

# Технология DWDM

**Студент группы 2БВМ1503**

**Стригунков Н.М.**

# Причины появления технологии WDM

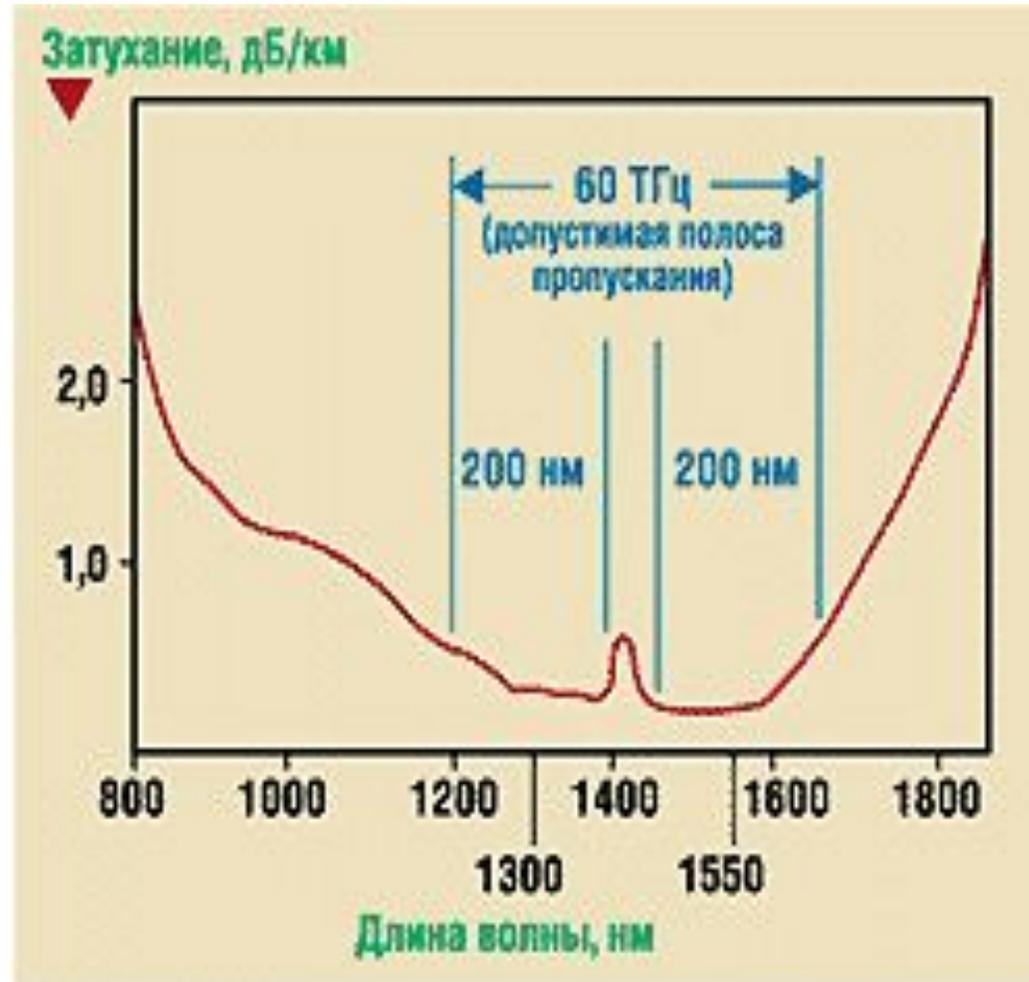
Рост объема передаваемых данных постепенно привел к исчерпанию пропускной способности существующего оптического волокна, со всей остротой поставив вопрос ее увеличения. До недавнего времени в таких сетях самым быстрым был канал OC-48/STM-16 (скорость передачи 2,4 Гбит/с). Затем началось внедрение аппаратуры уровня OC-192/STM-64, обеспечивающей производительность 10 Гбит/с, однако проложенное волокно изначально не было рассчитано на столь высокие скорости передачи.

WDM позволяет заметно повысить эффективность использования суммарной пропускной способности оптического волокна.

