

УДК 53.089.6(083.74)(476)

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ ОПТИЧЕСКОГО ТЕСТЕРА ОТ-2-8

Орехов А.К., магистрант гр.267041

Ковалев Д.В., магистрант гр.267041

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Белошицкий А.П. – кандидат технических наук, доцент

Аннотация. Статья посвящена разработке методики поверки оптического тестера ОТ-2-8. Приводятся метрологические характеристики поверяемого прибора и выбранных эталонных средств поверки, схемы поверки и значения поверяемых точек, а также алгоритмы обработки результатов измерений.

Ключевые слова. Поверка, методика, оптический тестер.

Для достижения требуемых параметров передачи волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) и их высоких эксплуатационных качеств большую роль имеет метрологическое обеспечение (МО) строительства и технической эксплуатации ВОЛС. Одной из важных задач МО является контроль метрологических характеристик (МХ) используемых измерительных приборов. На разных стадиях жизненного цикла приборов этот контроль осуществляется при проведении государственных испытаний, поверки, калибровки и метрологической экспертизы. Эти работы по метрологической оценке выполняются с использованием специально разработанных научно-обоснованных методик.

В статье рассматривается разработанная методика поверки (МП) оптического тестера ОТ-2-8. МП разработана в соответствии с требованиями [1].

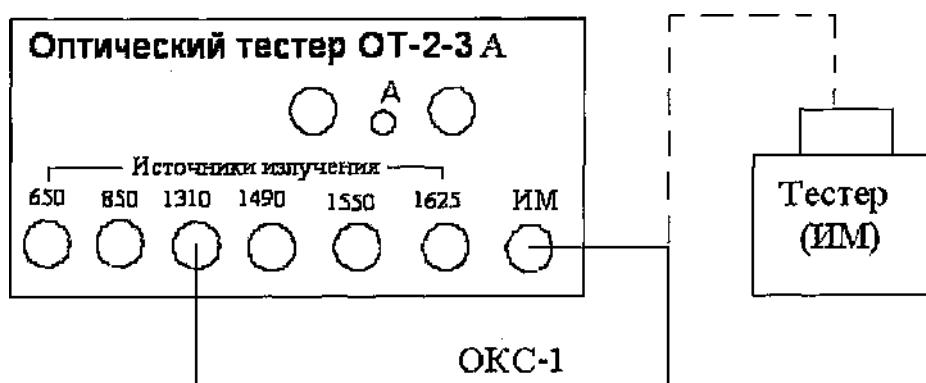
Оптический тестер предназначен для измерения мощности оптического излучения в оптических волокнах (ОВ), затухания в ОВ и их соединениях, а также для генерации стабилизированного оптического излучения [2]

При поверке оптического тестера ОТ-2-8 определяются его следующие МХ:

- определение относительной погрешности измерения мощности оптического излучения;
- определение относительной погрешности измерения относительных уровней мощности оптического излучения;
- определение мощности источника оптического излучения;
- определение нестабильности мощности источника оптического излучения;

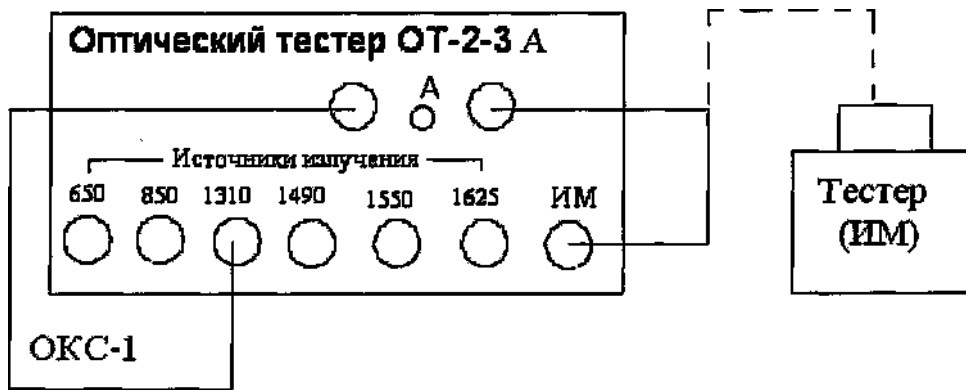
Для определения этих МХ был выбран эталонный оптический тестер ОТ-2-3А имеющий следующие характеристики [3]: диапазон измерения мощности оптического излучения от плюс 3 до минус 65 дБм; пределы допускаемой относительной погрешности измерения мощности оптического излучения +3% на длинах волн калибровки 1310 нм, 1490 нм, 1550 нм, 1625 нм; $\pm 5\%$ на длине волны 850 нм; $\pm 7\%$ на длине волны 650 нм.

