

8 Тбит/с DWDM СДЕЛАЛИ 25 Тбит/с – в ближайших планах

Рассказывают генеральный директор
компании "Т8", к.ф.-м.н. **В.Н.Трещиков**
и заместитель генерального директора **К.В.Марченко**



В.Н.Трещиков

О российской фирме "Т8" мало кто слышал до 2012 года, когда на выставке "Связь-Экспокомм" компания представила DWDM-оборудование с канальной скоростью 100 Гбит/с. Тогда еще немногие производители в мире могли похвастаться подобным. Совсем удивительно было, когда "Т8" объявила об установлении мирового рекорда, а затем – еще одного. Вдруг стало заметно, что многие ведущие российские специалисты в области волоконно-оптических систем связи являются сотрудниками "Т8".

О том, как появилась и развивалась компания "Т8", как были получены выдающиеся результаты, о планах на будущее и сегодняшних проблемах – наш разговор с генеральным директором компании "Т8" Владимиром Николаевичем Трещиковым и заместителем генерального директора Константином Владимировичем Марченко.



К.В.Марченко

Владимир Николаевич, какова история компании "Т8"?

В.Трещиков. В 1998 году я защитил кандидатскую диссертацию, окончив МФТИ. Нужно было думать, что делать дальше. Съездил в США – там предлагали работу, проблем не было. Но не понравилось. Не хотелось работать и в крупной зарубежной компании в России, хотя звали. И так получилось,

что возникла возможность сделать свой проект – сейчас бы его назвали стартапом. Проект был в Казахстане. У меня были тесные связи с этой страной – в свое время для заработка я там занимался сваркой оптического волокна – и сам варил по 1000 км в год, и бригады организовывал. Кроме того, в Казахстане я читал лекции по физике. В отличие от России,

там за это много платили – 500 долл. за трехдневный курс казались тогда гигантской суммой. Одновременно мы разработали систему документирования ВОЛС, которая в Казахстане принята как стандарт и до сих пор используется. Поэтому я пользовался там авторитетом, и когда понадобилось новое техническое решение, обратились ко мне. Я тогда фактически поставил на карту свое имя – сказал, что мы установим неизвестные вам российские системы, но я гарантирую, что они заработают. "Ну, если ты гарантируешь – мы согласны".

Первый проект был очень простой – мы его назвали "было 100 км, стало 200". Требовалось построить ВОЛС через пустыню. Использовалось активное оборудование Cisco, но его штатная дальность составляла 90 км. А расстояния между населенными пунктами были гораздо больше. Мы применили российские оптические усилители, которые позволили увеличить длину пролета до 200 км. Пришлось прожить в пустыне почти два года, проект был успешно реализован.

К сожалению, дело происходило в конце 1990-х – начале 2000-х. Проект был моим, но я выступал от лица некоей российской компании, которой казахстанская сторона перечислила деньги в полном объеме. А российская компания мне заплатила в несколько раз меньше оговоренного – в стиле той эпохи. Из той компании я, естественно, ушел. Однако казахстанские партнеры хотели продолжать проект, пришлось открыть свою фирму. До этого и в мыслях не

держал, что буду директором. И по склонностям, и по образу мысли я инженер, а директором стал просто волей случая.

С 2004 года мы работали как "Связь-Электро М" – отдельная структура в рамках холдинга "Связь-Электро". Через какое-то время сложилась парадоксальная ситуация – наша фирма начала перерастать материнскую компанию, и холдинг предложил нам выкупить их долю. Пришлось создавать полностью автономную фирму. Так в 2008 году была сформирована компания "Т8". Собственно, это отражено в названии: "Т8" – "технологии 2008". Чуть позднее мы

под задачи заказчика. И первым собственно нашим продуктом был программно-аппаратный комплекс управления и мониторинга DWDM-сетей "Монитор".

Дальше – больше. Мы занимались высокоскоростными системами в целом, а они делали эрбиевые оптические усилители (EDFA), DWDM-оборудование передачи данных "Пуск" (до 10 Гбит/с). Со временем мы все больше и больше вкладывались в разработку. Через какое-то время технологии мощных промышленных волоконно-оптических лазеров, используемых для резки и сварки металлов, которыми в основном зани-

"Т8" – "технологии 2008". Чуть позднее мы стали трактовать "Т8" как "технологии бесконечности"

стали его трактовать как "технологии бесконечности".

Вы с самого начала стали заниматься разработкой оборудования?

В.Т. Не совсем. В первые годы мы много работали с компанией "ИРЭ-Полюс", которая занимается мощными лазерами. С этой компанией у меня очень тесные связи, именно во фрязинском филиале ИРЭ РАН я писал диссертацию после МФТИ. А компания "ИРЭ-Полюс" – напротив, через дорогу. Изначально мы предложили "ИРЭ-Полюс" сотрудничество – давайте мы приспособим ваши лазеры

мается "ИРЭ-Полюс", и технологии скоростных ВОЛС разошлись: лазеры становились все мощнее, а телекоммуникационные системы – все быстрее. Оказалось, что для создания промышленных лазеров и DWDM-систем нужны разные технологии и компоненты. Мы все больше и больше погружались в разработку собственного оборудования. В результате была создана линейка оборудования "Волга", которую мы производим сегодня. Это полностью наша разработка, именно на оборудовании "Волга" мы установили несколько мировых рекордов.

Визитная карточка "Т8" – мы первыми в России сделали 80-канальную DWDM-систему со скоростью 100 Гбит/с на канал. В сумме в одном волокне получается 8 Тбит/с. На выставке "Связь-Экспокомм-2012" по этому поводу даже придумали лозунг "Т8=8Т". Наши китайские партнеры на это заметили: каким провидением нужно обладать, чтобы в 2008 году предположить достижение скорости в 8 Тбит/с через пять лет.

