

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор ИИТ

\_\_\_\_\_ А.А.Марьенков

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2000 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор БелГИМ

\_\_\_\_\_ Н.А.Жагора

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2000 г.

**Система обеспечения единства измерений  
Республики Беларусь**

**ПРИБОРЫ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ ОПТИЧЕСКОГО КАБЕЛЯ**

**ВЛ-3**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

МП.МН 932-2001

Разработал

Нач.отдела метрологии ИИТ

\_\_\_\_\_ М.Л.Гринштейн

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2000 г.

Настоящая методика поверки распространяется на приборы для обнаружения поврежденных оптического кабеля ВЛ ТУ РБ 100003325.003-2001, предназначенные для измерения расстояния до места повреждения или неоднородности одномодового оптического кабеля (оптических волокон в кабеле).

Приборы ВЛ-3 "Обрыв-М" и ВЛ-3 "Обрыв-Ц" (далее – приборы ВЛ-3) предназначены для измерения расстояния до первой неоднородности оптического кабеля. Прибор ВЛ-5 "Локатор-рефлектометр" (далее – прибор ВЛ-5) предназначен для измерения расстояния до всех неоднородностей оптического кабеля, а также для измерения длины оптического волокна и затухания в оптических волокнах и их соединениях.

Методика поверки устанавливает объем и последовательность операций первичной и периодической поверок.

Межповерочный интервал - 12 месяцев.

## 1 ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

1.1 При проведении первичной и периодической поверок приборов ВЛ должны быть выполнены следующие операции и применены средства поверки с характеристиками, указанными в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции поверки	Номер пункта методики поверки	Наименование эталонного средства измерений или вспомогательного средства поверки, их метрологические и основные технические характеристики
Внешний осмотр, проверка комплектности	6.1	
Опробование	6.2	
Определение абсолютной погрешности измерения расстояния прибора ВЛ-3 до неоднородности типа "а"	6.3.1	Оптический рефлектометр ОР-2-2. Пределы допускаемого значения абсолютной погрешности измерения расстояний составляют $\Delta L = \pm (0,3 + dL + L \cdot \Delta n/n + 5 \cdot 10^{-5} \cdot L)$ ;
Определение абсолютной погрешности измерения расстояния прибора ВЛ-3 до неоднородности типа "б"	6.3.2	погрешность измерения затухания $\pm 0,05\alpha$ , дБ. Одномодовые оптические волокна длиной от 0,35 до 25000 м, затухание не более 0,25 дБ/км на длине волны 1,55 мкм.

Продолжение таблицы 1

Наименование операции поверки	Номер пункта методики поверки	Наименование эталонного средства измерений или вспомогательного средства поверки, их метрологические и основные технические характеристики
Определение абсолютной погрешности измерения расстояния прибора ВЛ-3 до неоднородности типа "в"	6.3.3	Регулируемые оптические розетки-аттенуаторы, затухание 0,5 - 25 дБ. Волоконно-оптические отражатели, коэффициент отражения не менее -25 дБ.
Определение абсолютной погрешности измерения расстояния прибора ВЛ-5 в режиме локатора	6.4.1	
Определение абсолютной погрешности измерения расстояния прибора ВЛ-5 в режиме рефлектометра	6.4.2	Оптический генератор ОГ-2-1. Длины волн 0,85, 1,3 нм, 1,55 мкм. Диапазон расстояний 500 км. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности при воспроизведении расстояния, м $\pm (0,2 + 1 \cdot 10^{-5} \cdot L)$
Определение пределов абсолютной погрешности измерения затухания прибором ВЛ-5 в режиме рефлектометра	6.4.3	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности при измерении вносимого затухания, дБ $\pm 0,02 \cdot B$
Определение динамического диапазона измерения затухания прибора ВЛ-5 в режиме рефлектометра	6.4.4	Оптическое волокно одномодовое, длина не менее 5 км.
Определение величины мертвой зоны при измерении затухания и величины мертвой зоны при обнаружении неоднородностей прибора ВЛ-5 в режиме рефлектометра	6.4.5	Оптический генератор ОГ-2-1. Оптическое волокно одномодовое, длина не менее 5 км.
Примечание - Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих измерение соответствующих параметров с требуемой точностью.		

## **2 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ**

**2.1** К проведению поверки допускают лиц, аттестованных в качестве поверителя и имеющих квалификационную группу не ниже третьей в соответствии с ПТЭ и ПТБ, изучивших настоящую методику и эксплуатационную документацию на приборы ВЛ и средства их поверки.

**2.2** Не допускается прямое попадание излучения в глаза, а также подключение и отключение оптических волокон к прибору ВЛ и оптическому генератору ОГ-2-1, когда включены источники излучения.

## **3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

**3.1** При подготовке и проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности согласно ТУ РБ 10003325.003-2001, ГОСТ 12.1.040-83, ГОСТ 12.1.031- 81 и руководства по эксплуатации на прибор ВЛ.

**3.2** Перед проведением поверки все приборы должны быть заземлены.

## **4 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ**

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды ( $20 \pm 5$ ) °С;
- относительная влажность воздуха ( $65 \pm 15$ ) %;
- атмосферное давление (96-104) кПа;
- напряжение питающей сети ( $220,0 \pm 4,4$ ) В;
- частота питающей сети ( $50,0 \pm 0,5$ ) Гц.

## **5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ**

5.1 Перед проведением поверки необходимо:

- проверить срок действия свидетельств о государственной поверке средств измерений, применяемых при поверке;
- подготовить применяемые при поверке приборы к работе согласно их руководству по эксплуатации.

## **6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ**

### **6.1 Внешний осмотр**

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие приборов ВЛ следующим требованиям:

- приборы ВЛ должны быть полностью укомплектованы;
- приборы ВЛ не должны иметь механических повреждений корпуса и видимых повреждений оптических и электрических соединителей.

Приборы ВЛ имеющие дефекты, бракуются и направляются в ремонт.

## 6.2 Опробование

Для проведения опробования прибора ВЛ следует выполнить следующие операции:

а) включить прибор ВЛ нажав кнопку **"ВКЛ"** на верхней торцевой панели (для ВЛ-5 длительное нажатие). После этого на ЖК-индикаторе должна появиться надпись для ВЛ-3 **"ВЛ-3М"** (или **"ВЛ-3Ц"** в зависимости от типа прибора), для ВЛ-5 **"n=1.475"**(выводится значение n соответствующее ранее установленному) **"ВЛ-5"** и через несколько секунд для ВЛ-3 - надпись **"ВЛ-3М ГОТОВ."** (или **"ВЛ-3Ц ГОТОВ."**), для ВЛ-5 **"n=1.475"**, **"ВЛ-5 ГОТОВ"**.

б) нажать кнопку **"ИЗМ"** на верхней торцевой панели. После этого на ЖК-индикаторе должен появиться бегущий символ  $\perp$  и надпись **"ИДЕТ ИЗМЕРЕНИЕ"**. По окончании измерения на ЖК-индикаторе должна появиться надпись **"ИДЕТ ВЫЧИСЛЕНИЕ"** и через несколько секунд для ВЛ-3 - надпись **"< 60 м. НЕТ СИГНАЛА"** и для ВЛ-5 **"НЕТ СИГНАЛА"**.

