



ПЕРСПЕКТИВЫ СОРОКА ГИГАБИТ В СЕКУНДУ



МЕГАН ФЮЛЛЕР (MEGHAN FULLER), старший редактор журнала *Lightwave*

Специалисты утверждают, что благодаря появлению новых форматов модуляции [1] и другим разработкам передача данных со скоростью 40 Гбит/с уже возможна, несмотря на то что с увеличением скорости сложность оборудования возрастает экспоненциально. Широкое распространение новых форматов сдерживают лишь экономические факторы, хотя некоторые специалисты полагают, что этот этап уже пройден.

До середины 1990-х гг. емкость сети стабильно возрастала в четыре раза каждые пять или шесть лет. «Однако по всем подсчетам переход на скорость 40 Гбит/с происходит гораздо медленнее, чем предполагалось, и задержка частично объясняется технической сложностью высокоскоростной передачи, а также общим замедлением темпов развития телекоммуникационного рынка начиная с 2000 г. в результате «взрыва телекомовского пузыря»* [3, 4], – считает Пер Хансен, директор по развитию бизнеса компании ADVA Optical Networking.

Между тем увеличение трафика (некоторые операторы отмечают от 75% до 125% годового роста) и появление интегрированных сетей доступа обуславливают необходимость перехода на более высокую скорость передачи данных. Старший менеджер компании EXFO Френсис Одет отметил, что появление приложений, использующих широкополосный доступ,

* «Взрыв телекомовского пузыря» резкое снижение инвестиций в область телекоммуникаций, начавшееся в 2000 г. вследствие перенасыщенности рынка. Капитальные затраты провайдеров телекоммуникационных услуг в США достигли к 2000 г. 90 млрд долл., но снизились до 30 млрд долл. к 2002 г. В Европе было сокращено 500 000 рабочих мест, денежные потоки уменьшились на 45%, уровень инвестиций снизился на 70%.

требует еще более широкой полосы пропускания в базовой сети.

Найалл Робинсон, вице-президент по маркетингу корпорации Mintera, добавляет: «Операторы связи хотят тратить деньги на широкое внедрение 40-гигабитной передачи, потому что она снизит затраты на развитие их сети».

«Операторы пытаются увеличить пропускную способность сети как можно более экономно; то есть 40-гигабитный передатчик должен обходиться не более чем в 2–2,5 раза дороже 10-гигабитного, – соглашается Гленн Уэллбрук, директор развития сетевой технологии Verizon Business.

«Впервые мы делаем нечто более осмысленное, чем простое включение и выключение света», – утверждает Г. Уэллбрук. По его словам, предыдущий переход, от 2,5 к 10 Гбит/с, был сопряжен с меньшими сложностями, чем нынешний, от 10 к 40 Гбит/с. «Тогда потребовались многие инновации, ведь нам пришлось впервые заняться поляризационно-модовой дисперсией и подобными ей проблемами, но мы не меняли принципа передачи и приема и использовали прямую модуляцию. А на 40 Гбит/с она работает уже недостаточно хорошо», – объясняет Уэллбрук.

«Основная проблема состоит в том, что при скорости 40 Гбит/с свет модулируется четверо быстрее, чем при 10 Гбит/с, – рассказывает Ф. Одет. – Более быстрая модуляция увеличивает ширину спектра излучения лазера. Как следствие спектры всех мультиплексоров, демультиплексоров и фильтров в сети должны быть в четыре раза шире. А значит, в систему будет поступать в четыре раза больше шума. Таким образом, отношение «оптический сигнал/шум» передатчика при той же мощ-

ности будет на 6 дБ меньше, и это одна из основных причин, затрудняющих переход на 40 Гбит/с».

Кроме того, если использовать традиционную амплитудную модуляцию, то при переходе от 10 к 40 Гбит/с хроматическая дисперсия (CD) будет проявляться в 16 раз, а поляризационно-модовая (PMD) – в 4 раза сильнее. «Следовательно, чтобы иметь хорошую систему связи со скоростью передачи 40 Гбит/с, нужно отказаться от амплитудной модуляции, связанной с увеличением шумов вследствие хроматической и поляризационно-модовой дисперсии», – говорит Ф. Одет.

По словам Кевина Друри, директора отдела оптических устройств компании Nortel, решение названных проблем «требует использования дополнительных модулей для компенсации дисперсии (DCM) и усилителей, что увеличивает стоимость новых систем, которые должны быть не более чем в 2–2,5 раза дороже прежних».

Поворот

По словам П. Хансена, развертывание 40-гигабитных систем происходит преимущественно в базовой сети, где новые технологии дают на сегодняшний день большую отдачу. «Базовая сеть объединяет много потоков информации, поэтому здесь можно заметно снизить стоимость модернизации, позволив себе потратить больше денег на ее модернизацию для увеличения емкости в этой части сети. Вопрос в том, как быстро окупятся затраты», – отмечает он.

Хансен объясняет, что возможны сценарии, при которых операторы при некоторых условиях выберут 40-гигабитные системы даже при меньшей стоимости 10-гигабитных. Например, при наличии у оператора мар-



шрутизатора с 40-гигабитным интерфейсом замена последнего выльется в дополнительные затраты, которые следует учитывать в бизнес-модели, отдающей предпочтение выбору 40, а не 10 Гбит/с. По словам Хансена, также «бывает, что копать улицу для прокладки нового волокна настолько непривлекательно, что оператор предпочтет потратить побольше на увеличение полосы пропускания».

