

СПЕКТРАЛЬНОЕ УПЛОТНЕНИЕ WDM УРОВНЯ STM-64 (10G) от ГК "Натекс"

О.Чернова
fortune@nateks.ru

Год назад мы уже рассказывали об оборудовании для систем оптического уплотнения WDM группы компаний "Натекс" [1]. За прошедшее время ассортимент оборудования существенно увеличился. Появились новые решения для скоростей передачи порядка 10 Гбит/с, расширились параметрические линейки устройств. Все это позволяет заказчикам строить новые линии и модернизировать уже существующие до уровня STM-64.

Потребности в скорости передачи данных по опорным сетям растут все стремительней, зачастую опережая планы строительства сетевой инфраструктуры. Скорости уровня 10 Гбит/с (10G, STM-64) уже давно становятся массовой потребностью операторов. Решение известно давно – это технологии оптического уплотнения WDM. В самом деле, для прямого перехода в системах с цифровой синхронной иерархией (SDH), например, с уровня STM-16 на STM-64, необходимы очень ощутимые вложения в новое оборудование. И даже после этого будет возможно использовать лишь сервисы SDH. Совсем другое дело – применение оборудования спектрального уплотнения: лишь обновив отдельные узлы SDH, можно подключать современные коммутаторы с возможностью предоставления высокоскоростных сервисов и услуг (IP, удаленные хранилища, видео и т.п.). А это новые источники дохода от дополнительных услуг.

Компания "Натекс" уже несколько лет занимается этим перспективным направлением – оборудованием оптического уплотнения, а также усилителями, транспондерами, компен-

саторами хроматической дисперсии, конверторами [1]. Недавно линейки WDM-оборудования компании существенно расширились. Рассмотрим новинки и остановимся на их применении для организации WDM-каналов передачи информации на расстояния порядка 100–200 км со скоростями уровня 10 Гбит/с.

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

Учитывая, что WDM-технологии стали более массовыми, компания изменила концепцию конструктивного исполнения своего оборудования. В дополнение к шасси с функциональными слотами [1] "Натекс" выпустила широкую линейку устройств в виде 19-дюймовых модулей высотой 1U. Каждый модуль обладает независимым управлением и питанием. На передней панели (если это необходимо) расположены индикаторы и органы управления. Для локального и удаленного управления предусмотрены интерфейсы RS-232 и Ethernet (по протоколу SNMP). В большинстве случаев предусмотрено электропитание как 48 В постоянного тока, так и 100–240 В переменного (50 и 60 Гц), для чего служит

резервный блок питания. Разумеется, при этом компания не отказывается от выпуска устройств для установки в шасси кассетного типа.

CWDM-СИСТЕМЫ

Прежде всего, в области CWDM-систем (WDM-системы с "грубым" разделением каналов) компания предлагает новый модуль оптического линейного усилителя EDFA, комбинированного с CWDM-транспондером FG-WDM-F-OBATP-CWDM (рис.1). Устройство поставляется с передатчиками с выходной мощностью 13 и 8 дБм. Эти устройства могут принимать сигнал на скорости 1,25 Гбит/с в диапазоне 1270–1600 нм, конвертируя и усиливая его на длине волны 1550 нм. Устройство отличается стабильной выходной мощностью ($\pm 0,1$ дБ) и низким уровнем шумов (8,2 дБ). Оно позволяет передавать данные на расстояния порядка 80 км по одномодовому волокну. Оснащено оптическими разъемами типа SC/PC.

На передней панели расположены индикаторы, что позволяет мгновенно оценить статус линии и устройства, контролировать входные и выходные сигналы. Для локального и удален-



Рис.1. Комбинированный CWDM-транспондер FG-WDM-F-OBATP-CWDM

ного управления предусмотрены интерфейсы RS-232 и Ethernet.

Комбинированный модуль эффективен для решения таких задач, как преобразование длины волны с последующим усилением оптического сигнала, увеличение скорости и дальности передачи по уже существующим сетям доступа, построение высокоскоростных сетей. Его можно использовать и в локальных оптических сетях.

