



Система обеспечения единства измерений  
Республики Беларусь

МОДУЛИ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ  
ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН

МАК100 МАК 100 (3)

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

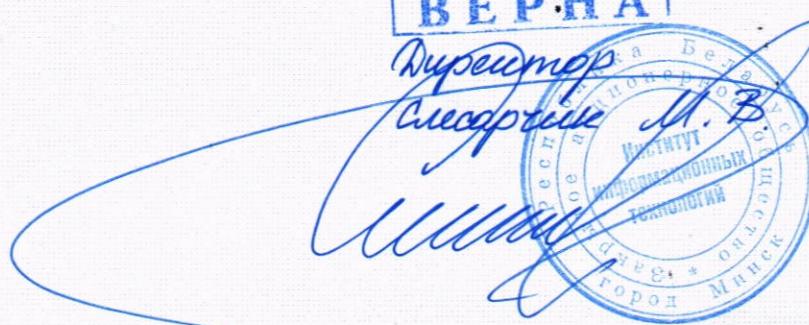
МРБ МП. 2267 -2012

РАЗРАБОТАНО  
Инженер-метролог  
ЗАО «Институт информационных технологий»

 А.И. Кучуро

" 9 " 09 2012

КОПИЯ  
ВЕРНА



## Содержание

|  |    |
|--|----|
| Вводная часть.....   | 3  |
| 1 Нормативные ссылки.....  | 3  |
| 2 Операции поверки.....  | 3  |
| 3 Средства поверки.....  | 4  |
| 4 Требования к квалификации поверителей .....  | 5  |
| 5 Требования безопасности.....   | 5  |
| 6 Условия поверки.....   | 5  |
| 7 Подготовка к поверке.....  | 5  |
| 8 Проведение поверки.....  | 5  |
| 8.1 Внешний осмотр.....  | 5  |
| 8.2 Опробование.....   | 6  |
| 8.2.1 Идентификация программного обеспечения.....  | 6  |
| 8.2.2 Проверка функционирования.....   | 7  |
| 8.3 Определение метрологических характеристик .....  | 9  |
| 8.3.1 Определение динамического диапазона.....   | 9  |
| 8.3.2 Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности при измерении расстояний..... | 10 |
| 8.3.3 Определение абсолютной погрешности при измерении затухания.....                        | 13 |
| 8.3.4 Определение значений мертвых зон по затуханию и мертвых зон по отражению.....          | 16 |
| 8.3.5 Определение затухания в каналах оптического переключателя.....                         | 20 |
| 8.3.6 Определение абсолютной погрешности при измерении обратных потерь.....                  | 21 |
| 9 Оформление результатов поверки.....  | 25 |
| Приложение А (обязательное) Обязательные метрологические требования...                       | 26 |
| Приложение Б (рекомендуемое) Форма протокола поверки.....                                    | 29 |
| Библиография.....  | 32 |

КОПИЯ  
ВЕРНА

Директор  
Сисоргин М.В.



Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на модули автоматического контроля оптических волокон МАК 100 (далее – модуль МАК 100) производства ЗАО "Институт информационных технологий" и устанавливает методы средства их первичной и последующей поверок.

Обязательные метрологические требования, предъявляемые к модулям МАК 100, приведены в приложении А.

## 1 Нормативные ссылки

В настоящей МП использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (далее – ТНПА):

ТКП 427-2022 (33240) Электроустановки. Правила по обеспечению безопасности при эксплуатации;

СТБ IEC 60825-1-2017 Безопасность лазерных изделий. Часть 1. Классификация оборудования и требования.

Примечание – При пользовании настоящей МП целесообразно проверить действие ссылочных документов на официальном сайте Национального фонда технических нормативных правовых актов в глобальной компьютерной сети Интернет.

Если ссылочные документы заменены (изменены), то при пользовании настоящей МП следует руководствоваться действующими взамен документами. Если ссылочные документы отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

## 2 Операции поверки

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

| Наименование операции   | Номер пункта МП | Обязательность проведения при поверке |             |
|---|-----------------|---------------------------------------|-------------|
|   |                 | первичной                             | последующей |
| 1   | 2               | 3                                     | 4           |
| 1 Внешний осмотр  | 8.1             | да                                    | да          |
| 2 Опробование   | 8.2             | да                                    | да          |
| 2.1 Идентификация программного обеспечения  | 8.2.1           | да                                    | да          |
| 2.2 Проверка функционирования   | 8.2.2           | да                                    | да          |
| 3 Определение метрологических характеристик   | 8.3             | да                                    | да          |
| 3.1 Определение динамического диапазона   | 8.3.1           | да                                    | да          |
| 3.2 Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности при измерении расстояний | 8.3.2           | да                                    | да          |
| 3.3 Определение абсолютной погрешности при измерении затухания                        | 8.3.3           | да                                    | да          |
| 3.4 Определение значений мертвых зон по затуханию и мертвых зон по отражению          | 8.3.4           | да                                    | да          |

КОПИЯ  
ВЕРНА



## Продолжение таблицы 1

| 1  | 2     | 3   | 4   |
|--|-------|-----|-----|
| 3.5 Определение затухания в каналах оптического переключателя  | 8.3.5 | да  | да  |
| 3.6 Определение абсолютной погрешности при измерении обратных потерь   | 8.3.6 | да* | нет |
| * Проверку проводят только для модулей МАК 100, изготовленных в период, начиная с 2023 года.                         |       |     |     |
| Примечание – Если при проведении той или иной операции поверки получают отрицательный результат, поверку прекращают. |       |     |     |

## 3 Средства поверки

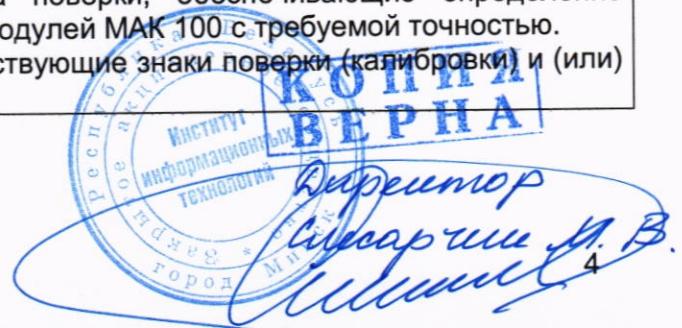
При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

| Номер пункта МП         | Наименование и тип (условное обозначение) эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики  |
|-------------------------|---|
| 8.3.2                   | Генератор оптический ОГ-2-3/3456 (одномодовый), длины волн 1310 нм; 1490 нм; 1550 нм; 1625 нм. Диапазон воспроизведения расстояний от 60 м до 500 км.   |
| 8.3.3                   | Пределы допускаемой абсолютной погрешности при воспроизведении расстояний $\pm(0,15 + 3 \cdot 10^{-6} \cdot L)$ , м, где L – значение воспроизводимого расстояния, м.<br>Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении вносимого затухания $\pm 0,015 \cdot B$ , дБ, где B – измеренное затухание, дБ.   |
| 8.3.6                   | Тестер оптический ОТ-3-1. Диапазон измерения мощности оптического излучения от минус 80 до плюс 7 дБм; пределы допускаемой относительной погрешности измерения оптической мощности $\pm 3\%$ на длинах волн калибровки (градуировки) 1310 нм; 1490 нм; 1550 нм; 1625 нм; $\pm 5\%$ на длине волны 850 нм; $\pm 7\%$ на длине волны 650 нм. Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении относительных уровней мощности оптического излучения $\pm 0,8\%$ . |
| 8.2.2<br>8.3.1<br>8.3.5 | Оптическое волокно одномодовое, длина 25 – 60 км.   |
| 8.3.4                   | Волоконно-оптический аттенюатор одномодовый переменный, затухание от 1 до 70 дБ.  |
| 8.3.4                   | Оптическое волокно одномодовое, длина 2 – 4 км.<br>Оптический разветвитель одномодовый с коэффициентом деления 90 %:10 %.   |
| 8.3.6                   | Оптическое волокно одномодовое, длина 10 – 15 км.<br>Оптический разветвитель одномодовый с коэффициентом деления 50 %:50 %.<br>Оптический соединительный кабель одномодовый, длина 3 м.   |
| 8.2.2<br>8.3            | Источник постоянного тока с выходным напряжением $(48 \pm 6)$ В или $(60 \pm 6)$ В. Выходной ток не менее 1 А.  |

## Примечания

- 1 Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик поверяемых модулей МАК 100 с требуемой точностью.
- 2 Все средства измерений должны иметь действующие знаки поверки (калибровки) и (или) свидетельства о поверке (калибровке).



## 4 Требования к квалификации поверителей

4.1 К проведению измерений при поверке и (или) обработке результатов измерений допускают лиц, имеющих необходимую квалификацию в области обеспечения единства измерений.

4.2 Перед началом поверки поверитель должен изучить эксплуатационную документацию (далее – ЭД) поверяемого модуля MAK 100 [1] и средств поверки, настоящую МП и правила техники безопасности согласно разделу 5.

## 5 Требования безопасности

При проведении поверки должны соблюдаться требования ТКП 427, СТБ IEC 60825-1 и требования безопасности, указанные в ЭД поверяемого модуля MAK 100 [1] и средств поверки.

## 6 Условия поверки

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ ;
- относительная влажность воздуха  $(65 \pm 15) \%$ ;
- атмосферное давление 84,0 -106,7 кПа.

## 7 Подготовка к поверке

7.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- проверить наличие средств поверки в соответствии с таблицей 2 настоящей МП и соответствие их метрологических характеристик требуемым значениям;
- проверить наличие действующих свидетельств о поверке (калибровке) на средства поверки или знаков поверки (калибровки), подтверждающих прохождение метрологической оценки в органах государственной метрологической службы;
- установить вспомогательные средства поверки, позволяющие в процессе поверки контролировать изменения влияющих факторов (температуру окружающего воздуха, относительную влажность воздуха, атмосферное давление);
- проверить соблюдение условий по разделу 6 настоящей МП;
- подготовить и проверить работоспособность средств поверки согласно ЭД на них.

7.2 Все оптические детали приборов, используемых при поверке, следует очистить от загрязнений в соответствии с разделом "Техническое обслуживание" [1].

КОПИЯ  
ВЕРНА

## 8 Проведение поверки

### 8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие модуля MAK 100 следующим требованиям:

- отсутствие механических повреждений модуля MAK 100, влияющих на работоспособность и безопасность его применения;
- комплектность модуля MAK 100 должна соответствовать [2];
- маркировка модуля MAK 100 должна соответствовать [1].

8.1.2 Модуль MAK 100 должен соответствовать всем требованиям 8.1.1.

## 8.2 Опробование

### 8.2.1 Идентификация программного обеспечения

8.2.1.1 Для идентификации программного обеспечения (ПО) следует выполнить следующие операции:

- загрузить на персональном компьютере (ПК) управляющую программу модуля MAK 100 **reflect.exe**;
- выбрать пункт меню **[Помощь]**, а затем **[О программе...]** – см. рисунок 1.