Таким образом, главное наше достижение – это именно DWDM-система на 100 Гбит/с. Сегодня наши системы поддерживают 96 DWDM-каналов. Компании принадлежит два мировых рекорда. Первый – рекорд дальности, передача в 80 DWDM-каналах потоков по 100 Гбит/с (всего 8 Тбит/с) на 4000 км без компенсации дисперсии, с использованием только каскада усилителей. Совсем недавно рекорд дальности побила компа-

ния Xtera (480 км). И если американская компания официально зафиксировала свой рекорд, а мы его превзошли, значит, сегодня именно мы – первые.

Такие рекордные достижения дорогого стоят, особенно в области скоростных ВОЛС волоконно-оптических систем, где сосредоточены усилия многих ведущих мировых производителей.

Установить рекорд в области ВОЛС – задача непростая. За счет чего компания "Т8" смогла решить задачу, которую не решили другие ведущие производители?

В.Т. Действительно, еще недавно казалось, что придумать что-то новое совершенно нереально. Рост скоростей и дальностей передачи зашел в насыщение. Мы готовились к выставке "Связь-Экспокомм-2012", собирались демонстрировать нашу DWDM-систему "Волга". Я и предложил – давайте к выставке продемонстрируем

на 3500 – а это уже рекорд. В итоге мы выстроили ВОЛС на 4000 км и продемонстрировали работу нашей системы со скоростью 8 Тбит/с в одном волокне. Разумеется, используя усилители EDFA через каждые 100 км. И опять видели, что есть запас по дальности.

Получался какой-то парадокс – ведь для линий ВОЛС со скоростями 10 Гбит/с такие расстояния без регенерации недостижимы. Да, делают подводные ВОЛС и на 10 тыс. км, но там и усилители ставят через 60–70 км, и специальные волокна используются – с экстремально низкими потерями, с увеличенным модовым пятном и т.д. Ведущие компании мира бьются над этой задачей. А тут взяли стандартное оптоволокно – и прошли 4000 км. Стали думать, в чем дело. И оказалось, что мы имеем дело с совершенно новыми физическими эффектами.

В системах волоконно-оптической связи на скоростях порядка 10 Гбит/с используются амплитудные способы модуляции, как правило, метод включения-выключения лазера (NRZ OOK – включение/выключение без возврата к нулю). Сигнал в приемнике детектируется по порогу. По сути, передача ведется короткими импульсами. Нелинейность в таких системах очень велика. Главным образом она обусловлена законом Керра, т.е. зависимостью скорости света в среде от мощности сигнала. Мощность сигнала, соответствующего "1", максимальна, в "0" ее нет совсем. Очевидно, что на фронтах сигнала возникают

Мы первыми в России сделали 80-канальную DWDM-систему со скоростью 100 Гбит/с на канал

ния Cisco, подняв планку до 4,5 тыс. км. А второй наш рекорд – по длине пролета – пока никем не превзойден. С помощью оборудования "Волга" мы обеспечили передачу потока 1 Тбит/с (10 несущих по 100 Гбит/с) на 500 км без промежуточных активных устройств. До нас рекорд принадлежал американской

работу системы на 1000 км. Запустили – работает, видим, что запас по бюджету линии гигантский. Запустили на 2000 км – тоже работает с огромным запасом. Могли и дальше, но волокна в наличии не оказалось. После выставки исследования продолжили. Установили соединение на 3000 км, затем

искажения, которые из-за дисперсии растут с расстоянием. Понятно, что в таких системах межсимвольная интерференция играет ключевую роль - если пересекаются фронты соседних импульсов, безошибочный прием невозможен. Поэтому в ООК-системах уширение импульса на 10% - уже плохо, необходимо ставить компенсаторы дисперсии. Мы же используем принцип когерентного приема.

Как этот принцип реализован в вашем оборудовании?

В.Т. Передача сигналов происходит посредством квадратурной фазовой модуляции, причем одновременно и независимо в двух ортогональных плоскостях поляризации - схема DP-QPSK. Для каждой поляризации мы применяем когерентный фазовый детектор - аналог гетеродинного приемника, где вместо гетеродина используется лазер, а в качестве смесителей - интерферометры Маха-Цандера. Аналогично построен и передатчик - опорный лазер и интерферометры в качестве смесителей. Кроме того, в приемнике мы используем 8-разрядные АЦП с быстродействием 53 Гвыборок/с. Такие АЦП интегрированы в сопроцессор, так называемый OTN Framer, где происходит обработка потока. Используя многоуровневый прием, нам удалось реализовать эффективный алгоритм коррекции ошибок SoftFEC. При этом избыточность кодирования составила 20%. Реализована и электронная компенсация хроматической дисперсии и дисперсии поляризованной моды. Вся

эта совокупность решений обеспечила отличное значение базового параметра волоконно-оптических линий передачи - допустимое соот-

Мы научились встраивать спектральные каналы на 100 Гбит/с между каналами по 10 Гбит/с

ношение "оптический сигнал/шум" на входе приемника (OSNR). У нас минимальное допустимое OSNR составляет 12,5 дБ. На одной DWDM-несущей обеспечивается агрегатная скорость 120 Гбит/с, что соответствует скорости информационного потока в 100 Гбит/с. Принципиально, что наше 100-Гбит/с оборудование соответствует требованиям стандарта OTN.

Когерентный прием как раз и позволяет достигать рекордных дальностей. В когерентных системах компенсация дисперсии происходит в конце линии, импульсы расползаются фактически на тысячи битовых интервалов - и это допустимо для когерентного приемника. Нет резкого перепада мощности, поэтому нелинейные эффекты значительно ниже. По сути, они усредняются на импульсном интервале. В результате, из-за снижения нелинейных эффектов, мы имеем очень существенный выигрыш, порядка 3-4 дБ по сравнению с амплитудной модуляцией при передаче 10 Гбит/с. Это означает более чем двукратное увеличение дальности передачи. Это

огромный эффект. Именно поэтому сейчас весь телекоммуникационный мир переживает бум когерентных систем.

