

СОГЛАСОВАНО

Директор

ЗАО «Институт информационных технологий»



И.А. Самсонова

24 декабря 2014

УТВЕРЖДАЮ

Директор БелГИМ



Н.А. Жагора

12 2014

Система обеспечения единства измерений  
Республики Беларусь

## ТЕСТЕРЫ ОПТИЧЕСКИЕ ИТ-LTS

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МРБ МП.2462-2014

Т.р. 62.300-15

РАЗРАБОТАНО

Начальник отдела метрологии

ЗАО «Институт информационных технологий»

М.Л. Гринштейн

"24" декабря 2014

Настоящая методика поверки распространяется на тестеры оптические ИТ-LTS (далее – прибор ИТ-LTS), предназначенные для измерения оптической мощности, затухания и обратных потерь в оптических волокнах и волоконно-оптических компонентах и их соединениях, а также для генерации непрерывного стабилизированного излучения и видимого света.

Прибор ИТ-LTS может выполнять функции следующих приборов, используемых для измерения характеристик оптических волокон (ОВ) и волоконно-оптических компонентов:

- измерителя оптической мощности;
- источника оптического излучения;
- измерителя обратных потерь (в котором также реализованы функции измерителя оптической мощности и источника оптического излучения).

Методика поверки устанавливает объем и последовательность операций первичной и последующих поверок прибора ИТ-LTS.

Методика поверки разработана в соответствии с требованиями ТКП 8.003-2011.

Межповерочный интервал - 12 месяцев для средств измерений, применяемых в сфере законодательной метрологии.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки прибора должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции поверки	Номер пункта методики поверки
Внешний осмотр	7.1
Опробование	7.2
Определение относительной погрешности измерения оптической мощности на длинах волн калибровки (градуировки)	7.3.1
Определение относительной погрешности измерения относительных уровней оптической мощности	7.3.2
Определение уровня мощности источника оптического излучения	7.3.3
Определение нестабильности уровня мощности источника оптического излучения	7.3.4
Определение абсолютной погрешности измерения обратных потерь	7.3.5

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны применяться средства поверки с характеристиками, указанными в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики
7.2	Кабель оптический соединительный одномодовый, длина 3 м. Кабель оптический соединительный многомодовый, длина 3 м.
7.3.1	Тестер оптический ОТ-2-ЗА. Диапазон измерения оптической мощности от плюс 7 до минус 80 дБм; пределы допускаемой относительной погрешности измерения оптической мощности $\pm 3\%$ на длинах волн калибровки 1310 нм.
7.3.2	1490 нм, 1550 нм, 1625 нм; $\pm 5\%$ на длине волны 850 нм; $\pm 7\%$ на длине волны 650 нм. Пределы допускаемой относительной погрешности измерения относительных уровней оптической мощности $\pm 0,8\%$ .
7.3.3	
7.3.4	
7.3.5	Тестер оптический ОТ-2-ЗА. Кабели оптические калибровочные со значением обратных потерь $(-14 \pm 1)$ дБ, $(-35 \pm 2)$ дБ, $(-45 \pm 2)$ дБ и $(-65^{+3}_{-1})$ дБ. Кабель оптический соединительный одномодовый, длина 3 м. Разветвитель оптический одномодовый. Аттенюатор волоконно-оптический переменный; вносимые потери 1...70 дБ.
Примечания 1 Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих измерение соответствующих параметров с требуемой точностью. 2 Применяемые средства поверки должны быть поверены или откалиброваны в установленном порядке.	

## 3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки допускают лиц, аттестованных в качестве поверителя, подтвердивших компетентность выполнения данного вида поверочных работ, изучивших настоящую методику и эксплуатационную документацию на прибор и средства его поверки.

## 4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При подготовке и проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности согласно ТУ ВУ 100003325.016-2014, ГОСТ 12.1.040-83, ГОСТ 12.1.031-81, СТБ 60825-1-2011 и руководства по эксплуатации прибора ИТ-LTS.

4.2 При проведении измерений необходимо исключить попадание в глаза лазерного излучения.

## 5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ;
- относительная влажность воздуха  $(65 \pm 15)\%$ ;
- атмосферное давление 96-104 кПа;

5.2 При проведении поверки питание прибора ИТ-LTS должно осуществляться от встроенной аккумуляторной батареи. Заряд аккумуляторной батареи осуществляется с помощью зарядного устройства, входящего в комплект поставки прибора ИТ-LTS.

## 6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 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.

6.2 Оптические разъемы всех приборов и устройств, используемых при поверке, очищают в соответствии с требованиями их технических описаний.

Оптические разъемы прибора ИТ-LTS и оптических соединительных кабелей очищают в соответствии разделом "Техническое обслуживание" руководства по эксплуатации прибора ИТ-LTS.

## 7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

### 7.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемого прибора ИТ-LTS следующим требованиям:


- соответствие комплектности;
- отсутствие видимых механических повреждений;
- исправность кабелей и разъемов, четкость маркировки;
- исправность и прочность крепления органов управления.

*Прибор, имеющий дефекты, дальнейшей поверке не подлежит.*

### 7.2 Опробование

7.2.1 Опробование проводится для каждого функционального устройства (источника оптического излучения, измерителя оптической мощности, измерителя обратных потерь), встроенного в прибор ИТ-LTS для оценки его исправности.

7.2.2 Для опробования **измерителя оптической мощности** модификации РМ1 или РМ2 необходимо выполнить следующие операции.

- а) Включить прибор ИТ-LTS, нажав кнопку  и удерживая ее в течение 3 сек. После этого должна появиться индикация на экране.

б) Последовательным нажатием кнопки  установить режим измерителя оптической мощности PM1 или PM2.

В режиме измерения оптической мощности PM1 или PM2 на экране отображаются данные, показанные на рисунке 1.