Компания начала производство и CWDM-транспондеров со скоростью передачи 10 Гбит/с. Предлагается линейка одноканальных транспондеров с дальностью передачи 40, 70 и 80 км (FG-WDM-F-CWDM-TP-10G), а также двухканаль-



Рис.2. Компенсатор оптической дисперсии FG-WDM-F-CDC

ный транспондер FG-WDM-F-CWDM-2- TP-10G на дальность 80 км.

Кроме того, портфель предложений пополнился модулями оптических переключателей на резервный канал OPS. Так, оптический переключатель на резерв OPS FG-WDM-F-OPS-1310/1550 разработан для повышения стабильности и надежности работы оптических систем передачи. В схемах включения 1+1 (1310 и 1550 нм) двух- и четырехпроводных систем передачи OPS FG-WDM-F-OPS-1310/1550 может играть роль автоматического переключателя с основного на резервный оптический тракт. Время переключения – менее 50 мс. Для непрерывного мониторинга и управления линией предусмотрен служебный канал (OSC) с длиной волны 1625 нм.

Устройство оснащено всеми возможностями мониторинга посредством ЖК-дисплея, светодиодной индикации и интерфейсов RS232 и Ethernet (по протоколу SNMP). На ЖК-индикаторе отображается уровень передаваемого и принимаемого сигналов, рабочая длина волны, уровень переключения, текущие дата и время. Переключение возможно как автоматически, так и вручную. Выпускается и специальный переключатель на резервный канал для систем оптического кабельного телевидения (CATV).

Системы DWDM

Пассивное оборудование

Весьма существенно пополнился ассортимент оборудования компании и в области DWDM-оборудования. Прежде всего, расширился ассортимент пассивных оптических мультиплексоров – в дополнение к устройствам с шагом сетки в 100 ГГц на 40 каналов появились 32-канальные устройства. Кроме того, компания предлагает терминальные мультиплексоры с шагом 200 ГГц на 4, 8 и 16 каналов. Это позволяет оптимально подбирать оборудование для оптических систем любой сложности.

Кроме того, появились и оптические мультиплексоры ввода-вывода (Add-Drop), как одно-

и двунаправленные, для работы с сеткой частот 200 ГГц. Устройства оснащены оптическими разъемами типа LC (или SC по желанию заказчика).

Компания выпускает и линейку компенсаторов оптической дисперсии FG-WDM-F-CDC (рис.2). Они выполнены в стандартном 1U-корпусе и отличаются низкими потерями, в также низкой дисперсией поляризационной моды. Устройства предназначены для компенсации дисперсии в стандартных одномодовых оптических волокнах (G.652) или других волоконно-оптических кабелях с положительной дисперсией, которая характерна для магистральных оптических систем передачи. Эти продукты обеспечивают отрицательную компенсацию наклона показателя дисперсии, что позволяет системам спектрального уплотнения DWDM или магистральным оптическим системам передачи данных сохранять целостность сигнала на больших расстояниях.

Транспондеры

Кардинально возрос ассортимент активного DWDM-оборудования – транспондеров и усилителей. Сегодня компания предлагает транспондеры DWDM (FG-WDM-F-DWDM-TP-10G) на скорости передачи уровня 10 Гбит/с (рис.3). FG-WDM-F-TP-10G представляет собой преобразователь-усилитель оптических сигналов. Получая на входе сигнал в диапазоне 1270–1600 нм (скорость информационного потока – 10 Гбит/с), устройство автоматически конвертирует его в сигнал с центральной длиной волны, соответствующей одному из каналов сетки DWDM с заданным шагом (например 1547,72 нм). Чувствительность приемника транспондера – -22 дБм, выходная мощность передатчика – -1 дБм. При работе со стандартным одномодовым оптическим волокном (G.652) дальность передачи со скоростью 9,95 ГГц при интенсивности ошибок BER = 10⁻¹² составляет 80 км. Производится и версия транспондера с дальностью работы до 40 км. Транспондеры производятся в виде 1U-модуля, с необходимыми органами управ-