До вас этот эффект никто не обнаружил?

В.Т. Я не сомневаюсь, что обнаружили. Но не стали об этом громко кричать. Ведь это очень полезный в хозяйстве эффект - он нужен самому, зачем о нем кому-то рассказывать? Первые зарубежные статьи на тему когерентного оптического приема появились только весной 2013 года.

Например, одна из полезных возможностей когерентного приема - мы научились встраивать спектральные каналы на 100 Гбит/с между каналами по 10 Гбит/с. Классическим способом эта задача не решается, межканальная интерференция со стороны соседнего канала с ООК-модуляцией такова, что деградация 100-Гбит/с сигнала оказывается порядка 10 дБ. Но, как выяснилось, этот эффект можно уменьшить как минимум на 5 дБ. Суть в том, что межканальная интерференция значительно различается в зависимости от того, оказывается импульс в канале 10 Гбит/с напротив символа в канале 100 Гбит/с или нет. Из-за различных скоростей и дисперсии этот эффект

является быстропеременным. Его можно компенсировать, если очень быстро подстраивать параметры приемника. Быстро – это на уровне мегагерц, причем критерием подстройки является интенсивность ошибок приема. Понятно, что задача эта непростая, но мы ее решили. Это и позволило очень эффективно организовывать 100-Гбит/с каналы в уже действующей ВОЛС с канальными скоростями по 10 Гбит/с.

Что представляет собой DWDM-система "Волга"?

В.Т. Система DWDM-оборудования "Волга" включает шасси и линейку модулей транспондеров со скоростями 2,5; 10; 40 и 100 Гбит/с. Наиболее интересны, разумеется, транспондеры и мукспондеры на 100 Гбит/с. Например, транспондер TS-100 обеспечивает передачу потока 100GB Ethernet, поддерживает линейный интерфейс OTU4 (стандарт OTN), реализует 96 каналов в C-диапазоне с шагом

различных клиентских потоков, таких как 10GB Ethernet, STM-64, OTN OTU2, Fiber Channel. Кроме того, у нас есть модуль мукспондера с поддержкой двух абонентских потоков Infiniband QDR по 40 Гбит/с (и дополнительно двух каналов 10GB Ethernet) для построения распределенных суперкомпьютерных систем, центров обработки данных и др. Кроме транспондеров, в линейку входят модули усилителей (рамановских и EDFA), компенсаторов дисперсии, оптических ответвителей (ROADM, OADM) и т.п.

Интересна и линейка модулей на 10 Гбит/с. В частности, мы производим двоянные транспондеры, позволяющие резервировать линии по схеме 1:1. Переключение на резервный канал возможно как вручную, так и автоматически – по мощности сигнала или по ошибкам FEC.

Само шасси отличается размерами – 3U, 6U и 10U. В одном 10U-крейте оборудование обеспечивает суммар-

обеспечивает архитектура модулей.

Принципиально, что у нас и линейная, и клиентские части реализованы на одной плате. В результате мы получили единый модуль высотой в 1U. Компания Huawei использует другую архитектуру системы – отдельные линейные и клиентские модули, объединенные через кросс-плату. Это старая архитектура компании Alcatel, которую переняла Huawei. Примечательно, что сейчас "Ростелеком", с подачи своего основного поставщика, стремится прописать такое решение как стандарт. Понятно, почему в этом заинтересована Huawei, но странно, что "Ростелеком" лоббирует интересы китайского производителя, продвигающего в Россию устаревшее решение.

Одна из главных особенностей нашей системы, которая так нравится заказчикам, – оборудование в очень малой степени зависит от внешней системы управления. Это очень важно с точки зрения информационной безопасности. Ведь традиционно все телекоммуникационное оборудование в сети завязано на общую систему управления – это самая уязвимая точка. Вывести ее из строя достаточно легко, сеть мгновенно рухнет и никогда не поднимется. А в нашей системе каждый из блоков полностью автономен: даже если вообще выключить систему управления, сеть продолжит работать. Не нужно говорить о стратегическом значении подобной особенности системы для государственных сетей.

Один из наших рекордов – передача потока 1 Тбит/с на 500 км в одном волокне без промежуточных активных устройств

50 ГГц. Обеспечена автоматическая коррекция дисперсии до 70 тыс. пс/нм – это примерно соответствует 4000 км в стандартном одномодовом волокне. Мукспондер MS-100-10 отличается тем, что позволяет передать одновременно 10

ную скорость до 600 Гбит/с, в одной стойке – до 5 Тбит/с. Это, возможно, тоже рекорд – компания Cisco говорит о своем рекордном достижении 4,3 Тбит/с в одной стойке. Высокую компактность, в том числе,

В целом система "Волга" – это гибкое DWDM-оборудование мирового класса, полностью отечественной разработки и производства, на котором мы установили несколько мировых рекордов.

Рекордные достижения – это великолепно, но коммерческая компания живет не рекордами, а ежедневной работой. Какие услуги предлагает сегодня "Т8"?

В.Т. Сегодня "Т8" – это предприятие, оказывающее широкий комплекс услуг. Мы занимаемся разработкой и производством DWDM/CWDM-систем, а также сопряженного оборудования, например, это рефлектометр "Дунай" и охранный комплекс на его основе. Кроме того, мы реализуем проекты на базе таких систем. Ведь сегодня нет смысла просто продавать оборудование – заказчикам нужны действующие каналы. Поэтому мы занимаемся проектированием ВОЛС, а также непосредственно инсталляцией и обслуживанием оборудования.