в) Закрыть оптический разъем измерителя оптической мощности защитным колпачком, а затем открыть его; показания измерителя мощности должны измениться.

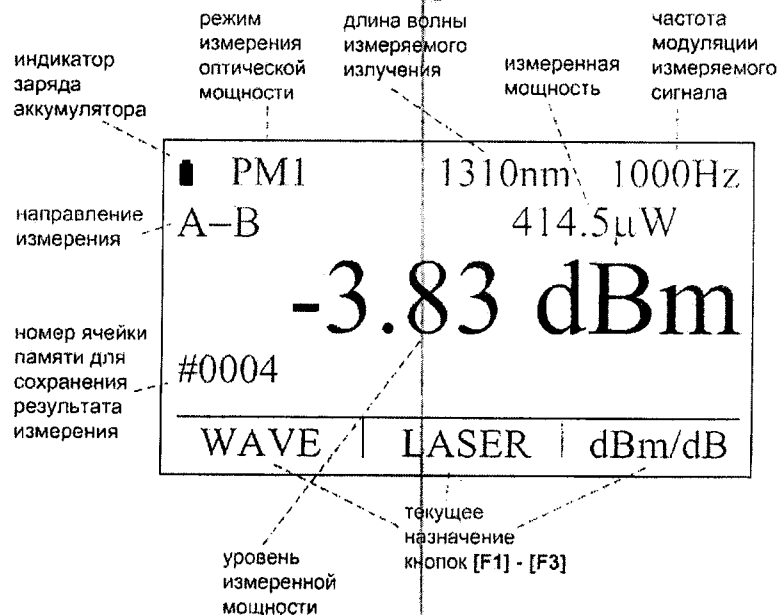






Рисунок 1

г) Изменить центральную длину волны измеряемого излучения:

- кнопками  и  выбрать меню экрана, показанное на рисунке 2;
- нажать кнопку [F1 WAVE], произойдет инверсия фона кнопки, она станет "нажатой";
- кнопками  и  изменить значение центральной длины волны.


WAVE	LASER	dBm/dB
установка длины волны калибровки измерителя мощности	включение/ выключение источников излучения	измерение оптической мощности/

Рисунок 2

Результат считают удовлетворительным, если выполняются требования перечислений б) – г).

**7.2.3** Для опробования **источника оптического излучения** необходимо выполнить следующие операции.

а) Включить оптический тестер ОТ-2-3А и загрузить его программное обеспечение.

б) Включить прибор ИТ-LTS, нажав кнопку  и удерживая ее в течение 3 сек. После этого должна появиться индикация на экране.



в) Последовательным нажатием кнопки

установить режим источника

оптического излучения – см. рисунок 3.

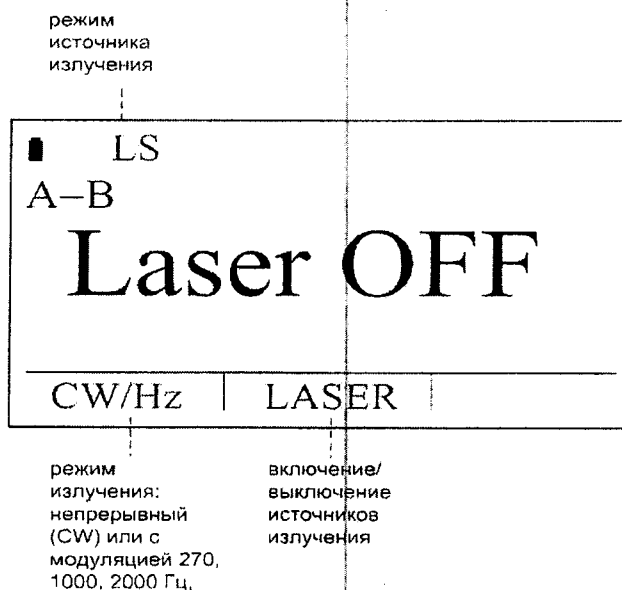




Рисунок 3

г) Соединить источник оптического излучения прибора ИТ-LTS соединительным оптическим кабелем с измерителем мощности оптического тестера ОТ-2-3А.

д) Нажать кнопку [F2 LASER], произойдет инверсия фона кнопки, она станет "нажатой", и кнопками ,  выбрать лазер с наименьшей длиной волны поверяемого прибора ИТ-LTS.

После этого на экране должна отображаться информация о включенном источнике излучения, как показано на рисунке 4, а показания оптического тестера ОТ-2-3А должны измениться.





Рисунок 4

е) Повторяя действия по перечислению д), по очереди включить лазеры с другими длинами волн поверяемого прибора ИТ-LTS. При этом на экране должна отображаться информация о длине волны включенного лазера, а показания оптического тестера ОТ-2-3А должны изменяться.

Результат считают удовлетворительным, если выполняются требования перечислений в) - е).

7.2.4 Для опробования измерителя обратных потерь необходимо выполнить следующие операции.

- а) Включить прибор ИТ-LTS, нажав кнопку  и удерживая ее в течение 3 сек. После этого должна появиться индикация на ЖК-индикаторе.
- б) Последовательным нажатием кнопки  установить режим измерителя обратных потерь – см. рисунок 5.

