

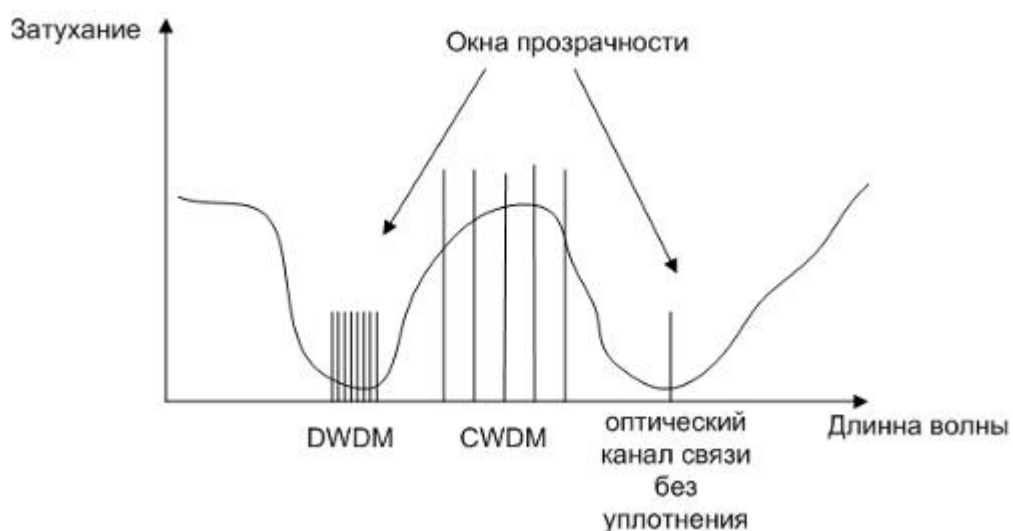
DWDM - Dense Wavelength Division Multiplexing

<http://celnet.ru/dwdm.php>

В настоящее время, после широкого распространения сетей сотовой связи третьего поколения, в частности таких как **UMTS**, резко возросли объемы передаваемых по магистральным сетям данных. Существующие электрически и радиорелейные линии связи не обеспечивали потребности операторов сотовой связи по скорости и дальности связи. Решение было найдено в волоконно-оптических линиях связи (ВОЛС). Они позволяют передавать данные со скоростью до 100 Гбит/сек на расстояние до 100 км без ретрансляции. Однако объем передаваемых данных по магистральным линиям связи постоянно увеличивается и в настоящее время эти параметры уже не могут удовлетворить возросшие потребности. Для увеличения скорости передачи данных без прокладки дополнительных линий связи применяются технологии уплотнения. Причем в ВОЛС используются аналогичные способы уплотнения: временное и частотное уплотнение. Под временным уплотнением подразумевается временное мультиплексирование сигнала, т.е. TDM. Самой широко распространенной технологией временного мультиплексирования является SDH. Кроме того, широко распространено частотное уплотнение, которое в отношении ВОЛС получило название волнового уплотнения, т.е. WDM (Wavelength Division Multiplexing). Благодаря данной технологии в совокупности с TDM скорость передачи данных смогла превысить 1 Тбит/сек, что более чем в 20 раз превышает существовавшие до сих пор пределы скорости передачи данных по ВОЛС.

Чтобы понять принцип реализации технологии WDM необходимо в первую очередь рассмотреть общие принципы передачи сигнала по волоконно-оптическим линиям связи. Наиболее распространенным видом передачи, хранения и обработки является – электрический. Поэтому первым устройством, стоящим на входе со стороны источника информации является электронно-оптический преобразователь. Если в электрическом сигнале информация кодируется путем изменения электрических параметров (амплитуды, фазы и частоты) несущей, то в оптическом сигнале биты передаются отправкой световых импульсов в оптическую среду. Поэтому следующим устройством на пути передачи сигнала является излучатель, роль которого играет лазер. Он передает сигнал по оптическому волокну на определенной частоте. Оптическое волокно не на всех частотах, т.е. не для всех длин волн имеет одинаковое затухание. Существуют так называемые окна прозрачности, которые обладают в разы меньшим затуханием, чем другие длины волн. Выделяют 2 самых часто применяемых окна прозрачности: 1310нм и 1550нм, используемых для работы магистральных ВОЛС. Эти окна достаточно узкие и имеют ширину несколько десятков нанометров. В обычной системе, без уплотнения оптический сигнал передается в пределах одного из таких окон прозрачности. Для повышения

скорости передачи данных по оптическому волокну можно попробовать передавать в одном окне прозрачности одновременно несколько оптических сигналов. Проблема возникает с тем, что обычные оптические лазеры имеют небольшую нестабильность и частота может отклоняться в определенных пределах, поэтому нельзя передавать оптические сигналы с разнесением менее нескольких десятков нм нельзя, иначе может возникнуть наложение соседних сигналов, что повлечет потерю данных. Однако в этом случае передаваемые сигналы уже нельзя будет расположить в окнах прозрачности. Поэтому в существующих системах WDM, называемых еще CWDM (Coarse Wavelength Division Multiplexing), т.е. "грубое" волновое уплотнение оптические сигналы передаются не в окнах прозрачности с разнесением 20 нм. Обычно число уплотняемых сигналов лежит в пределах 2-16. Выход за пределы окон прозрачности влечет быстрое затухание сигналов и, как следствие, уменьшение дальности связи. Поэтому CWDM обычно используют для организации городских линий связи.



Участки светового диапазона, занимаемые различными технологиями оптической передачи сигналов

Чтобы передавать сигнал на такое же расстояние, как и без уплотнения, т.е. до 100 км без промежуточного усиления, необходим другой подход: передача всех оптических сигналов в пределах окна прозрачности с минимальным разнесением. Решить проблему нестабильности лазеров удалось в технологии DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) – плотное волновое мультиплексирование. Главным конструктивным отличием является использование охлаждения лазера. Кроме того, используются специальные присадки в материал, из которого изготовлен сам лазер. Это позволяет достигать ширины луча 0,1 нм, а также предельной стабильности, что в итоге дает возможность передавать сигналы с разнесением 1 нм. Таким образом, в одном окне прозрачности можно уместить 8, 16, 32 и более оптических сигналов. Однако системы DWDM обладают существенным недостатком, за счет введения сверхточных лазеров, стоят такие системы в 3 раза дороже, чем CWDM.

Технология DWDM нашла свое применения в сотовых системах связи, особенно в регионах активного строительства сетей третьего поколения. Из-за высокой стоимости данные системы внедряются избирательно. Однако характеристики и возможности систем DWDM все больше привлекают операторов. Вероятно, что после появления первых систем четвертого поколения, например [LTE](#), когда объемы передаваемых данных возрастут еще в несколько раз, интерес к данной технологии возрастет еще выше. Так что технология плотного волнового мультиплексирования является технологией будущего систем передачи данных.