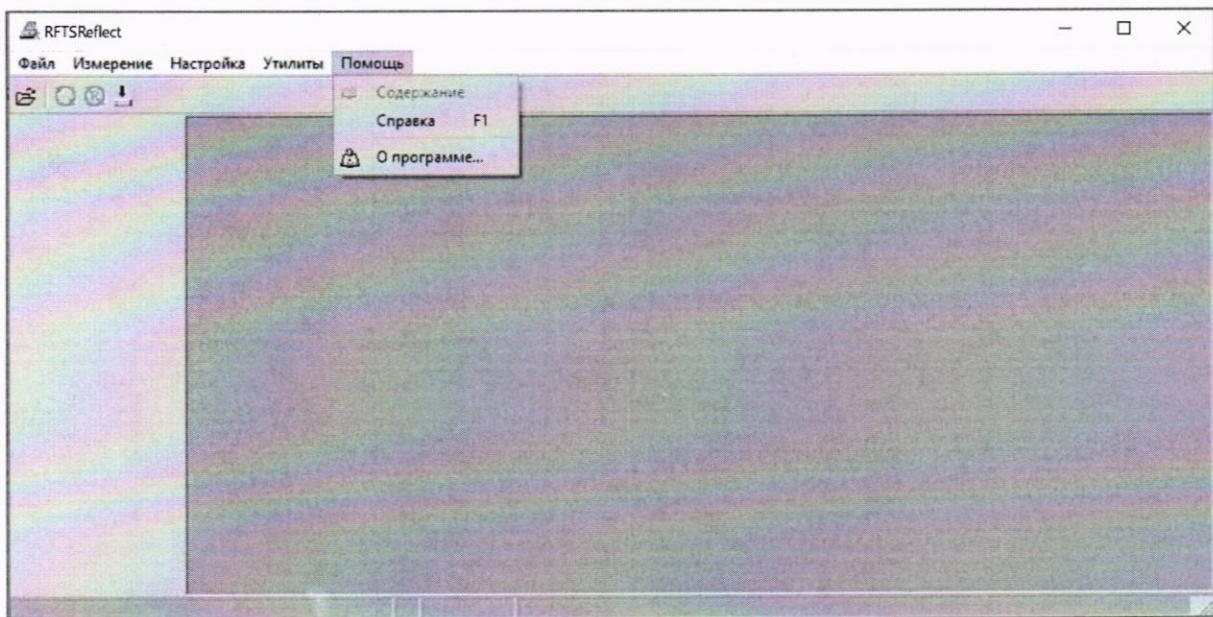


Рисунок 1

В появившемся окне, вид которого показан на рисунке 2, указан номер версии ПО RFTSReflect.



Рисунок 2

Результаты идентификации ПО считаются положительными, если версия ПО RFTSReflect 2.8.1.1861 или выше.

## 8.2.2 Проверка функционирования

8.2.2.1 Для проверки функционирования модуля MAK 100 необходимо выполнить следующие операции:

- а) соединить модуль MAK 100 с ПК интерфейсным кабелем USB A – USB B;
- б) подключить модуль MAK 100 к источнику постоянного тока напряжением  $(48 \pm 6)$  В или  $(60 \pm 6)$  В и дождаться появления надписи "ГТОВ" на индикаторе модуля MAK 100;
- в) отсоединить разъем входа оптического переключателя "ОПк" от выхода "К" модуля MAK 100 и подключить к выходу "К" одномодовое оптическое волокно (ОВ) длиной 25 – 60 км;
- г) загрузить программу **reflect.exe** модуля MAK 100;
- д) в программе модуля MAK 100 выбрать пункт меню **[Настройка]**, а затем **[Порт]**;
- е) в появившемся окне, показанном на рисунке 3, выбрать интерфейс **"USB"**, и нажать на кнопку **Подключить**.

После этого начнется тестирование соединения модуля MAK 100 с ПК, а затем на экране ПК появится сообщение с указанием типа и номера подключенного модуля MAK 100 (см. рисунок 4);

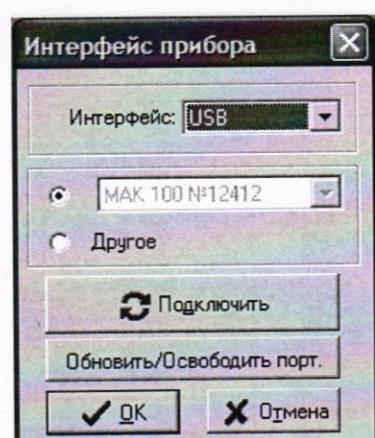


Рисунок 3

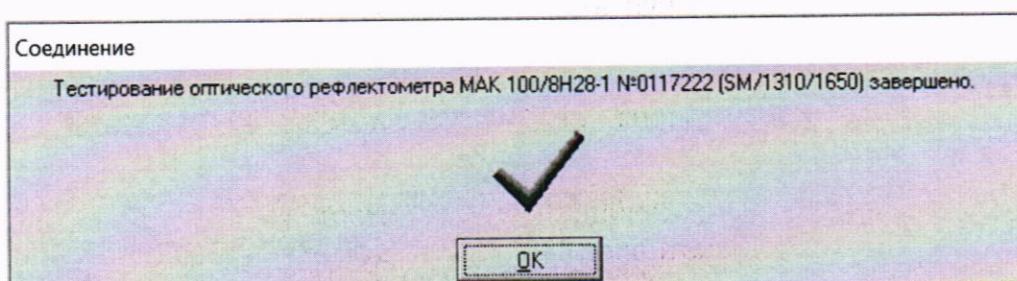


Рисунок 4

- ж) нажать на кнопку **OK** – появится окно программы, показанное на рисунке 5, в нижней строке которой должен быть указан тип и номер подключенного модуля MAK 100;



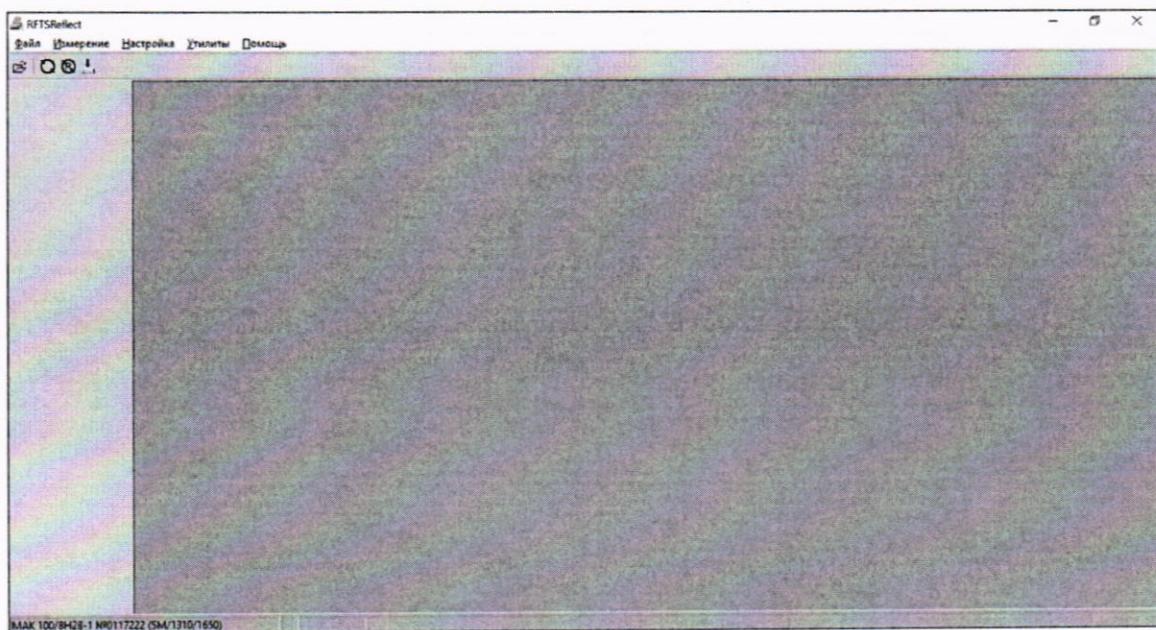


Рисунок 5

3) нажать на кнопку – появится окно "Параметры измерения" (см. рисунок 6);

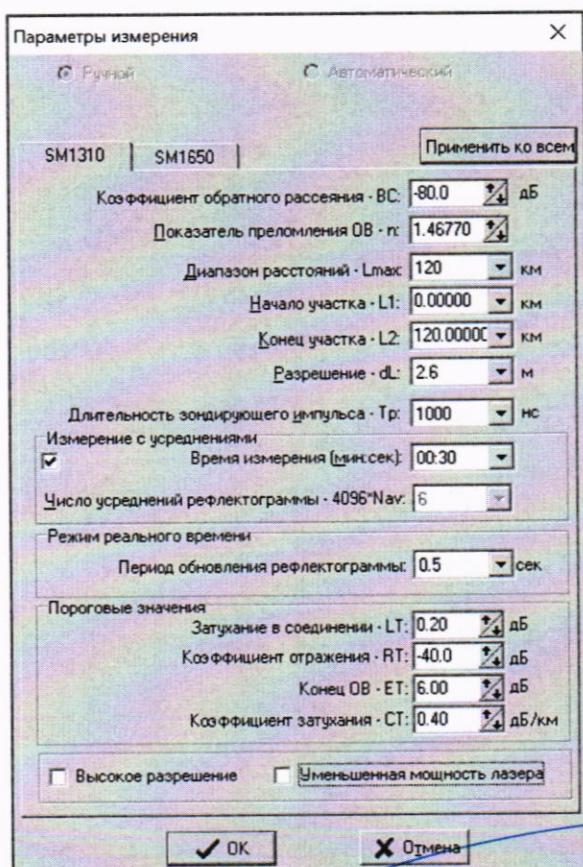


Рисунок 6

КОПИЯ  
ВЕРНА

Директор  
Кисарчук М.В.



и) если модуль МАК 100 имеет две длины волны, выбрать меньшую, и установить следующие параметры измерения:

Диапазон расстояний - Lmax: 120 км  
 Начало участка - L1: 0 км  
 Конец участка - L2: 120 км  
 Разрешение - dL: 2,5 м  
 Длительность зондирующего импульса - Тр: 1000 нс  
 Время измерения (мин:сек): 00:30

Остальные параметры – по умолчанию.

После установки параметров измерения нажать кнопку  – окно "Параметры измерения" закроется;

к) нажать на кнопку  – начнется измерение с усреднением;  
 л) после окончания измерения с помощью указателя мыши и клавиш  $\rightarrow$ ,  $\uparrow$ ,  $\downarrow$ ,  $\leftarrow$  клавиатуры ПК установить маркеры на рефлектоограмму и убедиться в возможности измерения затухания и длины ОВ по таблицам в левой части экрана.

Результаты считают положительными, если программа позволяет провести по рефлектоограмме измерения затухания и длины ОВ.

### 8.3 Определение метрологических характеристик

#### 8.3.1 Определение динамического диапазона

Для определения динамического диапазона необходимо:

а) подключить к выходу "К" модуля МАК 100 одномодовое ОВ длиной 25 – 60 км;

б) нажать на кнопку  программы модуля МАК 100 – появится окно "Параметры измерения", вид которого показан на рисунке 6;

в) если модуль МАК 100 имеет две длины волны, выбрать меньшую, и установить следующие параметры измерения:

Показатель преломления ОВ – п: 1,475;

Диапазон расстояний - Lmax: 160 км;

Начало участка - L1: 0 км;

Конец участка - L2: 160 км;

Разрешение - dL: наибольшее значение для данного диапазона расстояний;

Длительность зондирующего импульса - Тр: 20000 нс;

Время измерения (мин:сек): 03:00;

Высокое разрешение: не выбирать;

Уменьшенная мощность лазера: не выбирать.

Остальные параметры – по умолчанию;

г) выполнить измерение с усреднением, нажав на кнопку ;

д) после окончания измерения включить фильтрацию рефлектоограммы, нажав на кнопку ;

е) установить левый маркер за пределами мертвой зоны в начале линейно спадающего участка рефлектоограммы, а правый маркер примерно на конце этого участка.