в) прибор ВЛ-5 подключить к ПК кабелем входящим в комплект поставки в соответствии с руководством по эксплуатации и запустить управляющую программу. При успешной инициализации на экране появится сообщение рисунок 1.

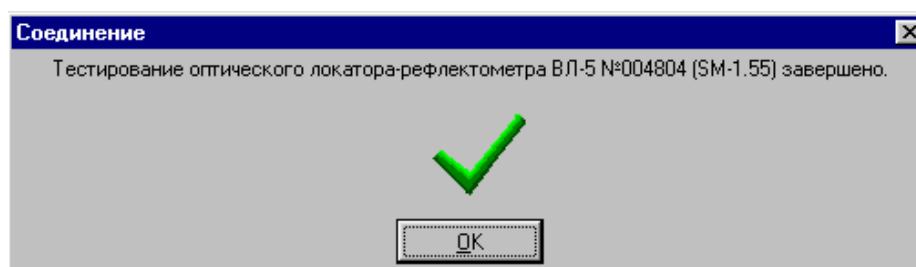


Рисунок 1

Если при загрузке программа не смогла установить связь с прибором, появляется сообщение рисунок 2, что может, является признаком неисправности прибора ВЛ-5.

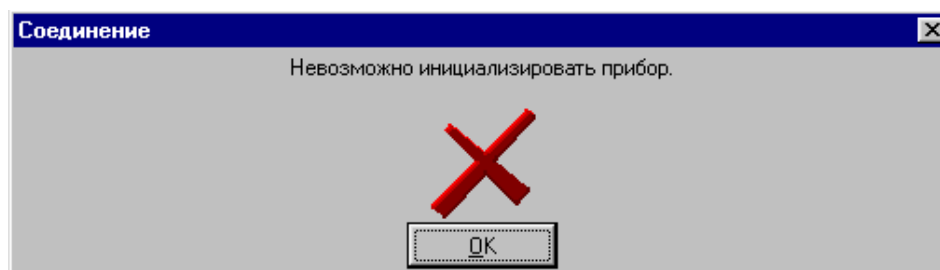


Рисунок 2

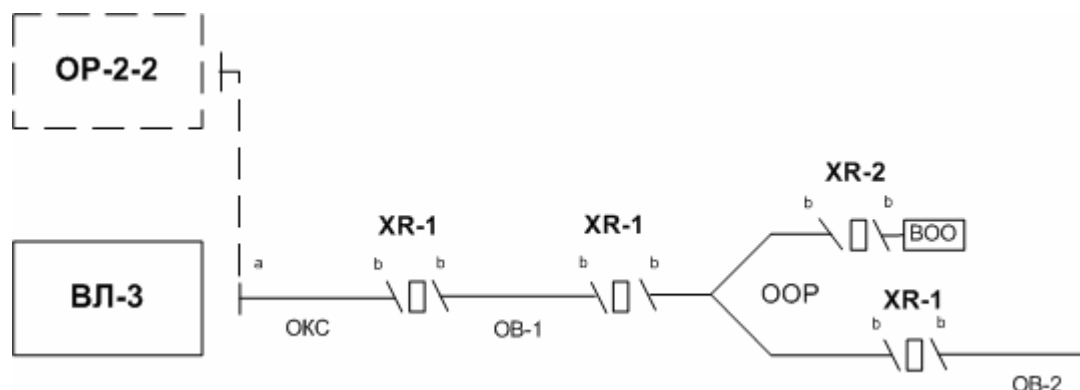
Неисправные приборы ВЛ бракуются и направляются в ремонт.

## 6.3 Определение метрологических характеристик прибора ВЛ-3.

### 6.3.1 Определение абсолютной погрешности измерения расстояния прибора ВЛ-3 до неоднородности типа "а".

Для проведения проверки необходимо:

а) собрать волоконно-оптическую линию в соответствии с рисунком 3. В зависимости от требуемого расстояния до неоднородности оптическое волокно ОВ-1 может состоять из нескольких последовательно соединенных оптических волокон;



а - оптический разъем типа FC; b - оптический разъем типа FC/APC; ОКС - оптический кабель соединительный длиной 3 м; ОВ-1 - оптическое волокно, задающее расстояние до неоднородности; ООР - одномодовый оптический разветвитель; ВОО - волоконно-оптический отражатель; XR-2 - регулируемая розетка-аттенюатор; ОВ-2 - оптическое волокно длиной не менее 3500 м; XR-1 - соединительная розетка.

Рисунок 3

б) подключить волоконно-оптическую линию к оптическому рефлектометру ОР-2-2, измерить затухание и расстояние до неоднородности на конце ОВ-1 и убедиться, что их значения соответствуют таблице 2 (в программном обеспечении оптического рефлектометра устанавливаются значения показателя преломления  $n=1,49746$  при проверке прибора ВЛ-3 "Обрыв-М" и  $n=1,48278$  при проверке прибора ВЛ-3 "Обрыв-Ц");

Таблица 2

Коэффициент отражения		Длина ОВ-1, м	Затухание до неоднородности, дБ, не более
от неоднородности типа "а", "б", дБ, не менее	от неоднородности типа "в", дБ, не более		
минус 55	минус 55	3500...4000	4
минус 45	минус 45	33000...40000	15
минус 40	минус 40	73000...80000	20

Примечание. При значениях коэффициента отражения, отличающихся не более чем на  $\pm 2$  дБ, от указанных значений, допускается неоднозначность индикации типа неоднородности прибором ВЛ-3.

в) регулируемые розетки-аттенюаторы установить в такое положение, чтобы измеренное оптическим рефлектометром ОР-2-2 затухание в неоднородности на конце ОВ-1 составляло меньше 5 дБ, а значение коэффициента отражения от нее соответствовало таблице 2.

г) подключить волоконно-оптическую линию к прибору ВЛ-3 и провести измерение расстояния до неоднородности.

д) рассчитать погрешность измерения расстояния по формуле

$$\Delta = L_{ВЛ} - L_{ОР}, \quad (1)$$

где  $L_{ВЛ}$  (м) - расстояние, измеренное прибором ВЛ-3,  $L_{ОР}$  (м) - расстояние, измеренное рефлектометром ОР-2-2.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если погрешность измерения расстояния не превышает  $\pm 30$  м, а тип неоднородности обозначен символом "┐┌".

**6.3.2** Определение абсолютной погрешности измерения расстояния прибора ВЛ-3 до неоднородности типа "б".

Для проведения проверки необходимо:

а) собрать волоконно-оптическую линию в соответствии с рисунком 3. В зависимости от требуемого расстояния до неоднородности оптическое волокно ОВ-1 может состоять из нескольких последовательно соединенных оптических волокон;

б) подключить волоконно-оптическую линию к оптическому рефлектометру ОР-2-2, измерить затухание и расстояние до неоднородности на конце ОВ-1 и убедиться, что их значения соответствуют таблице 2 (в программном обеспечении оптического рефлектометра устанавливаются значения показателя преломления  $n=1,49746$  при проверке прибора ВЛ-3 "Обрыв-М" и  $n=1,48278$  при проверке прибора ВЛ-3 "Обрыв-Ц");

в) регулируемые розетки-аттенюаторы установить в такое положение, чтобы измеренное оптическим рефлектометром ОР-2-2 затухание в неоднородности на конце ОВ-1 составляло больше 5 дБ, а значение коэффициента отражения от нее соответствовало таблице 2;

г) подключить волоконно-оптическую линию к прибору ВЛ-3 и провести измерение расстояния до неоднородности;

д) рассчитать погрешность измерения расстояния по формуле

$$\Delta = L_{ВЛ} - L_{ОР}, \quad (2)$$

где  $L_{ВЛ}$  (м) - расстояние, измеренное прибором ВЛ-3,  $L_{ОР}$  (м) - расстояние, измеренное рефлектометром ОР-2-2.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если погрешность измерения

расстояния не превышает  $\pm 30$  м, а тип неоднородности обозначен символом "┐┌".

