

КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОПТИЧЕСКИХ КАНАЛОВ КОГЕРЕНТНЫХ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ

Педяш В.В.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Балашов В.А.
Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова, Украина
E-mail: vpedyash@gmail.com

Аннотация — Рассмотрено влияние основных типов искажений оптических волокон на качественные характеристики оптических каналов волоконно-оптических систем передачи с ортогональным частотным мультиплексированием. Проведено сравнение мощностей шумов четырехволнового смешения и усиленного спонтанного излучения усилителя.

1. Введение

Волоконно-оптические системы передачи (ВОСП) со спектральным разделением каналов успешно используются для построения транспортных сетей более десяти лет. В настоящее время задача повышения спектральной эффективности оптических каналов достигается путем применения ортогонального частотного мультиплексирования (OFDM).

В докладе проводится сравнение мощности шумов, возникающих при прохождении сигналом линейного тракта когерентной ВОСП.

2. Основная часть

Основными причинами понижения качества сигнала OFDM являются линейные (дисперсионные) и нелинейные искажения оптических волокон (ОВ), а также шумы усиленного спонтанного излучения линейных оптических усилителей. Использование цифровой обработки в передатчике и приемнике оптического сигнала позволяет минимизировать влияние фазовой самомодуляции. Линейные искажения минимизируются благодаря использованию OFDM модуляции с малым частотным интервалом между несущими подканалов. Поэтому одними из основных причин деградации параметров качества оптического сигнала когерентных ВОСП OFDM остаются межканальные влияния, порожденные нелинейным эффектом четырехволнового смешения (ЧВС), а также шумы усиленного спонтанного излучения усилителей.

Мощность помехи ЧВС рассчитывается по формуле [1]

$$P_{ijk}(f_i, f_j, f_k) = \frac{\eta}{9} D^2 \gamma^2 P_i P_j P_k e^{-\alpha L} \left\{ \frac{(1 - e^{-\alpha L})^2}{\alpha^2} \right\}, \quad (1)$$

где P_i , P_j и P_k — мощности входных канальных сигналов на частотах f_i , f_j и f_k соответственно; η — эффективность ЧВС; D — коэффициент вырожденности ($D=3$ при $i=j$ и $D=6$ при $i \neq j$); α — коэффициент затухания ОВ; L — длина отрезка ОВ.

В работе [2] приводится упрощенная методика расчета мощности помехи ЧВС для сигнала OFDM, предполагающая использование значения эффективности ЧВС $\eta=1$ вследствие незначительности межчастотного интервала между несущими подканалов. В настоящий момент системы со спектральным разделением каналов (СРК) позволяют организовать оптические каналы с шириной от 12,5 ГГц до 100 ГГц, поэтому необходимо определить область применимости вышеуказанной упрощенной методики расчета помехи ЧВС.

Расчет выполнялся для оптических волокон типа *Corning SMF-28* и *Corning LEAF*. Для каждого из них рассчитывались параметры всех комбинационных

продуктов ЧВС. Зависимость среднего значения эффективности ЧВС от интервала между несущими приведена на рис. 1.

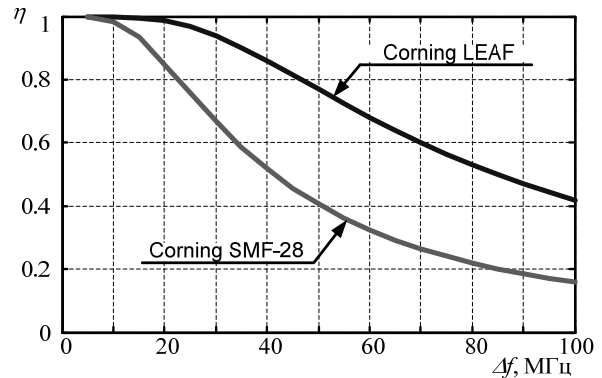


Рис. 1

3. Заключение

Проведенное исследование показало, что использование упрощенной методики расчета мощности продуктов ЧВС применимо для интервалов между несущими порядка (10 ... 20) МГц, что соответствует ширине оптического канала (12,5 ... 25) ГГц. В других случаях усредненная эффективность ЧВС значительно меньше единицы и необходим расчет по стандартной методике. Также было установлено, что суммарная мощность помехи ЧВС для сигнала OFDM может превышать мощность шумов усиленного спонтанного излучения усилителя более чем в 10 раз.

4. Список литературы

- [1] Tkach R.W. Four-photon mixing and high-speed WDM systems / R.W. Tkach, A.R. Chraplyvy; F. Forghieri, A.H. Gnauck, R.M. Derosier // Journal Lightwave. Technol. — 1995. — Vol. 13, № 5. — P. 841 — 849.
- [2] Lowery A.J. Calculation of power limit due to fiber nonlinearity in optical OFDM systems / A.J. Lowery, S. Wang // Opt. Express. — 2007. — Vol. 15, № 20. — P. 13282 — 13287.

QUALITY CHARACTERISTICS OF OPTICAL CHANNELS OF COHERENT FIBER OPTIC TRANSMISSION SYSTEMS

Pedyash V.V.

Scientific adviser: Balashov V.A.
Odessa National Academy of Telecommunications
named after O.S. Popov, Ukraine

Abstract — The influence of the main types of optical fiber distortions on quality characteristics of optical channels of fiber optic transmission systems with orthogonal frequency division multiplexing is considered. The noise power of four-wave mixing is compared with the power of an amplified spontaneous emission of amplifier are compared.