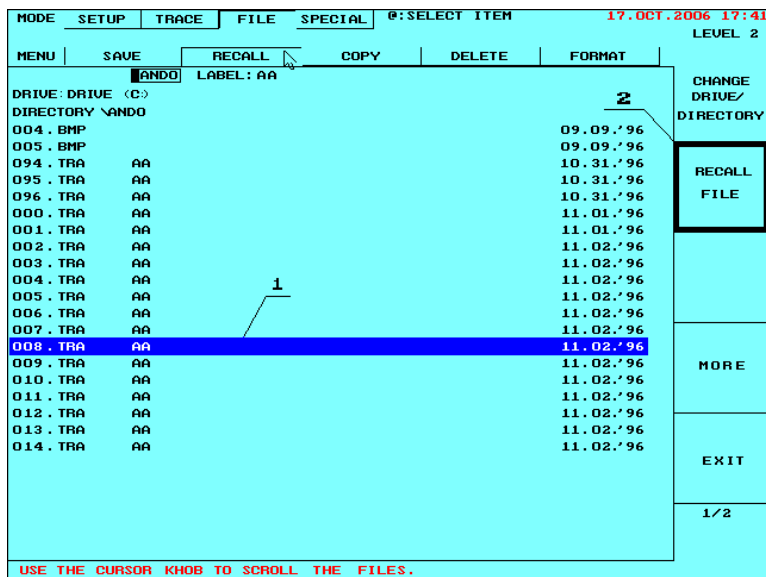


Рис. 2 Общий вид списка файлов

Где:

1. Выбранная рефлектограмма
2. Кнопка «RECALL FILE» после нажатия на которую будет загружена выделенная рефлектограмма.

# Приложение 1.

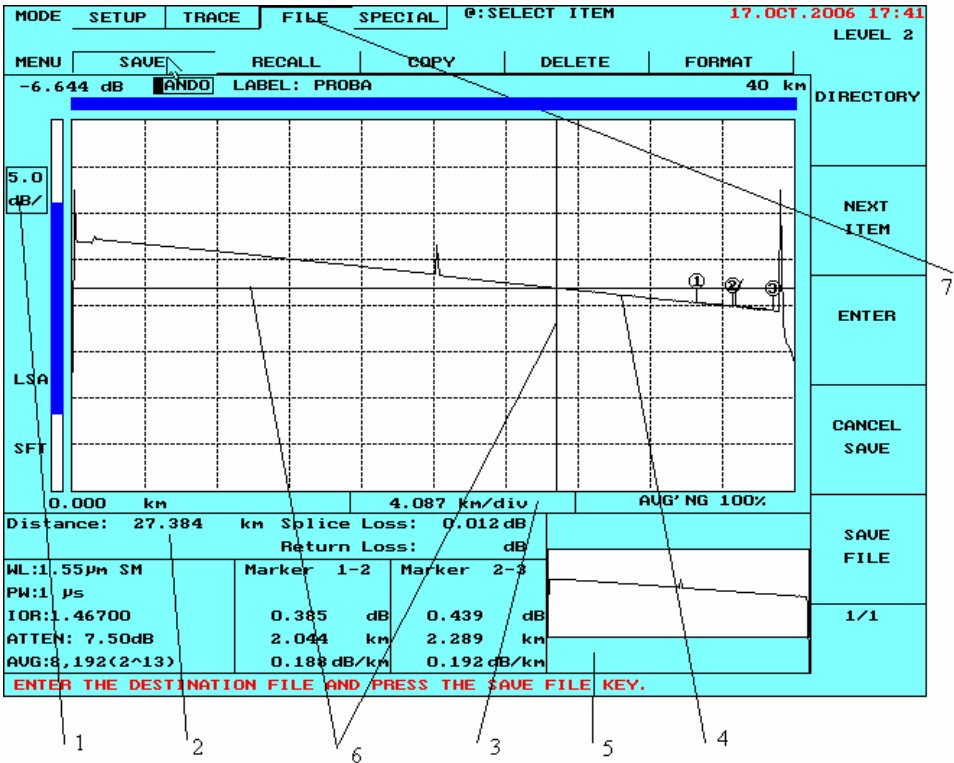


Рис.1 Вид дисплея рефлектометра AQ7220 в режиме обработки в режиме обработки рефлектограммы.