Зафиксировать значение коэффициента затухания  $a$ ,  $\text{dB}/\text{км}$ ;

**КОПИЯ  
ВЕРНА**



*Директор  
Сысарчук М.В.  
Секретарь*

ж) установить правый маркер на точку во второй половине экрана, в которой шумовой сигнал принимает наибольшее значение. Для определения этого максимального уровня шума следует использовать растяжку рефлектоGRAMмы по горизонтали и по вертикали;

з) рассчитать значение динамического диапазона  $D_r$ , дБ, при отношении сигнала к шуму, равном 1 (ОСШ=1), по формуле

$$D_r = D_{max} + \delta D_1 + \delta D_2, \quad (1)$$

где  $D_{max}$  - разность уровней сигнала и шума, соответствующая положению маркеров, дБ;

$\delta D_1$  – соотношение между пиковым значением гауссова шума и уровнем сигнала, равным среднеквадратическому значению этого шума, дБ, (т.е. уровнем, при котором ОСШ=1),  $\delta D_1 = 2,4$  дБ;

$\delta D_2$  – затухание участка ОВ между его началом и положением левого маркера, дБ, определяемое по формуле

$$\delta D_2 = L_1 \cdot a, \quad (2)$$

где  $L_1$  – расстояние от начала ОВ до левого маркера, км;

$a$  – коэффициент затухания ОВ, определённый в перечислении е), дБ/км;

и) запомнить уровень, соответствующий положению левого маркера по вертикальной шкале экрана (см. 8.3.2, перечисление и) и 8.3.3 перечисление з));

к) при поверке модуля МАК 100 на две длины волн провести измерение динамического диапазона по описанной выше методике на второй длине волн.

Результаты считают положительными, если измеренные значения динамического диапазона соответствуют требованиям, указанным в таблицах А.1 и А.2 приложения А.

### 8.3.2 Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности при измерении расстояний

Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности при измерении расстояний проводится с помощью оптического генератора ОГ-2-3 (далее – генератор ОГ-2-3).

Измерения проводят при минимальных значениях разрешения по расстоянию, допустимых для данного диапазона измерений расстояний.

Для определения диапазона измерений и абсолютной погрешности при измерении расстояний необходимо выполнить следующие операции:

- включить генератор ОГ-2-3 и загрузить его управляющую программу;
- соединить генератор ОГ-2-3 с выходом "К" модуля МАК 100 с помощью оптического соединительного кабеля, входящего в комплект поставки генератора ОГ-2-3;
- нажать на кнопку  программы модуля МАК 100 – появится окно "Параметры измерения" (см. рисунок 6);
- если модуль МАК 100 имеет две длины волн, выбрать меньшую, и установить следующие параметры измерения:
  - Показатель преломления ОВ - п: 1,475;
  - Диапазон расстояний - Lmax: 5 км;
  - Начало участка - L1: 0 км;
  - Конец участка - L2: 5 км;
  - Разрешение - dL: наименьшее значение для данного диапазона расстояний;
  - Длительность зондирующего импульса - Тр: 100 нс;

Время измерения (мин:сек): 00:30;  
 Высокое разрешение: не выбирать;  
 Уменьшенная мощность лазера: не выбирать;

Остальные параметры – по умолчанию;  
 д) в меню **[Параметры]** программы генератора ОГ-2-3 установить значение показателя преломления, равным 1,475;

е) нажать на кнопку **Расстояние** программы генератора ОГ-2-3 – откроется окно **"Проверка шкалы расстояний"**.

В этом окне установить:

– **Измерительные импульсы:**

- Длина волны: в соответствии с выбранной длиной волны модуля MAK 100;
- Положение первого: 400 м;
- Длительность: 100 м;
- Количество: 5;

– **Сигнал обратного рассеяния:**

- Длина волны: значение, предлагаемое программой генератора ОГ-2-3;
- Имитация сигнала обратного рассеяния: включить;
- **Диапазон измерения расстояний рефлектометра:** 5 км;
- **Длительность импульса рефлектометра:** 100 нс.
- **Фиксированный интервал между импульсами:** не включать.

Нажать на кнопку **✓ Зафиксировать параметры импульсов**

Примечание – При поверке модуля MAK 100 с длиной волны 1650 нм измерительный сигнал и сигнал имитации обратного рассеяния генератора ОГ-2-3 выбираются на длине волны 1625 нм;

ж) в области **"Допустимая погрешность рефлектометра"** окна **"Проверка шкалы расстояний"** программы генератора ОГ-2-3 ввести параметры для расчета пределов допускаемой погрешности при измерении расстояний модуля MAK 100:

- $\Delta L_0 = 0,5$  м;
- $\Delta L_{\text{sampl}} = dL$ , м – значение разрешения по расстоянию, установленное в программе модуля MAK 100;
- $SL = 0,00003$ ;
- 3) запустить модуль MAK 100 на измерение в режиме без усреднения, нажав на кнопку 

и) с помощью аттенюаторов генератора ОГ-2-3 установить по экрану программы модуля MAK 100 амплитуду измерительных импульсов на уровне, соответствующем началу рефлектограммы, полученной при измерении динамического диапазона (см. 8.3.1, перечисление и)). Горизонтальную линию, имитирующую сигнал обратного рассеяния на рефлектограмме, установить на  $(13 \pm 3)$  дБ ниже плоской части вершины измерительных импульсов.

После установки импульсов остановить измерение, нажав клавишу **[Esc]** на клавиатуре ПК;

к) запустить модуль MAK 100 на измерение с усреднением, нажав на кнопку 

л) после окончания измерения определить с помощью маркеров расстояния от начала координат до точки пересечения горизонтальной линии, имитирующей

сигнал обратного рассеяния, и переднего фронта каждого импульса (см. рисунок 7). При этом используется максимальная растяжка масштаба по шкале затухания и шкале расстояний;

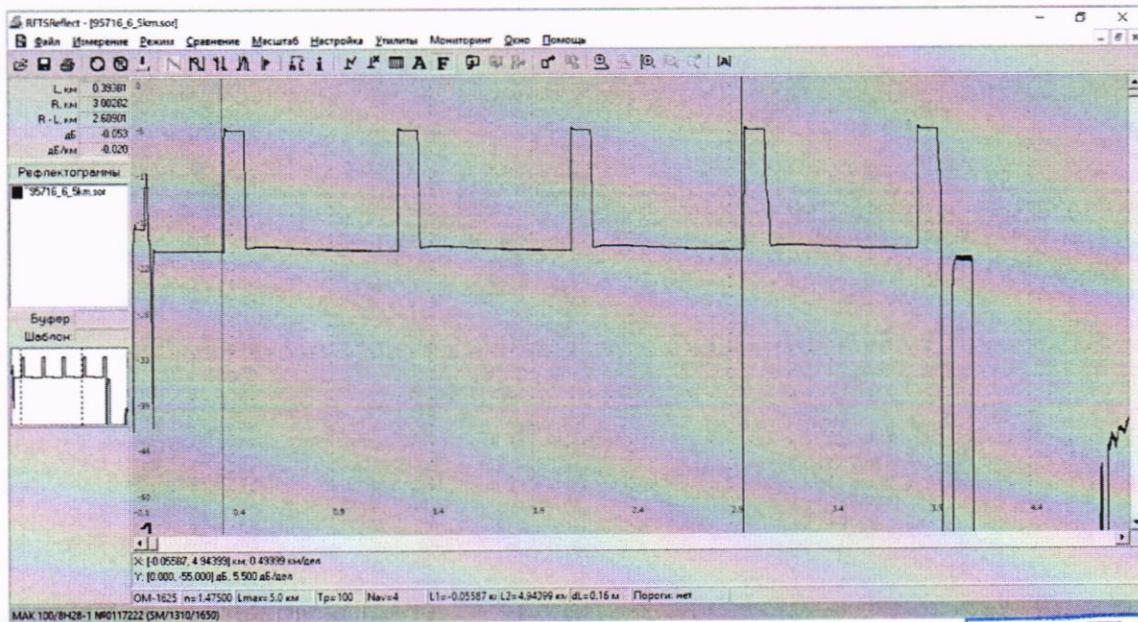


Рисунок 7

КОПИЯ  
ВЕРНА

м) в окне "Проверка шкалы расстояний" программы генератора ОГ-2-3 занести полученные значения в столбец "Рефлектометр" для дальнейшего автоматического расчета границы (без учета знака) погрешности при измерении расстояний  $\Delta L_j$ , м, по формуле

$$\Delta L_j = 2 \cdot \sqrt{[\Delta L_0]^2 + (L_j - L_{0j})^2} / 3, \quad (3)$$

где  $\Delta L_0$  – пределы допускаемой абсолютной погрешности при воспроизведении расстояний генератора ОГ-2-3, м;

$L_j$  – расстояние до  $j$ -го импульса, измеренное модулем МАК 100, м;

$L_{0j}$  – расстояние до  $j$ -го импульса, задаваемое генератором ОГ-2-3, м.

Значения границы погрешности отображаются в столбце "Погрешность";

н) на экране программы модуля МАК 100 передвинуть правый маркер на конец шумовой части рефлектограммы и зафиксировать положение маркера. Это значение принимается за верхнюю границу диапазона измерений расстояний;

о) повторить измерения для всех диапазонов измерений расстояний, указанных в таблице 3, по описанной выше методике. Устанавливать длительность и положение первого измерительного импульса согласно таблице 3;

Таблица 3

| Длительность измерительного импульса, м | Положение первого измерительного импульса, м | Диапазоны измерений расстояний, км |
|---|--|------------------------------------|
| 100                                     | 400  | 5                                  |
| 300                                     | 400  | 10; 20; 40                         |
| 1000                                    | 400  | 120; 240                           |

Примечание – В таблице указаны значения верхней границы диапазонов измерений расстояний; значение нижней границы у всех диапазонов составляет 0 км.

п) при поверке модуля МАК 100 на две длины волны действия по перечислению в) - о) выполнить для наименьшей длины волны. Для другой длины

волны абсолютную погрешность при измерении расстояний по описанной выше методике определить только для диапазона расстояний 5 км.

Результаты поверки считаются положительными, если:

- верхние границы диапазонов измерений расстояний соответствуют значениям таблицы А.3 приложения А с допускаемым отклонением  $\pm 3\%$ ;
- значения границы погрешности при измерении расстояний  $\Delta L_j$ , м, находятся в пределах, указанных в таблице А.3 приложения А.

### 8.3.3 Определение абсолютной погрешности при измерении затухания

Определение абсолютной погрешности при измерении затухания проводится с помощью генератора ОГ-2-3.

Для определения абсолютной погрешности при измерении затухания необходимо выполнить следующие операции:

- а) включить генератор ОГ-2-3 и загрузить его управляющую программу;
- б) соединить генератор ОГ-2-3 с выходом "К" модуля МАК 100 с помощью оптического соединительного кабеля, входящего в комплект поставки генератора ОГ-2-3;
- в) нажать на кнопку  программы модуля МАК 100 – появится окно "Параметры измерения" (см. рисунок 6);
- г) если модуль МАК 100 имеет две длины волны, выбрать меньшую, и установить следующие параметры измерения:

Показатель преломления ОВ - п: 1,475;

Диапазон расстояний - Lmax: 160 км;

Начало участка - L1: 0 км;

Конец участка - L2: 160 км;

Разрешение - dL: максимальное значение для данного диапазона расстояний;

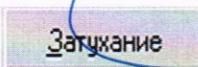
Длительность зондирующего импульса - Тр: 1000 нс;

Время измерения (мин:сек): в соответствии со строкой №1 таблицы 4;

Высокое разрешение: не выбирать;

Уменьшенная мощность лазера: не выбирать;

Остальные параметры – по умолчанию;

- д) нажать на кнопку  программы генератора ОГ-2-3, при этом откроется окно "Выбор метода проверки шкалы затухания", в котором надо выбрать **Метод 1**; затем появится окно "Проверка шкалы затухания".