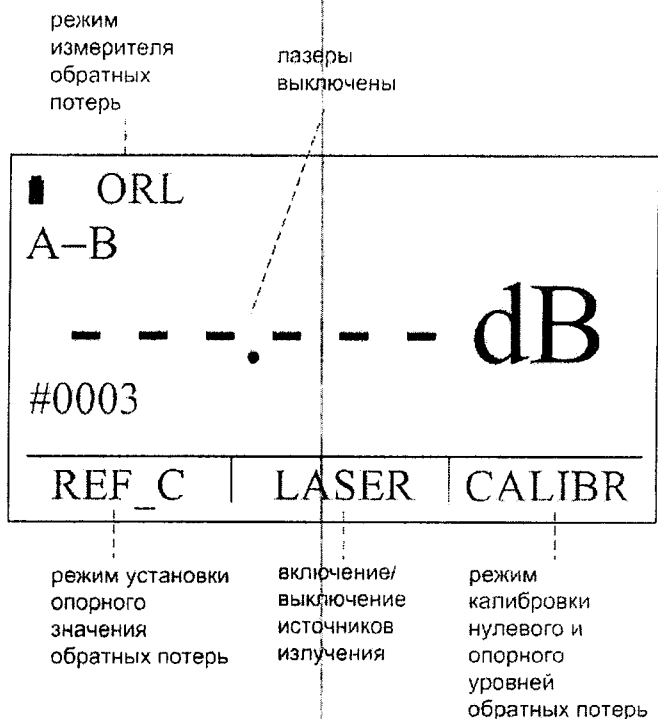





Рисунок 5

в) Нажать кнопку **[F2 LASER]**, произойдет инверсия фона кнопки, она станет "нажатой", и кнопками ,  выбрать лазер с наименьшей длиной волны поверяемого прибора ИТ-LTS.

При этом на экране должно появиться численное значение обратных потерь.

Результат считают удовлетворительным, если выполняются требования перечислений б) и в).

7.2.5 Для идентификации программного обеспечения прибора ИТ-LTS необходимо нажать кнопку  и в двух нижних строках окна прочитать версию программного обеспечения и значение контрольной суммы.

### 7.3 Определение метрологических характеристик

#### 7.3.1 Определение относительной погрешности измерения оптической мощности на длинах волн калибровки (градуировки)

Определение относительной погрешности измерения оптической мощности выполняют для всех модификаций, установленных в прибор ИТ-LTS.


Измерения выполняют согласно схемам рисунков 6, 7 методом сравнения. При поверке прибор ИТ-LTS должен размещаться как можно ближе к измерителю мощности оптического тестера ОТ-2-3А, чтобы обеспечить минимальное перемещение оптических соединительных кабелей.

При поверке измерителя оптической мощности модификации РМ1 или РМ2 оптический разъем оптических соединительных кабелей ОКС-1 и ОКС-2, подключаемый к прибору ИТ-LTS, может быть со стандартным, типа UPC, или скошенным, типа APC, торцом.





При поверке измерителя оптической мощности модификации РМ3 оптический разъем оптических кабелей ОКС-1 и ОКС-2, подключаемый к прибору ИТ-LTS, должен быть со скошенным, типа APC, торцом (измеритель оптической мощности модификации РМ3 является опцией измерителя обратных потерь прибора ИТ-LTS).

Для определения относительной погрешности измерения оптической мощности необходимо выполнить следующие операции.



а) В приборе ИТ-LTS последовательным нажатием кнопки  установить режим измерителя оптической мощности РМ1, РМ2 или РМ3 – см. рисунок 1.

б) Установить длину волны измеряемого излучения 1310 нм, для чего:

- кнопками  ,  выбрать меню экрана, показанное на рисунке 2;
- нажать кнопку [F1 WAVE], произойдет инверсия фона кнопки, она станет "нажатой";
- кнопками  ,  выбрать требуемое значение длины волны измеряемого излучения.

в) Загрузить управляющую программу оптического тестера ОТ-2-3А и включить источник излучения оптического тестера ОТ-2-3А с длиной волны, соответствующей длине волны, установленной для прибора ИТ-LTS в перечислении б).

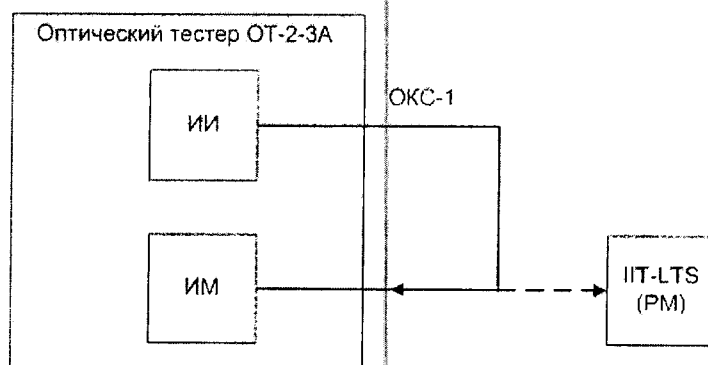
г) Собрать схему измерения согласно рисунку 6.

Соединить источник излучения 1310 нм оптического тестера ОТ-2-3А с помощью ОКС-1 с измерителем мощности оптического тестера ОТ-2-3А и установить максимальное значение мощности, указанное в таблице 3 для проверяемой модификации измерителя оптической мощности прибора ИТ-LTS (отклонение от этого значения не должно превышать  $\pm 20\%$ ).

д) Произвести измерения мощности последовательно оптическим тестером ОТ-2-3А и поверяемым измерителем оптической мощности прибора ИТ-LTS не менее пяти раз.

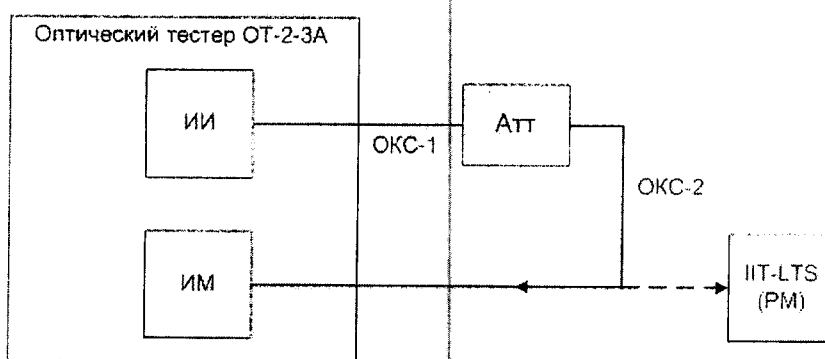
е) Собрать схему измерения согласно рисунку 7 и повторить измерения при остальных значениях мощности, указанных в таблице 3 (отклонение от этих значений не должно превышать  $\pm 20\%$ ). Изменение оптической мощности осуществляется регулировкой тока накачки источника излучения оптического тестера ОТ-2-3А и с помощью оптического аттенюатора.





