

## □□□□O-LINK :: Уплотнение CWDM и DWDM□□□□□

□Грубое спектральное мультиплексирование было впервые использовано в 1980-х годах для передачи цифрового видео сигнала по многомодовому оптическому волокну. Технология использовалась компанией Quante в окне 800 нм с четырьмя каналами, по 140 Мбит/с каждый. Данная технология главным образом применялась на кабельных телевизионных сетях. Однако, до настоящего времени эта технология не вызвала интереса.

В настоящее время CWDM становится очень востребованной в качестве транспортной архитектуры. В отличие от DWDM, системы, основанные на технологии CWDM развертываются на лазерах с распределенной обратной связью и широкополосных оптических фильтрах. Эти технологии обеспечивают ряд преимуществ для CWDM, таких как низкое рассеивание энергии, меньший размер и небольшая стоимость. Коммерческая выгода CWDM систем обеспечивает ей преимущество перед DWDM системами. Untitled DocumentCWDM и DWDM

Полоса пропускания волоконно-оптических линий может быть увеличена путем повышения скорости передачи данных или передачей на нескольких длинах волн внутри одного волокна. Такой метод известен как мультиплексирование по длине волн. Технология WDM подразумевает использование **мультиплексора** для объединения внутри одного волокна сигналов, передаваемых на разных длинах волн. На приемном конце **демультиплексор** разделяет волны и распределяет сигналы по различным волокнам, которые оканчиваются **обособленными приемниками** (рисунок 1). Интервалы между разными длинами волн передаваемыми по одному волокну определяют границы между технологиями CWDM и DWDM (таблица 2)



Рисунок 1. WDM мультиплексирование

В DWDM системах обычно используется один из трех возможных способов разделения:

-200 ГГц (1.6 нм)

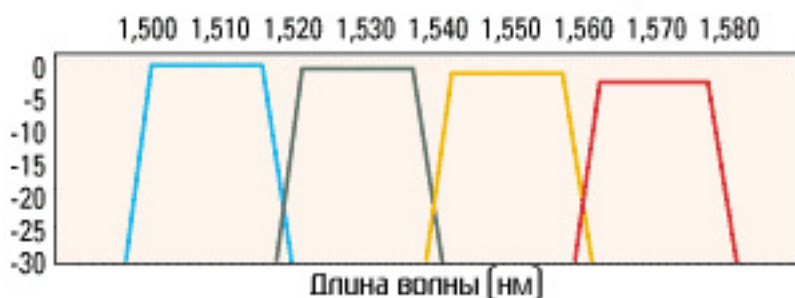
-100 ГГц (0.8 нм)

-50 ГГц (0.4 нм)

В будущем планируется обеспечить разделение с меньшим шагом. Длины волн, используемые DWDM системами определяются в соответствии со стандартами, разработанными Международным Союзом Электросвязи (ITU-T).

### Сравнение 4-х и 8-ми канального демультимплексирования

#### Типовые диапазоны для 4-х канального уплотнения



#### Типовые диапазоны для 8-ми канального уплотнения

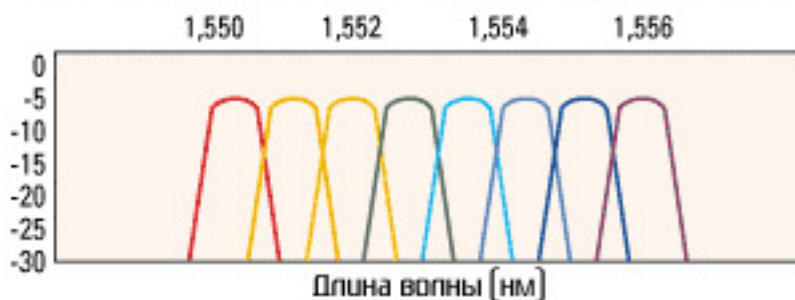


Рисунок 2. Сравнение 4-х и 8-ми канального демультимплексирования

Шаг между различными длинами волн в CWDM системах составляет обычно 20 нм, в то время как большинство DWDM систем использует шаг – 0,8 нм (100 ГГц).

Как в DWDM, так и в CWDM технологиях используются лазеры с распределенной обратной связью (DFB - инжекционный лазерный диод с отражательной брэгговской решеткой). DWDM системы требуют использования охлаждаемых DFB-лазеров. Причиной этого служит тот факт, что смещение длины волны полупроводникового лазера с ростом температуры составляет примерно 0,08 нм/0С. С целью стабилизации смещения длины волны производится охлаждение лазера. CWDM системы используют лазеры, которые не нуждаются в охлаждении. Эти системы обычно используются при температуре от 00 до 700 С с отклонением длины волны лазера от этого диапазона примерно на 6 нм. Это смещение длины волны складывается со смещением, вносимым самим лазером ( $\pm 3$  нм), в результате суммарное отклонение длин волн составляет  $\pm 12$  нм. Полоса пропускания оптических фильтров и разделение каналов лазера должны быть достаточны широкими, чтобы обеспечить (поддержат) колебание длин волн неохлажденного лазера в CWDM системах (рисунок 2.3). Разделение каналов в таких системах обычно составляет 20 нм с полосой пропускания канала 13 нм.