В этом окне установить:

– **Измерительный импульс:**

- Длина волны: в соответствии с выбранной длиной волны модуля МАК 100;
- Положение: значение параметра L в соответствии со строкой №1 таблицы 4 для выбранной длины волны модуля МАК 100;
- Длительность: 5000 м;

– **Опорный импульс:**

- Длина волны: значение, предлагаемое программой генератора ОГ-2-3;
- Длительность: 5000 м;
- Положение: 2000 м;

Примечание – При поверке модуля МАК 100 на длину волны 1650 нм измерительный и опорный импульсы генератора ОГ-2-3 выбираются на длине волны 1625 нм.

Нажать на кнопку

 Зафиксировать параметры импульсов

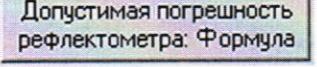
Таблица 4

| № строки | Длина волны модуля MAK 100, нм |       |                  |        | Время измерения |  |
|----------|--------------------------------|-------|------------------|--------|-----------------|--|
|          | 1310                           |       | 1550; 1625; 1650 |        |                 |  |
|          | В, дБ                          | L, м  | В, дБ            | L, м   |                 |  |
| 1        | 1                              | 8000  | 1                | 8000   | 30 с            |  |
| 2        | 5                              | 12000 | 5                | 20000  | 30 с            |  |
| 3        | 10                             | 25000 | 10               | 40000  | 1 мин           |  |
| 4        | 15                             | 40000 | 15               | 60000  | 3 мин           |  |
| 5        | 22                             | 60000 | 22               | 80000  | 3 мин           |  |
| 6*       | 28                             | 80000 | 28               | 100000 | 3 мин           |  |

\* Для модификаций модулей MAK 100/XHZ, MAK 100/XHZ-1, MAK 100/XTZ-1

Примечание – В – значения затухания, устанавливаемые в генераторе ОГ-2-3, при которых проводится определение погрешности при измерении затухания, дБ; L – положение измерительного импульса генератора ОГ-2-3 при соответствующем значении затухания, м.

Допустимая погрешность  
рефлектометра: Формула

е) нажать на кнопку  и установить параметры для расчета пределов допускаемой погрешности при измерении затухания модуля MAK 100:

$$\Delta a_0 = 0 \text{ дБ};$$

$$Sa = 0.04 \text{ дБ/дБ};$$

ж) запустить модуль MAK 100 на измерение в режиме без усреднения, нажав на кнопку .

з) с помощью аттенюаторов генератора ОГ-2-3 установить амплитуды опорного и измерительного импульсов по экрану программы модуля MAK 100 примерно одинаковыми (отличающимися друг от друга не более чем на 0,1 дБ) и на уровне, соответствующем началу рефлектограммы, полученной при измерении динамического диапазона (см. 8.3.1, перечисление и)).

После установки импульсов остановить измерение, нажав на клавишу **[Esc]** клавиатуры ПК;

и) запустить модуль MAK 100 на измерение с усреднением, нажав на кнопку ;

к) после завершения измерения установить левый маркер на плоскую часть вершины опорного импульса, а правый маркер - на плоскую часть вершины измерительного импульса и зафиксировать значение разности  $A_0$ , дБ, между амплитудами этих импульсов – см. рисунок 8;

 Измерить амплитуду

л) в программе генератора ОГ-2-3 нажать на кнопку  Зафиксировать в качестве начального уровня

Генератор ОГ-2-3 перейдет в режим измерения амплитуды измерительного импульса, и ее текущее значение появится в соответствующем окошке. Теперь в окошко **"Начальный уровень измерительного импульса"** следует ввести

значение  $A_0$  и нажать на кнопку  Зафиксировать в качестве начального уровня

После этого в окошке **"Амплитуда измерительного импульса генератора"** будет отображаться значение  $A_0$ , а в окошке **"Внесенное затухание"** – число 0.000 дБ;



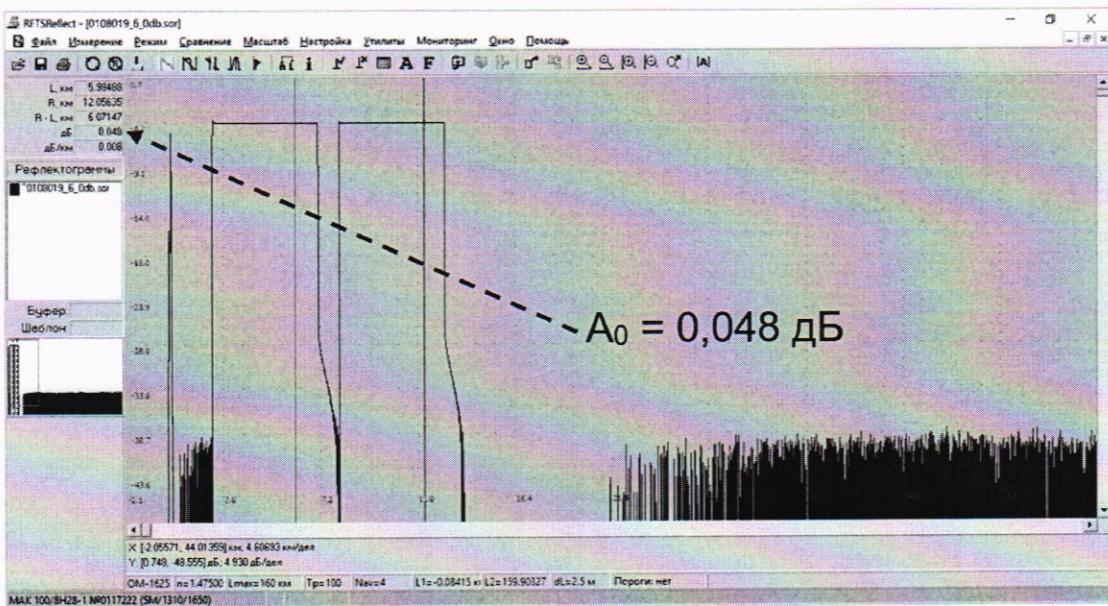
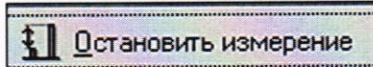


Рисунок 8

м) не останавливая режим измерения амплитуды измерительного импульса, уменьшить ее значение с помощью измерительного аттенюатора генератора ОГ-2-3 на величину В, дБ, соответствующую строке №1 таблицы 4 (отклонение должно находиться в пределах  $\pm 0,1$  дБ).

Величина изменения отображается в окошке "Внесенное затухание";

н) остановить режим измерения амплитуды измерительного импульса



генератора ОГ-2-3, нажав на кнопку ;

о) нажать на кнопку программы модуля MAK 100 и в появившемся окне "Параметры измерения" (см. рисунок 6) установить время измерения в соответствии с таблицей 4;

п) запустить модуль MAK 100 на измерение с усреднением, нажав на кнопку ;

р) после завершения измерения установить левый маркер на плоскую часть вершины опорного импульса, а правый маркер – на плоскую часть вершины измерительного импульса и зафиксировать значение разности  $A_i$ , дБ, между амплитудами этих импульсов. Полученное значение занести в графу "Рефлектометр" окна "Амплитуда измерительного импульса" программы генератора ОГ-2-3 для автоматического расчета погрешности;

с) выполнить измерения амплитуд импульсов N раз ( $N \geq 5$ ).

Программа генератора ОГ-2-3 автоматически производит расчет границы (без учета знака) погрешности при измерении затухания по следующему алгоритму:

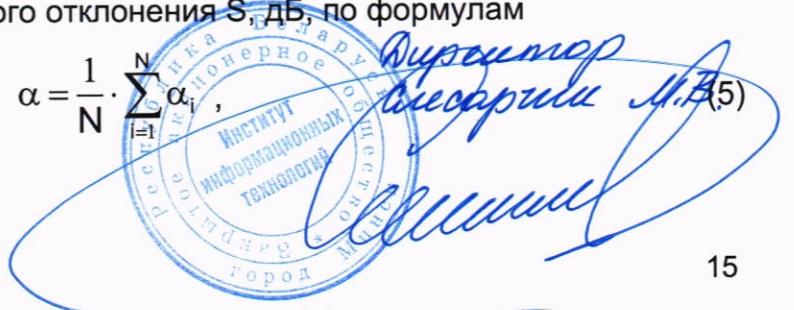
- при каждом измерении модуля MAK 100 рассчитывается значение затухания  $\alpha_i$ , дБ, по формуле

$$\alpha_i = A_i - A_0, \quad (4)$$

**КОПИЯ  
ВЕРНА**

- рассчитывается среднее арифметическое значений затухания  $\alpha$ , дБ, и оценка его среднего квадратического отклонения  $S$ , дБ, по формулам

$$\alpha = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \alpha_i, \quad (5)$$



$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{(\alpha_i - \bar{\alpha})^2}{N \cdot (N-1)}}; \quad (6)$$

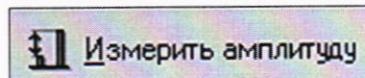
- рассчитываются границы (без учета знака) абсолютной погрешности при измерении затухания  $\Delta\alpha$ , дБ, по формуле

$$\Delta\alpha = 2 \cdot \sqrt{\frac{(\delta B_0 \cdot B)^2 + (\alpha - B)^2}{3} + S^2}, \quad (7)$$

где  $B$  – затухание, установленное по генератору ОГ-2-3, дБ;

$\delta B_0 \cdot B$  – абсолютная погрешность при измерении вносимого затухания генератора ОГ-2-3, дБ, ( $\delta B_0 = 0,015$ ).

Значения границы погрешности отображаются в столбце "Погрешность" окна "Амплитуда измерительного импульса";



т) в программе генератора ОГ-2-3 нажать на кнопку и повторить действия по перечислениям м) - с), устанавливая в генераторе ОГ-2-3 значения затухания измерительного импульса  $B$ , дБ, и его положение  $L$ , м, в соответствии с таблицей 4 (отклонение от значений затухания, указанных в таблице 4, должно находиться в пределах  $\pm 0,2$  дБ);

у) при поверке модуля MAK 100 на две длины волны действия по перечислениям в) - т) выполнить для меньшей длины волны. Для второй длины волны абсолютную погрешность при измерении затухания по описанной выше методике определять для значений затухания 1 дБ и 15 дБ.

Результаты считают положительными, если при каждом установленном значении затухания значения границы погрешности при измерении затухания  $\Delta\alpha$ , дБ, находятся в пределах, указанных в таблице А.3 приложения А.

### 8.3.4 Определение значений мертвых зон по затуханию и мертвых зон по отражению

**8.3.4.1** Мертвая зона по затуханию – это расстояние между началом отраженного импульса на рефлекограмме и точкой, в которой сигнал, вызванный задним фронтом этого импульса, на 0,5 дБ отличается от воображаемого уровня сигнала обратного рассеяния ( $dz_a$  на рисунке 9).

Мертвая зона по отражению – это длительность отраженного импульса на уровне, который ниже вершины импульса на 1,5 дБ ( $dz_b$  на рисунке 9).