ИИ – источники излучения оптического тестера ОТ-2-3А, ИМ – измеритель оптической мощности оптического тестера ОТ-2-3А, ОКС-1 – оптический кабель соединительный.  
РМ – измеритель оптической мощности прибора ИТ-LTS

Рисунок 6



ИИ – источники излучения оптического тестера ОТ-2-3А, ИМ – измеритель оптической мощности оптического тестера ОТ-2-3А, ОКС-1, ОКС-2 – оптические кабели соединительные, Атт – переменный оптический аттенюатор,  
РМ – измеритель оптической мощности прибора ИТ-LTS

Рисунок 7

Таблица 3

Модификация измерителя мощности	Длина волны калибровки (градуировки), нм			
	650	850	1310	1490, 1550, 1625
	Значения мощности в проверяемых точках			
РМ1	1 мВт, 1 мкВт	2 мВт, 50 мкВт, 50 нВт, 1 нВт	5 мВт, 50 мкВт, 500 нВт, 10 нВт, 0,1 нВт	2 мВт
РМ2	-	2 мВт, 50 мкВт, 100 нВт	10 мВт, 50 мкВт, 500 нВт, 10 нВт	2 мВт
РМ3	-	-	2 мВт, 50 мкВт, 500 нВт, 10 нВт, 0,1 нВт	2 мВт

ж) Определить относительную разность  $\theta_{ji}$ , %, в показаниях поверяемого измерителя оптической мощности прибора ИТ-LTS и оптического тестера ОТ-2-3А, среднее арифметическое значение относительной разности  $\theta_j$ , %, и среднее квадратическое отклонение (СКО)  $S_j$ , %, по формулам

$$\theta_{ji} = \frac{P_{ji} - P_{oji}}{P_{oji}} \cdot 100 \quad (1)$$

$$\theta_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \theta_{ji} \quad (2)$$

$$S_j = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N (\theta_{ji} - \theta_j)^2} \quad (2)$$

где  $P_{ji}$ ,  $P_{oji}$  — мощность, измеренная поверяемым измерителем оптической мощности прибора ИТ-LTS и оптическим тестером ОТ-2-3А соответственно, Вт;

$i$  — номер измерения при  $j$ -ом значении мощности;

$N$  — число измерений при  $j$ -ом значении мощности,

з) Рассчитать границы (без учета знака) относительной погрешности измерения оптической мощности на длине волны калибровки (градуировки)  $\delta_j$ , %, при данном значении мощности по формуле

$$\delta_j = 2\sqrt{(\theta_j^2 + \theta_0^2)/3 + S_j^2} \quad (4)$$

где  $\theta_0$  — предел допускаемой относительной погрешности измерения оптической мощности оптического тестера ОТ-2-3А на длине волны калибровки, %;

и) рассчитать границы (без учета знака) относительной погрешности измерения оптической мощности на длине волны калибровки (градуировки)  $\delta$ , %, в диапазоне мощности по формуле

$$\delta = 2\sqrt{(\theta_1^2 + \theta_0^2)/3 + S^2} \quad (5)$$

$$\text{где } \theta_1 = \max |\theta_j| \quad (6)$$

$$S = \max (S_j) \quad (7)$$

к) Для длин волн калибровки (градуировки) 650 нм и 850 нм повторить действия по перечислениям а) — и).

л) Для остальных длин волн калибровки (градуировки) повторить действия по перечислениям б) — д) и ж), з).

Результаты считают удовлетворительными, если границы относительной погрешности измерения оптической мощности находятся в пределах:

- для измерителей оптической мощности модификации РМ1 или РМ2
  - $\pm 12$  % на длине волны 650 нм;
  - $\pm 8$  % на длине волны 850 нм;
  - $\pm 5$  % на длинах волн 1310, 1490, 1550 и 1625 нм;
- для измерителя оптической мощности модификации РМ3  $\pm 12$  % на длинах волн 1310, 1490, 1550 и 1625 нм.

### 7.3.2 Определение относительной погрешности измерения относительных уровней оптической мощности

Границы (без учета знака) относительной погрешности измерения относительных уровней мощности  $\delta_{отн}$ , %, определяют по формуле

$$\delta_{отн} = 2\sqrt{(\theta_2^2 + \theta_{00}^2)/3 + S^2} \quad (8)$$

$$\text{где } \theta_2 = \max|\theta_{cp} - \theta_j| \quad (9)$$

$$\theta_{cp} = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M \theta_j; \quad (10)$$

$M$  – количество уровней мощности, при которых производилось сравнение показаний оптического тестера ОТ-2-3А и поверяемого измерителя мощности;

$\theta_{00}$  – предел допускаемой относительной погрешности измерения относительных уровней мощности оптического тестера ОТ-2-3А, %.

Результаты считают удовлетворительными, если границы относительной погрешности измерения относительных уровней оптической мощности находятся в пределах:

- $\pm 6$  % на длине волны 650 нм;
- $\pm 4$  % на длине волны 850 нм;
- $\pm 2,5$  % на длине волны 1310 нм.



### 7.3.3 Определение уровня мощности источника оптического излучения

Определение уровня мощности выполняют как для источника оптического излучения, выполненного в виде отдельного функционального устройства прибора ИТ-LTS, так и для источника, являющегося составной частью измерителя обратных потерь.