Для определения МХ поверяемого тестера используются схемы поверки, представленные на рисунках 1,2,3.



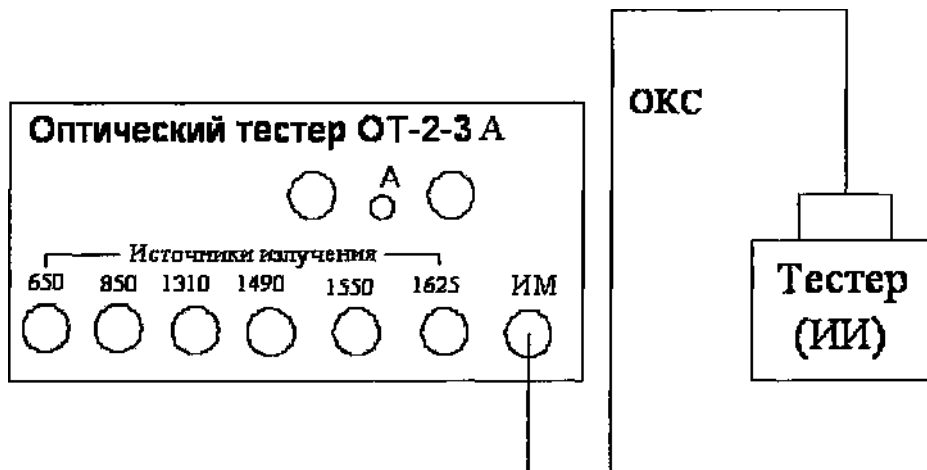
ИМ – поверяемый измеритель мощности, ОКС-1 - кабель оптический соединительный

Рисунок 1 - Схема соединения приборов при определении погрешности измерения опорного уровня мощности 1 мВт



ИМ – поверяемый измеритель мощности, ОКС-1 - кабель оптический соединительный, ОКС-2 - кабель оптический соединительный

Рисунок 2 - Схема соединения приборов при определении погрешности измерения мощности и относительных уровней мощности оптического излучения



ИИ – источник излучения поверяемого тестера

Рисунок 3 - Схема соединения приборов при определении мощности и нестабильности мощности источника мощности излучения тестера от-2-8

Определение МХ поверяемого тестера.

1. Определение относительной погрешности измерения для опорного уровня оптического излучения 1 мВт на длинах волн калибровки проводят согласно схемы рисунка 1, а для других уровней мощности - рисунка 2.

Для длины волны 650 нм погрешность определяют при значениях мощности: 1 мВт, 100 мкВт.

Для длины волны 850 нм погрешность определяют при значениях мощности: 1 мВт, 2 мВт, 1 мкВт, 1 нВт.

Для длины волны 1310 нм погрешность определяют при значениях мощности: 1 мВт, 5 мВт, 1 мкВт, 0,1 нВт, 10 нВт.

Для длины волны 1550 нм погрешность определяют при значениях мощности: 1 мВт, 1 мкВт, 0,1 нВт.

Для длины волны 1490 нм и 1625 нм погрешность определяют при значениях мощности: 1 мВт, 1 мкВт, 0,1 нВт.

Для каждой длины волны и значения мощности измерения проводят не менее пяти раз.

Обработка результатов измерений при определении погрешности измерений мощности для каждой длины волны калибровки проводится по следующему алгоритму.

Рассчитывают среднее значение мощности, измеренное поверяемым тестером при j -ом значении мощности:

$$P_{nj} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_{nji} , \quad (1)$$

где P_{nji} - мощность измерения поверяемым тестером; i - номер измерения при j - ом значении мощности; n - число измерений при j - ом значении мощности.

Рассчитывают среднеквадратическое отклонение результата измерений:

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n V^2} , \quad (2)$$

где $V_{ji} = P_{nji} - P_{эji}$,

$P_{эji}$ - мощность измеренная эталонным тестером.