**6.3.3** Определение абсолютной погрешности измерения расстояния прибора ВЛ-3 до неоднородности типа "в".

Для проведения проверки необходимо:

а) собрать волоконно-оптическую линию в соответствии с рисунком 3. В зависимости от требуемого расстояния до неоднородности оптическое волокно ОВ-1 может состоять из нескольких последовательно соединенных оптических волокон;

б) подключить волоконно-оптическую линию к оптическому рефлектометру ОР-2-2, измерить затухание и расстояние до неоднородности на конце ОВ-1 и убедиться, что их значения соответствуют таблице 2 (в программном обеспечении оптического прибора ОР-2-2 устанавливаются значения показателя преломления  $n=1,49746$  при проверке прибора ВЛ-3 "Обрыв-М" и  $n=1,48278$  при проверке прибора ВЛ-3 "Обрыв-Ц");

в) регулируемые розетки-аттенюаторы установить в такое положение, чтобы измеренное оптическим рефлектометром ОР-2-1 затухание в неоднородности на конце ОВ-1 составляло больше 5 дБ, а значение коэффициента отражения от нее соответствовало таблице 2;

г) подключить волоконно-оптическую линию к прибору ВЛ-3 и провести измерение расстояния до неоднородности;

д) рассчитать погрешность измерения расстояния по формуле

$$\Delta = L_{ВЛ} - L_{ОР}, \quad (3)$$

где  $L_{ВЛ}$  (м) - расстояние, измеренное прибором,  $L_{ОР}$  (м) - расстояние, измеренное рефлектометром ОР-2-2.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если погрешность измерения расстояния не превышает  $\pm 30$  м, а тип неоднородности обозначен символом " L ".

## 6.4 Определение метрологических характеристик прибора ВЛ-5.

### 6.4.1 Определение абсолютной погрешности измерения расстояния прибора ВЛ-5 в режиме локатора.

Для проведения проверки необходимо:

1) собрать волоконно-оптическую линию в соответствии с рисунком 4. Параметры линии указаны в таблице 3 измерение 1.

2) в программном обеспечении оптического рефлектометра ОР-2-2 установить значение показателя преломления  $n=1,475$ ;

3) подключить волоконно-оптическую линию к оптическому рефлектометру ОР-2-2 и установить параметры моделируемых неоднородностей для чего:

а) запустить рефлектометр ОР-2-2 на измерение в режиме реального времени и оптическими розетками аттенуаторами XR2 установить коэффициенты отражения и затухания в неоднородностях соответствующими таблице 3 измерение 1;

б) запустить рефлектометр ОР-2-2 на измерение в режиме с усреднениями, повторно измерить установленные значения коэффициентов отражений и затуханий, а так же измерить затухания и расстояния до неоднородностей. Затухания до неоднородностей должны соответствовать значениям, указанным в таблице 5;

4) установить для прибора ВЛ-5 показатель преломления  $n=1,475$  для этого:

а) выключить прибор длительным нажатием кнопки “ВКЛ”;

б) нажать кнопку “ИЗМ”;

в) не отпуская кнопку “ИЗМ” включить прибор длительным нажатием кнопки “ВКЛ”;

г) кратковременным нажатием кнопки “ВКЛ” переместить знак “V” на разряд показателя преломления, который необходимо изменить;

д) установить необходимое значение разряда показателя преломления кратковременным нажатием кнопки “ИЗМ”;

е) повторяя перечисления г)д) установить требуемые значения во всех разрядах показателя преломления;

ж) нажатием кнопки “ВКЛ” выключить прибор.

Таблица 3

Номер Измерения	Параметры неоднородности	ОВ-1, км	ОВ-2, км	ОВ-3, км	ОВ-4, м
1	Длины ОВ	От 0,35 до 0,5	От 0,35 до 0,5	От 0,35 до 0,5	От 0,35 до 0,5
	Тип неоднородности	"в"	"а"	"б"	"б"
	Затухание, дБ	От 0,6 до 1,5	Менее 0,4	От 0,6 до 1,5	Более 6
	Коэффициент отражения, дБ	Менее -62	Более -58	Более -58	Более минус 58
2	Длины ОВ	От 15 до 31	От 2,7 до 7	От 2,7 до 7	От 2,7 до 7
	Тип неоднородности	"в"	"а"	"б"	"б"
	Затухание, дБ	От 0,6 до 1,5	Менее 0,4	От 0,6 до 1,5	Более 6
	Коэффициент отражения, дБ	Менее -47	Более -43	Более -43	Более минус 43
Примечания:					
1 Общая длина линии для измерения 2 не должна превышать 36 км.					
2 Допускается изменение последовательности моделирования типов неоднородностей на концах ОВ-1, ОВ-2, ОВ-3.					

Таблица 4

Параметры неоднородности	ОВ-1, км	ОВ-2, км	ОВ-3, км	ОВ-4, м	ОВ-5, м
Длины ОВ	От 74 до 79	От 2,7 до 7	От 2,7 до 7	От 2,7 до 7	От 2,7 до 7
Тип неоднородности	"в"	"а"	"б"	"б" (конец ОВ)	-----
Затухание, дБ	От 0,6 до 1,5	Менее 0,4	От 0,6 до 1,5	от 6 до 8	Более 6 дБ
Коэффициент отражения, дБ	Менее -42	Более -38	Более -38		Более -38 дБ

Примечания:

- 1 Общая длина линии не должна превышать 95 км.
- 2 Тип неоднородности и длина до неё на конце ОВ-5 прибором ВЛ-5 не должна определяться.
- 3 Допускается изменение последовательности моделирования типов неоднородностей на концах ОВ-2, ОВ-3.

Таблица 5

Тип неоднородности, символ	Диапазон расстояний, км	Затухание до неоднородности, дБ, не более
"а"	0...4	4
	4...40	12
	40...100	25
"б"	0...4	4
	4...40	12
	40...100	25
"в"	0...4	4
	4...40	12
	40...80	20

5) подключить собранную линию к прибору ВЛ-5 и нажатием кнопки “ВКЛ” включить прибор;

6) нажатием кнопки “ИЗМ” запустить прибор на измерение и зафиксировать результаты измерения;

7) собрать волоконно-оптическую линию в соответствии с рисунком 4. Параметры линии указаны в таблице 3 измерение 2.