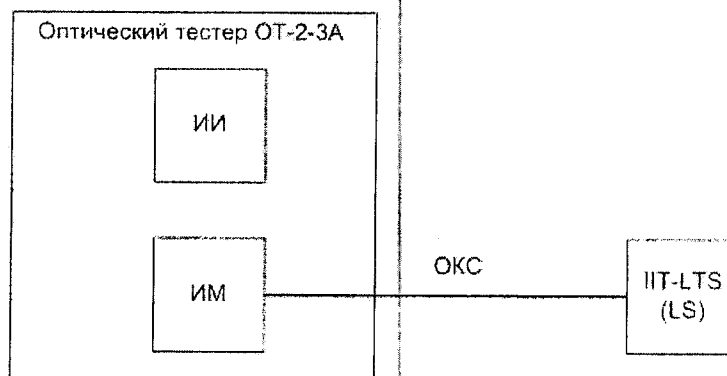
Определение уровня мощности источника оптического излучения прибора ИТ-LTS проводят по схеме рисунка 8.

Для определения уровня мощности источника оптического излучения прибора ИТ-LTS необходимо выполнить следующие действия.

а) Последовательным нажатием кнопки  установить режим источника оптического излучения – см. рисунок 3.

б) Нажать кнопку [F2 LASER], произойдет инверсия фона кнопки, она станет "нажатой", и кнопками ,  выбрать лазер с наименьшей длиной волны поверяемого прибора ИТ-LTS.

*Примечание – Таким же образом включение лазера может быть реализовано и из окна измерителя оптической мощности (см. рисунок 1), и из окна измерителя обратных потерь (см. рисунок 5).*



ИИ – источники излучения оптического тестера ОТ-2-3А, ИМ – измеритель оптической мощности оптического тестера ОТ-2-3А, ОКС – оптический кабель соединительный, LS – источник оптического излучения прибора ИТ-LTS

Рисунок 8

в) В оптическом тестере ОТ-2-3А установить длину волны измеряемого оптического излучения, равную длине волны источника оптического излучения поверяемого прибора ИТ-LTS.

г) Подать оптическое излучение от поверяемого прибора ИТ-LTS на вход измерителя мощности оптического тестера ОТ-2-3А, подсоединив ОКС, и измерить уровень мощности оптического излучения.

д) Повторить измерение еще два раза, отсоединяя ОКС от поверяемого прибора ИТ-LTS и вновь присоединяя его.

е) Определить значение уровня мощности оптического излучения  $P$ , дБм, на выходе ОКС по формуле:

$$P = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 P_i, \quad (11)$$

где  $P_i$  – результат  $i$ -го наблюдения, дБм;

$i$  — номер измерения.

ж) Повторить перечисления б) – е) для всех длин волн источника оптического излучения прибора ИТ-LTS.

Результаты считают удовлетворительными, если измеренное значение уровня мощности источника оптического излучения на каждой длине волны составляет не менее -4 дБм.

#### 7.3.4 Определение нестабильности уровня мощности источника оптического излучения



Определение нестабильности уровня мощности выполняют как для источника оптического излучения, выполненного в виде отдельного функционального устройства прибора ИТ-LTS, так и для источника, являющегося составной частью измерителя обратных потерь.

Определение нестабильности уровня мощности источника оптического излучения прибора ИТ-LTS проводят по схеме рисунка 8.

Для определения нестабильности уровня мощности источника оптического излучения прибора ИТ-LTS необходимо выполнить следующие действия.



а) Последовательным нажатием кнопки установить режим источника оптического излучения – см. рисунок 3.

б) Нажать кнопку [F2 LASER], произойдет инверсия фона кнопки, она станет "нажатой", и кнопками   выбрать лазер с наименьшей длиной волны поверяемого прибора ИТ-LTS.

в) В оптическом тестере ОТ-2-3А установить длину волны измеряемого оптического излучения, равную длине волны источника оптического излучения поверяемого прибора ИТ-LTS.

г) Подать оптическое излучение от поверяемого прибора ИТ-LTS на вход измерителя мощности оптического тестера ОТ-2-3А, подсоединив ОКС.

д) Снять показания измерителя мощности оптического тестера ОТ-2-3А в течение 15 минут с интервалом в 1 мин.

е) Рассчитать нестабильность  $Q$ , дБ, уровня мощности источника оптического излучения прибора ИТ-LTS по формуле

$$Q = 10 \lg \left( 1 + 2 \cdot \frac{P_{\max} - P_{\min}}{P_{\max} + P_{\min}} \right), \quad (12)$$

где  $P_{\max}$  и  $P_{\min}$  – максимальное и минимальное значение мощности оптического излучения, Вт.

ж) Повторить перечисления б) – е) для всех длин волн излучения источника оптического излучения прибора ИТ-LTS.

Результаты считают удовлетворительными, если измеренное значение нестабильности находится в пределах

- $\pm 0,03$  дБ для одномодовых источников оптического излучения прибора ИТ-LTS;
- $\pm 0,05$  дБ для многомодовых источников оптического излучения прибора ИТ-LTS.

### 7.3.5 Определение абсолютной погрешности измерения обратных потерь

Определение абсолютной погрешности измерения обратных потерь производят с использованием кабелей оптических калибровочных, обозначение и параметры которых указаны в таблице 4.

Таблица 4

Обозначение кабеля оптического калибровочного	Значение обратных потерь, дБ, на длинах волн 1310 нм, 1490 нм, 1550 нм и 1625 нм
"-14 дБ"	$-14 \pm 1$
"-35 дБ"	$-35 \pm 2$
"-45 дБ"	$-45 \pm 2$
"-65 дБ"	$-65^{+3}_{-1}$



Определение обратных потерь кабелей оптических калибровочных изложено в приложении Б.

Определение абсолютной погрешности измерения обратных потерь производят на каждой длине волны поверяемого прибора ИТ-LTS.

Для определения абсолютной погрешности измерения обратных потерь необходимо выполнить следующие операции.





а) Последовательным нажатием кнопки установить режим измерителя обратных потерь – см. рисунок 5.