Подчеркну, мы не просто продаем и устанавливаем оборудование – мы сдаем канал связи под ключ, выполняем все пусконаладочные работы, попутно решаем все проблемы, даже не связанные с нашим оборудованием. Заказчик ведь говорит: "Хочу канал из Москвы в Тулу. Кабель проложен, а больше я ни о чем не хочу думать". А реально там десяток проблем. Что-то мы решаем сами, на что-то предметно указываем заказчику.

Львиная доля нашей работы – перевод старых низкоскоростных SDH-систем на

большую скорость, хотя есть и работы с новыми линиями.

На наших системах построено порядка 50 тыс. км DWDM-сетей – это 7% всего российского рынка DWDM-систем, 22% региональных сетей "Ростелекома". Работы ведем на территории всего СНГ, от Туркмении до Заполярья. В основном

Одна из главных особенностей нашей системы – оборудование в очень малой степени зависит от внешней системы управления

это Северо-Западный регион и Сибирь. Также участвовали в олимпийском проекте в Сочи. В 2012 году оборот компании составил 930 млн. руб. Конечно, мы не столь глобальная компания, как Huawei, которой в России принадлежит 60% рынка, – поскольку ее российские конкуренты лишены аналогичных финансовых возможностей. Но с точки зрения физики, у нас, бесспорно, все очень неплохо.

С какими операторами вы работаете, кроме "Ростелекома"? Или он полностью доминирует на рынке?

К.Марченко. Как заказчик "Ростелеком", конечно, доминирует. Последние 10 лет мы принимали самое активное участие в развитии северо-западной региональной сети "Ростелекома". Общая протяженность сетей, построенных в рамках наших проектов с МРФ "Северо-Запад",

составила 21 тыс. км. И ряд проектов продолжается. Например, недавно запустили канал в 100 Гбит/с на трассе Архангельск-Сыктывкар. Причем первые проекты были связаны с примитивными конфигурациями сетей типа "звезда". Сегодня же сформированы кольцевые структуры, которые обеспечивают устой-

чивую работу сети даже при повреждении кабеля.

Из недавних проектов отмечу наше участие в подключении Константиновского дворца. Работа была выполнена в самые короткие сроки, к саммиту "Большой двадцатки". Это был очень масштабный проект, выполненный менее чем за два месяца с момента постановки задачи до сдачи сети в эксплуатацию. Для подключения Константиновского дворца использовано оборудование производства "Т8", причем было обеспечено кольцевое резервирование как через северную часть Финского залива, так и через южную дамбу.

В этих проектах использовалось 100-Гбит/с DWDM-оборудование "Волга"?

К.М. Нет, в основном это оборудование с канальной скоростью 10 Гбит/с, которое мы сегодня активно

используем для сетей "Ростелекома". Проекты со скоростями 100 Гбит/с, как ни странно, наиболее востребованы альтернативными операторами. Сегодня "Ростелеком", равно как и операторы "большой тройки", – это очень крупные структуры, достаточно медленно реагирующие на изменение потребностей населения. Тенденция такова, что в погоне за снижением операционных расходов эти крупнейшие компании ставят пользователей перед необходимостью бегать от оператора к оператору в поисках не лучшего сервиса, а наи-

этому они могут себе позволить быстрее реагировать на рыночную ситуацию, охотнее и оперативнее воплощать новые проекты. Поэтому только за осень 2013 года мы реализовали порядка 8,5 тыс. км сетей с использованием 100-Гбит/с транспондеров. Среди таких операторов – компании "Коммуникации для инноваций" (КДИ, торговая марка Inoventica), "АйХоум" и др.

В.Т. Среди альтернативных операторов очень востребована наша услуга по модернизации ВОЛС, изначально построенной на оборудовании

оборудования компании Siemens. Его поддержка фактически прекращена, и штатным способом скорости 100 Гбит/с там не достичь. Наш 100-Гбит/с транспондер вдвое дешевле, чем решение Siemens. Мы включаем транспондер прямо в работающую систему, он за 50 мс автоматически подстраивается и начинает работать. Причем наше оборудование никак не воздействует на существующую сетевую инфраструктуру, установленное и работающее оборудование вообще не трогаем. Нам неважно, какой тип волокна используется, какое оборудование стоит. Мы можем работать в частотных планах с частотной сеткой и 100, и 50 ГГц. А самое главное – нам не страшна межканальная интерференция со стороны 10-Гбит/с линий. Мы организуем 100 Гбит/с между каналами по 10 Гбит/с, без каких-либо защитных интервалов.

Например, недавно по такой схеме мы организовали 100-Гбит/с канал на линии Москва–Казань, причем длина передачи без регенерации – порядка 1000 км. Подчеркну, канал организован между действующими несущими с потоками 10 Гбит/с. Поскольку 100-Гбит/с системы за счет когерентного приема обеспечивают большую дальность, внедрять именно такие системы целесообразнее экономически. Если на линии с 10 Гбит/с необходимо устанавливать несколько пунктов регенерации, в случае 100 Гбит/с можно вообще без них обойтись. Аналогичный проект выполнен на линии Москва–Чебоксары. Сегодня это очень популярная задача.

Только за осень 2013 года мы реализовали порядка 8,5 тыс. км сетей с использованием 100-Гбит/с транспондеров

менее плохого. И это – принципиально важный момент, объясняющий, почему они, к сожалению, не всегда спешат внедрять наиболее современные технологии. Кроме того, у крупного оператора технологический цикл формирования планов очень длителен. Планируемый в этом году проект может быть назначен к исполнению только через год. В итоге реализация проектов затягивается на несколько лет.