8) повторить действия соответствующие перечислениям 3)5)6);

9) собрать волоконно-оптическую линию в соответствии с рисунком 5. Параметры линии указаны в таблице 4;

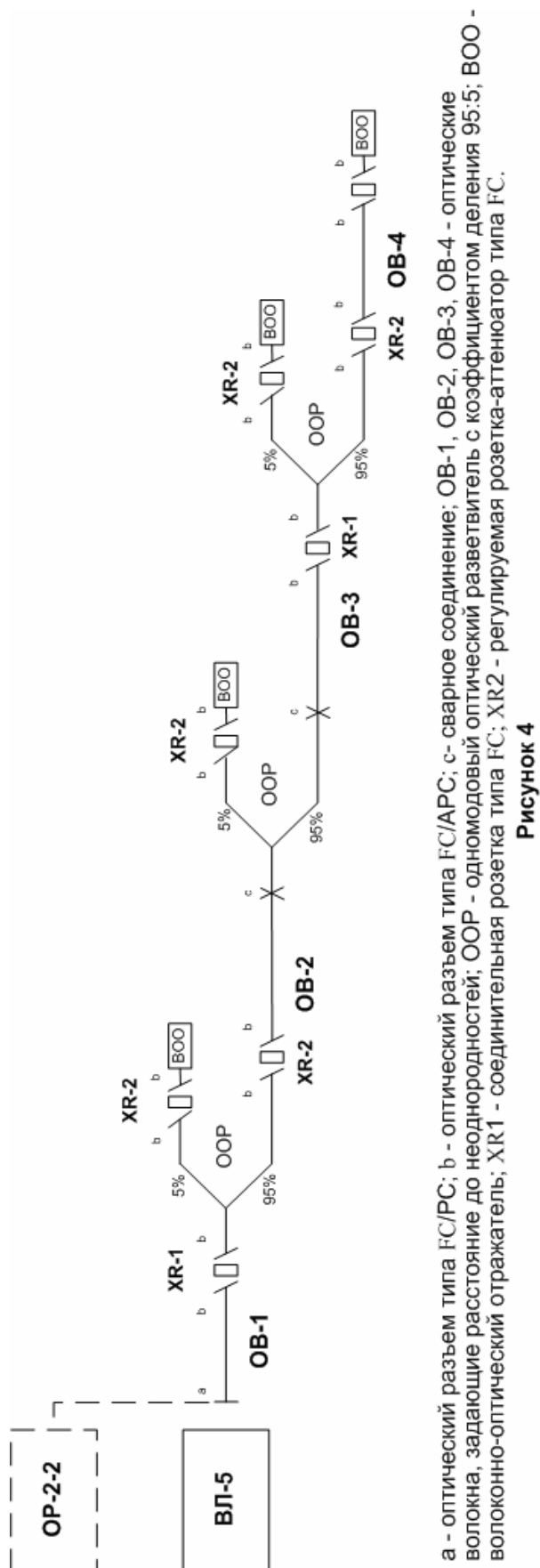
10) повторить действия соответствующие перечислениям 3)5)6);

11) рассчитать погрешность измерения расстояния для каждой моделируемой неоднородности при каждом измерении по формуле

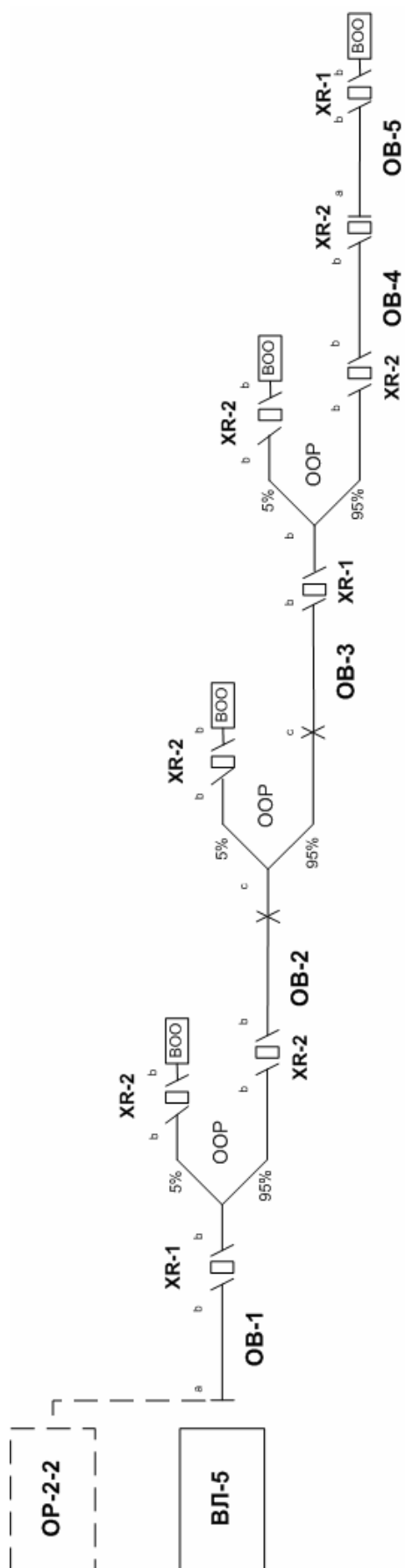
$$\Delta = L_{ВЛ} - L_{ОР}, \quad (4)$$

где  $L_{ВЛ}$  (м) – расстояние до неоднородности, измеренное прибором ВЛ-5;

$L_{ОР}$  (м) - расстояние, измеренное рефлектометром ОР-2-2.



**Рисунок 4**  
а - оптический разъем типа FC/PC; б - оптический разъем типа FC/APC; с - сварное соединение; ОВ-1, ОВ-2, ОВ-3, ОВ-4 - оптические волокна, задающие расстояние до неоднородностей; ООР - одномодовый оптический разветвитель с коэффициентом деления 95:5; BOO - волоконно-оптический отражатель; XR1 - соединительная розетка типа FC; XR2 - регулируемая розетка-аттенуатор типа FC.



а- оптический разъем типа FC/PC; б - оптический разъем типа FC/APC; с- сварное соединение; OB-1, OB-2, OB-3, OB-4, OB-5 - оптические волокна, задающие расстояние до неоднородностей; OOP - одномодовый оптический разветвитель с коэффициентом деления 95:5; BOO - волоконно-оптический отражатель; XR1 - соединительная розетка типа FC; XR2 - регулируемая розетка-аттенуатор типа FC.

Рисунок 5

Результаты проверки считают удовлетворительными, если прибор ВЛ-5 выявил моделируемую неоднородность, погрешность измерения расстояния не превышает  $\pm 30$  м, а символ типа неоднородности на индикаторе прибора ВЛ-5 соответствует установленным параметрам неоднородности.

**6.4.2** Определение абсолютной погрешности измерения расстояния прибора ВЛ-5 в режиме рефлектометра.


Определение пределов абсолютной погрешности измерения расстояний проводится с помощью оптического генератора ОГ-2-1.

Определение пределов абсолютной погрешности проводят при минимальных значениях разрешения (интервала дискретизации сигнала обратного рассеяния), допустимых для данного диапазона измеряемых расстояний.

Для определения погрешности измерения расстояний необходимо:

1) подготовить оптический генератор ОГ-2-1 к работе в соответствии с его руководством по эксплуатации и соединить его вход с входом прибора ВЛ-5;

2) подготовить прибор ВЛ-5 к работе в режиме рефлектометра в соответствии с его руководством по эксплуатации и запустить управляющую программу;

3) нажать кнопку  на панели кнопок и в появившемся окне **"Параметры измерения"** установить в нем следующие параметры:

Показатель преломления ОВ – n: 1,475

Диапазон расстояний - Lmax: 2 км

Начало участка – L1: 0 км


Конец участка – L2: 2 км

Разрешение – dL: 1 м

Длительность зондирующего импульса – Tr: 30 нс

Число усреднений рефлектограммы – 4096\*Nav: 8

Остальные параметры – по умолчанию.

