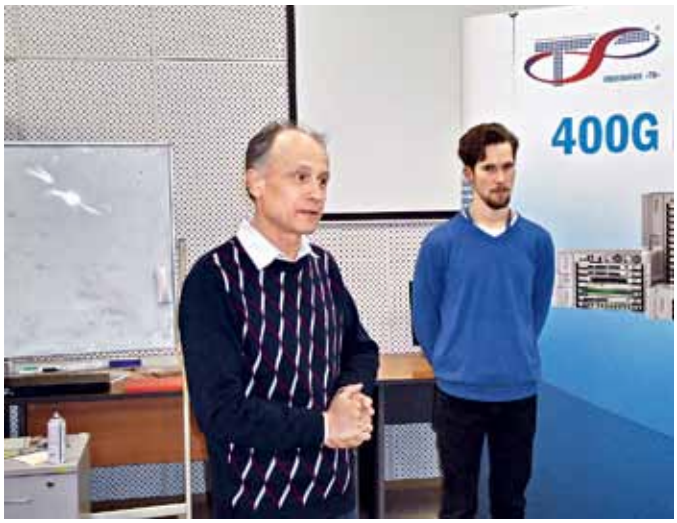
РЕКОРД РОССИЙСКИХ РАЗРАБОТЧИКОВ оборудования DWDM

С.Попов

DOI: 10.22184/2070-8963.2019.78.1.42.45

17 декабря 2018 года московской компанией ООО "Т8" проведен публичный эксперимент, в котором была продемонстрирована передача сигнала со скоростью 200 Гбит/с на одной несущей на расстояние 520 км в одном пролете. Передача была осуществлена с помощью серийного оборудования системы DWDM "Волга" производства "Т8" с использованием оптического волокна, в частности, нового стандарта G.654.E.

Мировой рекорд по дальности передачи в наземной однопролетной линии связи был продемонстрирован в волоконно-оптической лаборатории "Т8" в присутствии представителей российских ученых области волоконной оптики из ряда организаций и вузов, операторов связи, производителя оптического волокна (ОВ) – компании Corning и отраслевой прессы, включая автора этих строк. Отметим, что это не первое рекордное достижение мирового уровня российской компании, специализирующейся на разработке и производстве телекоммуникационного оборудования спектрального уплотнения (xWDM), по дальности передачи по ВОЛС.



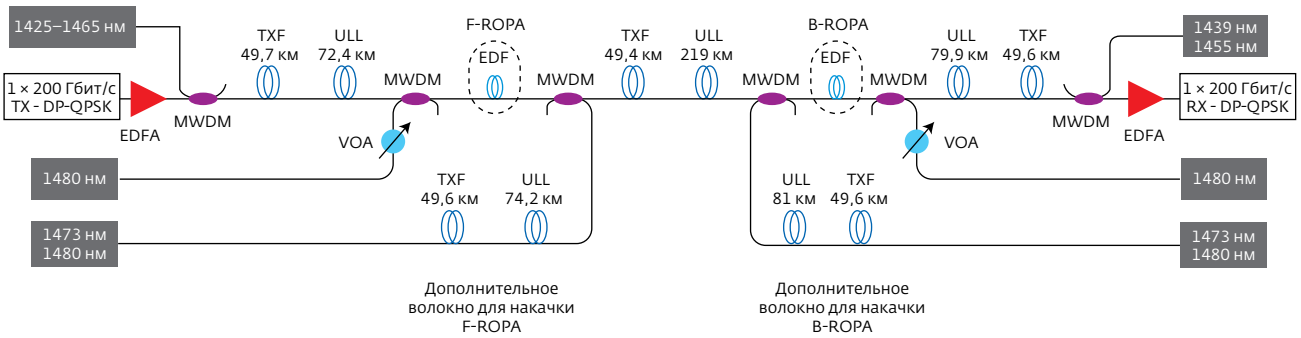
Начальник научного отдела "Т8 НТЦ" Олег Наний (слева) и инженер 1 категории "Т8 НТЦ", аспирант МФТИ Димитрий Старых

В числе самых актуальных задач развития оборудования телекоммуникационного волоконно-оптического транспорта – увеличение в DWDM-системах канальной битовой скорости со 100 до 400 Гбит/с. Один из путей ее решения – использование двух несущих частот по 200 Гбит/с. Однако применение на линии высокоскоростных блоков 400 Гбит/с, как правило, сопровождается значительным сокращением дальности передачи, что приводит к необходимости создания новой дорогостоящей кабельной инфраструктуры. Таким образом, важность увеличения длин пролетов систем, передающих сигналы 200G, не вызывает сомнений.