Альтернативные операторы зачастую меньше обременены необходимостью оказывать нерентабельные услуги, меньше заадминистрированы. У них сети менее масштабные, по-

другого производителя. Ведь очень часто операторы арендуют одну оптическую несущую (спектральный канал) в действующей линии связи. Установленное оборудование обеспечивает скорость 2,5 или 10 Гбит/с. А нужно 100 Гбит/с. Покупая наше оборудование, операторы полностью сохраняют существующую структуру сети. За очень маленькие деньги они могут быстро организовать 100-Гбит/с каналы, тем самым многократно повышая пропускную способность системы. Сейчас это самый эффективный способ модернизации старых линий.

Например, очень много ВОЛС, построенных на основе

К.М. Принципиально важный момент – нам не требуется защитный интервал в частотной сетке для организации 100-Гбит/с канала. Очень часто производители, особенно с Востока, указывают в своих рекламных материалах, что у них есть оборудование со скоростью 100 Гбит/с. При этом умалчивают, что канал на 100 Гбит/с будет работать, только если на соседних несущих ничего нет. Стоит что-то рядом запустить – и канал падает. Наши клиенты уже сталкивались с такими ситуациями. Были случаи, когда операторы приобретали оборудование и только в процессе эксплуатации выясняли все эти скрытые недостатки. В итоге они обращались в "Т8", и проблемы решались.

Насколько актуален для России переход на 100-Гбит/с технологии? Они реально востребованы сегодня?

В.Т. Мы прекрасно видим, что 100 Гбит/с – это самый быстрорастущий в мире рынок DWDM-оборудования. Причем массовый переход на такого рода системы начался только в 2013 году. По прогнозам ряда аналитиков, в ближайшие пять лет (до 2017 года)

темпы роста рынка систем 100 Гбит/с составят порядка 75–80% в год. Если в 2012 году доля 10-Гбит/с оборудования на магистральных сетях составляла 72%, а 100-Гбит/с – 5%, то уже в 2015 году 37% сетей будут поддерживать скорости 100 Гбит/с.

Следующим этапом станет переход от 8 к 25 Тбит/с в одном волокне

Аналогичную картину мы наблюдаем и в России. В ближайшие пять лет технология 100 Гбит/с будет наиболее востребованной при создании и модернизации сетей.

Каковы дальнейшие планы компании "Т8" по развитию оборудования?

В.Т. Следующим этапом станет переход от 8 к 25 Тбит/с в одном волокне. Мы подготовили соответствующий проект, он выиграл первое место на конкурсе фонда "Сколково" среди ИТ-проектов. И мы сейчас очень серьезно в него вкладываемся. Например,

специально взяли в аренду очень дорогой прибор – анализатор модуляции EXFO PSO200. Он позволяет контролировать сигналы с модуляцией 16-QAM.

Весь вопрос, как достичь скорости 25 Тбит/с. Самый очевидный вариант – увеличить число несущих: 250 кана-

лов по 100 Гбит/с – и задача решена. Чтобы разместить столько несущих в смежных третьем и четвертом окнах прозрачности (диапазоны С и L), необходимо уменьшить шаг сетки частот, – например, от сегодняшних 50 ГГц перейти к сетке 33 ГГц. У современных усилителей ширина полосы усиления в этих диапазонах – 70 нм. При шаге сетки 33 ГГц как раз получим необходимые 265 каналов. Если удастся достичь прогресса в области усилителей, скажем, увеличить их полосу усиления до 75 нм, то достаточно сетки частот с шагом 37,5 ГГц. Вопрос,

насколько велика будет межканальная интерференция при таком шаге между несущими.

Следующий этап – это переход к так называемому Nyquist WDM, т.е. частотному разделению каналов с шагом, приближающимся к теоретическому пределу Найквиста-Котельникова. Это возможно, если спектр сигнала в каждом канале будет максимально близок к прямоугольному. Для этого в передатчике используют фильтр

модуляционный формат 2DP-16-QAM, позволяющий передавать 8 бит в каждом символе на одной несущей. На интервале 50 ГГц у нас две несущих, итого 400 Гбит/с. Однако при такой схеме мы теряем в допустимом отношении сигнал/шум на входе приемника – он составит 17-18 дБ, тогда как при модуляции DP-QPSK и сетке 50 ГГц минимальное OSNR = 12,5 дБ. Получается проигрыш в 5 дБ, примерно в четыре раза

конференциях. В том числе мы ездили по Кремниевой долине, главным образом чтобы получить доступ к самым современным технологиям и компонентам – лазерам, приемникам, процессорам обработки сигналов и т.д. Что интересно, чаще всего нам задавали вопрос: "Сколько десятков миллионов долларов российское Правительство за это заплатило?". Поначалу мы с гордостью отвечали: "Нам ничего не платили. Мы сами". Потом поняли, что этим мы себя позорим – какие-то такие проходимцы, непонятно как сделали, – в общем, настаживает. Стали уходить от ответа, – мол, коммерческая тайна.

В ближайшие пять лет технология 100 Гбит/с будет наиболее востребованной при создании и модернизации сетей

Найквиста. Тогда можно рассчитывать несущие с шагом 25 ГГц. Это позволяет разместить в диапазоне C+L уже 400 каналов по 100 Гбит/с, что в сумме дает 40 Тбит/с в одном волокне. Таких результатов мы намерены достичь к 2015 году.

В 2015 году планируем завершить третий этап – создать систему с общей канальной скоростью в одном волокне 40 Тбит/с только в C-диапазоне – проект 400G. Его суть – мы используем стандартную сетку частот с шагом 50 ГГц, но реально в каждой полосе размещаем две модулируемые несущие. При этом используем 16-позиционную QAM-модуляцию, четыре бита на символ. Плюс к этому применяем ортогональную поляризацию. В итоге получаем сложный

по дальности. Поэтому решения со скоростью 400 Гбит/с, конечно, будут, востребованы, но не столь массово, как 100-Гбит/с системы.

Все разработки вы ведете из собственных средств?