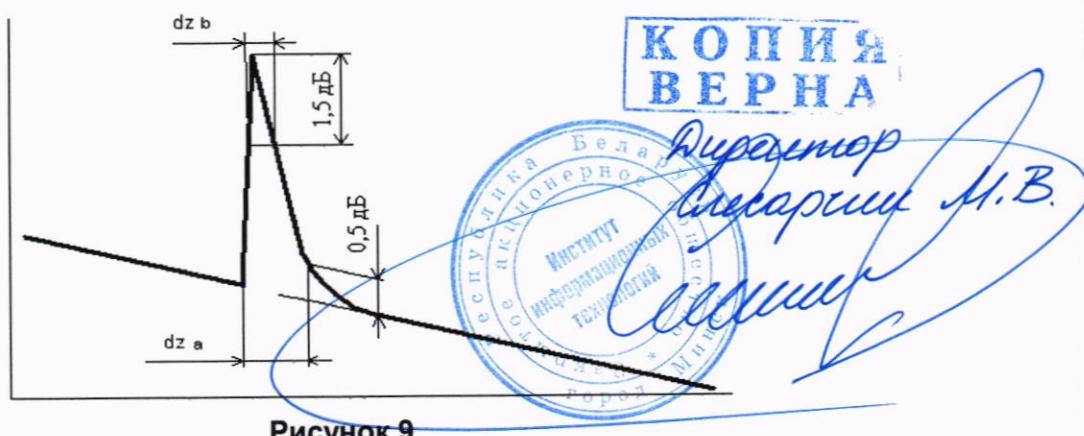
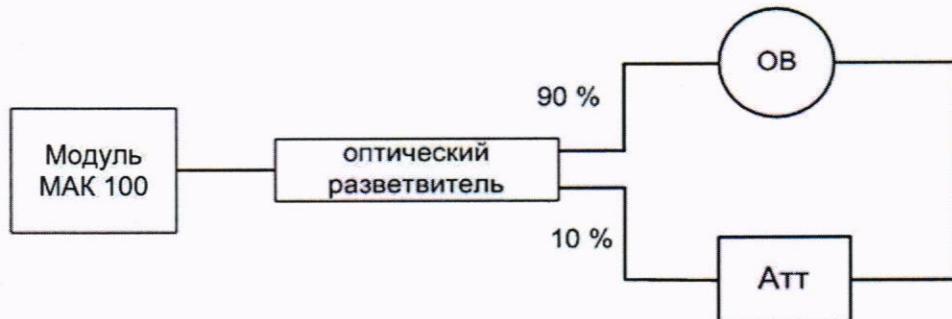


Рисунок 9

**8.3.4.2** Для определения значений мертвых зоны необходимо выполнить следующие операции:

а) собрать схему согласно рисунку 10 (вход оптического разветвителя присоединяется к выходу "К" модуля MAK 100);



ОВ – одномодовое оптическое волокно длиной 2 – 4 км;  
Атт – переменный оптический аттенюатор.

**Рисунок 10**

Примечание – Схема, показанная на рисунке 10, реализована в блоке для проверки мертвых зон (БПМЗ), который может входить в комплект поставки генератора ОГ-2-3.

б) нажать на кнопку программы модуля MAK 100 – появится окно "Параметры измерения" (см. рисунок 6);

в) если модуль MAK 100 имеет две длины волн, выбрать меньшую, и установить следующие параметры измерения:

Коэффициент обратного рассеяния - ВС: в соответствии с таблицей 5;

Показатель преломления ОВ - н: 1,475;

Диапазон расстояний - Lmax: 5 км;

Начало участка - L1: 0 км;

Конец участка - L2: 5 км;

Разрешение - dL: наименьшее значение для данного диапазона расстояний;

Длительность зондирующего импульса - Тр: 300 нс;

Время измерения (мин:сек): 00:30;

Высокое разрешение: включить;

Уменьшенная мощность лазера: не выбирать.

Остальные параметры – по умолчанию;

**Таблица 5**

| Длина волны, нм | Коэффициент обратного рассеяния ВС, дБ |
|-----------------|--|
| 1310            | -77                                    |
| 1550            | -82                                    |
| 1625            | -83                                    |
| 1650            | -83                                    |

г) запустить модуль MAK 100 на измерение в режиме без усреднения, нажав на кнопку , на экране ПК будет отображаться рефлектомограмма, в средней части которой есть импульс;

д) установить левый маркер на ровный участок рефлектомограммы перед импульсом, а правый – на его вершину, как показано на рисунке 11;

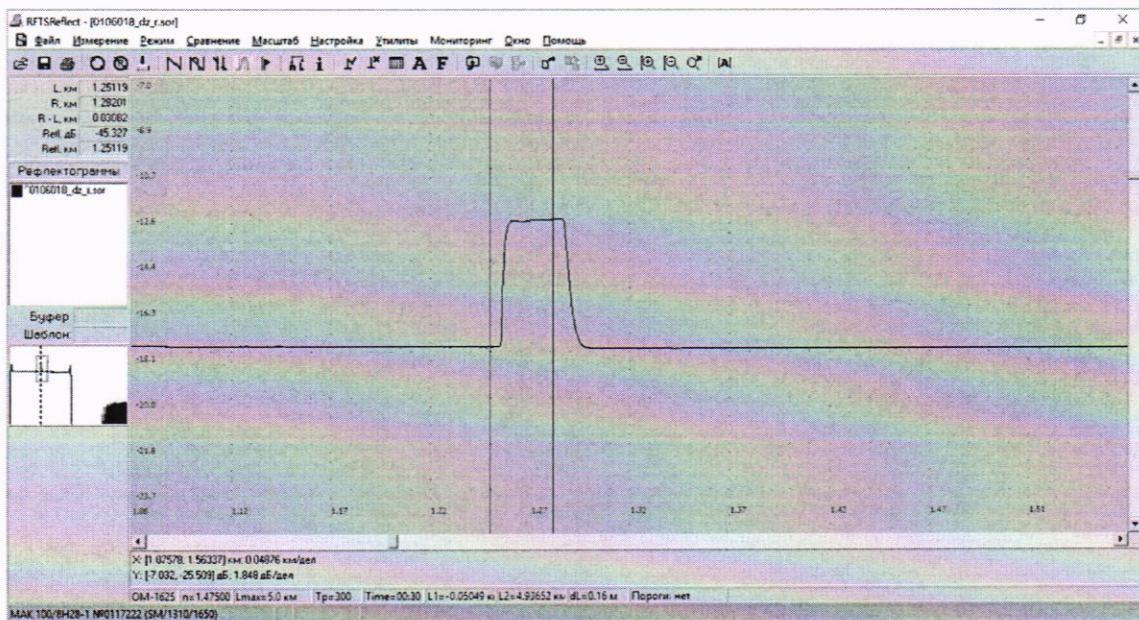


Рисунок 11

е) перейти в режим измерения коэффициента отражения, нажав на кнопку ;  
 ж) с помощью аттенюатора Att (см. рисунок 10) установить амплитуду импульса, находящегося в центральной части рефлекограммы так, чтобы коэффициент отражения имел значение

- от минус 42 дБ до минус 40 дБ при поверке модуля MAK 100/XYZ;
- от минус 47 дБ до минус 45 дБ при поверке модуля MAK 100/XYZ-1;

з) перейти в режим измерения затухания по двум точкам, нажав на кнопку а затем остановить измерение, нажав клавишу [Esc] на клавиатуре ПК;

и) нажать на кнопку программы модуля MAK 100 и в появившемся окне "Параметры измерения" (см. рисунок 6) установить следующие параметры измерения:

Коэффициент обратного рассеяния - ВС: в соответствии с таблицей 5;

Показатель преломления ОВ - п: 1,475;

Диапазон расстояний - Lmax: 5 км;

Начало участка - L1: 0 км;

Конец участка - L2: 5 км;

Разрешение - dL: наименьшее значение для данного диапазона расстояний;

Длительность зондирующего импульса - Тр: 6 нс;

Время измерения (мин:сек): 01:00;

Высокое разрешение: включить;

Уменьшенная мощность лазера: не выбирать.

Остальные параметры – по умолчанию;

к) выполнить измерение с усреднением, нажав на кнопку ;

л) после окончания измерения установить левый маркер на начало переднего фронта импульса, находящегося в середине рефлекограммы, а правый – в точке, в которой сигнал, вызванный задним фронтом этого импульса, отличается на 0,5 дБ от воображаемого уровня сигнала обратного рассеяния в этой точке, как показано на рисунке 12. Расстояние между маркерами является значением мертвый зоны по затуханию  $dz_a$ ;

КОПИЯ  
ВЕРНА



Директор  
сигарин Н.В.

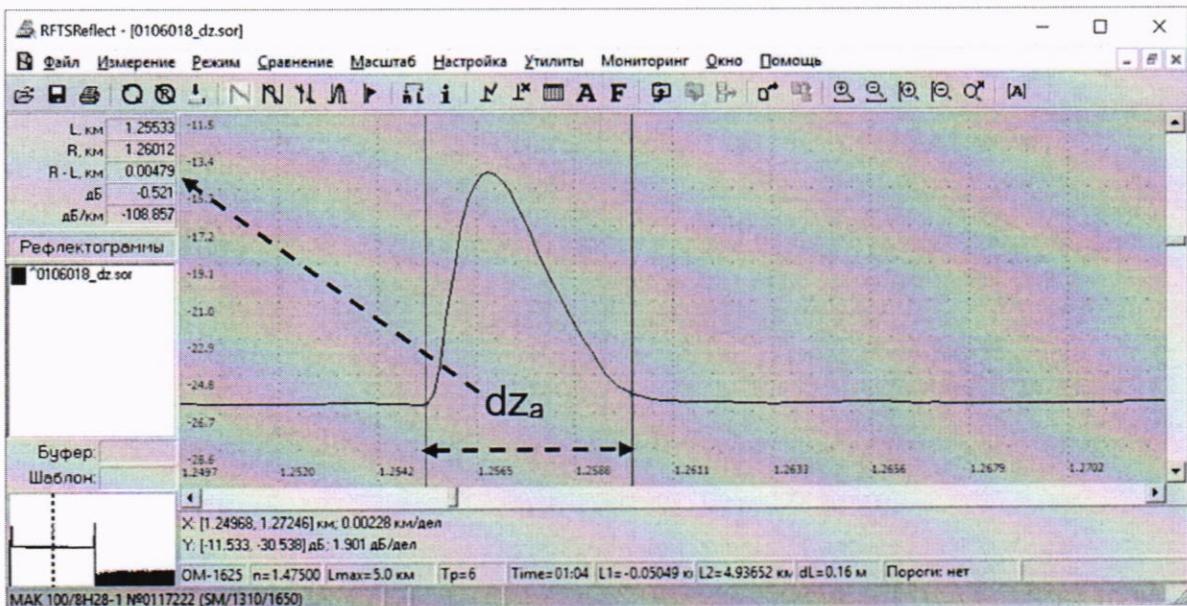


Рисунок 12

м) установить левый и правый маркеры на передний и задний фронты импульса, находящегося в середине рефлекограммы, на уровень, который ниже вершины импульса на 1,5 дБ. Расстояние между маркерами является значением мертвых зон по затуханию  $dzb$  (см. рисунок 13);

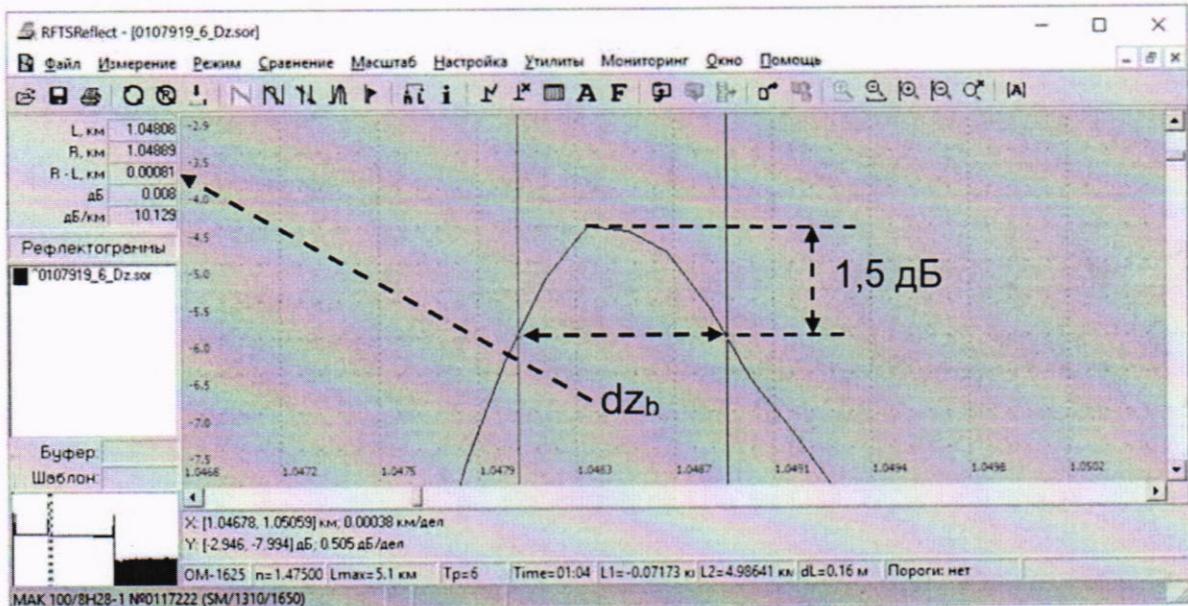


Рисунок 13

н) при поверке модуля МАК 100 на две длины волны провести измерения значений мертвых зон по затуханию и мертвых зон по отражению по описанной выше методике для другой длины волны.