Напомним, что обычное оптическое волокно имеет три окна прозрачности в инфракрасной области; их центральные длины волн равны 850, 1300 и 1550 нм. Ширина каждого из этих двух диапазонов составляет 200 нм, что в сумме приблизительно эквивалентно частотному интервалу в 60 ТГц. Сегодня скорость передачи по каналу дальней связи, на которую может рассчитывать пользователь, составляет около 2,4 Гбит/с, а в отдельных случаях - 10 Гбит/с. Это означает, что из 60 ТГц потенциальной полосы пропускания канала на практике используется не более 20 ГГц. Если же разделить общую полосу пропускания на множество частотных каналов, скорость передачи каждого из которых сохранится на прежнем уровне, то объем данных, передаваемых по волокну в единицу времени, увеличится. Именно этот подход реализован в технологии WDM.

- Долгое время в WDM-системах использовались 2-4 канала, отстоящих друг от друга на десятки и сотни нанометров. Между тем еще с середины 80-х гг. разработчики пытались радикально увеличить данный параметр. Появление технологии DWDM позволило формировать в одном волокне десятки каналов и вести передачу с суммарной скоростью более 1 Тбит/с.
- Первые эксперименты с DWDM датируются 1985 г., когда специалистам Bell Laboratories удалось мультиплексировать 10 каналов по 2 Гбит/с, длины волн которых отстояли друг от друга на 1,3 нм. Эта система использовала 25 инжекционных лазеров; их выходные сигналы расщеплялись на две составляющие с различной поляризацией, а затем полученные 50 несущих сигналов модулировались со скоростью 20 Гбит/с.

Передача велась на расстояние 55 км. .  
Специалисты Fujitsu Laboratories продемонстрировали связь на расстоянии 150 км с использованием 55 длин волн при скорости передачи 20 Гбит/с в каждом канале, а NTT осуществила мультиплексирование 10 каналов по 100 Гбит/с при дальности связи 40 км.



Во всех трех случаях использовался диапазон 1550 нм. В том же году NTT добилась суммарной скорости свыше 2,2 Тбит/с, а организация All-Optical Networking Consortium сообщила о возможности достичь показателя 4 Тбит/с при формировании 40 каналов по 100 Гбит/с каждый. . После появления систем 100G очередным мод-ным "трендом" DWDM-оборудования стали системы 400GEthernet и 1T Ethernet. На практике достичь скорости 400 Гбит/с по одной несущей в коммерческих системах пока не удалось, и в 2015 году на рынке были представлены различные варианты "400G" систем на двух поднесущих. При этом осуществляется передача двух каналов по 200 Гбит/с каждый.

# Передатчики

- Современные передатчики имеют гибридную конструкцию. Лазеры и интегральные микросхемы, модулирующие излучение, объединены в единый компактный модуль, что позволяет достичь больших частот модуляции и высокой надежности. Такой модуль является электронно-оптическим преобразователем, в котором интенсивность выходного светового сигнала модулируется входным цифровым электрическим сигналом. Системах DWDM наиболее широко применяют специализированные лазеры с распределенной обратной связью (DFB), предназначенные для работы в окне 1550 нм и обеспечивающие скорость передачи до 10 Гбит/с