Специалисты из Mintera рассматривают проблему под другим углом. Вместо сравнения стоимости 40-гигабитной системы с одной 10-гигабитной, как они заявляют, важнее сравнить стоимость одного канала на 40 Гбит/с с четырьмя каналами по 10 Гбит/с – схемой, используемой сейчас несколькими операторами.

«Сравнивать 40-гигабитный передатчик с самым дешевым 10-гигабитным, способным передавать на несколько десятков километров, – все равно что сравнивать яблоки с апельсинами. Обычно за основу сравнения берут стоимость высокоскоростной системы, но сегодня мы работаем над технологиями, которые будут внедрены в течение следующих 12–18 месяцев. Кроме того, они будут конкурентоспособны в более развитых городских сетях и городских базовых сетях», – объясняет Терри Унтер, главный исполнительный директор Mintera.

Ускорить переход на 40 Гбит/с могут также последние разработки передовых методов модуляции с компенсацией дисперсии при повышенных скоростях передачи. «Наиболее перспективным методом представляется дифференциальная фазовая модуляция (DPSK). В этом случае модулируются и амплитуда, и фаза; таким образом, средняя мощность оказывается на 3 дБ выше, чем позволяют получить другие методы. Так как на 40 Гбит/с мощность на 6 дБ ниже, то метод, дающий выигрыш в 3 дБ, кажется крайне интересным», – размышляет Ф. Одет. По его словам, метод DPSK также более устойчив к хроматической и поляризационно-модовой дисперсии.

Нельзя переоценить и значение емкости, – добавляет Т. Унтер. В своем модуле для разнесения каналов на 50 ГГц его компания использует и передовую модуляцию, и «умную компенсацию хроматической дисперсии». – Позиция, которую мы заняли, состоит в том, что 40 Гбит/с окажется

экономически жизнеспособным новшеством только если провайдеры сумеют включить эту скорость в инфраструктуру, уже построенную для 10 Гбит/с, – говорит он. – До сегодняшнего дня основной задачей для нас было выйти с выгодным, готовым к внедрению решением, работающим по правилам 10-гигабитной схемы и в ее инфраструктуре. В таком случае оператор связи сможет добавить связь на 40 Гбит/с без инвестирования денег в модернизацию усилителей, волокна и компенсаторы дисперсии, которые уже были установлены для использования на скорости 10 Гбит/с».

Джо Лоренс, главный архитектор Level 3, соглашается, что нынешние цены остаются слишком высокими, но высказывает сомнение в том, насколько это продиктовано упомянутыми техническими препятствиями: «В действительности дело в объемах производства. Привлекательность 10 Гбит/с кроется не обязательно в технологии. Просто чип, если уж он разработан, штапуется миллионами, а не тысячами».

Серж Мель, вице-президент по техническому маркетингу и развитию бизнеса компании Infinera, соглашается с тем, что стоимость соединения портов маршрутизатора с линией системы WDM на скорости 40 Гбит/с все еще слишком высока. «Сегодня стоимость компонент для 40 Гбит/с снизилась еще недостаточно, чтобы стать широко распространенной альтернативой», – утверждает он, замечая, что оборудование для 40 Гбит/с до сих пор в 6–7 раз дороже своих 10-гигабитных аналогов.

Для работы над этими проблемами Infinera объединила восемь других вендоров. Они должны установить многоисточниковое соглашение (MSA) X40 для разработки много-

канального оптического приемопередатчика на 40 Гбит/с, который был бы не более чем в 2,5 раза дороже 10-гигабитного. Однако для некоторых операторов включая Level 3 даже снижение стоимости компонент 40-Гбитной системы вследствие повышения объемов производства не сделает этот интерфейс однозначно выгодным. Дж. Лоренс докладывает, что в своих базовых сетях Level 3 уже работает с большими скоростями передачи данных, «используя более восьми длин волн на скорости 10 Гбит/с на междугородных отрезках». Оператор крайне заинтересован в работе недавно сформированной Группы изучения высоких скоростей (HSSG) IEEE 802.3, задача которой состоит в оценке потребности в более высоких скоростях передачи данных вплоть до 100 Гбит/с (Ethernet).

«Мы видим, что 100-гигабитный Ethernet наверняка окажется для нас правильным выбором, но это не означает, что мы «похоронили» 40 Гбит/с, – объясняет Дж. Лоренс. – Многим нашим клиентам необходим этот формат, поэтому не думаю, что мы откажемся его поддерживать. Мы просто не считаем, что он самый выгодный».

*Перевод с английского
Lightwave, December 2006*

Литература, добавленная при переводе

1. Величко М.А., Сусьян А.А. Оптическая коммутация всплесков данных // *Lightwave Russian Edition*, 2006, № 4, с. 18.
2. Хоскин Т. 40-гигабитные оптические сети: зачем, как и когда? // *Lightwave Russian Edition*, 2005, № 3, с. 16.
3. Новости ECOC // *Lightwave Russian Edition*, 2003, № 1, с. 5.
4. Новости OFC // *Lightwave Russian Edition*, 2003, № 2, с. 5.

Когда полимерные волокна станут важной технологией для создания домашних сетей?

На сайте журнала *Lightwave* и корпорации PenWell был задан вопрос: «Когда полимерные волокна станут важной технологией для создания домашних сетей?» Ответы респондентов распределились следующим образом:

• В течение ближайших двух лет	21,15%
• В течение 2-5 лет	31,18%
• Более, чем через 5 лет	26,52%
• Никогда	21,15%