В.Т. Проект "Сколково" – первый за всю нашу историю случай, когда мы получаем деньги на разработку, хотя и на условиях софинансирования. Мы всегда были на самофинансировании, и даже удивительно, что нам кто-то может хотя бы немного помочь.

Когда мы сделали систему 100 Гбит/с, очень активно докладывали о полученных результатах – ведь это действительно хорошие результаты. Опубликовано много статей, в том числе и в зарубежных журналах, сделано много докладов на зарубежных

Вам удалось наладить взаимодействие с зарубежными производителями?

В.Т. За рубежом уровень компании признан. Сегодня у нас установлены контакты со всеми мировыми лидерами в области волоконной оптики – с Bell Labs, Finisar, Cortina Systems, Ciena и т.д., очень тесные контакты с разработчиками элементной базы. Что интересно, в США имя "T8" считается неким брендом.

К.М. И если семь лет назад с нами не хотели разговаривать, то теперь контактируют очень охотно. Даже был случай, когда мы настояли на изменении топологии микросхем под наши изделия, и американский производитель выполнил эту работу, причем бесплатно. Мы показали, что это им будет выгодно, поскольку расширит область применения продукции. К нам прислушиваются, и это приятно.

Чтобы решать подобные задачи, необходим высокопрофессиональный коллектив. Как вам удалось его сформировать?

В.Т. Прежде всего, у нас очень интересная работа. Сегодня в компании 140 человек. Из них 14 кандидатов наук и два доктора – профессора МГУ и МФТИ, известные специалисты. Мы создали сильнейший коллектив в области систем дальней связи. Например, на недавней Четвертой всероссийской конференции по волоконной оптике в Перми, которая проходит раз в два года, – это ведущая российская конференция в области систем волоконной связи – мы вели секцию "Волоконно-оптические системы связи и передачи информации". И по числу докладов компания "Т8" уступила только Институту общей физики РАН и Новосибирскому государственному университету, т.е. двум ведущим еще с советских времен научным школам в данной области. Можно сказать, что для частной компании это результат даже странный. Ведь, повто-

ривая, вероятно, именно поэтому у нас собрались почти все ведущие ученые в этой сфере. Ведь чем можно привлечь инженера? Интересной задачей и хорошим оборудованием. Задачи у нас очень интересные. Кроме того, мы огромные деньги вкладываем в разработки. В результате у "Т8" лучшая в стране лаборатория, парк контрольно-измерительного оборудования включает порядка 300 приборов стоимостью более 100 млн. руб. Понятно, что такое обеспечение тоже притягивает специалистов.

К.М. Кроме того, у нас налажена постоянная подпитка студентами. Ряд наших сотрудников пришли к нам еще во время преддипломной практики. Молодым сотрудникам уделяется много внимания. В компании созданы все условия для карьерного и научного роста. Разработана система повышения квалификации персонала, которая включает курс лабораторных работ для наших инженеров. Те, кто прошел курс и аттестацию, получают

руками квалифицированных сотрудников. Поэтому нам выгодно иметь в составе компании высококвалифицированных специалистов.

Как организована поддержка пользователей оборудования компании "Т8"?

В.Т. Конечно, создав 50 тыс. км сетей, мы должны хорошо обслуживать заказчиков, обеспечивать качественный сервис. У нас прекрасно оснащенная служба технической поддержки, круглосуточно действующий call-центр. Измерительная лаборатория "Т8" позволяет оперативно решать многие вопросы, в частности вопросы совместимости, возникающие в ходе проектов, где используется оборудование различных производителей. Например, недавно нужно было организовать канал между оборудованием 10GB Ethernet компании Cisco с одной стороны и компании Juniper – с другой. Заказчик ставит наше каналообразующее оборудование – сеть не работает. Начинаем разбираться, и оказывается, что проблема не в нас. Мы привезли в лабораторию системы Cisco и Juniper, поставили их рядом, и они тоже не заработали. Провели измерения и выяснили, что у них просто не совпадают несущие частоты. Проблема была решена.

У нас очень хорошо поставлен процесс обучения. Недавно мы издали книгу "DWDM системы", по ней обучаются как студенты, например, МФТИ, так и наши заказчики. Мы проводим учебные курсы, на которых, в частности, очень много представителей "Ростелекома". Причем наши учебные программы

Проект "Сколково" – первый случай, когда мы получаем деньги на разработку

рюсь, у нас никогда не было стороннего финансирования, и уж тем более – в области научных разработок.

Так сложилось, что сейчас мы – практически единственная компания в стране, которая реально занимается разработками оборудования в области высокоскоростных

надбавку к заработной плате. Многие специалисты, выполняя свои непосредственные обязанности, пишут диссертации – как кандидатские, так и докторские.

Повышение квалификации персонала дает реальный коммерческий отклик. Ведь всегда легче выполнить работу

* Листвин В.Н., Трещиков В.Н. DWDM системы. – М.: Наука, 2013.

различаются глубиной и сложностью.

К.М. Вопросам обучения заказчиков мы уделяем очень серьезное внимание. Прежде чем продать хорошее оборудование, необходимо образовать потенциального

Как организовано производство продукции "Т8"?

К.М. К нам приходит немало гостей, и у многих в голове устойчивый стереотип – если компания что-то производит, то у нее должны быть длинные цеха, где множество рабо-

большой коллектив, особенно если часть работ выполнять в рамках контрактного производства. Например, монтаж печатных узлов или изготовление металлоконструкций. Так сегодня работают все ведущие производители в мире. Это обеспечивает большую гибкость.

Например, мы уже сейчас можем поднять объем выпуска в четыре раза, незначительно увеличив численность сотрудников производственного отдела. Для этого не потребуется существенно наращивать производственные мощности. Мы готовы к расширению производства, есть договоренность с собственником здания, где мы находимся, о предоставлении дополнительных производственных площадей. С другой стороны, увеличивать производственные мощности более чем в четыре раза не целесообразно – мы не видим столько проектов на территории России.