После установки параметров измерения нажать кнопку  ИЗМ

4) установить в меню **"Параметры"** управляющей программы оптического генератора ОГ-2-1 значение показателя преломления, равным 1,475;

5) нажать кнопку **"Расстояние"** управляющей программы оптического генератора ОГ-2-1, при этом откроется окно **"Проверка шкалы расстояний"**. В нем следует установить:

- диапазон измеряемых расстояний – 2 км;


- длина волны рефлектометра – 1,55 мкм;

- длительность измерительного импульса - 30 м;

- число измерительных импульсов - 5;

- положение 1-го измерительного импульса - 300 м.

Нажать кнопку **"Зафиксировать параметры импульсов"**;

6) запустить прибор ВЛ-5 на измерение в режиме без усреднения, нажав кнопку  ;

7) с помощью аттенуаторов оптического генератора ОГ-2-1 установить амплитуду импульсов на экране прибора ВЛ-5 на 2-5 дБ ниже верхней границы вертикальной шкалы прибора ВЛ-5. Горизонтальную линию, имитирующую сигнал обратного рассеяния на рефлектограмме, устанавливают на уровне  $(15 \pm 2)$  дБ ниже плоской части вершины импульса.

После этого остановить измерение, нажав клавишу **ESC**;

8) запустить прибор ВЛ-5 на измерение с усреднением, нажав кнопку  ;

9) с помощью маркеров измерить расстояния от начала координат до точки пересечения горизонтальной линии, имитирующей сигнал обратного рассеяния, и переднего фронта каждого импульса. При этом необходимо использовать максимальную растяжку масштаба по шкале затухания и шкале расстояний;

10) занести полученные значения в соответствующий столбец ("Рефлектометр") программного обеспечения ОГ-2-1 в окне "**Проверка шкалы расстояний**", для дальнейшего автоматического расчета пределов погрешностей по формуле:

$$\Delta L_j = 1.1 \cdot \sqrt{\Delta L_0^2 + (L_j - L_{0j})^2}, \quad (5)$$

где  $\Delta L_0$ , м – пределы допускаемой основной абсолютной погрешности при воспроизведения расстояния оптического генератора ОГ-2-1,  
 $L_j$ , м- расстояние до j-го импульса, по рефлектограмме полученной прибором ВЛ-5;  
 $L_{0j}$ , м- расстояние до j-го импульса, задаваемое оптическим генератором ОГ-2-1.

11) повторить измерения для всех диапазонов расстояний, указанных в таблице 6, по описанной выше методике. Устанавливать длительности и положение первого измерительного импульса согласно таблице 6;

Таблица 6

Длительность измерительного импульса, м	Положение первого измерительного импульса, м	Диапазоны измерения расстояний, км
100	300	2
300	300	40
1000	300	80, 120

Результаты проверки считают удовлетворительными, если:

- полученные значения пределов погрешностей в столбце "Погрешность" не превышают пределов допустимой абсолютной погрешности измерения расстояния, указанных в столбце "Допуск" в окне "**Проверка шкалы расстояний**" т. е. удовлетворяют условию:

$$\Delta L_j \leq dl + dL + 5 \cdot 10^5 \cdot L_{0j}, \quad (6)$$

где  $dl = 1$  м;

$dL$  – установленное значение разрешения (интервала дискретизации сигнала обратного рассеяния), м;


$L_{0j}$  - расстояние, задаваемое оптическим генератором ОГ-2-1, м.

**6.4.3** Определение пределов абсолютной погрешности измерения затухания прибором ВЛ-5 в режиме рефлектометра проводится с помощью оптического генератора ОГ-2-1.

Для определения пределов абсолютной погрешности измерения затухания необходимо:

1) подготовить оптический генератор ОГ-2-1 к работе в соответствии с его руководством по эксплуатации и соединить его вход с входом прибора ВЛ-5;

2) подготовить прибор ВЛ-5 к работе в режиме прибора ВЛ-5 в соответствии с его руководством по эксплуатации и запустить управляющую программу;

3) нажать кнопку  на панели кнопок и в появившемся окне **"Параметры измерения"** установить в нем следующие параметры:

Показатель преломления ОВ –  $n$ : 1,475

Диапазон расстояний -  $L_{max}$ : 120 км;

Начало участка –  $L1$ : 0 км

Конец участка –  $L2$ : 120 км

Длительность зондирующего импульса –  $T_p$ : 100 нс

Число усреднений рефлектограммы –  $4096 * Nav$ : 8

Остальные параметры – по умолчанию.

После установки параметров измерения нажать кнопку



4) нажать кнопку **"Затухание"** управляющей программы оптического генератора ОГ-2-1, при этом откроется окно **"Проверка шкалы затухания"**. В нем следует нажать на кнопку **"Положение импульсов"** и затем установить:

- длина волны рефлектометра – 1,55 мкм;

- положение опорного импульса – 2000 м ;

- длительность опорного импульса – 5000 м;

- длительность измерительного импульса - 5000 м.


- положение измерительного импульса в соответствии с первой строкой таблицы

7.

Нажать кнопку **"Зафиксировать параметры импульсов"**;

Таблица 7

№ строки	Вносимое затухание	Положение измерительного импульса	Nav
	В, дБ	L, м	
1	1	8000	4
2	5	20000	4
3	10	40000	8
4	15	60000	32

5) запустить прибор ВЛ-5 на измерение в режиме без усреднения, нажав кнопку ;

6) с помощью аттенуаторов оптического генератора ОГ-2-1 установить амплитуды опорного и измерительного импульсов по экрану прибора ВЛ-5 примерно одинаковыми (отличающимися друг от друга не более чем на 0,1 дБ) и на 2-5 дБ ниже верхней границы вертикальной шкалы экрана прибора ВЛ-5. После этого остановить измерение, нажав клавишу ESC;

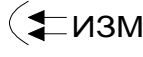
7) запустить прибор ВЛ-5 на измерение с усреднением, установив в программе значения коэффициента Nav, определяющего число усреднений, в соответствии с таблицей 7;

8) после завершения работы прибора ВЛ-5 в этом режиме установить левый маркер на плоскую часть вершины опорного импульса, а правый маркер - на плоскую часть вершины измерительного импульса и прочесть разность  $A_0$ , между амплитудами этих импульсов в дБ.

Величину  $A_0$  необходимо запомнить;


9) нажать кнопку "Амплитуда измерительного импульса", а затем кнопку "Измерить амплитуду". Оптический генератор перейдет в режим измерения амплитуды измерительного импульса, и ее текущее значение появится в соответствующем окошке. Теперь следует в окошко "Начальный уровень измерительного импульса" записать величину  $A_0$  и нажать кнопку "Зафиксировать в качестве начального уровня".

