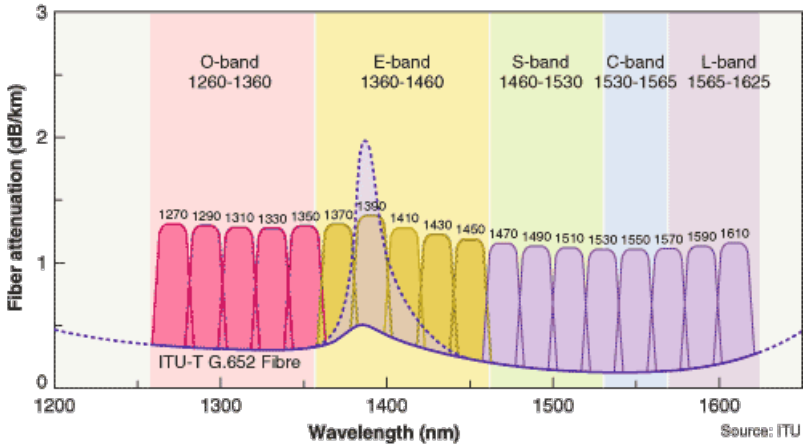
DWDM для регионала

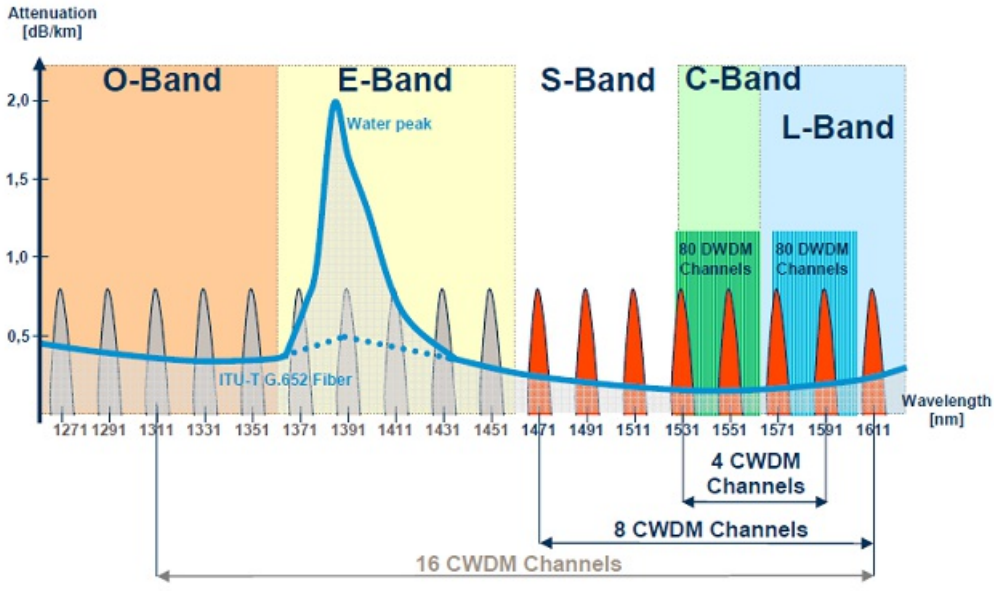
Технология спектрального уплотнения каналов (мультиплексирования) уже давно известна большинству наших провайдеров. Появление WDM было вызвано необходимостью передачи большего объема информации по одному и тому же волокну. Прокладка новых кабелей мероприятие дорогостоящее и времени отнимает массу. К тому же многие провайдеры не прокладывают собственную оптику, предпочитая брать волокна в аренду. Зачастую арендуется всего лишь одно волокно, что само по себе не дешево. Аренда второго волокна значительно увеличивает стоимость канала, зачастую делая его неликвидным. Организация нескольких логических каналов связи в одном физическом всерьез облегчила жизнь операторов связи.

На сегодня наиболее распространенными технологиями WDM (*Wavelength-division multiplexing)* являются Coarse (грубое) WDM и Dense (плотное) WDM.

Грубое спектральное мультиплексирование – **CWDM (Coarse Wavelength Division Multiplexing)** – технология, позволяющая одновременно передавать несколько информационных каналов по одному оптическому волокну на разных несущих частотах. Согласно рекомендации ITU-T G.694.2 в системах CWDM кроме широко известных диапазонов C, S, L используются еще два диапазона O (original, основной) 1260–1360 нм и E (extensive, расширенный) 1360–1460 нм. В совокупности все диапазоны охватывают область от 1260 до 1625 нм, в которой располагается 18 каналов с шагом 20 нм.



