

## **Аппаратные элементы технологии уплотнённого волнового мультиплексирования.**

Бунин А.О., Гончарова П.С.

Дальневосточный государственный университет путей сообщения, Хабаровск, e-mail: [bun\\_sasha@mail.ru](mailto:bun_sasha@mail.ru)

## **The hardware technology of the wavelength division multiplexing.**

Bunin A.O., Goncharova P.S.

Far Eastern State Transport University, Khabarovsk, e-mail: [bun\\_sasha@mail.ru](mailto:bun_sasha@mail.ru)

При проектировании оптических инфокоммуникационных систем инженер обязательно сталкивается с выбором нужного для этой системы оборудования. Если мы имеем дело с технологией спектрального уплотнения (волнового мультиплексирования, WDM), то нам следует позаботиться о выборе таких элементов как: мультиплексоры ввода-вывода (add-drop multiplexor, ADM), усилители сигнала, оборудование для обслуживаемых и необслуживаемых регенерационных пунктов.

Мультиплексор – основной элемент любой многоканальной системы связи. Мультиплексор – это устройство, позволяющее объединить несколько входных информационных каналов в один. В случае WDM мультиплексор объединяет несколько оптических сигналов в одно оптическое волокно используя разные длины волн в пределах одного окна прозрачности.

Классифицировать мультиплексоры можно по типу уплотнения. Существуют следующие типы спектрального уплотнения: CWDM, DWDM, HDWDM

Структуры, которые имеют частотный разнос каналов не меньше 20 нм, называются грубыми WDM (Coarse WDM - CWDM). В таких системах разделение несущих не требует особого подхода даже при применении традиционных методов оптической фильтрации (многослойные фильтры на тонких пленках).

Стандарт, описывающий технологию CWDM - ITU G.694.2. Он назначает интервал между каналами в 20 нм в диапазоне от 1270 до 1610 нм.

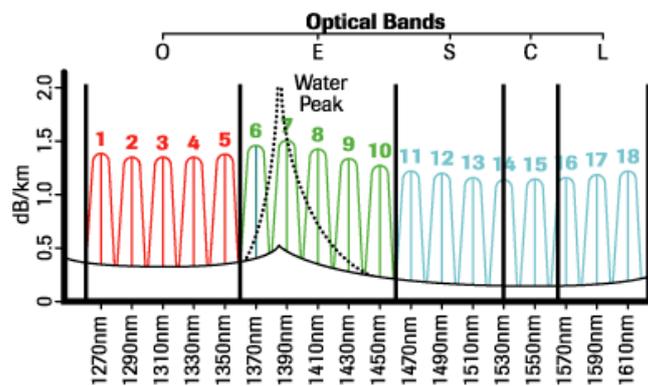


Рис. 1. Спектр сигнала CWDM

Недостатками данной технологиями являются малое количество возможных передаваемых каналов (максимум 18 согласно стандарту), несовместимость с большинством оптических усилителей из-за большого диапазона используемых длин волн. Преимущества: невысокая сложность оборудования, а значит меньшая его стоимость и менее высокие требования.

DWDM – это более плотное уплотнение. Оно обладает разносом каналов равное 0,8 нм, что соответствует примерно 100 ГГц. С их помощью можно мультиплексировать не более 32 каналов. Описан DWDM в стандарте ITU G.694.1.

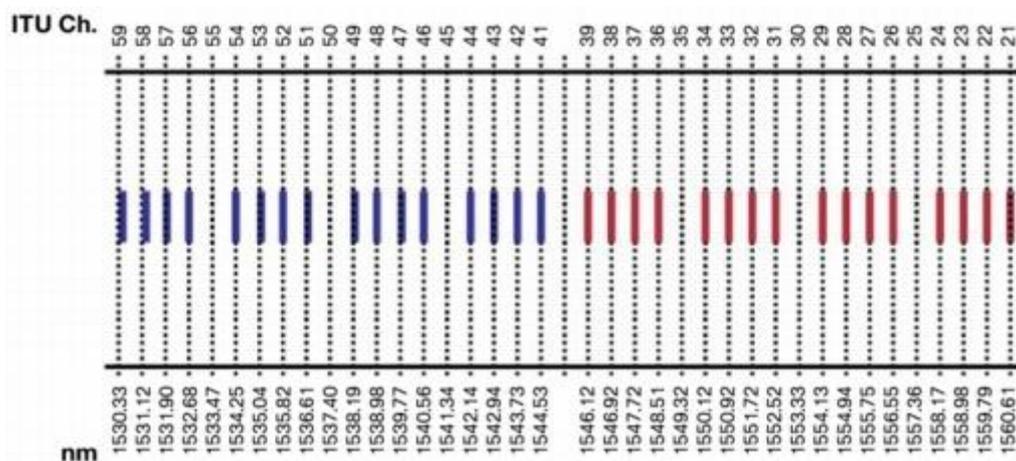


Рис. 2. Спектр сигнала DWDM

Этому виду в WDM предъявляются более высокие требования к компонентам, в сравнении с CWDM. Необходимы: определенная ширина спектра источника излучения, определенная температурная стабилизация источника излучения и т.д.

Преимуществом технологии является большое количество передаваемых каналов, а так же совместимость с большим количеством оптических усилителей, что позволяет значительно увеличить длину регенерационного участка. Из недостатков отметим высокую стоимость оборудования.