б) Нажать кнопку **[F2 LASER]**, произойдет инверсия фона кнопки, она станет "нажатой", и кнопками ,  выбрать лазер с наименьшей длиной волны поверяемого прибора ИТ-LTS.

в) Закрыть оптический разъем измерителя обратных потерь прибора ИТ-LTS защитным колпачком и выполнить калибровку нулевого уровня, нажав кнопку **[F2 CALIBR]**.

г) Открыть оптический разъем измерителя обратных потерь прибора ИТ-LTS и присоединить к нему кабель оптический калибровочный "-14 дБ".

д) Нажать кнопку **[F2 REF C]**, произойдет инверсия фона кнопки, она станет "нажатой", и кнопками ,  установить на приборе ИТ-LTS значение обратных потерь такое же, как у кабеля оптического калибровочного (в дальнейшем оно обозначается  $R_0$ ).

После этого нажать кнопку **[F2 CALIBR]**.

е) Отсоединить кабель оптический калибровочный "-14 дБ" от проверяемого прибора ИТ-LTS и присоединить его вновь, выполнить указанное действие пять раз, фиксируя каждый раз показания прибора ИТ-LTS.

ж) Рассчитать среднее значение показаний  $\bar{R}$ , дБ, и среднее квадратическое отклонение  $S_R$ , дБ, по формулам:

$$\bar{R} = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 R_i \quad (13)$$

$$S_R = \sqrt{\frac{1}{5 \cdot 4} \sum_{i=1}^5 (R_i - \bar{R})^2} \quad (14)$$

где  $R_i$  – обратные потери, измеренные проверяемым прибором ИТ-LTS, дБ;  
 $i$  – номер наблюдения.

з) Рассчитать границы (без учета знака) абсолютной погрешности измерения обратных потерь кабеля оптического калибровочного  $\Delta_R$ , дБ, по формуле

$$\Delta_R = 2\sqrt{[(\bar{R} - R_0)^2 + \Delta R_0^2]/3 + S_R^2} \quad (15)$$

где  $R_0$  – значение величины обратных потерь кабеля оптического калибровочного, дБ;

$\Delta R_0$  – погрешность измерения обратных потерь кабеля оптического калибровочного (см. Приложение Б), дБ.

и) По очереди присоединить кабели оптические калибровочные "-35 дБ", "-45 дБ" и "-65 дБ" к проверяемому прибору ИТ-LTS и повторить действия по перечислениям е) – з).

к) Повторить действия по перечислениям б) – и) для всех длин волн прибора ИТ-LTS.

Результаты считают удовлетворительными, если границы абсолютной погрешности измерения обратных потерь находятся в пределах:

- $\pm 0,5$  дБ для значений обратных потерь в диапазоне от минус 50 до минус 14 дБ;
- $\pm 1$  дБ для значений обратных потерь в диапазоне от минус 65 до минус 50 дБ.

## **8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ**

**8.1** Результаты поверки оформляются протоколом поверки, рекомендуемая форма такого протокола приведена в Приложении А.

**8.2** При положительном результате поверки выдается свидетельство о поверке в соответствии с ТКП 8.003-2011, наносится оттиск поверительного клейма и делается отметка в руководстве по эксплуатации.

**8.3** При отрицательных результатах поверки прибора ИТ-LTS выписывается Заключение о непригодности в соответствии с ТКП 8.003-2011 с указанием причин несоответствия. При этом оттиск поверительного клейма подлежит погашению, а свидетельство о поверке аннулируется.

Приложение А  
(рекомендуемое)

ПРОТОКОЛ № \_\_\_\_\_

поверки \_\_\_\_\_  
наименование, тип/модификация СИ, заводской номер

Наименование организации заказчика \_\_\_\_\_

Наименование лаборатории, проводившей поверку \_\_\_\_\_

Дата проведения: \_\_\_\_\_  
начало - окончание

Условия проведения поверки  
- температура окружающей среды °С;  
- относительная влажность воздуха %;  
- атмосферное давление кПа

Эталонное оборудование \_\_\_\_\_  
наименование, тип/модификация, заводской номер

Методика поверки \_\_\_\_\_

1 Внешний осмотр \_\_\_\_\_

2 Опробование \_\_\_\_\_

3 Определение метрологических характеристик

3.1 Определение относительной погрешности измерения оптической мощности на длинах волн калибровки (градуировки)

Длина волны \_\_\_\_\_ нм

№	Измеренная мощность		Относительная разность, %	Среднее арифметическое значение относительной разности, %	СКО, %	Границы относительной погрешности, %	Пределы допускаемой относительной погрешности, %
	OT-2-3A	Прибор ИТ-LTS					
1							
2							
3							
4							
5							
Границы относительной погрешности в диапазоне мощности, %							Пределы допускаемой относительной погрешности, %



### 3.2 Определение относительной погрешности измерения относительных уровней оптической мощности на длинах волн калибровки

Длина волны \_\_\_\_\_ нм

Границы относительной погрешности, %	Пределы допускаемой относительной погрешности, %

### 3.3 Определение уровня мощности источника оптического излучения

Длина волны \_\_\_\_\_ нм

№	Уровень мощности, дБм	Среднее арифметическое значение, дБм	Допускаемое значение, дБм, не менее
1			
2			
3			

### 3.4 Определение нестабильности уровня мощности источника оптического излучения

Длина волны \_\_\_\_\_ нм

№	Уровень мощности, дБм	Нестабильность, дБ	Допускаемое значение, дБ, не более
1			
2			
3			
4			
5			

### 3.5 Определение абсолютной погрешности измерения обратных потерь

Длина волны \_\_\_\_\_ нм

№	Значение обратных потерь, дБ					
	Кабель оптический калибровочный	Прибор ИТ-LTS				
	Измерено	Измерено	Среднее арифметическое значение	СКО	Границы абсолютной погрешности	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
1						
2						
3						
4						
5						