Где:

1. 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.
2. Расстояние от рефлектометра до того места рефлектограммы, на который указывает курсор.
3. 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.
4. Рефлектограмма
5. В этом окне отображена вся рефлектограмма, а в прямоугольник взята та часть рефлектограммы, которая отображена в основном окне.
6. Линии курсора. Они всегда пересекаются на рефлектограмме.

5.9. В таблицу №2 занести результаты измерений выполненные на первой трассе (первая пара рефлектограмм со стороны А и Б); в таблицу №3 – то же для второй трассы.

Таблица №2

Трасса 1 № рефлектограммы		
№ неоднородности и результат идентификации	$X_{Ai}$	$X_{Bi}$
	км	
	$M_{\text{бел}}$	$M_{\text{дел}}$
1		
2		
...		
n		

5.10. В таблицах №2 и №3 первой неоднородностью должно быть соединение катушки с линией, а n-я неоднородность – отражение от конца линии.

Таблица №3

Трасса 2 № рефлектограммы		
№ неоднородности и результат идентификации	$X_{Ai}$	$X_{Bi}$
	км	
	$M_{\text{бел}}$	$M_{\text{дел}}$
1		
2		
...		
n		



5.11. Обработка результатов производится следующим образом:

$$L_K = (X_{A1} + X_{B1})/2 \quad \text{- длина катушки}$$

$$L_L = ((X_{An} + X_{Bn})/2) - L_K \quad \text{- длина линии}$$

Где :

$X_{Ai}$  и  $X_{Bi}$  – результат измерения длины катушки со стороны А и Б соответственно

$X_{An}$  и  $X_{Bn}$ - результаты измерения длины смонтированной линии со сторон А и Б соответственно.

$$L_{Ai} = X_{Ai} - L_K \quad \text{где } i = 2 \dots n-1$$

$$L_{Bi} = L_L - [X_{Bi} - L_K]$$

$$L_{Cp} = (L_{Ai} + L_{Bi})/2$$

Где:

$L_{Cp}$ - среднее значение расстояния до  $i$ -ой неоднородности со стороны А

$L_{Ai}$ - расстояния до  $i$ -ой неоднородности, измеренное со стороны А без учета катушки

$L_{Bi}$ - расстояния до  $i$ -ой неоднородности(для которой уже было измерено  $X_{Ai}$  со стороны А ) от станции А при измерении со стороны Б без учета катушки

$X_{Ai}$ - результат измерения расстояния до  $i$ -ой неоднородности по рефлектограмме со стороны А

$X_{Bi}$ - результат измерения расстояния до  $i$ -ой (той же самой) неоднородности по рефлектограмме со стороны Б

5.12. Определите абсолютные погрешности однократного измерения расстояния

$$\Delta_i = |L_{Cpi} - L_{Ai}| + \Delta_g/2 \text{ [м]}$$

Где:

$\Delta_g$ - погрешность от дискретизации. Определяется расстоянием между двумя соседними точками дискретизации рефлектограммы при наиболее крупном масштабе.

Результаты измерений и вычислений сведены в таблице 4.

5.14. Построить график зависимости абсолютной погрешности ( $\Delta$ ) от измеряемого расстояния.

5.15. Сделать вывод по полученным результатам.

Таблица №4

Трасса 1							
$L_K = \dots$				$L_{Л} = \dots$			
№	$X_A$	$X_B$	$L_A$	$L_B$	$L_{cp}$	$\Delta$	Примечание
	км	км	км	км	км	м	
2							
3							
...							
n-1							
Трасса 2							
$L_K = \dots$				$L_{Л} = \dots$			
№	$X_A$	$X_B$	$L_A$	$L_B$	$L_{cp}$	$\Delta$	Примечание
	км	км	км	км	км	м	
2							
3							
...							
n-1							