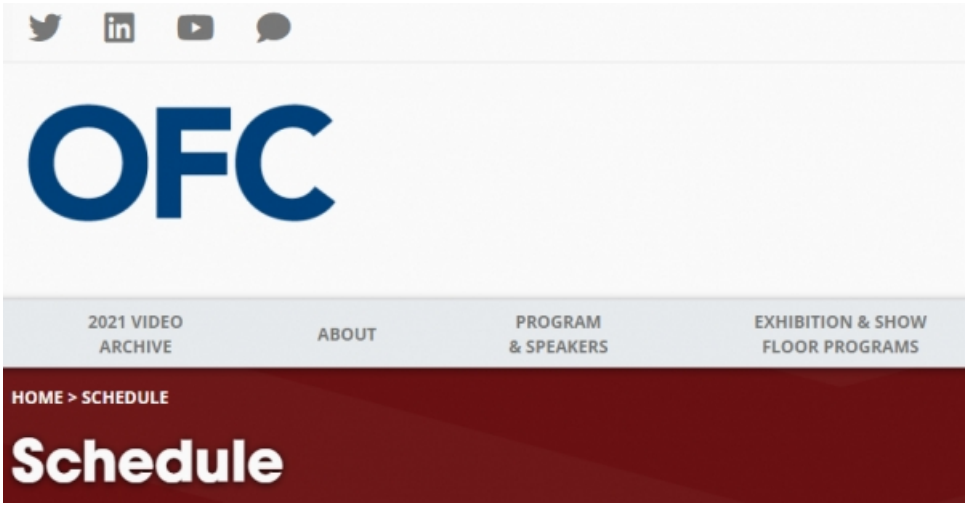
Новый рекорд скорости передачи данных в оптической связи

Исследователи из Японского национального института информационных и коммуникационных технологий (NICT) в Токио установили мировой рекорд скорости передачи данных в 319 терабит/сек на расстояние 3 тысячи км. Его уже назвали новым золотым стандартом проводной передачи данных. Этот рекорд вдвое выше предыдущего рекорда, установленного ранее в 172 Тбит/сек, этим же институтом чуть больше года назад (в апреле 2020 года). Свои новые результаты исследователи из Японии недавно представили на Международной конференции по волоконно-оптической связи (International Conference on Optical Fiber Communications):



Для установки нового рекорда использовались различные технологии и методы, которые еще не стали массовыми. Вот наиболее значимые из них:

- оптическое волокно с 4-жильным мультиплексированием с пространственным разделением (SDM) и низкими потерями. Оно используется в основном в лабораторных установках и исследовательских проектах;
- усилители на эрбиевом и тулиевом волокнах с распределенным рамановским усилением;
- помимо использования для передачи общепринятых длин волн C-диапазона и L-диапазона, они использовали длину волны S-диапазона. До сих пор использование S-диапазона ограничивалось лабораторными тестами в исследовательских проектах.

Наиболее важным является заявленное высокое качество передачи в 4-жильном волокне, которое сохраняет тот же внешний диаметр - 0,125 мм - стеклянной оболочки, которая используется в стандартном одномодовом волокне. Это значит, что волокно SDM нового типа можно будет без труда интегрировать в существующие оптические сети. Оно имеет ту же оболочку, что и стандартные одномодовые волокна, оно может быть совместимо с той же технологией оптическое разводки, которая используется в настоящее время.

Сохранение одинакового диаметра нового и старого типа волокон важно еще и потому, что сохраняются механические свойства кабеля, ведь известным фактом является то, что волокно с различным диаметром имеет более высокую вероятность деформации и разрушения при изгибе и скручивании. Встречаются варианты конструкции оптических волокон с диаметром оболочки почти в 0.5 мм (что почти в три раза выше по сравнению со стандартным диаметром в 0,125 мм) и могли достигать скорости передачи данных более чем в 10 петабит в секунду. Но с этими волокнами трудно работать, они довольно часто ломаются. Кроме этого волокна большего диаметра труднее изготовить, также увеличивается и вероятность поломки при сварке.

Схема демонстрационной установки

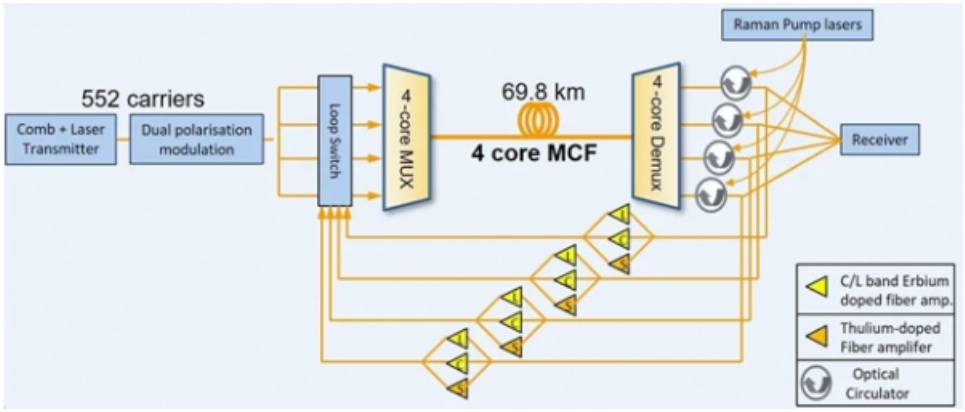
Для обеспечения заявленной скорости передачи данных была модернизирована общепринятая оптоволоконная инфраструктура и применены новые технологии передачи оптических сигналов. Основное изменение касалось самого кабеля с четырьмя сердечниками, а также каждый сигнал раскладывался на несколько длин волн, передаваемых одновременно.