Как пояснил начальник научного отдела ООО "Т8 НТЦ" доктор физико-математических наук Олег Наний, рекордный результат был достигнут благодаря сочетанию трех факторов:

- передовые транспондеры компании "Т8";
- высококачественное ОВ производства Corning, разработанное специально для линий связи с пролетами увеличенной протяженности;
- оптимальная конфигурация экспериментальной линии связи.

Передача и прием информации со скоростью 200 Гбит/с по одной несущей осуществлялись серийно производимым транспондером MS-400E системы DWDM "Волга". Данный блок для передачи со скоростью 400 Гбит/с использует две несущие с битовой



EDFA – усилитель на волокне, легированном ионами эрбия
MWDM – устройство для объединения накачки и сигнала
VOA – переменный оптический аттенюатор
EDF – волокно, легированное эрбием
F-ROPA – усилитель с удаленной накачкой, доставляемой в прямом направлении
B-ROPA – усилитель с удаленной накачкой, доставляемой во встречном направлении

Схема сверхдлинной однопролетной ВОЛС

скоростью 227,2 Гбит/с. Применение высокой символьной скорости (56,8 ГБод) позволило использовать для трансляции сигнала 200 Гбит/с наиболее производительный формат модуляции DP-QPSK. Это открыло возможность снизить требуемую величину параметра OSNR (отношение оптического сигнала

Экспериментальная ВОЛС на основе оборудования компании "Т8" и оптического волокна Corning

и оптического шума) до 14,5 дБ, что существенно лучше, чем в транспондерах, использующих для передачи со скоростью 200 Гбит/с формат модуляции 16QAM.

Схема сверхдлинной экспериментальной ВОЛС представлена на рисунке. Важно отметить, что для достижения рекордных результатов в эксперименте ученые "Т8" выбрали комбинацию двух типов ОВ компании Corning: SMF-28 TXF (G.654.E) и SMF-28 ULL (G.652.D). Волокно TXF обладает увеличенным модовым диаметром (эффективной площадью) – 125 кв. мкм, поэтому его применение позволяет снизить уровень нелинейных искажений сигнала и увеличить достижимую мощность накачки распределенных рамановских и удаленных эрбиевых усилителей. В свою очередь, ОВ ULL обладает наименьшими потерями среди всех одномодовых волокон для наземных сетей связи (см. подробнее "ПЕРВАЯ МИЛЯ", 2018, №1, с. 34).

Как рассказал корреспонденту "ПЕРВОЙ МИЛИ" технический директор ООО "Корнинг СНГ" Сергей Акопов, "экспериментальная линия стала примером уникальной эффективности применения ОВ Corning SMF-28 TXF в сверхдальних сухопутных системах передачи. Продемонстрированная потенциальная возможность передачи 400G на расстояния порядка 500 км решает проблему построения высокоскоростных необслуживаемых систем связи в труднодоступных районах как в национальных, так и международных проектах".

Состав линии был предварительно промоделирован с использованием собственного ПО "Т8", результаты которого показали, что наилучший результат дает гибридный вариант с использованием волокон двух типов. Как видно из рисунка, ОВ марки TXF длиной примерно по 50 км было смонтировано в начале первого и второго участков, а также в конце экспериментальной линии.

В результате на практике доказано, что требования к качеству линий связи у современных транспондеров 200G приблизились к требованиям стандартных 100G-транспондеров. Таким образом, транспондеры MS-400E в режиме передачи сигнала со скоростью 200 Гбит/с можно применять в существующих ВОЛС, на которых работают транспондеры 100G.

Переход на новое поколение транспортного оборудования обеспечивает двукратное увеличение пропускной способности DWDM-систем связи с сохранением дальности передачи, что приводит к снижению стоимости трафика практически вдвое. ■