

Принципы конструирования магистралей DWDM на основе активной строительной длины оптического кабеля

К.Е. Заславский

Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Новосибирск

*E-mail: zaslavskyke@mail.ru

DOI:10.31868/RFL2018.224-225

Волоконно-оптические магистрали с системами спектрального уплотнения (DWDM), содержащие усилители на ОБ с примесью эрбия (EDFA) широко применяются на сетях связи РФ. Однако, этим магистралям присущи следующие недостатки:

- так как пролёты длинные (более 100км), то и коэффициенты усиления усилителей велики, что приводит к значительным мощностям помех из-за спонтанного излучения,

- для достижения необходимой величины OSNR приходится выставлять значительный уровень передачи на выходе передатчика, что неизбежно увеличивает мощность нелинейных помех, возникающих в ОБ,

- с увеличением скорости передачи дистанция связи сокращается. В данной работе предлагается другой подход к конструированию магистрали, основанный на описании процесса распространения импульсов по ОБ уравнением Шредингера [1]:

$$idA/dz = -(i/2)\alpha A + (1/2)\beta_2(d^2A/dt^2) - \gamma/A^2 A \quad (1)$$

где A -медленно меняющаяся амплитуда огибающей электрического поля вдоль оси z , β_2 -дисперсия групповых скоростей, α -потери, γ - коэффициент нелинейности.

Уравнение (1) решается численными методами, например, Фурье-методом расщепления по физическим факторам (SSFM). При этом методе вся заданная дистанция связи разбивается на достаточно малые участки длиной h , и на каждом участке рассчитывается изменение формы импульса, вызванное потерями, дисперсией и нелинейными явлениями в ОБ.

Предлагается рассматривать строительную длину ОК как физическую реализацию участка длиной h . Обычно она достаточно мала. Например, при дистанции связи $l=600$ км, $h=6$ км. Для такой строительной длины уравнение (1) можно записать в виде:

$$-(dA/dz) = (M + T + G + N(h)), \quad (2)$$

где M -оператор, характеризующий действие дисперсии (β_2), и потерь (α), T, G -операторы, характеризующий действие компенсатора дисперсии и усилителя, соответственно, $N(h)$ –оператор, характеризующий нелинейность строительной длины ОБ.

Таким образом, в отличие от уравнения (1). уравнение (2) предполагает, что в строительной длине осуществляется компенсация дисперсии и потерь. Назовём такую строительную длину активной (АСТ).

Практически реализовать компенсатор дисперсии (КД) и оптический усилитель (ОУ), компенсирующий потери, можно в муфте, стыкующей АСТ. В качестве КД логично использовать волокно DCF (с отрицательной дисперсией), в качестве ОУ можно использовать либо EDFA, либо усилитель Рамана [2] (этот случай в данной работе не рассматривается). Предложена структурная схема соединений блоков в муфте, которая предусматривает разделение сигнала и накачки по длинам волн, независимые регулировки мощностей сигнала и дистанционной накачки, работу усилителя в линейном режиме, восстановление мощности сигнала на выходе муфты. Предложена конструкция магистрали, содержащая муфты оконечного усилителя, предусилителя и линейных усилителей. Для ввода-вывода сигнала и накачки в схемах передатчика и приёмника применяются стандартные мультиплексоры/демультиплексоры. Растёт OSNR показывает, что в предложенной конструкции нормативную вероятность ошибки в спектральном канале можно получить при более низких уровнях передачи сигнала, чем в существующих магистралях, что позволяет резко уменьшить влияние нелинейных помех на качество передачи информации.

Литература

- [1] Г.П. Агравал, Нелинейная волоконная оптика. М.: Мир, 324(1996)
- [2] G.P. Agrawal, Application of Nonlinear Fiber Optics, Academic, 508