Рис.3. Транспондер DWDM FG-WDM-F-DWDM-TP-10G

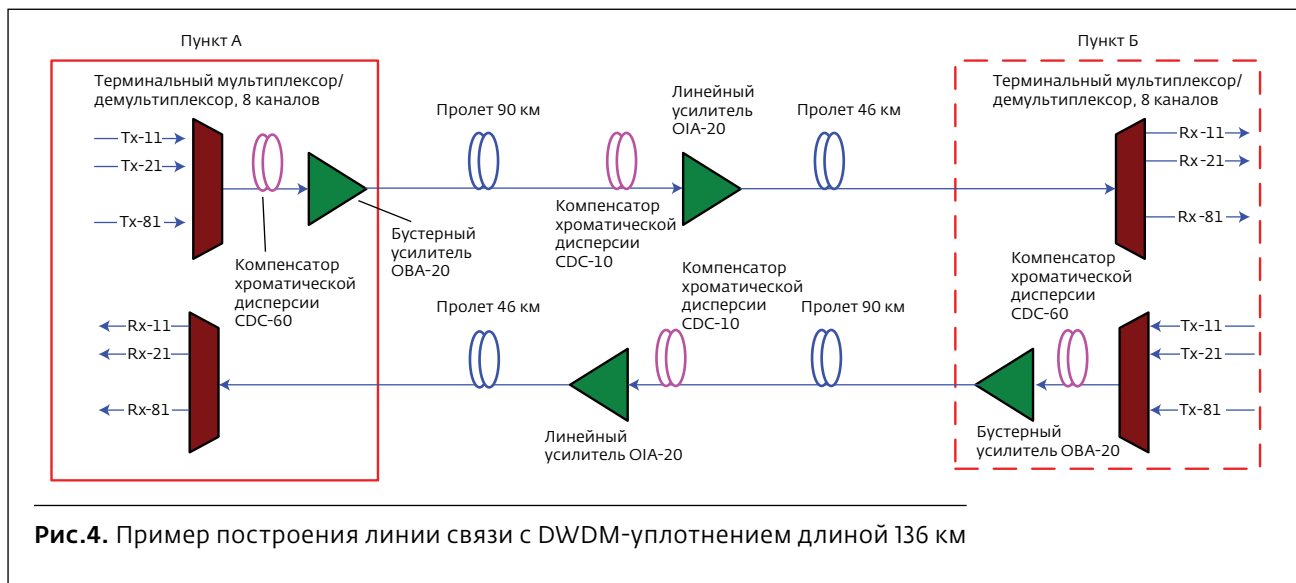


Рис.4. Пример построения линии связи с DWDM-уплотнением длиной 136 км

ления, светодиодными и ЖК-индикатором на лицевой панели, собственным источником питания. Мощность потребления устройства – до 15 Вт.

Усилители

Наиболее существенно расширилась линейка оптических усилителей на основе легированного эрбием волокна (EDFA) [2]. Оптические усилители можно разделить на выходные (бустерные), линейные и входные (предусилители). С этого года компания предлагает все виды оптических EDFA. Все они работают в C-диапазоне (1530–1563 нм).

Бустерные усилители. Помимо уже известных усилителей серии S [1] компания предлагает устройства серии W. В нее входят бустерный усилитель FG-WDM-F-W-OBA-20, линейные усилители FG-WDM-F-W-OIA-16, FG-WDM-F-W-OIA-20 и предусилитель FG-WDM-F-W-OPA-20. W-серия EDFA предназначена для работы в стандартной C-полосе. В этой серии используется технология

выравнивания коэффициента усиления, а также опция подавления и контроля усиления. Выходная мощность бустерного усилителя и предусилителя – 20 дБм, линейного усилителя – 16 дБм. Уровень шумов усилителей – порядка 6 дБ, средняя потребляемая мощность – порядка 10 Вт. Оптический вход изолирован от выхода.

