

КОМПЕНСАЦИЯ ДИСПЕРСИИ ОПТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ СПИРАЛЬНЫХ ОДНОМОДОВЫХ ВОЛОКОН

Багачук Д.Г.

Научный руководитель: канд. техн. наук, проф. Макаров Т.В.
Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова, Украина
E-mail: vols@onat.edu.ua

Аннотация — Рассмотрена потенциальная возможность компенсации хроматической и поляризационной дисперсий импульсных сигналов на основе спиральных оптических одномодовых волокон (ОМОВ).

1. Введение

С внедрением оптических усилителей все более актуальной становится задача компенсации дисперсии на усилительных и регенерационных участках. К настоящему времени разработано значительное количество методов и устройств компенсации дисперсии, которые наряду с компенсацией дисперсии дополнительно искажают импульсы за счет вносимых ими потерь, поляризационной дисперсии, нелинейных эффектов и т.д. В докладе рассмотрена возможность компенсации дисперсии на основе анизотропии СОМОВ, а также приведены результаты расчета величин хроматической и поляризационной дисперсий в таких волокнах.

2. Основная часть

В поперечных сечениях регулярно спирально-изогнутых ОМОВ возникают устойчивые выделенные направления минимаксных значений диэлектрической проницаемости. Они определяют поляризацию распространяющихся взаимно-ортогональных волн в виде функций зависящих от параметра $A = p/4\pi R$, где p и R — шаг и радиус спирально изогнутой оси СОМОВ. Волну HE_{11} , электрическое поле которой в поперечном сечении СОМОВ сориентировано вдоль выделенных направлений минимаксных значений деформаций материала (сжатия или растяжения) будем называть необыкновенной (экстраординарной) и индексировать HE_{11}^e , или просто \bar{e} . Волну HE_{11}^o , пространственно ортогональную волне HE_{11}^e , будем называть обыкновенной (ординарной) и индексировать HE_{11}^o , или просто \bar{o} . Вследствие изгиба указанные волны перемещаются вдоль СОМОВ с различными фазовыми коэффициентами распространения

$$\beta_1^e(r, \varphi) = \beta_{10} \sqrt{\frac{\varepsilon^e(r, \varphi)}{\varepsilon(r)}}, \quad \beta_1^o(r, \varphi) = \beta_{10} \sqrt{\frac{\varepsilon^o(r, \varphi)}{\varepsilon(r)}},$$

где β_{10} — коэффициент распространения волны HE_{11} до изгиба ОМОВ; $\varepsilon^e(r, \varphi)$, $\varepsilon^o(r, \varphi)$ — функции диэлектрических проницаемостей для необыкновенной и обыкновенной основных волн соответственно в СОМОВ в плоскостях их поляризаций, $\varepsilon(r)$ — диэлектрическая проницаемость материала ОМОВ до изгиба.

Различие фазовых коэффициентов для e - и o -волн свидетельствует о различии хроматических дисперсий переносимых ими импульсных сигналов. Кроме этого, существует еще и поляризационная дисперсия, обусловленная различием группового времени их распространения. При строго когерент-

ной оптической несущей частоте поляризационная дисперсия сигналов, переносимых этими волнами, на единицу длины может быть определена как разность их групповых задержек (времени распространения) и записана в полярных координатах в форме

$$\Delta\tau_1 = \tau_1^e - \tau_1^o = \frac{\partial\beta_1^e}{\partial\omega} - \frac{\partial\beta_1^o}{\partial\omega} \approx \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial\omega} \left(\frac{\beta_{10}}{\varepsilon(r)} \right) \cdot \left[(vr - 2\alpha r) \cos\varphi + vr \sin\varphi + \alpha^2 r^2 \cos\varphi \right] \quad (1)$$

где $\cos\varphi = 1/\sqrt{1+A^2}$; $\sin\varphi = A/\sqrt{1+A^2}$;

$\alpha = \frac{1}{R(1+4A^2)}$, $v = \frac{2A}{R(1+4A^2)}$ — соответственно

кривизна и кручение оси ОМОВ. В дальнейшем обозначим $\left[(vr - 2\alpha r) \cos\varphi + vr \sin\varphi + \alpha^2 r^2 \cos\varphi \right] = B$.

Полную удельную по длине дисперсию импульсных сигналов в ОМОВ, уложенном в компенсатор дисперсии, можно представить как сумму хроматической дисперсии σ_{xp} в прямолинейном изотропном ОМОВ до изгиба его в спираль

$$\sigma_{xp} = \Delta\omega \frac{\partial^2}{\partial\omega^2} \left(\frac{\beta_{10}}{\varepsilon(r)} \right),$$

и прибавки $\Delta\sigma$, в соответствии с (1) обусловленной изгибом и кручением его при укладке в спираль

$$\sigma = \sigma_{xp} + \Delta\sigma = \Delta\omega \frac{\partial^2}{\partial\omega^2} \left(\frac{\beta_{10}}{\varepsilon(r)} \right) \left\{ 1 + \frac{1}{2} B \right\}. \quad (2)$$

3. Заключение

Таким образом, изменение хроматической и поляризационной дисперсий вместе взятых, вследствие спирального изгиба, могут приобретать в зависимости от кривизны и кручения СОМОВ положительные, отрицательные и нулевые значения, определяемые выражением B из формулы (2). Это можно использовать для создания компенсаторов дисперсии импульсных сигналов на основе СОМОВ.

DISPERSION COMPENSATION OF OPTICAL SIGNALS BASED ON SPIRAL SINGLE-MODE FIBERS

Bagachuk D.G.

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

Abstract — The potential possibility of a compensation of chromatic and polarize dispersions of pulse signals by helical single-mode fibers was shown.