DWDM - Частотный план для DWDM систем определяется стандартом ITU G.694.1. Согласно рекомендациям ITU в DWDM системах используются "C" (1525...1565нм) и "L" (1570...1610нм) окна прозрачности. В каждый диапазон попадают по 80 каналов с шагом 0.4нм (50ГГц). Обычно используется только "C" диапазон, поскольку количество каналов, которые можно организовать в этом диапазоне и так хватает с избытком, к тому же затухание в волокне стандарта G.652 в C-диапазоне несколько ниже, чем в L-диапазоне. Таким образом, DWDM позволяет организовать до 160 независимых информационных каналов по одному оптическому волокну.



На практике DWDM позволяет организовать до 80 каналов по двум волокнам, либо до 40 каналов по одному волокну, поскольку L-диапазон не используется. Пренебрежение L-диапазоном вызвано тем,

что производители обычно не делают под него оборудование. В С-диапазоне и затухание меньше и усилители под него проще делать.

Основная суть мультиплексирования состоит в том, что эта технология позволяет увеличивать пропускную способность оптической линии. То есть теперь не надо тянуть большое число оптических магистралей - создаем один физический канал, ставим мультиплексор и по одному оптическому волокну уже проходят несколько виртуальных каналов с солидной пропускной способностью.

CWDM дает меньшее число каналов, однако оборудование для такого мультиплексирования стоит значительно дешевле, во всяком случае, когда речь идет о каналах 1G или 2.5G. DWDM-оборудование для организации каналов такой емкости обойдется намного дороже. То есть, если Вам понадобилось дать в 4G, то вам проще и дешевле поставить 4 гигабитных канала на CWDM, чем связываться с DWDM. Но как только речь зайдет о том чтобы организовать 10 гигабит, CWDM станет значительно дороже и неэффективнее DWDM. То есть поступая, таким образом, провайдер сам себя загоняет в жесткие рамки, теряя возможность эффективно развивать потенциал своей оптической магистрали. Микроскопом можно заколачивать гвозди, но это дорого и неэффективно. Есть еще один момент - сигнал CWDM нельзя усиливать, так как это можно делать лишь в С-диапазоне (две несущие 1530 1550 не в счет).

Допустим, провайдер имеет разветвленную сеть в области с большим числом небольших населенных пунктов. Казалось бы - самое то для применения CWDM. Узлы имеются в каждом населенном пункте, трафик в сетях растет не так быстро как в мегаполисах - заряжай в стойки CWDM-мультиплексоры и только успевай трафик маршрутизировать, распределяя нагрузку по узлам. Одно серьезное НО - применяя такую логику провайдер сам себя загоняет в тупик. Серьезной прибыли от такой системы не получить. В начале 2000-х многие провайдеры начинали с сетей районного масштаба и имели с этого свою копеечку. Но сегодня высокие темпы развития технологий, лавинообразный рост объема трафика в сетях и общемировая тенденция к поеданию малых операторов крупными не оставляют места на рынке тем игрокам, кто надеется выжить только за счет организации небольших сетей для ограниченного круга обычных пользователей.

Такая схема еще может некоторое время удержать на плаву относительно крупных провайдеров городского уровня - тех, кто в свое время застроили своими сетями крупные города, но по каким-то причинам не вышли на уровень магистральных операторов. Но это тоже не навек. В крупных рай.центрах большее число абонентов, но и конкуренция там несоизмеримо выше - гиганты отечественного телекома постепенно выдавливают локальных провайдеров. К тому же в крупных городах и трафик в сетях растет куда быстрее, и чтобы удержать позиции, локальным операторам придется в любом случае усиливать свою инфраструктуру.

Помните книгу "Алиса в зазеркалье"? Иногда приходится очень быстро бежать только для того чтобы остаться на том же месте. И малым провайдерам, если они хотят остаться на плаву, а не оказаться съеденными Мегателекомом или Большой тройкой приходится активно крутиться и развиваться. А чтобы сегодня иметь возможность развиваться в провайдинге, необходимы магистральные линии связи с хорошим запасом пропускной способности.

Допустим, небольшие города и села у нас развиваются не очень активно и объем трафика во внутренних сетях провайдера вырастет нескоро. Но ведь и платежеспособность населения в таких тихих заводях невелика и надеяться надоить с них серьезные деньги, используя помегабитные тарифы просто наивно. К тому же рано или поздно до этих районов дотянуться большие провайдеры, которые легко перебьют цены местных продавцов интернета. И придется им продаваться со всеми узлами, стойками, линиями и прочей инфраструктурой. Так что уповать исключительно на CWDM региональным провайдерам не стоит. Завтра пользователям перестанет хватать канала 2.5G и нужен будет 10G. И вот здесь CWDM становится дороже DWDM, так как DWDM-трансиверы на 10G стоят дешевле, чем CWDM. И напоминаю, что сигнал DWDM можно усиливать, а CWDM считаем, что нет.