Компания поставляет также мощный усилитель FG-WDM-F-OBA-23 с выходным сигналом уровня 23 дБм. Коэффициент шума – не более 5,5 дБ, средняя мощность потребления устройства – 28 Вт. Производится и компактный усилитель (70×90×15 мм) FG-WDM-F-OBA-17-SA с выходной мощностью 17 дБм. Он специально разработан для случаев, когда необходимо срочно нарастить мощность сигнала в сети. Усилитель обладает низкой потребляемой мощностью (в среднем 10 Вт) при напряжении питания 5 В.

Разумеется, компания продолжает развивать решения не только на основе отдельных блоков, но и модулей (плат) для установки в шасси.

Таблица 1. Оценка бюджета линии на дальности 136 км

Оборудование	Передатчик	Мультиплексор	Компенсатор хроматической дисперсии CDC-60	Усилитель ОВА-20 (АРУ)	Пролет 90 км	Компенсатор хроматической дисперсии CDC-10	Усилитель ОИА-20 (АРУ)	Пролет 46 км	Демльтиплексор	Приемник
Относительный уровень входного сигнала, дБ	-	0,0	-4,0	-9,0	10,0	-11,8	-13,8	9,2	-2,9	-6,9
Усиление, дБ	-	-4	-5	19	-21,8	-2	23	11,4	-4	-
Относительный уровень выходного сигнала, дБ	0,0	-4,0	-9,0	10,0	-11,8	-13,8	9,2	-2,9	-6,9	-
Хроматическая дисперсия, пс	1600	1600	2620	2620	1090	1260	1260	478	478	478

ПРИМЕРЫ ПОСТРОЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ТРАКТОВ ПЕРЕДАЧИ

Рассмотрим пример построения тракта передачи восьми потоков данных со скоростью уровня 10 Гбит/с по восьми DWDM-каналам по одноволоконному оптическому волокну G.652 на расстояние 136 км. Усиление транспондера обеспечивает передачу до 80 км, поэтому на линии потребуются дополнительные усилители. Прием затухание в волокне 0,22 дБ/км, суммарные

потери в оптических разъемах – 2 дБ на пролет ОВ. Выходная мощность передатчика – -6 дБм, минимальный уровень входного сигнала в приемнике – -13 дБм, т.е. потери в линии не должны превышать 7 дБ. Дисперсия перед приемником не должна превышать 478 пс.

Учитывая заданные условия, потребуется два усилителя – бустерный и линейный и два компенсатора хроматической дисперсии (рис.4). Расчет бюджета мощности такой линии

Таблица 2. Оценка бюджета линии на дальности 221 км

Оборудование	Передатчик	Мультиплексор	Компенсатор хроматической дисперсии CDC-60	Усилитель ОВА-20 (АРУ)	Пролет 90 км	Компенсатор хроматической дисперсии CDC-40	Усилитель ОИА-20 (АРУ)	Пролет 90 км	Компенсатор хроматической дисперсии CDC-40	Усилитель ОИА-20 (АРУ)	Пролет 31 км	Демльтиплексор	Приемник
Относительный уровень входного сигнала, дБ	-	0,0	-4,0	-9,0	10,0	-11,8	-15,8	8,2	-13,6	-17,6	7,4	-1,4	-5,4
Усиление, дБ	-	-4	-5	19	-21,8	-4	24	-21,8	-4	25	8,8	-4	-
Относительный уровень выходного сигнала, дБ	0,0	-4,0	-9,0	10,0	-11,8	-15,8	8,2	-13,6	-17,6	7,4	-1,4	-5,4	-
Хроматическая дисперсия, пс	1600	1600	2620	2620	1090	1770	1770	240	920	920	393	393	393