Рассчитывают относительную погрешность измерения мощности оптического излучения на длине волны калибровки (в процентах) по формуле:

$$\delta = 2\sqrt{(\delta_n^2 + \delta_э^2)/3 - S^2} , \quad (3)$$

где $\delta_n = \max \left| \frac{V_{ij}}{P_{эij}} \cdot 100 \right|$,

$\delta_э$ - предел допускаемой относительной погрешности измерения мощности эталонного тестера;

$$S = \max \frac{\sigma_j}{P_{эj}} \cdot 100$$

Определяют относительную погрешность измерения мощности на длине волны калибровки в децибелах по формуле:

$$\delta' = 10 \lg \left(1 + \frac{\delta}{100} \right) [\text{дБ}] , \quad (4)$$

Результаты поверки считают удовлетворительными, если значения относительной погрешности измерения мощности оптического излучения не превышают +12 % ($\pm 0,49$ дБ) на длине волны 650 нм, ± 8 % ($\pm 0,33$ дБ) на длине волны 850 нм и +5 % ($\pm 0,22$ дБ) на длинах волн 1310, 1490, 1550 и 1625 нм.

2. Относительную погрешность измерения относительных уровней мощности (в процентах) определяют по формуле:

$$\delta_{yp} = 2\sqrt{\frac{(\delta_1^2 - \delta^2)}{3} - S^2} , \quad (5)$$

где $\delta_1 = \max |\delta_{ncp} - \delta_{nj}|$

$$\delta_{ncp} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \delta_{nj}$$

где N - количество уровней мощности, при которых проводилось сличение показаний поверяемого и эталонного тестеров.

$\delta_{0э}$ - предел допускаемой относительной погрешности измерений относительных уровней мощности эталонного тестера.

Относительную погрешность измерения относительных уровней мощности (в децибелах) определяют по формуле:

$$\delta'_{yp} = 10 \lg \left(1 + \frac{\delta_{yp}}{100} \right) , \quad (6)$$

Результаты поверки считают удовлетворительными, если значения относительной погрешности измерения относительных уровней мощности оптического излучения не превышают $\pm 6\%$ ($+0,25$ дБ) на длине волны 650 нм, $\pm 4\%$ ($\pm 0,17$ дБ) на длине волны 850 нм и $\pm 2,5\%$ ($\pm 0,11$ дБ) на длинах волн 1310, 1490, 1550 и 1625 нм.

3. Определение мощности источника мощности излучения поверяемого тестера.

Поверяемый и эталонный приборы соединяют согласно схемы рисунка 3. На эталонном тестере ОТ-2-3А устанавливают длину волны измеряемого оптического излучения, равную длине волны источника оптического излучения поверяемого тестера. Подают оптическое излучение от поверяемого тестера на вход измерителя мощности оптического тестера ОТ-2-3А, подсоединив ОКС, и измеряют мощность оптического излучения. Повторяют измерение еще два раза, отсоединяя ОКС и вновь присоединяя его к источнику излучения поверяемого тестера. Мощность источника оптического излучения P в дБм на выходе ОКС определяют по формуле:

$$P = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 P_i \quad (7)$$

где i - номер измерения.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если измеренное значение мощности источника излучения для всех длин волн излучения поверяемого тестера имеет значение не менее 4 дБм.

4. Определение нестабильности мощности источника оптического излучения поверяемого тестера.

Поверяемый и эталонный приборы соединяют согласно схемы рисунка 3. На эталонном тестере ОТ-2-3А устанавливают длину волны измеряемого оптического излучения, равную длине волны источника оптического излучения поверяемого тестера. Подают оптическое излучение от поверяемого тестера с помощью ОКС на вход измерителя мощности оптического тестера ОТ-2-3А. Измеряют мощность оптического излучения. Снимают показания измерителя мощности оптического тестера ОТ-2-3А в течении 15 минут с интервалом в 1 минуту. Нестабильность мощности источника излучения тестера R в дБм рассчитывают по формуле:

$$R = 10 \lg \left(1 + 2 \cdot \frac{P_{max} - P_{min}}{P_{max} + P_{min}} \right), \quad (8)$$

где P_{max} и P_{min} - максимальное и минимальное значение мощности оптического излучения, мкВт.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если измеренное значение нестабильности не превышает $\pm 0,05$ дБ, а для модификаций тестера ОТ-2-8 для одномодового ОВ не превышает $\pm 0,03$ дБ.

Список использованной литературы:

1. *Постановления Госстандарта №40 от 21.04.2021г. " Об осуществлении метрологической оценки в виде работ по государственной поверки средств измерений."*
2. *Руководство по эксплуатации оптического тестера ОТ- 2-8.*
3. *Руководство по эксплуатации оптического тестера ОТ- 2-3А.*