Результаты считают положительными, если значение мертвых зон по затуханию и значение мертвых зон по отражению соответствуют требованиям, указанным в таблице А.4.



### 8.3.5 Определение затухания в каналах оптического переключателя

Для определения затухания в каналах оптического переключателя модуля MAK 100 необходимо:

- подключить ОВ длиной 25 – 60 км к входу "К" модуля MAK 100;
- нажать на кнопку программы модуля MAK 100 – появится окно "Параметры измерения" (см. рисунок 6);
- если модуль MAK 100 имеет две длины волны, выбрать меньшую, и установить следующие параметры измерения:

Показатель преломления ОВ - п: 1,475;

Диапазон расстояний - Lmax: 160 км;

Начало участка - L1: 0 км;

Конец участка - L2: 160 км;

Длительность зондирующего импульса - Тр: 1000 нс;

Время измерения (мин:сек): 00:30;

Высокое разрешение: не выбирать;

Уменьшенная мощность лазера: не выбирать.

Остальные параметры – по умолчанию;

- запустить модуль на измерение с усреднением, нажав на кнопку ;
- полученную рефлекограмму занести в буферную память ПК, нажав на кнопку ;
- на передней панели модуля MAK 100 нажать и удерживать в течение 5 с кнопку "Порт" – модуль MAK 100 перейдет в режим переключения портов оптического переключателя, и на его индикаторе появится надпись вида

|         |           |
|---------|-----------|
| MAK 100 | 117222    |
| USB     | SC/APC-02 |

Здесь "02" – номер порта оптического переключателя, к которому в данный момент подключен выход блока оптического рефлектометра модуля MAK 100;

- коротким нажатием кнопки "Порт" переключить оптический переключатель до появления на экране ЖКИ номера порта "01";

- отключить ОВ от входа "К" и подключить его к выходному разъему порта №1, разъем оптического переключателя "ОПк" подключить к входу "К";

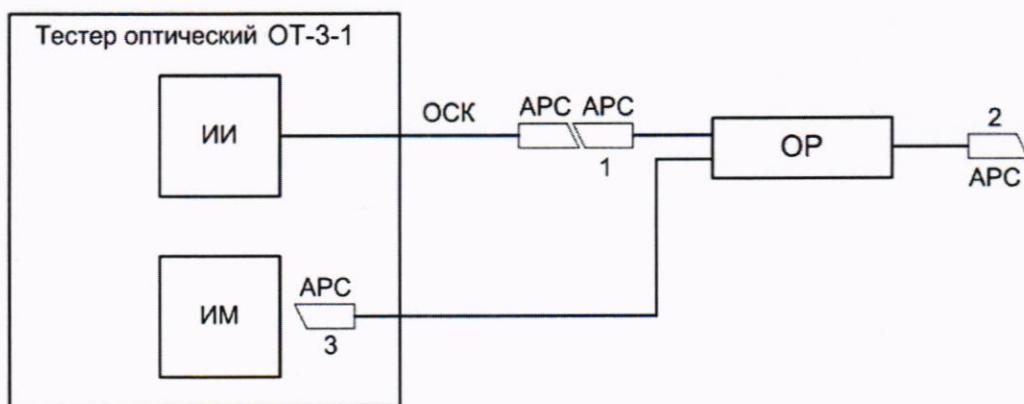
- запустить модуль MAK 100 на измерение с усреднением, нажав на кнопку ;

- после окончания измерения на полученную рефлекограмму наложить рефлекограмму из буферной памяти ПК, нажав на кнопку ;

- по экрану ПК определить разность между уровнями рефлекограмм, применив увеличение масштаба по горизонтали и вертикали (см. рисунок 14). Эта разность является затуханием в канале порта оптического переключателя;

- определить затухание в остальных портах оптического переключателя, проведя действия по перечислению е) – л).

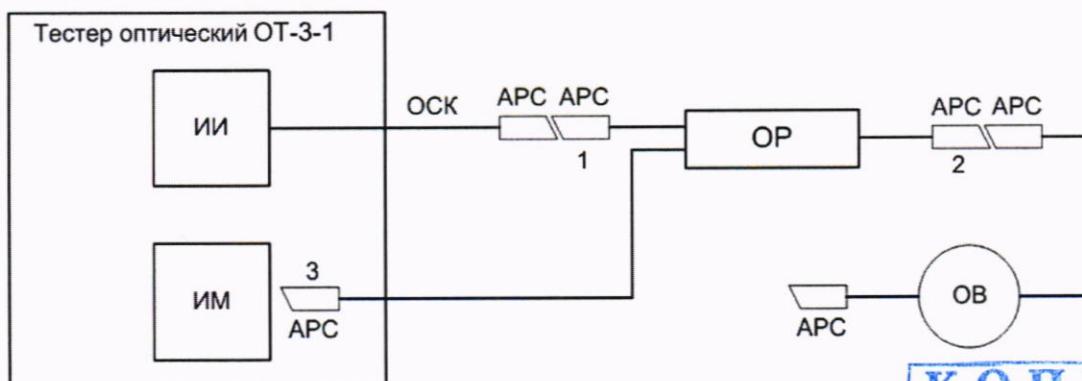




ИИ – источники оптического излучения тестера OT-3-1;  
 ИМ – измеритель оптической мощности тестера OT-3-1;  
 ОСК – оптический соединительный кабель;  
 APC – оптические разъемы со скошенным торцом (например, SC/APC);  
 OP – оптический разветвитель с коэффициентом деления 50 %:50 %.

Рисунок 18

ж) к выходу 2 оптического разветвителя подключить одномодовое ОВ длиной 10 – 15 км согласно рисунку 19 и измерить уровень оптической мощности  $P_{3,OB}$ , дБм, на выходе 3 оптического разветвителя;



ИИ – источники оптического излучения тестера OT-3-1;  
 ИМ – измеритель оптической мощности тестера OT-3-1;  
 ОСК – оптический соединительный кабель;  
 APC – оптические разъемы со скошенным торцом (например, SC/APC);  
 OP – оптический разветвитель с коэффициентом деления 50 %:50 %;  
 ОВ – одномодовое оптическое волокно длиной 10 – 15 км.

Рисунок 19

з) рассчитать значение обратных потерь ОВ  $R$ , дБ, по формуле

$$R = P_2 - P_{3,OB} + \alpha_{23} + \alpha_2, \quad (9)$$

где  $\alpha_2$  – затухание в соединении вывода 2 оптического разветвителя и ОВ.

Значение  $\alpha_2$  принимается равным 0,3 дБ;

и) отсоединить ОВ от выхода 2 оптического разветвителя и подключить его к выходу "К" модуля MAK 100;

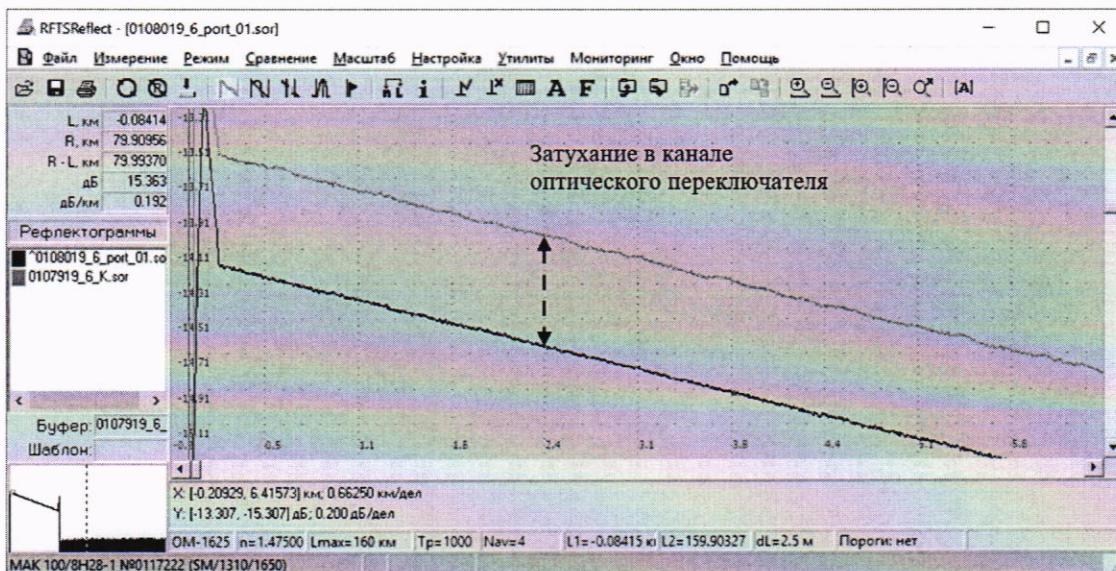


Рисунок 14

Результаты считаются положительными, если затухание в каждом канале оптического переключателя не превышает значения, указанного в таблице А.3 приложения А.

### 8.3.6 Определение абсолютной погрешности при измерении обратных потерь

**8.3.6.1** Определение абсолютной погрешности измерения обратных потерь проводят с использованием оптического тестера OT-3-1 (далее тестер OT-3-1), одномодового оптического разветвителя и одномодового ОВ длиной 10 – 15 км.

Определение абсолютной погрешности при измерении обратных потерь проводят на наименьшей длине волны поверяемого модуля MAK 100 (если модуль MAK 100 имеет две длины волны излучения).