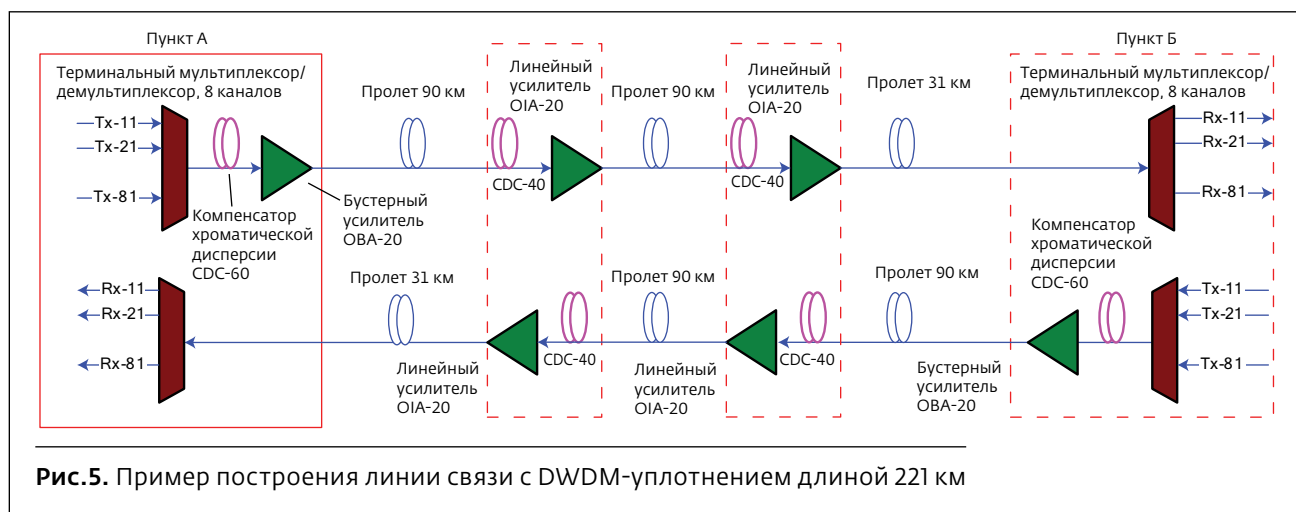


Рис.5. Пример построения линии связи с DWDM-уплотнением длиной 221 км

показывает (табл.1), что оборудование обеспечивает требуемые значения как по мощности, так и по дисперсии.

В случае построения более длинных линий передачи, может потребоваться больше промежуточных пунктов усиления (рис.5, табл.2)

Отметим, в рассмотренных примерах требовались только EDFA-усилители компенсаторы хроматической дисперсии, без регенерации сигнала. Усилить можно участки и с CWDM-уплотнением, используя усилители с более широкой полосой. Важно понимать, что расчеты сугубо индивидуальны и выполняются под конкретный проект, поскольку необходимо учитывать множество факторов. Для расчета параметров линии и необходимого оборудования создана специальная программа, включая просчет необходимости установки компенсаторов дисперсии и т.д. Особенно это актуально в случаях, когда оборудование компании "Натекс" используется совместно с WDM-оборудованием других производителей.

Несмотря на то, что компания только приступила к поставкам новых серий WDM-оборудования, на его основе уже был реали-

зован ряд проектов, например, DWDM-линии длиной 151 и 236 км.

Компания предлагает огромный выбор всевозможных вариантов оборудования спектрального уплотнения – есть и пассивное оборудование (CWDM/DWDM), и линейка "цветных" транспондеров SFP/XFP, и CWDM-транспондер на любые скорости и т.п. Многие устройства выполнены как в виде модулей для установки в шасси, так и как отдельные устройства (корпуса типа minirack или корпуса для отдельной установки). Все это позволяет эффективно и без крупных затрат модернизировать уже построенные оптические системы связи. Существенно, что все оборудование оснащено системой управления, которая полностью интегрируется в общую систему управления всем оборудованием "Натекса".

ЛИТЕРАТУРА

1. **Чернова О.Н.** Технологии xWDM – это перспективно. Решения ГК "Натекс". – Первая миля, 2011, №1, с.26–31.
2. **Чернова О.Н.** Достижения xWDM-технологий. – Вестник связи, 2012, №2.