

ЗАМЕНА ОБОРУДОВАНИЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ SDH НА WDM

Интенсивное внедрение WDM осуществляется двумя путями:

- путём строительства новых волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) и установки соответствующего оборудования, а также
- путём переоборудования уже существующих ВОЛС с SDH.

Во втором случае приходится иметь дело с оптическими волокнами (ОВ) волоконно-оптического кабеля, не рассчитанными на особенности технологии WDM, в которой приходится учитывать нелинейные эффекты этого ОВ [1, 2]. Это обстоятельство, а также использование оптических усилителей, ограничивает допустимое количество оптических каналов $N_{ок}$ и количество усилительных участков (пролётов) $n_{уч}$.

Цель работы дать оценку допустимого количества оптических каналов и оптических усилительных участков при замене оборудования SDH на WDM.

Для этого предлагается определить запас по защищённости **NМ**

$$NМ = A_{ож} - A_{доп} ,$$

где $A_{ож}$ – ожидаемая защищённость, а $A_{доп}$ - допустимая защищённость на участке регенерации (секции), которая зависит от допустимой вероятности ошибки.

В соответствии с [3, 4]

$$A_{доп} = A_{доп-пик} + \Delta p_{пик-ш} + \Delta A_p .$$

Для однополярного двоичного сигнала (также как и для троичного сигнала)

$$A_{доп-пик} = 6 \text{ дБ} .$$

Для допустимой вероятности ошибки $p_{ош} = 10^{-12}$

$$\Delta p_{пик-ш} = 17 \text{ дБ} .$$

Мы не будем учитывать шумы регенератора ($\Delta A_p = 0$), так как эти и другие неучтённые шумы и нестабильности будут учитываться запасом **NМ**. Поэтому **Aдоп** = 23 дБ.

Ожидаемая защищённость

$$A_{ож} = 10 * \text{LOG}[1 / (10^{-0.1 A_{сш}} + 10^{-0.1 A_{нп}})] ,$$

где $A_{сш}$ – защищённость от *собственных* шумов на выходе последнего (худшего) на секции усилителя пролёта;

$A_{нп}$ – защищённость от *нелинейных* шумов на выходе последнего (худшего) на секции усилителя пролёта.

Можно показать, что

$$A_{сш} = \alpha (l_n - l_{уч}) + [(A_{доп} + \Delta p_{зап} + \Delta p_{пер1}) - 10 * \text{LOG}(n_{уч})] ,$$

где

$$\Delta p_{пер1} = p_w - 10 * \text{Lg}(N_{ок}) - p_s .$$

Здесь

p_w – уровень (дБ) группового многоканального WDM сигнала на входе усилительного участка;

p_s – уровень (дБ) сигнала одного оптического канала WDM на входе усилительного участка;

$\Delta p_{зап}$ – запас по защищённости, принятый при проектировании переоборудуемой ВОСП - SDH;

l_n и $l_{уч}$ – соответственно номинальная и фактическая длины участка регенерации переоборудуемой ВОСП - SDH;

α – коэффициент затухания ВОК;

$n_{уч}$ – количество усилительных участков (пролётов) на участке регенерации (секции);

$N_{ок}$ – количество оптических каналов.

Используя известную методику расчёта шумов в многоканальных системах передачи [5], можно показать, что

$$A_{нп} = A_{куч} - 20 * \text{Lg}(N_{ок}) - 2 * p_s .$$

Здесь $A_{куч}$ – слагаемое, зависящее от количества участков $n_{уч}$ и типа оптических волокон ОВ,

$$A_{\text{куч}} = \begin{cases} A_{\text{н10}} - 20 * \text{Lg}(n_{\text{уч}}) \text{ дБ} & (\text{для ВОК типа SMF}) \\ A_{\text{н1с}} - 10 * \text{Lg}(n_{\text{уч}}) \text{ дБ} & (\text{для ВОК типа DSF}), \end{cases}$$

где в соответствии с [6]

$$A_{\text{н10}} = 83 \text{ дБ}, \text{ а } A_{\text{н1с}} = 46 \text{ дБ}.$$

Видно, что NM является функцией количества оптических стволов Nок и числа усилительных участков $n_{\text{уч}}$.

Задаваясь приемлемым значением NM (порядка 10 дБ) можно найти связь между допустимыми значениями Nок и $n_{\text{уч}}$.

Литература

1. *Агравал Г.* Нелинейная волоконная оптика: Пер. с англ. – М.: Мир, 1996. – 232 с.
2. *Макаров Т.В.* Когерентные волоконно-оптические системы передачи. – Одесса: Друк, 2003. – 125 с.
3. *Брескин В.А.* Проектирование цифровых систем передачи. Одесса, ОЭИС, 1987. – 78 с.
4. *Брескин В.А., Бунчужная Т.С.* Цифровая система плеззиохронной иерархии. – Одесса: ОНАС им. А.С. Попова, 2003. – 49 с.
5. *Дальняя связь* / Под ред. А.М. Зингиренко. – М.: Связь, 1970. – 408 с.
6. *Заславский К.Е., Капустиенко Л.М.* Расчёт мощности помех, возникающих из-за четырёхволнового смешивания в каналах ВОСП- WDM // Электросвязь. – 2004. – № 10. – С.44-46.