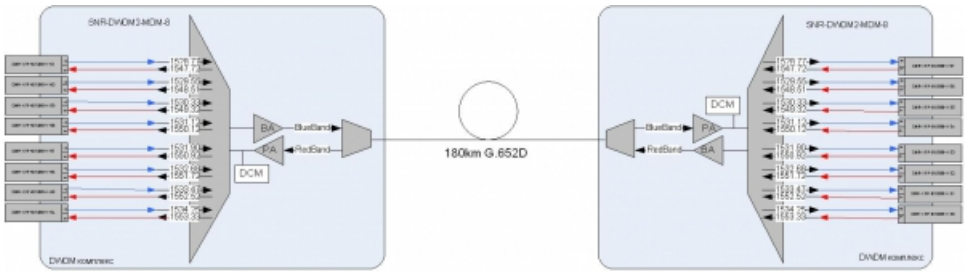
Но есть и другой вариант. Крупные операторы связи часто предпочитают не связываться с небольшими населенными пунктами - прибыли, которые там можно получить для провайдера федерального масштаба, выглядят жалкими грошами, так что зачастую гигантам просто невыгодно прокладывать туда собственную магистраль. Во-первых, потому что сроки окупаемости у нее могут оказаться слишком большими, во-вторых, потому что прокладка магистрали занимает немало времени. А ведь надо еще наладить работу на данном участке, выделить бригаду ремонтников, которые будут следить за состоянием кабеля и т.д. Зачастую федералам проще взять в аренду часть сети местного провайдера, организовать транспортировку трафика через его сети, и не забивать себе голову лишними хлопотами. И это вовсе не значит, что региональный провайдер становится просто "трубой".

Если региональный провайдер организовал трассу с хорошей пропускной способностью и достаточным числом каналов, никто не мешает ему сдать, скажем, 5 каналов "Мегафону", 5 каналов "ЭР-Телекому", а остальные использовать для обслуживания собственных абонентов. Кстати, многие провайдеры так и поступают. Но для подобной схемы нужен именно DWDM.

Чтобы не быть голословным, приведем выдержку из статьи ***М.И. Крымского,*** *заместителя генерального директора - директор Межрегионального филиала информационно-сетевых технологий ОАО "Уралсвязьинформ" (ныне Ростелеком-Урал).*

> Компанией "Уралсвязьинформ" принято решение об увеличении в 2006 г. мощности существующей сети DWDM. Ранее установленное на сети оборудование уже не поддавалось модернизации - простое наращивание модулей было невозможно, линейку оборудования надо было расширять, что с точки зрения эксплуатации сети вызывает большие сложности, чем при использовании однотипных (унифицированных) блоков и модулей. Поэтому было принято решение об установке нового оконечного оборудования, поддерживающего технологию DWDM. Других альтернатив технологии плотного спектрального мультиплексирования (Dense Wavelength Division Multiplexing, DWDM) не было.
>
> Конечно, рассматривалась и технология грубого спектрального мультиплексирования CWDM (Coarse Wavelength Division Multiplexing), но данная технология требует установки регенераторов через каждые 80-100 км, что ограничивает ее использование небольшими расстояниями (например, территорией города), и она не может использоваться на магистральных участках сети ОАО "Уралсвязьинформ".
>
> Оборудование DWDM, напротив, эффективно работает на больших расстояниях и не требует регенераторов на участках сети до 1000 км, и это явилось решающим фактором выбора для нашей компании, так как расстояние между крупнейшими узлами сети (областными центрами) на территории действия ОАО "Уралсвязьинформ" составляет от 230 км (линия Тюмень - Курган) до почти 900 км (линия Тюмень - Сургут). Оптические усилители ставятся на всем протяжении линии для обеспечения допустимого значения сигнал/шум, самый длинный участок на сети ОАО "Уралсвязьинформ" между двумя усилительными пунктами составляет 155 км.

Это выдержка из статьи 2007 года - тогда далеко не каждый оператор связи мог позволить себе DWDM-оборудование. В той же статье рассказывается о том, что тогдашний "Уралсвязьинформ" выбрал для модернизации оборудование Huawei OptiX - очень недешевое решение, которое придется по карману только крупному провайдеру. Однако сегодня существуют достаточно бюджетные версии DWDM-оборудования. Например, одним из региональных провайдеров Свердловской области в этом году была организована линия на 180 км с применением пассивных мультиплексоров DWDM в комплекте с недорогими блоками усилителей и компенсационными катушками. Мы описывали это событие в одной из заметок.