После этого в окошке "Амплитуда измерительного импульса ОГ-2-1" будет отображаться величина  $A_0$ , а в окошке "Внесенное затухание" число 0.000 дБ;

10) с помощью розетки-аттенуатора оптического входа  оптического генератора ОГ-2-1 уменьшить амплитуду измерительного импульса на величину соответствующую первой строчке таблицы 6 (отклонение от значений не должно превышать  $\pm 0,5$  дБ).

Величина изменения отображается в окошке "Внесенное затухание";

11) остановить режим измерения амплитуды измерительного импульса оптического генератора ОГ-2-1, нажав кнопку "Остановить измерение";

12) запустить прибор ВЛ-5 на измерение с усреднением, нажав кнопку , установив предварительно значение коэффициента Nav, определяющего число усреднений, в соответствии с таблицей 7.

После завершения работы прибора ВЛ-5 в этом режиме следует установить левый маркер на плоскую часть вершины опорного импульса, а правый маркер - на

плоскую часть вершины измерительного импульса и прочесть разность  $A_i$  между амплитудами этих импульсов в дБ. Полученное значение занести в графу “Рефлектометр” окна “Амплитуда измерительного импульса” для автоматического расчета погрешности. Повторить измерения импульсов прибором ВЛ-5 N раз ( $N \geq 5$ ).

Программа оптического генератора ОГ-2-1 автоматически производит расчет погрешности измерения затухания.

Алгоритм расчета погрешности следующий:

а) рассчитать величину внесенного затухания при каждом измерении прибора ВЛ-5:

$$\alpha_i = A_i - A_0, \quad (7)$$

б) рассчитать среднее арифметическое  $\alpha$  и оценку его среднего квадратического отклонения  $S$ :

$$\alpha = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \alpha_i, \quad (8)$$

$$S_{\Sigma} = \sqrt{\frac{\delta B_0^2 + (\alpha - B)^2}{3} + S^2}, \quad (9)$$

в) рассчитать систематическую составляющую погрешности:

$$\Theta = 1,1 \cdot \sqrt{\delta B_0^2 + (\alpha - B)^2}, \quad (10)$$

где  $B$  – затухание установленное по ОГ-2-1;

$\delta B_0$  – пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения значений вносимого затухания ОГ-2-1;

г) рассчитать погрешность измерения затухания:

$$\Delta\alpha = K \cdot S_{\Sigma}, \quad (11)$$

где

$$S_{\Sigma} = \sqrt{\frac{\delta B_0^2 + (\alpha - B)^2}{3} + S^2}, \quad (12)$$

$$K = \frac{t \cdot S + \Theta}{S + \sqrt{\frac{\delta B_0^2 + (\alpha - B)^2}{3}}}, \quad (13)$$

$t$  – коэффициент Стьюдента для доверительной вероятности  $P=0,95$  (смотри таблицу 8)



Таблица 8

N	5	6	7	8	9	10
t	2,776	2,571	2,447	2,365	2,306	2,262


13) повторить перечисления 9)-12), устанавливая по оптическому генератору ОГ-2-1 значения затухания измерительного импульса 5 и 10 дБ, а его положение L м, в соответствии с таблицей 7 (отклонение от значений затуханий, указанных к таблице 7 не должно превышать  $\pm 0,5$  дБ);

14) для проверки шкалы затухания прибора ВЛ-5 при значениях затухания больших 10 дБ:

- открыть закладку **"Положение импульсов"**, нажать на кнопку **"Зафиксировать параметры импульсов"**;

- включить прибор ВЛ-5 в режиме измерения без усреднения, нажав кнопку , и с помощью розетки-аттенюатора оптического входа  ИЗМ восстановить амплитуду измерительного импульса до уровня опорного импульса;


- с помощью аттенюатора А2 (прибор ВЛ-5 продолжает работать в режиме без усреднений) вновь уменьшить амплитуду измерительного импульса так, чтобы ее значение (по шкале прибора ВЛ-5) не более, чем на 0,5 дБ отличалось от последнего значения 10 дБ;

- после установки амплитуды измерительного импульса остановить режим измерения без усреднений и включить режим измерения с усреднением, нажав кнопку .

- после завершения работы прибора ВЛ-5 в этом режиме по рефлектограмме полученной после измерения измерить в дБ разность  $A_0^{(2)}$  между амплитудами опорного и измерительного импульсов, установив маркеры на плоские части их вершин. Величину  $A_0^{(2)}$  необходимо запомнить;

- перевести генератор в режим измерения мощности, нажав на закладку **Амплитуда измерительного импульса**, и затем нажать на кнопку **"Следующий>>"** - программа перейдет на **второй** этап проверки шкалы затухания.

- нажать на кнопку **"Измерить амплитуду"**, в окне **"Начальный уровень измерительного импульса"** ввести значение  $A_0^{(2)}$  (это начальный уровень второго этапа измерений), и нажать на кнопку **"Зафиксировать в качестве начального уровня"**.

- с помощью розетки-аттенюатора оптического входа  ИЗМ оптического генератора ОГ-2-1 последовательно установить затухание 15 (16) дБ и 22 дБ (см. таблицу 6) и повторить действия по перечислениям 9)-12);


*Результаты проверки считают удовлетворительными*, если для каждого значения затухания, установленного по таблице 7, измеренные пределы погрешности (строка "Погрешность" в окне **"Амплитуда измерительного импульса"**) не превышают пределов допустимой абсолютной погрешности измерения затухания рефлектометра (строка "Допуск" в окне **"Амплитуда измерительного импульса"**), т. е. выполняется условие:

$$\Delta\alpha \leq 0,05 \cdot B, \quad (14)$$

где  $\Delta\alpha$  - предел погрешности, определенный по формуле (7);  
B – затухание, установленное по ОГ-2-1.

**6.4.4** Определение динамического диапазона измерения затухания прибора ВЛ-5 в режиме рефлектометра производится следующим образом:

1) подключить к прибору ВЛ-5 одномодовое оптическое волокно длиной не менее 5 км;

2) нажать кнопку  на панели кнопок и в появившемся окне **"Параметры измерения"** установить в нем следующие параметры:

Показатель преломления ОВ – n: 1,475

Диапазон расстояний - Lmax: 120 км;

Начало участка – L1: 0 км

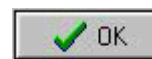
Конец участка – L2: 120 км;


Длительность зондирующего импульса – Tr: 30 нс

Число усреднений рефлектограммы – 4096\*Nav: 32

Остальные параметры – по умолчанию.

После установки параметров измерения нажать кнопку



3) осуществить измерение с усреднением, нажав кнопку . После его окончания установить левый маркер за пределами мертвой зоны в начале линейно спадающего участка рефлектограммы, а правый - на точку, в которой шумовой сигнал за пределами рефлектограммы принимает наибольшее значение (смотри рисунок 3);

4) прочесть в таблице в верхней левой части экрана значение разности в дБ между сигналом и шумом и рассчитать динамический диапазон измерения затухания при ОСШ=1 по формуле:

$$D_1 = D_{\max} + D_1 + D_2 \quad (15)$$

где  $D_{\max}$  - разность между уровнем сигнала, рассеянного от ближнего к рефлектометру конца измеряемого ОВ, и максимальным уровнем шума;  
 $D_1$  – соотношение между пиковым значением гауссова шума и уровнем сигнала, равным среднеквадратическому значению этого шума (т.е. уровнем, при котором ОСШ=1),  $D_1 = 2,4$  дБ;  
 $D_2$  – затухание участка ОВ между его началом и положением левого маркера.