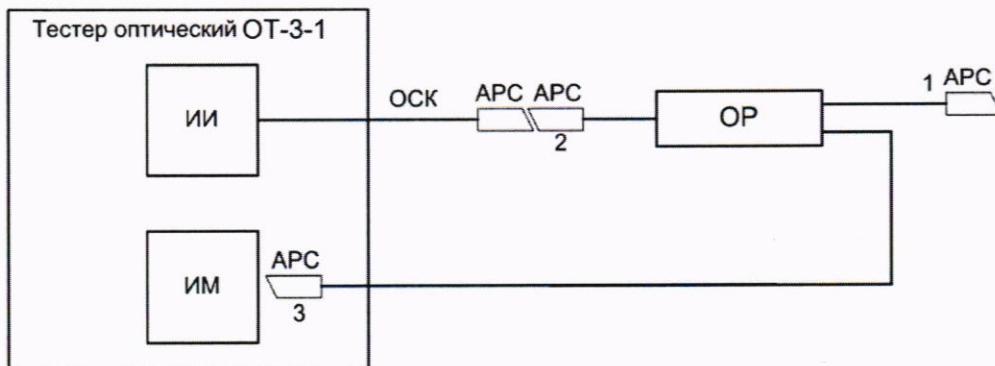
**8.3.6.2** Для определения абсолютной погрешности при измерении обратных потерь необходимо выполнить следующие операции:

а) собрать схему согласно рисунку 15, включить источник оптического излучения тестера OT-3-1 с длиной волны, соответствующей длине волны модуля MAK 100, и измерить уровень мощности  $P_0$ , дБм, на выходе ОСК;



Рисунок 15

б) собрать схему согласно рисунку 16 и измерить уровень мощности  $P_1$ , дБм, на выходе 3 оптического разветвителя;



ИИ – источники оптического излучения тестера ОТ-3-1;

ИМ – измеритель оптической мощности тестера ОТ-3-1;

ОСК – оптический соединительный кабель;

АРС – оптические разъемы со скошенным торцом (например, SC/APC);

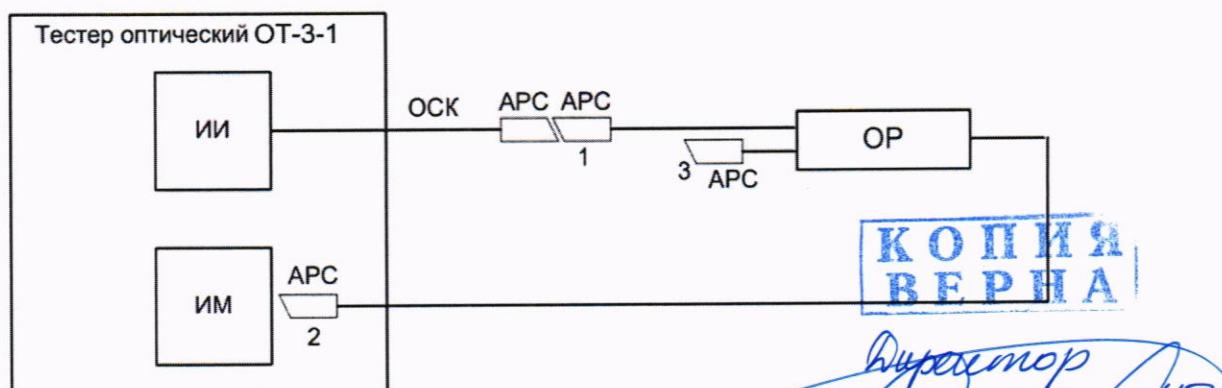
ОР – оптический разветвитель с коэффициентом деления 50 %:50 %.

Рисунок 16

в) рассчитать затухание  $\alpha_{23}$ , дБ, между выводами 2 и 3 оптического разветвителя по формуле

$$\alpha_{23} = P_0 - P_1; \quad (8)$$

г) собрать схему согласно рисунку 17 и измерить уровень оптической мощности  $P_2$ , дБм, на выходе 2 оптического разветвителя;



ИИ – источники оптического излучения тестера ОТ-3-1;

ИМ – измеритель оптической мощности тестера ОТ-3-1;

ОСК – оптический соединительный кабель;

АРС – оптические разъемы со скошенным торцом (например, SC/APC);

ОР – оптический разветвитель с коэффициентом деления 50 %:50 %.

Рисунок 17

д) не нарушая соединения ОСК с источником излучения тестера ОТ-3-1 и с входом 1 оптического разветвителя, собрать схему согласно рисунку 18 и измерить уровень оптической мощности  $P_3$ , дБм, на выходе 3 оптического разветвителя;

е) рассчитать разность  $P_2 - P_3$ . Она должна быть больше 45 дБ.

Если  $P_2 - P_3 < 45$  дБ, необходимо очистить оптические разъемы ОСК и оптического разветвителя и повторить действия по перечислению а) – д);

к) нажать на кнопку  программы модуля MAK 100 и в появившемся окне "Параметры измерения" (см. рисунок 6) установить следующие параметры измерения:

Показатель преломления ОВ -  $n$ : 1,475;

Диапазон расстояний -  $L_{max}$ : 40 км;

Начало участка -  $L1$ : 0 км;

Конец участка -  $L2$ : 40 км;

Разрешение -  $dL$ : наименьшее значение для данного диапазона расстояний;

Длительность зондирующего импульса -  $T_p$ : 100 нс;

Время измерения(мин:сек): 01:00;

Высокое разрешение: не выбирать;

Уменьшенная мощность лазера: не выбирать;

Остальные параметры – по умолчанию;

л) выполнить измерение с усреднением, нажав на кнопку ;

м) после окончания измерения по рефлектограмме определить длину и коэффициент затухания ОВ.

Коэффициент затухания ОВ измеряется в режиме с аппроксимацией рефлектограммы прямой линией, который выбирается нажатием на кнопку ;

н) рассчитать коэффициент обратного рассеяния ВС, дБ, для длительности оптического импульса 1 нс по формуле [3]

$$BC = -R - 90 + 10 \cdot \lg \left( \frac{V \cdot c}{n \cdot (1 - e^{-2 \cdot V \cdot L})} \right), \quad (10)$$

где  $R$  – значение обратных потерь ОВ, рассчитанное по формуле (9), дБ;

$$V = \frac{a}{10 \cdot \lg(e)}, \quad (11)$$

$a$  – коэффициент затухания ОВ, дБ/км;

$L$  – длина ОВ, км;

$c$  – скорость света в вакууме, км/с;

$n$  – показатель преломления ОВ,  $n = 1,475$ ;

о) нажать на кнопку  программы модуля MAK 100 и в появившемся окне "Параметры измерения" (см. рисунок 6) установить значение коэффициента обратного рассеяния ВС, рассчитанное по формуле (10);

п) выполнить измерение с усреднением, нажав на кнопку ;

р) после окончания измерения выполнить анализ рефлектограммы, нажав на кнопку ;

с) нажать на кнопку  – откроется окно "Таблица отметок", вид которого показан на рисунке 20.

Значение обратных потерь  $R_{refl}$ , дБ, измеренное модулем MAK 100, отображается внизу окна в строке "Optical return loss (ORL)";

т) определить абсолютную погрешность при измерении обратных потерь  $\Delta R$ , дБ, по формуле

$$\Delta R = R_{refl} - R. \quad (12)$$

| Таблица отметок - [измер11.sor] |                |                           |                            |                  |                         |            |
|---------------------------------|----------------|---------------------------|----------------------------|------------------|-------------------------|------------|
| Неоднородности                  |                | Участки                   |                            | Ориентиры        |                         |            |
| N <sup>o</sup>                  | Расстояние, км | Коэффициент отражения, дБ | Коэффициент соединения, дБ | Затухание, дБ/км | Суммарное затухание, дБ |            |
| 0                               | R              | 0.00000                   | -73.343                    |                  |                         | F          |
| 1                               | R              | 10.04767                  | -47.430                    | ***              | 0.339                   | 5.040 дБ E |

Комментарий:  Удалить

Затухание в линии: 5.040 дБ дБ  
Optical return loss (ORL): 32.704 дБ Маркеры  
Изменить

Рисунок 20

Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность при измерении обратных потерь находится в пределах, указанных в таблице А.3 приложения А.

## 9 Оформление результатов поверки

**9.1** Результаты поверки заносят в протокол, рекомендуемая форма которого приведена в приложении Б.

**9.2** При положительных результатах поверки на переднюю панель прибора МАК 100 наносят знак поверки и выдают свидетельство о поверке по форме, установленной в приложении 2 [4].

**9.3** При отрицательных результатах первичной поверки выдают заключение о непригодности по форме, установленной [4].

При отрицательных результатах последующей поверки выдают заключение о непригодности по форме, установленной [4], ранее нанесенный знак поверки подлежит уничтожению путем приведения его в состояние, непригодное для дальнейшего применения, предыдущее свидетельство прекращает свое действие.



**Приложение А**  
**(обязательное)**  
**Обязательные метрологические требования**

Обязательные метрологические требования, предъявляемые к модулям MAK 100, приведены в таблицах А.1 – А.4.

**Таблица А.1 – Значения динамического диапазона модулей MAK 100/XYZ**

| Модификация модуля MAK 100 | Длина волны (номинальное значение), нм | Динамический диапазон, дБ, не менее |
|----------------------------|--|-------------------------------------|
| MAK 100/1SZ                | 1550                                   | 35                                  |
| MAK 100/1AZ                |  | 39                                  |
| MAK 100/1HZ                |  | 43                                  |
| MAK 100/2SZ                | 1625                                   | 34                                  |
| MAK 100/2AZ                |  | 38                                  |
| MAK 100/2HZ                |  | 41                                  |
| MAK 100/3SZ                | 1550 / 1625                            | 35 / 34                             |
| MAK 100/3AZ                |  | 39 / 38                             |
| MAK 100/3HZ                |  | 43 / 41                             |

**Примечания**

1 Знаки XYZ в обозначении модификации MAK 100/XYZ означают:

Х – длина волны;  
Y – динамический диапазон;  
Z – количество портов оптического переключателя (2; 4; 8; 12; 16).

2 Значения динамического диапазона указаны для оптического выхода "К".

3 Значения динамического диапазона указаны при ОСШ=1, и следующих параметрах измерения:

длительность оптических импульсов 20000 нс;  
время измерения 3 мин;  
максимальное значение разрешения по расстоянию;  
не включен режим "Высокое разрешение";  
включена цифровая фильтрация рефлектоограммы.

**Таблица А.2 – Значения динамического диапазона модулей MAK 100/XYZ-1**

| Модификация модуля MAK 100 | Длина волны (номинальное значение), нм | Динамический диапазон, дБ, не менее |
|----------------------------|--|-------------------------------------|
| 1                          | 2                                      | 3                                   |
| MAK 100/1SZ-1              | 1550                                   | 35                                  |
| MAK 100/1AZ-1              |  | 39                                  |
| MAK 100/1HZ-1              |  | 43                                  |
| MAK 100/2SZ-1              | 1625                                   | 34                                  |
| MAK 100/2AZ-1              |  | 38                                  |
| MAK 100/2HZ-1              |  | 41                                  |
| MAK 100/2TZ-1              |  | 44                                  |
| MAK 100/3SZ-1              | 1550 / 1625                            | 35 / 34                             |
| MAK 100/3AZ-1              |  | 39 / 38                             |
| MAK 100/3HZ-1              |  | 43 / 41                             |
| MAK 100/4SZ-1              | 1310                                   | 36                                  |
| MAK 100/4AZ-1              |  | 40                                  |
| MAK 100/4HZ-1              |  | 43                                  |

## Продолжение таблицы А.2

| 1             | 2           | 3       |
|---------------|-------------|---------|
| MAK 100/5SZ-1 | 1650        | 34      |
| MAK 100/5AZ-1 |             | 38      |
| MAK 100/5HZ-1 |             | 39      |
| MAK 100/6SZ-1 | 1310 / 1550 | 36 / 35 |
| MAK 100/6AZ-1 |             | 39 / 38 |
| MAK 100/6HZ-1 |             | 43 / 41 |
| MAK 100/7SZ-1 | 1310 / 1625 | 36 / 34 |
| MAK 100/7AZ-1 |             | 39 / 38 |
| MAK 100/7HZ-1 |             | 43 / 41 |
| MAK 100/8SZ-1 | 1310 / 1650 | 36 / 34 |
| MAK 100/8AZ-1 |             | 39 / 38 |
| MAK 100/8HZ-1 |             | 43 / 39 |
| MAK 100/9SZ-1 | 1550 / 1650 | 35 / 34 |
| MAK 100/9AZ-1 |             | 39 / 38 |
| MAK 100/9HZ-1 |             | 43 / 39 |

## Примечания

1 Знаки XYZ в обозначении модификации MAK 100/XYZ-1 означают:

X – длина волны;

Y – динамический диапазон;

Z – количество портов оптического переключателя (2; 4; 8; 12; 16; 20; 24;28).