Вывод

Свидетельство о поверке/  
заключение о несоответствии

Дата

Поверитель \_\_\_\_\_ ( )

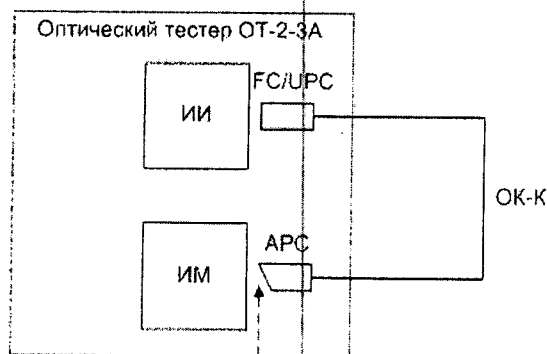
## Приложение Б

### Определение обратных потерь кабеля оптического калибровочного

Определение обратных потерь кабеля оптического калибровочного проводят на длинах волн 1310 нм, 1490 нм, 1550 нм и 1625 нм с использованием оптического тестера ОТ-2-3А и оптического разветвителя.

Определение обратных потерь производят следующим образом.

а) Собирают схему согласно рисунку Б.1, включают источник излучения оптического тестера ОТ-2-3А и измеряют оптическую мощность  $P_0$ , Вт, на выходе разъема типа \*/APC кабеля оптического калибровочного ОК-К.



Уровень мощности  $P_0$

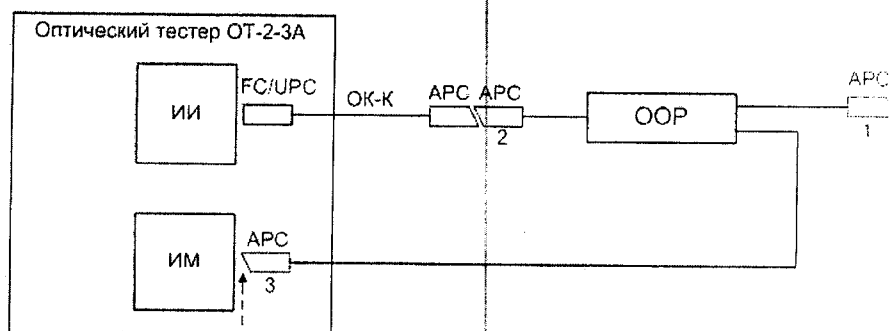
ИИ – источники излучения оптического тестера ОТ-2-3А, ИМ – измеритель оптической мощности оптического тестера ОТ-2-3А,

ОК-К – кабель оптический калибровочный с выходным разъемом FC/UPC;

APC – оптический разъем со скошенным торцом (например, FC/APC);

Рисунок Б.1

б) Собирают схему согласно рисунку Б.2 и измеряют оптическую мощность  $P_1$ , Вт, на выводе 3 оптического разветвителя.



Уровень мощности  $P_1$

ИИ – источники излучения оптического тестера ОТ-2-3А, ИМ – измеритель оптической мощности оптического тестера ОТ-2-3А,

ОК-К – кабель оптический калибровочный с выходным разъемом FC/UPC;

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

ООР – оптический разветвитель

Рисунок Б.2

в) Отсоединяют вывод 2 оптического разветвителя от ОК-К и присоединяют его вновь; повторяют указанное действие четыре раза, фиксируя каждый раз показания ИМ.

г) При каждом измерении рассчитывают значение затухания  $\alpha_{23,i}$ , дБ, между выводами 2 и 3 оптического разветвителя, среднее значение затухания  $\overline{\alpha_{23}}$ , дБ, и среднее квадратическое отклонение  $S_{23}$ , дБ, по формулам

$$\alpha_{23,i} = 10 \cdot \log \left( \frac{P_0}{P_{li}} \right) \quad (\text{Б.1})$$

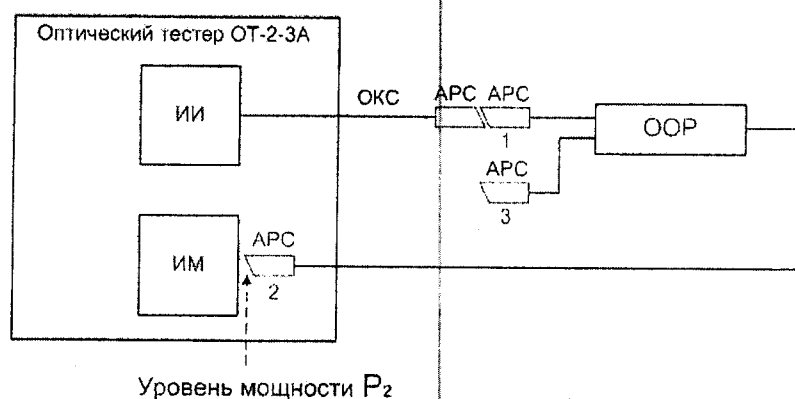
$$\overline{\alpha_{23}} = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 \alpha_{23,i} \quad (\text{Б.2})$$

$$S_{23} = \sqrt{\frac{1}{5 \cdot 4} \sum_{i=1}^5 (\alpha_{23,i} - \overline{\alpha_{23}})^2} \quad (\text{Б.3})$$

где  $P_{li}$  – мощность на выводе 3 оптического разветвителя при  $i$ -ом наблюдении, дБм;  
 $i$  – номер наблюдения.

д) Отсоединяют кабель оптический калибровочный от оптического разветвителя и используя оптический кабель соединительный ОКС, собирают схему согласно рисунку Б.3.

Измеряют оптическую мощность  $P_2$ , Вт, на выводе 2 оптического разветвителя.