Для определения  $D_2$  следует мысленно продлить рефлектограмму влево от левого маркера до начала шкалы расстояний, как показано на рисунке 6, и по вертикальной шкале определить величину увеличения уровня рефлектограммы, при этом необходимо использовать растяжку начального участка рефлектограммы по горизонтали и вертикали; величину  $D_2$  нужно учитывать при длительности импульса и 10000 нс (при меньших значениях длительности импульса величиной  $D_2$  можно пренебречь).

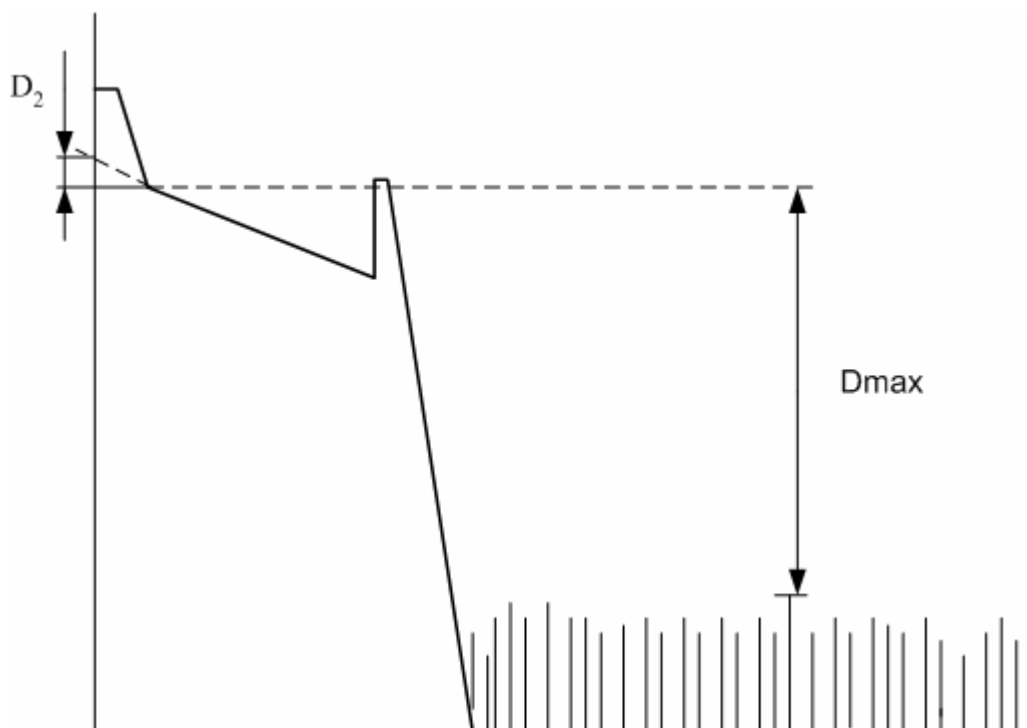


Рисунок 6

5) выполнить действия по перечислениям 2)-4) для всех длительностей импульсов, указанных в таблице 9;

*Результаты поверки считают удовлетворительными, если измеренные значения динамического диапазона равны или превышают значения, указанные в таблице 9;*

Таблица 9


Длительность оптического импульса, нс	Динамический диапазон, дБ, не менее
100	18,5
1000	23,5
3000	26,5
10000	30

**6.4.5** Определение величины мертвой зоны при измерении затухания прибора ВЛ-5 в режиме рефлектометра и величины мертвой зоны при обнаружении неоднородностей проводят с помощью оптического генератора ОГ-2-1 и ОВ длиной не менее 5 км.

Определение величины мертвой зоны проводят при длительности зондирующего импульса рефлектометра 30 нс и разрешении  $dL = 0,5$  м.

Для определения величины мертвой зоны необходимо:

1) соединить рефлектометр, оптический генератор ОГ-2-1 и ОВ между собой по схеме рисунка 7.23 руководства по эксплуатации оптического генератора ОГ-2-1.

2) нажать кнопку  на панели кнопок и в появившемся окне **"Параметры измерения"** установить в нем следующие параметры:

Показатель преломления ОВ –  $n$ : 1,475

Диапазон расстояний -  $L_{\max}$ : 10 км

Начало участка –  $L1$ : 0 км

Конец участка –  $L2$ : 10 км

Разрешение –  $dL$ : 1 м


Длительность зондирующего импульса –  $T_p$ : 30 нс

Число усреднений рефлектограммы –  $4096 \cdot N_{av}$ : 32


Остальные параметры – по умолчанию.


После установки параметров измерения нажать кнопку




3) запустить рефлектометр на измерение в режиме без усреднения, нажав кнопку ;

4) установить правый маркер на вершину импульса, находящегося в центральной части рефлектограммы, а левый маркер – на начало переднего фронта этого импульса;

5) перейти в режим измерения коэффициента отражения, нажав кнопку ;

6) с помощью аттенюатора  $A1$  оптического генератора ОГ-2-1 установить амплитуду импульса, находящегося в центральной части рефлектограммы так, чтобы коэффициент отражения имел значение от  $-42$  до  $-40$  дБ. После этого перейти в режим измерения затухания по двум точкам, нажав кнопку , и остановить измерение, нажав клавишу **ESC**;

7) осуществить измерение с усреднением, нажав кнопку . После его окончания по рефлектограмме определить величину мертвой зоны  $dz_a$  при измерении затухания, устанавливая левый маркер на начало переднего фронта импульса, а правый - в точке, в которой сигнал, вызванный задним фронтом этого импульса, на 0,5 дБ превышает воображаемый уровень сигнала обратного рассеяния в этой точке, как показано на рисунке 7;

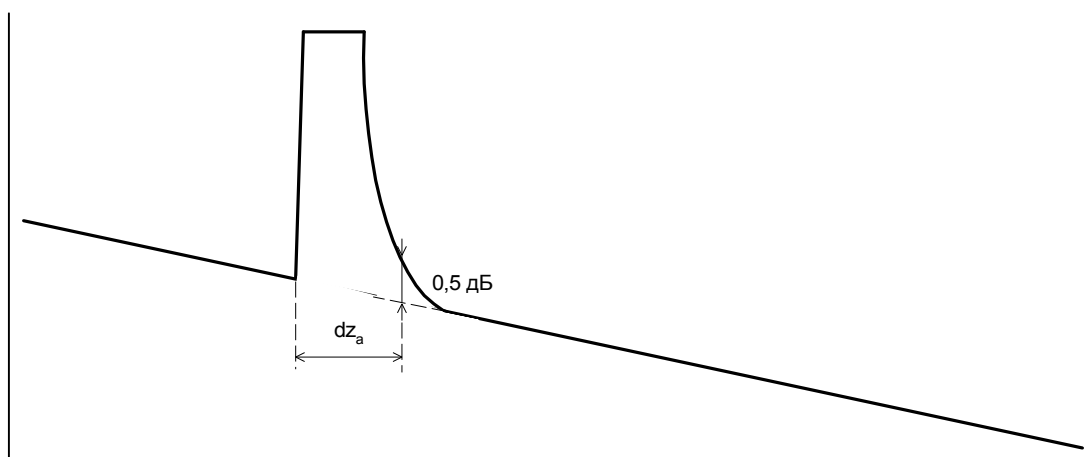


Рисунок 7

8) определить величину мертвой зоны при обнаружении неоднородностей, как длительность импульса, находящегося в центральной части рефлектограммы, измеренная в метрах по уровню, который ниже вершины импульса на 1,5 дБ.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если величина мертвой зоны при измерении затухания не превышает 35 м, а величина мертвой зоны при обнаружении неоднородностей не превышает 10 м.