Потенциал развития сетей связи в России просто колоссальный

покупателя, чтобы он мог квалифицированно принять решение о покупке. Заказчик должен хорошо понимать, на какие критерии ориентироваться и чем оборудование одного производителя отличается от другого, помимо цены. А сегодня люди порой принимают решение о состоянии линии не по измеренным техническим параметрам, а по цвету горящей лампочки. И к сожалению, таких "специалистов" становится все больше. Мы по мере сил стремимся ситуацию изменить.

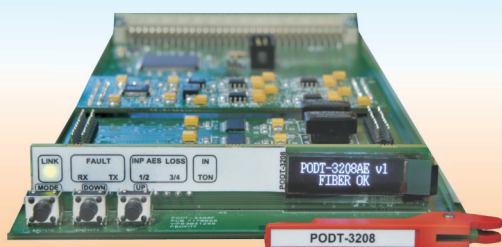
чих что-то собирают. Видимо, подобные стереотипы порождены картинками с автомобильных заводов ВАЗ или КАМАЗ, и они до сих пор стоят перед глазами наших чиновников. Но предприятию, которое выпускает телекоммуникационное оборудование, огромные цеха не нужны. Тем более что российский рынок пока требует не так много изделий. Сейчас спрос на нашу продукцию постоянно растет. В 2013 году мы произвели порядка 4,5 тыс. изделий. Однако с такими объемами справляется достаточно не-

Есть ли спрос на продукцию "Т8" за рубежом?

К.М. Мировой рынок достаточно жестко поделен. Многие полагают, что за рубежом российских производителей

Оптические трансиверы аудиосигналов и многоканальных данных PODT-3208

ПРОФИТТ



www.profit.ru info@profit.ru

- * Дуплексная передача 2-х стереосигналов аналогового или цифрового AES/EBU звука, до 6-ти потоков RS232/RS422/RS485/GPIO и 2-х сигналов GPIO
- * Пара трансиверов обеспечивает дуплексную связь по одному или двум оптическим волокнам
- * Стандарт каждого последовательного порта данных выбирается пользователем
- * SFP модули с встроенной схемой диагностики DDMI
- * Мониторинг выходной и входной оптической мощности трансивера и длины волны лазера
- * WDM, CWDM длины волн

ждут с распростертыми объятиями. Ничего подобного. Там конкуренция еще более жесткая, чем в России.

Пока мы реально работаем только на рынках стран СНГ. И наилучших результатов достигли в Казахстане, где "Т8" традиционно считается очень авторитетным предприятием. Конечно, у нас есть определенные долгосрочные планы по выходу на зарубежные рынки. Летом проходили предварительные переговоры с Министерством внешней торговли, с Торгово-промышленной палатой. Не могу сказать, что эти проекты находятся сейчас в состоянии активной фазы. Это стратегическая цель.

С другой стороны, потенциал развития сетей связи в России просто колоссальный.

На российском рынке мы сталкиваемся с колоссальным сопротивлением. И вовсе не в силу технических причин

Мы только-только приступили к их созданию. К сожалению, очень распространено противоположное мнение – что в России магистральные сети построены, дальше их развивать некуда. Это не так. На внутрирегиональных сетях "Ростелекома" доля нашего оборудования составляет 22%. Но мы же знаем, сколько устройств установили. И понимаем, что 22% означают не то, что мы так много оборудования поставили, а что российские сети пока еще очень неразвиты.

Компания "Т8" пользуется какими-либо преферен-

циями как российский производитель?

В.Т. На российском рынке мы сталкиваемся с колоссальным сопротивлением. И разумеется, вовсе не в силу технических причин. Основная проблема в том, что строительство магистральных систем связи – это стратегическая задача. Поэтому зарубежные производители готовы вкладывать очень серьезные средства в продвижение своей продукции в России.

Но ведь складывается впечатление, что компания "Т8" сумела завоевать ощутимую долю рынка?

К.М. Нам это удалось очень, очень большими усилиями. И самое главное, на фоне системных ошибок предста-

вителей власти. Очень точно сказал И.А.Лукин в недавнем интервью вашему журналу: "У нас 20 лет назад отняли рынок, а без него заниматься оборудованием бессмысленно". Ситуация очень сложная. Мало того, что должны выдерживать конкуренцию по техническим характеристикам, мы вынуждены бороться с не совсем честными условиями, которые нам предлагаются на рынке.

Когда мы говорим о честной конкуренции на территории России, нужно правильно выбирать критерии для оценки этой честности.

Конкурсные процедуры – это великолепно, но не надо забывать, что у отечественного производителя за спиной нет ничего, кроме его коллектива и научно-технического потенциала. Даже получить кредит, не имея контракта, практически невозможно. А за спиной конкурентов стоит, например, банк Китая, который предоставляет кредит на долгие годы под 1,5–3%. О какой честной конкуренции может идти речь? Я тоже хочу такой кредит. Я снижу цену, увеличу объемы производства, коллектив будет расти и повышать свой научно-технический потенциал. Но таких условий у российской компании в России нет. А у зарубежных компаний – есть, и это очень обидно.

Когда японская компания поставляет свое оборудование за рубеж, она пользуется государственной поддержкой, получает кредит с нулевым процентом. Мы в свое время участвовали в Казахстане в крупном сетевом проекте с японской компанией Sumitomo Electric. Так японцы кредитовали нашу часть проекта, поскольку были в нем заинтересованы.