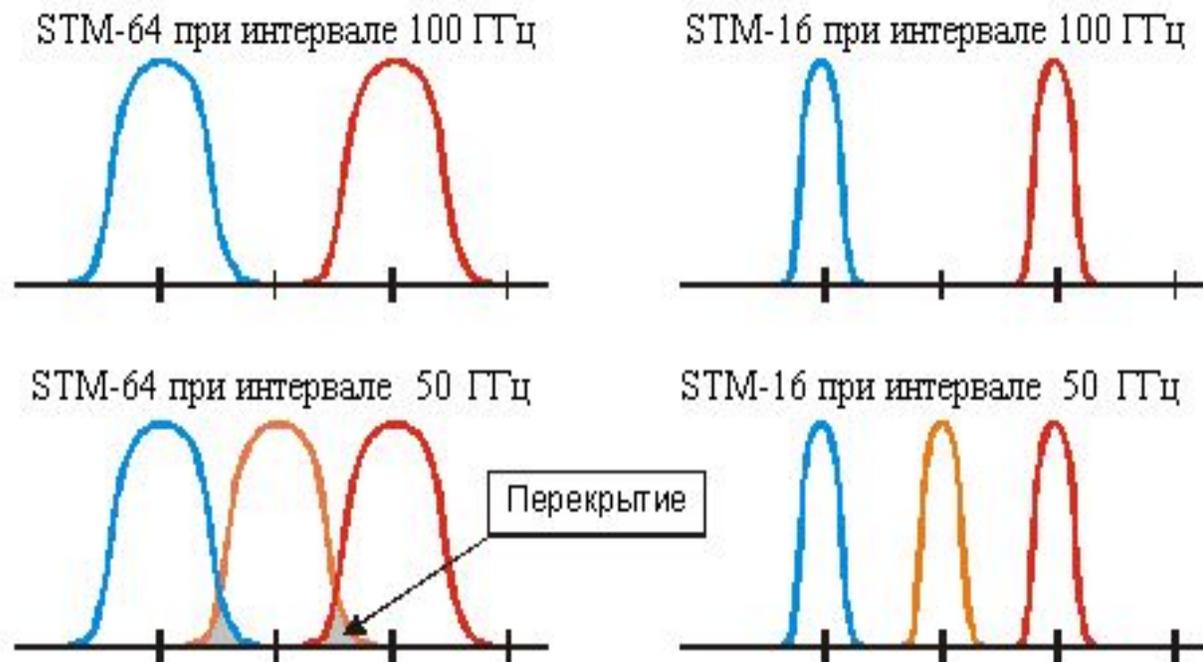
Полоса пропускания системы DWDM распределяется между многочисленными каналами с различными длинами волн. Все эти длины волн должны разместиться в рабочей области усилителя. Системы DWDM с малым частотным интервалом можно использовать только при наличии лазера с узкой линией излучения. Лазерные источники должны быть защищены от обратных отражений, так как они могут вызвать нестабильность генерации источника. Лазерные модули сами по себе довольно дороги и их замена может потребовать сложной и дорогостоящей операции по разборке и последующей перенастройке компонентов, обеспечивающих эффективную работу линии. Поддержка постоянной температуры лазерного источника обеспечивается термоэлектрическими холодильниками, которые поглощают ту часть энергии, которая не преобразуется в световую. Она рассеивается в виде тепла и влияет на характеристики лазера (длина волны, мощность) и вызывает нестабильность.

- ***Сетка 100 ГГц***

Все сетки кроме одной 500/400 имеют равноудаленные каналы. Равномерное распределение каналов позволяет оптимизировать работу волновых конвертеров, перестраиваемых лазеров и других устройств полностью оптической сети, а также позволяет легче выполнять ее наращивание. усилителей скорости передачи на канал - 2,4 Гбит/с (STM-16) или 10 Гбит/с (STM-64), влияния нелинейных эффектов, причем все эти факторы сильно взаимосвязаны между собой.

## Сетка 50 ГГц

Более плотный, пока не стандартизированный частотный план сетки с интервалом 50 ГГц позволяет эффективней использовать зону 1540-1560 нм, в которой работают стандартные кремниевые EDFA. Области EDFA становится возможным мультиплексирование 40 каналов STM-64 с интервалом 100 ГГц общей емкостью 400 ГГц в расчете на волокно.



# Заключение

С появлением DWDM ограничения потока скорости стали шире, что позволило резко поднять объём передаваемых по магистральным сетям данных. Данная технология нашла применение в сотовых системах связи, это конечно хорошо, но данная система обходится операторам дорого и поэтому внедряют её избирательно, но оно того стоит. Возможно с появлением системы 4 поколения 4G LTE интерес к данной системе возрастёт.

Так что технология плотного волнового мультиплексирования является технологией будущего систем передачи данных.