В отличие от стандартной схемы передачи, когда используется только один сердечник для передачи информации, новая технология подразумевает одновременное использование сразу 4 сердечников. Исходный сигнал передается частями по методу мультиплексирования с разделением длин волн. Инженеры предусмотрели добавление третьей оптической полосы частот и модифицировали оборудование оптического усиления сигналов для увеличения расстояния передачи данных. Также экспериментальная установка в лаборатории NICT имеет рециркулирующий контур. Все это

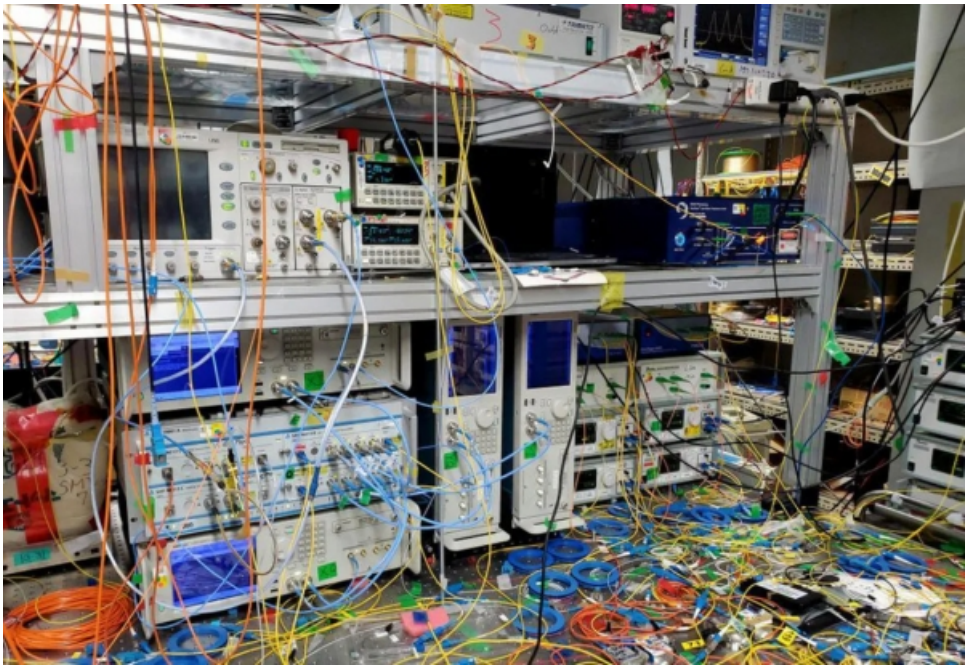
в совокупности обеспечило возможным достижение расстояния в 3000 км.

В качестве передающего устройства выступает лазер, формирующий 522 оптических канала (мультиплексирование с разделением по длине волны WDM) с различными длинами волн с шагом 25 ГГц. Затем сигнал модулируется, обрабатывается и подается в оптическую линию. Чтобы удвоить объем информации, передаваемой перед подачей сигнала 120 нм в каждую из четырех жил волокна, использовались модуляторы с двойной поляризацией. На расстоянии в 69,8 км вдоль волокна потери компенсируются двумя типами усилителей - один легирован эрбием (для усиления сигналов в диапазонах C / L, другой тулием (для усиления сигналов в S - диапазоне). Кроме того, рамановские усилители накачки обеспечивают усиление вдоль передающего волокна, предотвращая затухание мощности сигнала. Это приводит к снижению шума при усилении сигнала и улучшает общие характеристики передачи.

Блок-схема установки:



Реальный вид установки:



Скорости декодированных данных по полосам частот:

- S-диапазон: 102,5 Тбит/с
- C-диапазон: 108,7 Тбит/с
- L-диапазон: 107,7 Тбит/с

Таким образом, суммарная скорость передачи данных в 3-х диапазонах составила 318,9 Тбит/сек.

Исследования не стоят на месте, сейчас команда ученых работает над увеличением дальности передачи. Уже были проведены испытания и измерения канала на расстоянии 8 тысяч километров, а благодаря оптимизации работы усилителей расстояние передачи данных может быть увеличено до 10 тысяч километров. При этом на коротких дистанциях в 50−70 километров в конечном итоге можно будет передавать по этому оптоволокну более 1 петабита в секунду.

Как только представленная технология будет выведена в производство, одним из первых

ее пользователей станут операторы трансокеанских подводных кабелей, где дальность работы играет крайне важную роль. Еще одним вероятным заказчиком могут стать крупные центры обработки данных, где решающее значение играют высокоскоростные интерфейсы с высокой плотностью интеграции, и где регулярно добавляются новые оптоволоконные кабели. Потенциальная полоса пропускания SDM-волокон также была бы привлекательной в наземных волоконно-оптических сетях.

Заключение

В то время как скорость самого быстрого домашнего интернет-соединения в некоторых частях Японии и США достигают скорости в 10 Гбит/с, а НАСА обходится скоростью в 400 Гбит/с, установленный рекорд скорости в 319 Терабит в секунду кажется чем-то невероятным и, возможно даже, излишним. Однако, если учесть, что потокового видео с высоким разрешением становится все больше, онлайн-игры стремятся уйти в VR, а большая часть потребителей интернет-связи - это IoT-устройства, необходимость в пропускной способности будет только расти. С появление 6G через десятилетие инфраструктура должна быть готова к тому, что прокачивать петабайты данных ежесекундно. Группа исследователей из Японии вносит существенный вклад в развитие высокоскоростных сетей и возможно в следующем году мы узнаем о новом рекорде скорости связи и еще большем расстоянии передачи данных.