

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕТОДОВ УСРЕДНЕНИЯ РЕФЛЕКТОГРАММ НА ТОЧНОСТЬ РЕФЛЕКТОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Куничкин Д.П. (Университет ИТМО), Плотников М.Ю. (Университет ИТМО),
Ушанов С.А. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – доцент, кандидат технических наук, Плотников М.Ю.
(Университет ИТМО)

Введение. Оптические рефлектометры (Optical Time Domain Reflectometer - OTDR) широко применяются в области связи для оценки затухания сигнала в волоконно-оптических линиях связи (ВОЛС). Основной принцип работы таких рефлектометров основан на измерении уровня обратного релеевского рассеяния, индуцированного с помощью мощного оптического импульса, запускаемого в исследуемое оптическое волокно [1][2]. Оптические рефлектометры позволяют оценивать не только общий уровень оптических потерь в линии, но и пространственное распределение оптических неоднородностей с заданным разрешением. Создание одномодового волокна с низким коэффициентом потерь и эрбиевых усилителей позволило значительно увеличить длину пролета в ВОЛС. Это привело к ужесточению требований к рефлектометрам в части дальности их работы и замедлило процесс получения рефлектограмм на длинных линиях. Дальность работы современных рефлектометров должна составлять более 100 км. Одним из вариантов увеличения чувствительности и дальности работы рефлектометра стало смешивание слабого принятого рассеянного сигнала с большим оптическим опорным сигналом (локальный генератор, ЛГ) [3]. Такой подход называют когерентной рефлектометрией, он существенно снижает требования по чувствительности, предъявляемые к фотоприемнику, и, кроме того, в качестве ЛГ можно использовать стабильное излучение от мощного оптического источника, что снижает требования к частотной стабилизации сигнала ЛГ.

Основная часть. Результатом работы рефлектометра является рефлектограмма, представляющая собой усредненное множество одиночных рефлектограмм и отображающая зависимость мощности обратного релеевского рассеяния от длины исследуемого волокна. Усреднение рефлектограмм позволяет повысить точность измерения уровня обратного релеевского рассеяния. Повышение эффективности усреднения рефлектограмм, которое заключается в снижении разброса значений уровней релеевского рассеяния на рефлектограмме, также может позволить сократить время измерения. С целью исследования данного вопроса была реализована математическая модель работы когерентного рефлектометра в среде MATLAB.

В ходе моделирования для исследования методов усреднения генерировался массив одиночных рефлектограмм с различными фазами и амплитудами интерференционных сигналов. Далее полученный массив рефлектограмм усреднялся с использованием различных методов. Первый метод усреднения рефлектограмм заключался в усреднении отсчетов с разных рефлектограмм, соответствующих одному и тому месту (центру рассеяния) в оптическом волокне. Второй метод усреднения рефлектограмм предполагал сначала осуществление пространственного усреднения рефлектограмм вдоль нескольких центров рассеяния, а затем их стандартное усреднение. Для сравнения эффективности методов усреднения между собой из итоговой рефлектограммы вычитались потери в линии и рассчитывался среднеквадратический разброс ее значений.

Выводы. Исследовано несколько методов усреднения рефлектограмм. В качестве базового метода для сравнения был выбран метод простого арифметического усреднения. По сравнению с базовым методом показали лучшие результаты методы пространственного оконного усреднения, эффективность которых тем выше, чем больше окно усреднения.

Список использованных источников:

1. Y. Koyanada and H. Nakamoto, “High performance single mode OTDR using coherent detection and fiber amplifiers,” *Electron. Lett.*, vol. 26, pp. 573–574, 1990.
2. M. K. Barnoski, M. D. Rourke, S. M. Jensen, and R. T. Melville, “Optical time domain reflectometer,” *Appl. Opt.*, vol. 46, pp. 2375–2380, 1977.
3. А. В. Листвин, В. Н. Листвин РЕФЛЕКТОМЕТРИЯ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН Л63 – М.: ЛЕСАРарт, 2005.

Куничкин Д.П. (автор)

Ушанов С.А. (автор)

Плотников М.Ю. (научный руководитель)