В результате зарубежные, прежде всего – китайские производители могут заявлять на российских конкурсах крайне низкую цену. И стараются именно по этому параметру взять первенство. Причем сегодня очень велик объем "серых" поставок оборудования. Ведь 100-Гбит/с системы в России пока не нужны тысячными партиями, такое оборудование можно ввозить нелегально, в чемоданах. А поскольку не платятся пошлины и налоги, оно оказывается еще дешевле. Мы постоянно сталкиваемся с

**Дождь и снег, ветер и пыль,
ночь и яркое солнце —
все это в течение
обычного рабочего дня**



Каждый Ваш рабочий день непредсказуем, но в любой ситуации Вы можете быть уверены в Вашем анализаторе Agilent FieldFox. Компактное устройство весом всего 3 кг объединяет в себе сразу ТРИ измерительных прибора: антенно-кабельный тестер (CAT) + векторный анализатор цепей (VNA) + анализатор спектра. Это значит, что ответ на любой вопрос находится у Вас в руках!

Комбинированные анализаторы FieldFox

4 модели до 26,5 ГГц

Прочный противоударный корпус

Результаты измерений соответствуют результатам настольных приборов

CAT + VNA + анализатор спектра



Оцените возможности FieldFox в демо-ролике. Отсканируйте QR-код или посетите сайт <http://qrs.ly/oe20pqf>

Узнайте больше об использовании кабельно-антенного тестера и о многом другом в наших материалах www.agilent.com/find/FF_Combo



этой проблемой. И здесь одна надежда – что российское таможенное управление будет ужесточать контроль и мониторинг ввозимого оборудования.

Поэтому не могу сказать, что наше положение устойчиво. Слишком много противодействий. Сейчас создана ассоциация производителей отечественного оборудования, мы в нее входим. Это, скорее, моральное утешение, принадлежность к российской элите, потому что никаких преференций от этого компания не имеет.

Но ведь было известное распоряжение Правительства РФ* о предоставлении префе-

* Распоряжение Правительства РФ №858-р от 31 мая 2010 года и последующая редакция от 17.12.2010 г. №2280-р, а также совместный приказ Минпромторга и Минэкономразвития № 1032/397 от 17 августа 2011 года "Об утверждении параметров, в соответствии со значениями которых телекоммуникационному оборудованию, произведенному на территории Российской Федерации, может быть присвоен статус телекоммуникационного оборудования российского происхождения"

ренций отечественным производителям телекоммуникационного оборудования при закупочных процедурах. Эти меры не помогают?

К.М. Кто сегодня помнит об этом постановлении? Вы видели процедуру, которая позволяла бы практически реализовывать предусмотренные в нем льготы при закупках? Нет такой процедуры. И закона о поддержке российского производителя тоже нет.

Причем ведь понятно, что оператор – это коммерческая организация, которая главным образом должна заниматься извлечением прибыли из своего бизнеса. Здесь все честно и хорошо. И претензий к оператору вроде бы нет. Но ведь нельзя забывать, что системы связи – это в первую очередь стратегические системы. И далеко не все стратегические задачи государства можно решить, используя импортное оборудование. А сегодня мы стали заложниками

ситуации, когда телекоммуникационные сети, прежде всего – магистральные, строятся практически полностью на импортном оборудовании. И главная беда – не все осознают, насколько страшна эта ситуация. Мы, на территории своей страны, не являемся хозяевами информационного поля. Оно круглосуточно контролируется отнюдь не нами и может быть отключено в любой момент.

Конечно, в связи есть огромная коммерческая составляющая, но стратегические задачи в рамках государства едва ли меряются деньгами. О связистах, как известно, вспоминают только в одном случае – когда связь пропадает. Хотелось бы, чтобы родное государство вспомнило о нас несколько раньше.

Спасибо за интересный рассказ.

С В.Н.Трещиковым
и К.В.Марченко беседовал
И.В.Шахнович

МОБИЛЬНЫЙ ИНТЕРНЕТ БЕРЕТ СВОЕ

По информации TNS, за 2013 год среднемесячная аудитория мобильного Интернета выросла в нашей стране на 53% и достигла 25,5 млн. пользователей старше 12 лет в городах с населением больше 100 тыс. человек. Согласно сведениям Mail.Ru, 57% пользователей предпочитают выходить в Сеть из дома, 23% используют мобильный Интернет на работе, 22% – в общественном транспорте, 19% – в барах, кафе и ресторанах.

Чаще всего россияне используют смартфоны для поиска информации (87%) и посещения социальных сетей (76%), реже всего – для игр (11%). Выходить в Интернет с мобильных устройств одинаково готовы и мужчины, и женщины, в то время как количество женщин, посещающих сайты с настольных

компьютеров, несколько превышает количество мужчин – 52 и 48% соответственно.

По данным Mail.Ru, пользователи мобильного Интернета моложе тех, кто заходит в Интернет со стационарных компьютеров и ноутбуков. Кроме того, молодая аудитория проявляет в мобильном Интернете гораздо большую активность. 43% пользователей в возрасте от 16 до 34 лет и 34% – от 35 до 44 лет посещают киберпространство с мобильных устройств более трех раз в день. А вот среди пользователей в возрасте от 45 до 64 лет такую активность проявляет всего 15%.

<http://www.comnews.ru>

15-17

АПРЕЛЯ | 2014

МЕСТО
ПРОВЕДЕНИЯ
МОСКВА
КРОКУС ЭКСПО
ПАВИЛЬОН 1, ЗАЛЫ 1, 2, 3



E·X·P·O
ELECTRONICA

17-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ И КОМПЛЕКТУЮЩИХ

electrontech
EXPO

12-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И МАТЕРИАЛОВ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ
И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

LEDTECH
EXPO

4-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
СВЕТОДИОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МАТЕРИАЛОВ,
ЧИПОВ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИХ ПРОИЗВОДСТВА

Организаторы:



primexpo



ITE GROUP PLC



ufi



MEMBER



т. (812) 380 6003/07/00, ф. (812) 380 6001



electron@primexpo.ru

Условия участия
в выставке на сайте

www.expoelectronica.ru