DWDM-оборудование конечно стоит значительно дороже CWDM, но надо понимать что цена здесь не с потолка берется. Поскольку шаг между каналами в DWDM-оборудовании значительно меньше, то и требования к передающему и принимающему оборудованию выше на порядок. Ведь обе упомянутые технологии мультиплексирования используют один и тот же оптический кабель и рассчитаны на одинаковые условия эксплуатации. Также заметим, что являясь более сложным, DWDM-оборудование не уступает CWDM в плане отказоустойчивости. Оба типа оборудования одинаково просты в эксплуатации. Или одинаково сложны - тут уж зависит от грамотности специалистов, работающих на данном оборудовании.

Так что региональные провайдеры сейчас находятся в той ситуации, когда надо срочно идти вперед в магистралы. А вот для магистралей DWDM является единственным приемлемым решением на сегодняшний день. Известно, что кратчайшее расстояние между двумя точками - это прямая. Организуя DWDM магистраль между двумя населенными пунктами, оператор получает магистраль с большим числом каналов и хорошим резервом пропускной способности.

С вопросами о применении DWDM-оборудования я обратился к практикам. На вопросы портала Nag.Ru отвечают представители компании Milecom, Барнаул.

Интервью с представителем Milecom

- Расскажите, пожалуйста, вкратце о том, что привело вашу компанию к применению DWDM-оборудования.

- Сразу стоит уточнить, что наша компания ориентирована не на конечных пользователей. Основные наши клиенты - это другие операторы связи. Так же гос.сектор и крупные корпоративные клиенты, которым необходимо обеспечить связь между представительствами в нескольких населенных пунктах, которые к тому же могут находиться в различных регионах.

Мы располагаем собственными оптоволоконными линиями связи по Сибири и Уралу от Екатеринбурга до Красноярска. Изначально на этих линиях устанавливалось различное оборудование SDH и Ethernet, на некоторых участках оно все еще установлено.

Выбор в пользу DWDM сделан не случайно: растущий спрос и конкуренция на телекоммуникационном рынке вынуждает операторов связи пропускать все больше трафика. Данная тенденция обуславливает использование технологий спектрального уплотнения каналов.

- Расскажите, пожалуйста, о географии вашей сети.

- Если говорить о существующей оптоволоконной сети, лежащей в грунте, то это трасса Екатеринбург-Тюмень-Омск-Новосибирск-Кемерово-Красноярск. С Новосибирска идут ответвления на Томск и на Барнаул. Условно эту магистраль мы называем УралСиб. Плюс у нас закрыты все райцентры в Алтайском крае — нашем родном регионе, а также в Новосибирской области.



В настоящее время DWDM-оборудование установлено на линиях Омск-Новосибирск-Кемерово и Новосибирск-Барнаул. Следующим этапом будем запускать линии Екатеринбург-Омск и Томск-Кемерово-Красноярск, и резервную линию (проходящую через Барнаул) Омск-Новосибирск-Кемерово.

- Расскажите, пожалуйста, на каком этапе развития вашей сети возникла необходимость применения DWDM?

- Необходимость применения мультиплексирования возникла тогда, когда появилась нехватка пропускной способности на наиболее загруженном направлении Новосибирск-Барнаул. На данном участке у нас было задействовано 4 гигабитных Ethernet канала плюс два SDH-канала уровня STM-4 (622 мегабита). То есть суммарно мы уже имели более 5-ти гигабит, когда столкнулись с некоторыми проблемами.

Вариант увеличения пропускной способности SDH-каналов заменой STM-4 на STM-16 по причине наличия больших пролетов на нашей волоконной сети не таким простым, как кажется на первый взгляд. На дистанциях 100 км и более на широкополосный сигнал сильно начинает влиять дисперсия, необходима ее компенсация. Так же из-за дистанции необходимо дополнительное усиление сигнала с помощью внешних устройств. Еще более актуально это для каналов 10G Ethernet.