### Неохлаждаемый лазер с распределенной обратной связью (длина волны - 1,55 нм)

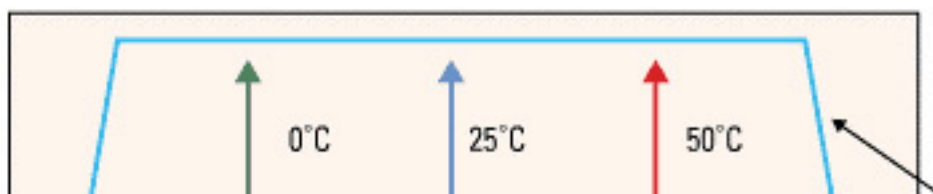


Рисунок 3. Неохлаждаемый лазер с распределенной обратной связью (длина волны – 1.55 нм)  
Уменьшение стоимости аппаратного обеспечения

Разницу в стоимости между CWDM и DWDM можно списать на эксплуатационные расходы и стоимость аппаратного обеспечения. Пока DWDM лазеры являются более дорогостоящими, чем CWDM; охлаждаемые DFB лазеры обеспечивают рентабельное решение для протяженных транспортных колец, требующих высокой производительности. С увеличением числа подключенных через DWDM систему клиентов, стоимость такой системы амортизируется. Сети доступа, с другой стороны, требуют меньших расходов и меньшую производительность систем для того, чтобы соответствовать требованиям рынка, основанным на готовности покупателя платить за предоставляемую полосу пропускания. Цены DWDM трансиверов обычно в 4 или 5 раз превышают CWDM аналоги. Стоимость DWDM трансивера определяется совокупностью факторов, связанных с лазером. Ключевым фактором является допустимое отклонение промышленной длины волны DWDM лазера в сравнении с CWDM. Обычно для DWDM лазера допускается отклонение в пределах  $\pm 0,1$  нм, тогда как для CWDM лазера  $\pm(2-3)$  нм. Этот факт тоже повышает стоимость DWDM лазеров относительно CWDM. К тому же, сама конструкция DWDM лазеров, имеющая резервуар для охлаждения (для температурной стабилизации) и треморрезистор, является более дорогостоящей, чем неохлаждаемый CWDM лазер. Разница в стоимости мультиплексоров и демultipлексоров в CWDM и DWDM способствует в целом тому, что предпочтение отдается CWDM. CWDM фильтры являются менее дорогими в изготовлении, чем DWDM фильтры, вследствие меньшего числа составляющих тонких пленок. Обычно используется примерно 150 пленок для изготовления 150 ГГц DWDM-фильтра, в то время как для 20 нм CWDM-фильтра – около 50. Результатом является общий рост производства CWDM-фильтров. В результате производство трехпортового CWDM устройства обойдется значительно дешевле, чем аналогичного DWDM устройства (рисунок 4).

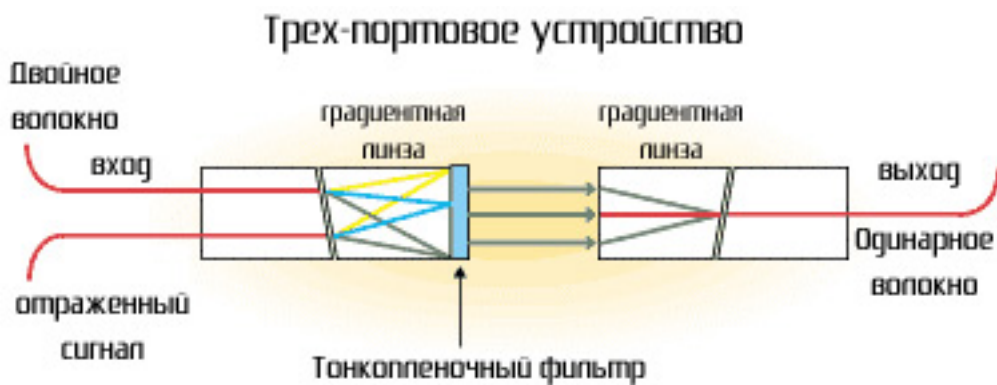


Рисунок 4. Трех-портовое устройство

CWDM фильтр стоит примерно в 2 раза меньше, чем DWDM фильтр. Выбор новых фильтров, а также технологий мультиплексирования/демультиплексирования позволит добиться уменьшения стоимости. Требования к мощности