2 Значения динамического диапазона указаны для оптического выхода "K".

3 Значения динамического диапазона указаны при ОСШ=1 и следующих параметрах измерения:

длительность оптических импульсов 20000 нс;

время измерения 3 мин;

максимальное значение разрешения по расстоянию;

не включен режим "Высокое разрешение";

включена цифровая фильтрация рефлектограммы.

Таблица А.3

| Наименование  | Значение   |
|---|--|
| Диапазоны измерений расстояний <sup>1)</sup> , км                                     | 0,5; 2; 5; 10; 20; 40; 80; 120; 160; 240<br>$\Delta L = \pm(dL + dL + 3 \cdot 10^{-5} \cdot L)$ ,<br>где $dL = 0,5$ м; |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении расстояний <sup>2)</sup> , м | $dL$ – разрешение по расстоянию <sup>3)</sup> , м,<br>L – измеренное расстояние, м                                     |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении затухания, дБ                | $\pm(0,04 \cdot \alpha)$ ,<br>где $\alpha$ – измеренное затухание, дБ  |
| Затухание в каналах оптического переключателя, дБ, не более                           | 2  |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении обратных потерь, дБ          | $\pm 2$  |

<sup>1)</sup> В таблице указаны значения верхней границы диапазонов измерений расстояний; значение нижней границы у всех диапазонов составляет 0 км.

<sup>2)</sup> Значения погрешности указаны для оптического выхода "K".

<sup>3)</sup> Минимальное значение разрешения по расстоянию составляет 0,16 м.

Таблица А.4 – Значения мертвых зон

| Модификация модуля MAK 100 | Коэффициент отражения, дБ, не более | Значение мертвых зон по затуханию, м, не более | Значение мертвых зон по отражению, м, не более |
|----------------------------|-------------------------------------|--|--|
| MAK 100/XSZ                |                                     | 7,0  | 2,5  |
| MAK 100/XAZ                | -40                                 | 13,0   | 3,0  |
| MAK 100/XHZ                |                                     |  |  |
| MAK 100/XYZ-1              | -45                                 | 6,0  | 1,5  |

## Примечания

1 Знаки XYZ в обозначении модификаций MAK 100/XYZ и MAK 100/XYZ-1 означают:

Х – длина волны;

Y – динамический диапазон;

Z – количество портов оптического переключателя.

2 Значения мертвых зон указаны при минимальной длительности оптического импульса и включенном режиме "Высокое разрешение".



**Приложение Б**  
**(рекомендуемое)**  
**Форма протокола поверки**

наименование организации, проводившей поверку

**ПРОТОКОЛ №** \_\_\_\_\_

проверки модуля автоматического контроля оптических волокон

МАК 100/ \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

принадлежащего \_\_\_\_\_ наименование организации

Изготовитель \_\_\_\_\_ наименование организации

Дата проведения поверки \_\_\_\_\_  
 с...по...

Проверка проводится по \_\_\_\_\_  
 обозначение документа, по которому проводят поверку

**Средства поверки**

**Таблица Б.1**

| Наименование средства измерений, тип | Заводской номер |
|--------------------------------------|-----------------|
|                                      |                 |
|                                      |                 |

**Условия поверки:**

- температура окружающего воздуха \_\_\_\_\_ °С
- относительная влажность воздуха \_\_\_\_\_ %
- атмосферное давление \_\_\_\_\_ кПа

**Результаты поверки:**

Б.1 Внешний осмотр \_\_\_\_\_ соответствует/не соответствует

Б.2 Опробование \_\_\_\_\_ соответствует/не соответствует

Б.3 Определение метрологических характеристик

Б.3.1 Определение динамического диапазона

**Таблица Б.2 – Результаты измерения динамического диапазона**

| Длина волны, нм | Динамический диапазон, дБ |                                |
|-----------------|---------------------------|--------------------------------|
|                 | Измеренное значение       | Допускаемое значение, не менее |
|                 |                           |                                |
|                 |                           |                                |

Вывод \_\_\_\_\_



Б.3.2 Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности при измерении расстояний

**Таблица Б.3 – Результаты измерения абсолютной погрешности при измерении расстояний**

| № измерения | Длина волны, нм | Диапазон измерений расстояний, км | Разрешающая способность, м | Расстояние, м |         | Погрешность, м | Пределы допускаемой погрешности, м |
|-------------|-----------------|-----------------------------------|----------------------------|---------------|---------|----------------|------------------------------------|
|             |                 |                                   |                            | ОГ-2-3        | МАК 100 |                |                                    |
|             |                 |                                   |                            |               |         |                |                                    |
|             |                 |                                   |                            |               |         |                |                                    |
|             |                 |                                   |                            |               |         |                |                                    |
|             |                 |                                   |                            |               |         |                |                                    |
|             |                 |                                   |                            |               |         |                |                                    |

Вывод \_\_\_\_\_

Б.3.3 Определение абсолютной погрешности при измерении затухания

**Таблица Б.4 – Результаты измерения абсолютной погрешности при измерении затухания**

| № измерения | Длина волны, нм | Затухание, дБ |         | Погрешность, дБ | Пределы допускаемой погрешности, дБ |
|-------------|-----------------|---------------|---------|-----------------|-------------------------------------|
|             |                 | ОГ-2-3        | МАК 100 |                 |                                     |
|             |                 |               |         |                 |                                     |
|             |                 |               |         |                 |                                     |
|             |                 |               |         |                 |                                     |
|             |                 |               |         |                 |                                     |
|             |                 |               |         |                 |                                     |

Вывод \_\_\_\_\_

Б.3.4 Определение значений мертвых зон по затуханию и мертвых зон по отражению

**Таблица Б.5 – Результаты измерения значений мертвых зон по затуханию и мертвых зон по отражению**

| Длина волны, нм | Длительность импульса, нс | Коэффициент отражения, дБ | Значение мертвых зон по затуханию, м |                       | Значение мертвых зон по отражению, м |                       |
|-----------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|-----------------------|
|                 |                           |                           | Измеренное                           | Допускаемое, не более | Измеренное                           | Допускаемое, не более |
|                 |                           |                           |                                      |                       |                                      |                       |

Вывод \_\_\_\_\_

**КОПИЯ  
ВЕРНА**

*Директор  
Сисарчук М.В.*



## Б.3.5 Определение затухания в каналах оптического переключателя

Длина волны \_\_\_\_\_ нм

Таблица Б.6 – Результаты измерения затухания в каналах оптического переключателя

| Затухание в каналах оптического переключателя, дБ |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Допускаемое значение, не более |  |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------------------------------|--|
| Порт №  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |                                |  |
| 1   | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |                                |  |
|   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 2,00                           |  |
| Порт №  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Допускаемое значение, не более |  |
| 15  | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |                                |  |
|   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 2,00                           |  |

Вывод \_\_\_\_\_

## Б.3.6 Определение абсолютной погрешности при измерении обратных потерь

Таблица Б.7 – Результаты измерения абсолютной погрешности при измерении обратных потерь

| Длина волны, нм | Обратные потери, дБ |         | Погрешность, дБ | Пределы допускаемой погрешности, дБ |
|-----------------|---------------------|---------|-----------------|-------------------------------------|
|                 | ОТ-3-1              | МАК 100 |                 |                                     |
|                 |                     |         |                 |                                     |

Вывод \_\_\_\_\_

Заключение \_\_\_\_\_

соответствует/не соответствует

Свидетельство (заключение о непригодности) № \_\_\_\_\_

Поверитель \_\_\_\_\_

подпись

расшифровка подписи

КОПИЯ  
ВЕРНА

Директор

Александр М. В.



## Библиография

- [1] Модули автоматического контроля оптических волокон МАК 100. Руководство по эксплуатации
- [2] Модули автоматического контроля оптических волокон МАК 100. Паспорт
- [3] IEC 61300-3-6 Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-6: Examinations and measurements – Return loss
- [4] Правила осуществления метрологической оценки в виде работ по государственной поверке средств измерений, утвержденные постановлением Госстандарта от 24 апреля 2021 г. № 40



## Лист регистрации изменений

2 Nov

33

СОГЛАСОВАНО

Директор ЗАО "Институт  
информационных технологий"

*Слесарчик*  
М.В. Слесарчик  
"26" 05 2023



СВЕРЖДАЮ  
Начальник научно-исследовательского центра  
испытаний средств измерений и  
техники БелГИМ

Ю.В. Козак  
"05" 05 2023

## Извещение ИИТ.004-23 об изменении № 3 МРБ МП.2267-2012

### Модули автоматического контроля оптических волокон МАК 100

#### Методика поверки

Дата введения с:

"01" 06 2023

Разработчик:

Начальник отдела метрологии  
ЗАО "Институт  
информационных технологий"

*М.Л. Гринштейн*  
"26" 05 2023

КОПИЯ  
ВЕРНА



Минск, 2023

*Директор  
Слесарчик М.В.*

|  |                             |  |   |             |  |  |  |  |
|--|-----------------------------|--|---|-------------|--|--|--|--|
| ЗАО "Институт<br>информационных технологий | ИЗВЕЩЕНИЕ №<br>ИИТ.004-23   |  | ОБОЗНАЧЕНИЕ ДОКУМЕНТА<br>МРБ МП.2267-2012 |             |  |  |  |  |
| Дата выпуска                               | Срок изменения              |  | Лист<br>2                                 | Листов<br>2 |  |  |  |  |
| ПРИЧИНА                                    | Устранение ошибок           |  | КОД 7                                     |             |  |  |  |  |
| <b>УКАЗАНИЕ О ЗАДЕЛЕ</b>                   |                             |  |   |             |  |  |  |  |
| <b>УКАЗАНИЕ О ВНЕДРЕНИИ</b>                |                             |  |   |             |  |  |  |  |
| ПРИМЕНЯЕМОСТЬ                              |                             |  |   |             |  |  |  |  |
| РАЗОСЛАТЬ                                  |                             |  |   |             |  |  |  |  |
| ПРИЛОЖЕНИЕ                                 | на 1 листе                  |  |   |             |  |  |  |  |
| ИЗМ.                                       | <b>СОДЕРЖАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ</b> |  |   |             |  |  |  |  |
| 3  |                             |  |   |             |  |  |  |  |

Титульный лист:  
МАК100 заменить на МАК 100

Лист 28 заменить

КОПИЯ  
ВЕРНА

Директор  
Балашов  
Балашов М.В.



|                |             |  |  |            |  |  |  |
|----------------|-------------|--|--|------------|--|--|--|
| Составил       | <i>М.В.</i> |  |  | Согласовал |  |  |  |
| Проверил       |             |  |  | Н.контр.   |  |  |  |
| Изменение внес |             |  |  |            |  |  |  |

Таблица А.4 – Значения мертвых зон

| Модификация модуля MAK 100 | Коэффициент отражения, дБ, не более | Значение мертвых зон по затуханию, м, не более | Значение мертвых зон по отражению, м, не более |
|----------------------------|-------------------------------------|--|--|
| MAK 100/XSZ                | -40                                 | 7,0  | 2,5  |
| MAK 100/XAZ                |                                     | 13,0   | 3,0  |
| MAK 100/XHZ                |                                     |  |  |
| MAK 100/XYZ-1              | -45                                 | 6,0  | 1,5  |

Примечания

1 Знаки XYZ в обозначении модификаций MAK 100/XYZ и MAK 100/XYZ-1 означают:

Х – длина волны;

Y – динамический диапазон;

Z – количество портов оптического переключателя.

2 Значения мертвых зон указаны при минимальной длительности оптического импульса и включенном режиме "Высокое разрешение".

КОПИЯ  
ВЕРНА

Директор

Смирнова М.В.