Появлялись новые заявки, которые требовали от нас искать новые решения. В качестве временного варианта мы использовали CWDM. Причем для организации каждого нового Ethernet или SDH канала как поверх CWDM, так и по отдельным волокнам, требуется обеспечить соответствующие порты в каждой точке регенерации (установить дополнительную плату или новое устройство). В конечном итоге все это увеличивает стоимость промежуточных узлов, их содержания и обслуживания. Так же большое количество разнородного оборудования сильно усложняет мониторинг и управление сетью. При большом количестве промежуточных точек, такое решение становится просто экономически не целесообразным. Из всего вышеперечисленного и следует один простой вывод: покупка и установка комплексного DWDM-решения.

С запуском же DWDM линии мы получили возможность более плотно нарезать спектральные каналы,

легко наращивать пропускную способность линии: добавили транспондерные платы, либо SFP/XFP-модули только в конечных точках (не касаясь промежуточных узлов), получили дополнительный канал и дали его клиенту.

Более плотное спектральное разделение, удобство наращивания пропускной способности, универсальность клиентских портов однозначно делает DWDM более предпочтительным для организации магистральных каналов.

- Скажите, есть ли особенности в построении вашей сети, которые вы хотели бы подчеркнуть?

- Особенность организации каналов на скоростях до 10G. Еще на этапе заказа оборудования мы приняли решение не использовать обычные транспондеры. Вместо этого используем макспондеры - платы с несколькими клиентскими портами (от 4-х до 8ми) с пропускной способностью от 100 Мбит до 2.5 Гбит. Они мультиплексируют клиентские каналы по TDM технологии в один10G-канал. Соответственно магистральные транспортные лямбды у нас идут только 10G. А клиентские интерфейсы, где десятка не нужна, обеспечиваются макспондерами. Это было сделано для того чтобы не занимать на каждые 100 Мбит клиентского канала отдельную лямбду. Транспондер конечно подешевле чем макспондер. Однако макспондер функциональнее. Например, он позволяет организовать два STM-16 и четыре гигабитных канала по одной лямбде.

- Каковы ваши дальнейшие планы в отношении развития сети?

- Запуск DWDM на новых участках нашей сети, увеличение количества каналов на существующих участках. Так же одна из важных задач - резервирование всех существующих и строящихся магистральных линий.

- Насколько мне известно, вы недавно организовали точку обмена трафиком. Расскажите, пожалуйста, об этом поподробнее.

- Имея ресурс в виде оптической сети по сибирскому региону, мы нашли услугу, помимо организации каналов связи, которая востребована клиентами. Мы решили создать точку обмена трафиком для сибирского региона.

Тот, кому приходилось работать с RIPNовскими точками обмена трафиком, знает их схему организации связи. Подобную, но распределенную между несколькими регионами точку обмена мы и хотим организовать.

И еще хочу подчеркнуть, мы не конкурируем с местными точками обмена трафиком. Сами объясняем клиентам, что им выгодней получать внутригородской трафик с местной точки обмена. Наша точка позволяет пользователям обмениваться именно межрегиональным трафиком.

DWDM на Урале

Другой комментарий я получил в ходе телефонного разговора с одним из небольших уральских провайдеров, испытавшего на своих сетях оборудование Ekinops:

- Расскажите, пожалуйста о том, как ваша компания пришла к такому выбору?

- На самом деле мы долго колебались. Бюджет у нас не так велик, так что вендоров вроде Alcatel-Lucent или Huawei мы сразу отбросили. Рассматривался вариант приобретения недорогих израильских производителей, но их качество вызывало серьезные сомнения. Ну, вот не лежала у нас душа к этим железкам и все тут. Отзывы тоже не радовали. Тут случайно наткнулись на заметку на Nag.Ru - услышали, что есть на свете такой Ekinops. Решили потестить. Сомнения, конечно, были - тот же Alcatel-Lucent все время на слуху, а про другие французские железки я впервые на вашем сайте прочитал. С другой стороны, почему бы и нет? Тем более и сложностей для нас никаких - только машину к вам отправить, да смонтировать оборудование на нашей трассе. Есть у нас один новый участок на 190 км - на нем и решили затестить.

- И как впечатления?

- Вполне. На одном волокне заработал с пол-пинка. Затухание порядка 49 дБ. Все работает и не падает. Компактная штуковина - удобная. А то смотришь на шкафы того же Huawei и думаешь - куда ж я эту бандуру поставлю? Ценник порадовал - больший мы бы, честно говоря, и не вытянули. Жаль только, что выбор шасси небогат - 2 юнита нам маловато, а 7 уже лишку. А нам бы шасси на 4 юнита в самый раз. И еще одна деталь - зачем Ekinops свои железки делает такими блестящими? Как хромированные диски на машине - пока чистые смотрится замечательно, но любое касание след оставляет. А в остальном вопросов и нареканий нет. Если будут - сообщим.