## 7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.

7.1 Результаты поверки для прибора ВЛ-3 оформляются протоколом поверки по форме Приложения А, для ВЛ-5 результаты оформляются протоколом поверки по форме Приложения Б.

7.2 При положительном результате поверки:

- производится клеймение поверенных приборов ВЛ нанесением оттиска поверительного клейма на крепежный винт на верхней торцевой панели;
- выдается свидетельство о поверке по форме в соответствии с СТБ 8003-93;
- в паспортах приборов ВЛ делается запись о результатах поверки.

7.3 При отрицательных результатах поверки приборов ВЛ выдается извещение о непригодности по форме в соответствии с СТБ 8003-93 и указанием причин несоответствия. При этом оттиск поверительного клейма подлежит погашению, а свидетельство о поверке аннулируется.

ПРИЛОЖЕНИЕ А  
(Рекомендуемое)

ПРОТОКОЛ № \_\_\_\_\_

поверки прибора для обнаружения повреждений оптического кабеля ВЛ-3 "ОБРЫВ-  
" № \_\_\_\_\_

принадлежит \_\_\_\_\_

Организация, проводившая поверку \_\_\_\_\_

Условия проведения поверки:

- температура окружающей среды \_\_\_\_\_ °С;
- относительная влажность воздуха \_\_\_\_\_ %;
- атмосферное давление \_\_\_\_\_ кПа.

Средства измерений, используемые при поверке \_\_\_\_\_

**1 Внешний осмотр,  
проверка комплектности** \_\_\_\_\_ (соответствует, не соответствует)

**2 Опробование** \_\_\_\_\_ (соответствует, не соответствует)

**3 Абсолютная погрешность измерения расстояния прибора ВЛ-3 до  
неоднородности типа "а".**

Расстояние до неоднородности, м		Погрешность, м
Рефлектометр	ВЛ-3	

Допуск:  $\pm 30$  м \_\_\_\_\_ (соответствует, не соответствует)

**4 Абсолютная погрешность измерения расстояния прибора ВЛ-3 до  
неоднородности типа "б".**

Расстояние до неоднородности, м		Погрешность, м
Рефлектометр	ВЛ-3	

Допуск:  $\pm 30$  м \_\_\_\_\_ (соответствует, не соответствует)

**5 Абсолютная погрешность измерения расстояния прибора ВЛ-3 до неоднородности типа "в".**

Расстояние до неоднородности, м		Погрешность, м
Рефлектометр	ВЛ-3	

Допуск:  $\pm 30$  м \_\_\_\_\_ (соответствует, не соответствует)

Заключение \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_ Поверитель \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_)

ПРИЛОЖЕНИЕ Б  
(Рекомендуемое)

ПРОТОКОЛ № \_\_\_\_\_

поверки прибора для обнаружения повреждений оптического кабеля ВЛ-5 "локатор-  
рефлектометр" № \_\_\_\_\_

принадлежит \_\_\_\_\_

Организация, проводившая поверку \_\_\_\_\_

Условия проведения поверки:

- температура окружающей среды \_\_\_\_\_ °С;
- относительная влажность воздуха \_\_\_\_\_ %;
- атмосферное давление \_\_\_\_\_ кПа.

Средства измерений, используемые при поверке \_\_\_\_\_

**1 Внешний осмотр,  
проверка комплектности** \_\_\_\_\_ (соответствует, не соответствует)

**2 Опробование** \_\_\_\_\_ (соответствует, не соответствует)

**3 Определение абсолютной погрешности измерения расстояния прибора  
ВЛ-5 в режиме локатора.**

**3.1 Абсолютная погрешность измерения расстояния в диапазоне 0...4 км.**

Тип неоднородности	Расстояние до неоднородности		Погрешность, м	Тип неоднородности по ВЛ-5
	Рефлектометр	ВЛ-5		
“В”				
“а”				
“б”				
“б”				

Допуск:  $\pm 30$  м \_\_\_\_\_ (соответствует, не соответствует)

**3.2 Абсолютная погрешность измерения расстояния в диапазоне 4...40 км.**

Тип неоднородности	Расстояние до неоднородности		Погрешность, м	Тип неоднородности по ВЛ-5
	Рефлектометр	ВЛ-5		
“В”				
“а”				
“б”				
“б”				

Допуск:  $\pm 30$  м \_\_\_\_\_ (соответствует, не соответствует))

**3.3 Абсолютная погрешность измерения расстояния в диапазоне 40...100 км.**

Тип неоднородности	Расстояние до неоднородности		Погрешность, м	Тип неоднородности по ВЛ-5
	Рефлектометр	ВЛ-5		
“в”				
“а”				
“б”				
“б”				

Допуск:  $\pm 30$  м \_\_\_\_\_ (соответствует, не соответствует)

**4 Определение абсолютной погрешности измерения расстояния прибора ВЛ-5 в режиме рефлектометра.**

	Положения измерительных импульсов, км					Диапазон измеряемых расстояний, км
<b>ВЛ-5</b>						<b>2</b>
<b>ОГ-2-1</b>						
<b>Погрешность</b>						<b>40</b>
<b>Допуск</b>						
<b>ВЛ-5</b>						
<b>ОГ-2-1</b>						
<b>Погрешность</b>						<b>80</b>
<b>Допуск</b>						
<b>ВЛ-5</b>						
<b>ОГ-2-1</b>						
<b>Погрешность</b>						<b>120</b>
<b>Допуск</b>						
<b>ВЛ-5</b>						
<b>ОГ-2-1</b>						
<b>Погрешность</b>						
<b>Допуск</b>						

\_\_\_\_\_ (соответствует, не соответствует)

**5 Определение пределов абсолютной погрешности измерения затухания прибором ВЛ-5 в режиме рефлектометра.**

Диапазон измерения расстояний 120 км.

	Внесённое затухание, дБ				
<b>ВЛ-5</b>					
<b>ОГ-2-1</b>					
<b>Погрешность</b>					
<b>Допуск</b>					

\_\_\_\_\_ ( соответствует, не соответствует)

**6 Определение динамического диапазона измерения затухания прибора ВЛ-5 в режиме рефлектометра**

Диапазон измерения расстояний 120 км.

Длительность зондирующих импульсов, нс	Динамический диапазон, дБ	
	Результат измерения	Допуск
<b>100</b>		<b>18,5</b>
<b>1000</b>		<b>23,5</b>
<b>3000</b>		<b>26,5</b>
<b>10000</b>		<b>30</b>

\_\_\_\_\_ ( соответствует, не соответствует)

**9 Определение величины мертвой зоны при измерении затухания и величины мертвой зоны при обнаружении неоднородностей прибора ВЛ-5 в режиме рефлектометра.**

Величина мертвой зоны, м			
при измерении затухания		при обнаружении неоднородностей	
Измерено	Допуск	Измерено	Допуск

Заключение \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_ Поверитель \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_)