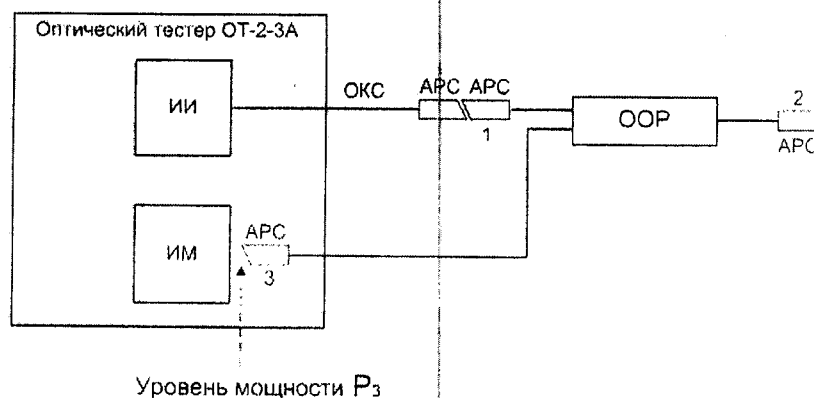
ИИ – источники излучения оптического тестера ОТ-2-3А, ИМ – измеритель оптической мощности оптического тестера ОТ-2-3А, ОКС – оптический кабель соединительный.

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

ООР – оптический разветвитель

Рисунок Б.3

е) Не нарушая соединения ОКС с источником излучения оптического тестера ОТ-2-3А и с выводом 1 оптического разветвителя, собирают схему согласно рисунку Б.4 и измеряют оптическую мощность  $P_3$ , Вт, на выводе 3 оптического разветвителя.



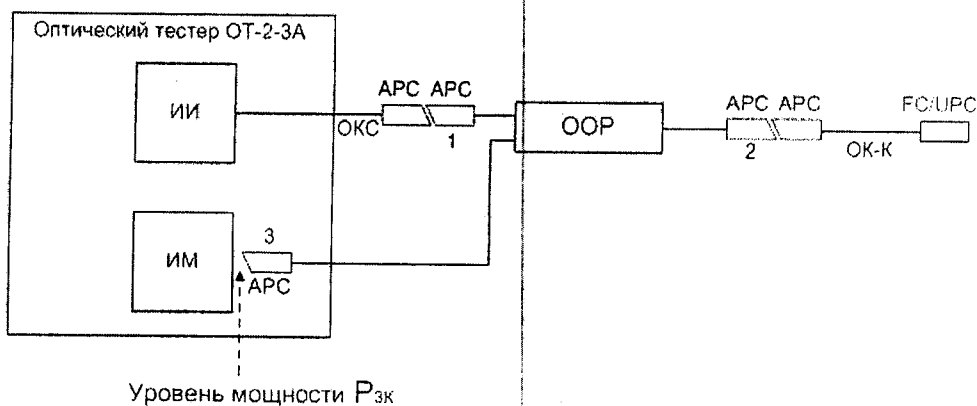
ИИ – источники излучения оптического тестера ОТ-2-3А, ИМ – измеритель оптической мощности оптического тестера ОТ-2-3А, ОКС – оптический кабель соединительный;  
APC – оптические разъемы со скошенным торцом (например, FC/APC),  
ООР – оптический разветвитель

Рисунок Б.4

ж) Рассчитывают значение выражения  $10 \cdot \log(P_2 / P_3)$ . Оно должно быть больше 65 дБ.

Если  $10 \cdot \log(P_2 / P_3) < 65$  дБ, необходимо очистить оптические разъемы оптических соединительных кабелей и оптического разветвителя и повторить действия по перечислениям а) - е).

з) К выводу 2 оптического разветвителя подключают кабель оптический калибровочный согласно рисунку Б.5 и измеряют оптическую мощность  $P_{ЗК}$ , Вт, на выводе 3 оптического разветвителя.



ИИ – источники излучения оптического тестера ОТ-2-3А, ИМ – измеритель оптической мощности оптического тестера ОТ-2-3А, ОКС – оптический кабель соединительный  
ООР – оптический разветвитель, APC – оптические разъемы со скошенным торцом (например, FC/APC), ОК-К – кабель оптический калибровочный с выходным разъемом FC/UPC,

Рисунок Б.5

и) Отсоединяют кабель оптический калибровочный от вывода 2 оптического разветвителя и присоединяют его вновь; повторяют указанное действие четыре раза. После каждого присоединения фиксируют значение оптической мощности на выводе 3 оптического разветвителя.

к) При каждом измерении рассчитывают значение обратных потерь кабеля оптического калибровочного  $R_{0i}$ , дБ, среднее значение  $\overline{R}_0$ , дБ, и среднее квадратическое отклонение  $S_{R_0}$ , дБ, по формулам

$$R_{0i} = 10 \cdot \log \left( \frac{P_{3K,i} - P_3}{P_2} \right) + \overline{\alpha}_{23} \quad (\text{Б.4})$$

$$\overline{R}_0 = \frac{1}{5} \cdot \sum_{i=1}^5 R_{0i} \quad (\text{Б.5})$$

$$S_{R_0} = \sqrt{\frac{1}{5 \cdot 4} \sum_{i=1}^5 (R_{0i} - \overline{R}_0)^2} \quad (\text{Б.6})$$

где  $P_{3K,i}$  – мощность на выходе 3 оптического разветвителя при  $i$ -ом присоединении кабеля оптического калибровочного, Вт;

$i$  – номер наблюдения;

л) Рассчитывают погрешность измерения обратных потерь кабеля оптического калибровочного,  $\Delta R_0$ , дБ, по формуле

$$\Delta R_0 = 2 \sqrt{S_{23}^2 + S_{R_0}^2 + \frac{(\theta'_{00})^2}{3}} \quad (\text{Б.7})$$

где  $\theta'_{00} = 10 \lg(1 + \theta_{00}/100)$  – предел допускаемой относительной погрешности измерения относительных уровней мощности оптического тестера ОТ-2-3А, дБ.