Высокоплотное мультиплексирование (HDWDM) представляет с собой похожую на DWDM схему, однако данная технология позволяет передавать 64 канала и более.

Важно отметить такой элемент системы WDM, как транспондер, который преобразует параметры входящего сигнала, в частности его длину волны, в нужную для дальнейшего мультиплексирования. Затем при демультимплексировании транспондер выполняет обратное преобразование. Как правило, данное устройство встроено в мультиплексор.

### wavelength-division multiplexing (WDM)

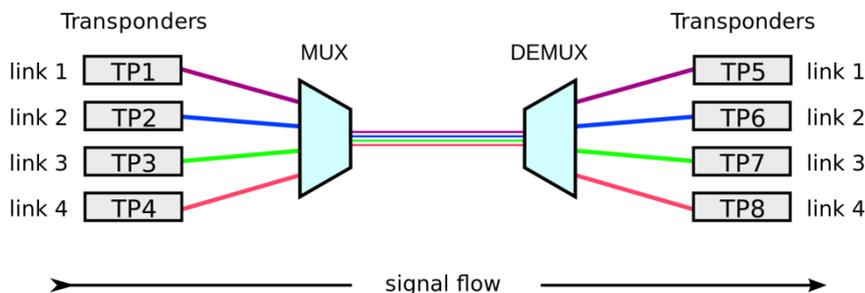


Рис. 3 Функциональная схема мультиплексора WDM

Рассмотрим основные типы усилителей оптического сигнала, применяемые в системах WDM.

Наиболее распространёнными являются EDFA-усилители. Принцип действия EDFA усилителя следующий: за счет легированного эрбием волокна (в стекло, фактически, примешивается данный редкоземельный элемент) и одного-двух лазеров накачки создается ситуация, когда частицы эрбия сначала резко и мощно возбуждаются, а затем переводятся в состояние покоя, тем самым высвобождая дополнительную энергию, которая усиливает световой поток, проходящий через данное волокно.

EDFA усилители бывают трёх типов: Мощные Усилители (Amplifier Booster), Линейные Усилители (Linear Amplifier) и Предварительные Усилители (Pre-Amplifier). Различаются они, в первую очередь, уровнями сигнала на входе.

Мощные Усилители (Amplifier Booster) – усилители, устанавливаемые непосредственно за передатчиком или аппаратурой уплотнения. Характеризуются относительно высокими параметрами мощности входного сигнала ((-10)дБм...(+10)дБм) и высокими параметрами мощности выходного сигнала ((+13)дБм...(+26)дБм). Некритичны к уровню шумов в линии.

Линейные Усилители (Linear Amplifier) – усилители, устанавливаемые на линии в качестве повторителей. Характеризуются средними параметрами мощности входного ((-20)дБм...(+3)дБм) и высокими параметрами мощности выходного ((+13)дБм...(+26)дБм) сигнала. Критичны к уровню шумов в линии.

Предварительные Усилители (Pre-Amplifier) – усилители, которые ставятся непосредственно перед приёмником или аппаратурой демультиплексирования. Характеризуются крайне низкими уровнями входного сигнала ((-30)дБм...(-5)дБм) и средними уровнями выходного сигнала ((-10)дБм...( +10)дБм). За счёт высокой чувствительности приёмника очень чувствительны и к шумам в линии.

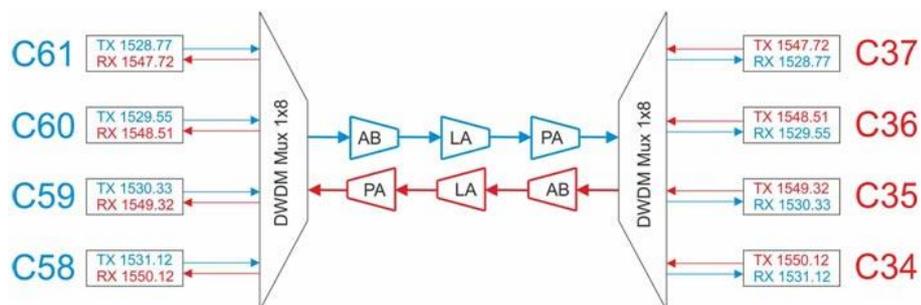


Рис. 4 Схема расположения усилителей в системе DWDM

Благодаря высокой протяжённости регенерационных участков линии в сетях WDM необходимость использования специальных регенераторов часто отсутствует, так как эту функцию выполняют мультиплексоры ввода-вывода (ADM).

Подведём итог. В данной статье мы рассмотрели основные аппаратные элементы технологии уплотнённого волнового мультиплексирования, их классификацию и характеристики. Правильный подбор оборудования при построении оптических сетей позволит снизить риск возникновения неисправностей в сети, облегчить обслуживание и модернизацию сети.

#### Список литературы:

1. Скляр Н.Н. Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи – М.: Радио и связь, 2003 – 468 с
2. Жирар А. Руководство по технологии и тестированию систем WDM / Пер. с англ. А.М. Бродниковского, Р.Р. Убайдуллаева; под ред. А.В. Шмалько. – М.: EXFO, 2001. – 560 с.
3. Магистральная оптическая система передачи DWDM OptiX BWS 1600G.
4. Техническое руководство. – China-Huawei – 2005
5. ITU-T Recommendation G.694. Spectral grids for WDM applications - Telecommunication standardization sector of ITU, 2012.