Эксплуатационная стоимость оптической транспортной системы зависит от эксплуатационных расходов и мощности. Эксплуатационные расходы для CWDM и DWDM систем являются приемлемыми, а мощностные требования для DWDM значительно выше. Например, DWDM-лазеры температурно стабилизируются посредством кулера, встроенного в их корпус. Кулер с монитором и управляющей схемой потребляет порядка 4 В на каждую волну. В то

время как неохлаждаемый передатчик CWDM лазера тратит порядка 0,5 В. Физический размер

CWDM лазеры значительно меньше DWDM лазеров. Неохлаждаемые лазеры обычно состоят из источника излучения и фотодиода, помещенных в герметично закрытый металлический контейнер со стеклянным окном. Контейнеры соединяются с волоконным пигтейлом или муфтой. Контейнеры, соединенные с муфтой цилиндрической формы называются системой оптических передатчиков (TOSA). Обычно TOSA имеет длину 2 см и диаметр 0,5 см. Охлаждаемые лазеры состоят из источника излучения, фотодиода, терморезистора и кулера. Эти лазеры имеют длину около 4 см, 2 см в высоту и 2 см в ширину. Размер DWDM лазерных передатчиков обычно в 5 раз превышает размер CWDM передатчиков (100 см<sup>2</sup> против 20 см<sup>2</sup>). Надежность

Испытания надежности DFB лазеров, используемых в транспортных системах DWDM и CWDM проводятся как для охлаждаемых, так и для неохлаждаемых моделей. Разница между двумя такими моделями состоит в количестве дополнительных элементов, таких как кулер, терморезистор и прочая электроника, используемая в DWDM лазерах. Тем не менее, автор не располагает информацией, позволяющей показать значительные различия в надежности таких систем. Дальнейший анализ может показать такие различия. Увеличение числа волн до 16

CWDM системы в настоящий момент поддерживают передачу от 2 до 8 волн. В будущем планируется увеличить число волн до 16 в диапазоне длин волн 1,29-1,61 нм. Сегодня большинство CWDM систем основано на 20 нм разделении каналов с 1,47 до 1,61 нм, некоторые системы работают в 1,3 нм окне. Волны в 1,4 нм диапазоне претерпевают значительное ослабление оптического сигнала, причиной которого является остаточное присутствие молекул воды в большинстве волокон. Несмотря на то, что эти потери могут превышать допустимые на длинных участках, это не является главным препятствием для развертывания CWDM. Разработка стандартов

Разработкой стандартов для CWDM систем в 1,4 нм диапазоне занимается организация 1400 SIG (коммерческая группа 1400). Стандартизация затрагивает усилительные компоненты, системы производителей и сервис-провайдеров. Основное направление деятельности группы затрагивает определение длин волн для CWDM, а также изучение отношения стоимости/производительности при сравнении DWDM и CWDM систем.

## Распределение диапазонов при WDM передаче

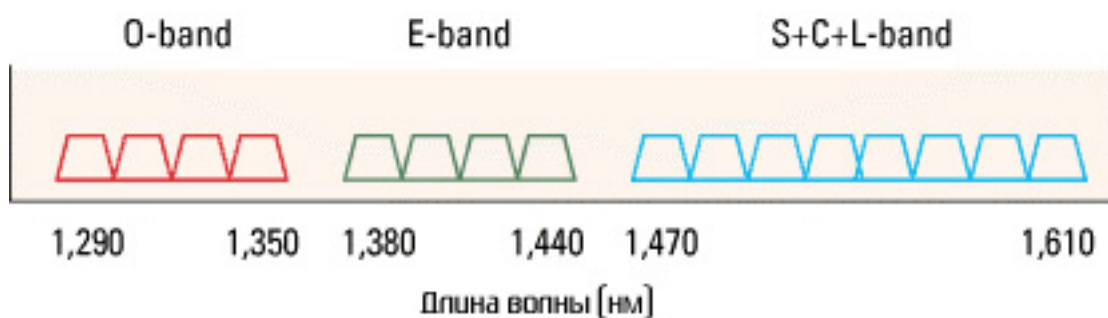


Рисунок 5. Распределение диапазонов при WDM передаче

В соответствии с разработкой группы 1400 CIG длины волн можно разделить на три области:

-Область O (1,29; 1,33; 1,35 нм)

-Область E (1,38; 1,42; 1,44 нм)

-S+C+L область (8 длин волн с 1,47 до 1,61 нм с 20 нм приращением)

Эти длины волн имеют преимущество в полном волоконно-оптическом спектре (включая 1,31; 1,51 и 1,55 нм), пока происходит увеличение числа каналов. Для каналов с 20 нм разделением используются недорогие компоненты с неохлаждаемыми лазерами и широкополосными фильтрами. Это позволяет избежать больших потерь (рисунок 5).

Развитие CWDM систем и попытки стандартизации происходят очень быстро. С ростом требований к полосе пропускания происходит разрастание сетей, что приводит к потребности в дешевых транспортных системах. На сегодняшний день технология CWDM удовлетворяет всем этим требованиям.