

ВОЛОКОННАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ памяти академика Е.М.Дианова

Л.Набоких, С.Попов

DOI: 10.22184/2070-8963.2019.84.7.28.33



В октябре каждого нечетного года местом неодолимого притяжения для ведущих ученых и специалистов – волоконных оптиков, становится столица Западного Урала. В нынешнем году 7-я Всероссийская конференция по волоконной оптике была посвящена памяти основателя и бессменного председателя программного комитета VKVO академика Евгения Михайловича Дианова, выдающегося ученого в области волоконной оптики, лазерной физики и оптического материаловедения, создателя Научного центра волоконной оптики (НЦВО) Российской академии наук.

Пермь стала местом регулярного проведения одного из ведущих событий российского волоконно-оптического мира не случайно: в Пермском крае успешно развивается инновационный территориальный кластер

волоконно-оптических технологий "Фотоника", объединяющий 34 компании и организации, включая производство оптических кабелей. Флагман кластера – ПАО "Пермская научно-производственная приборостроительная компания"

(ПНППК) – в очередной раз предоставил для проведения ВКВО свой культурно-деловой центр.

Организаторами 7-й ВКВО традиционно выступили НЦВО РАН, ПАО "ПНППК", Пермский научно-исследовательский политехнический университет (ПНИПУ) и Пермский государственный национальный исследовательский университет (ПГНИУ). Организационный комитет ВКВО-2019 возглавил генеральный директор ПАО "ПНППК" Алексей Андреев, а программный – Сергей Семёнов (НЦВО РАН). В состав программного комитета вошли известные ученые и производственники из Владивостока, Казани, Мичуринска, Нижнего Новгорода, Новосибирска, Москвы, Перми, Самары, Санкт-Петербурга, Уфы, университетов Великобритании, Дании и США. Спонсорами ВКВО-2019 выступили компания "Ленинградские лазерные системы" и Российская академия наук. В числе инфопартнеров события на берегу Камы – два журнала издательства "ТЕХНОСФЕРА": "ПЕРВАЯ МИЛЯ" и "Фотоника".

В течение четырех дней работа конференции шла в секциях "Волоконные световоды и волоконно-оптические компоненты", "Волоконные лазеры и усилители", "Волоконно-оптические системы связи и передачи информации", "Волоконно-оптические датчики", "Волоконно-оптические кабели", "Радиофотоника", а также во впервые организованных секциях – "Агробиофотоника" и "Нанофотоника".

В репортаже обратим внимание на телекоммуникационные приложения волоконной оптики. Данная тематика в полный голос прозвучала уже на пленарном заседании.

Г.И. Мещанов, генеральный директор ОАО "ВНИИ кабельной промышленности", выступил с докладом "Рынок оптического волокна и кабеля в мире и в России". В нем были приведены данные о состоянии мирового и отечественного рынка оптических кабелей (ОК) и волокна, проанализирована динамика его развития к текущему моменту и даны прогнозы развития отрасли не только на ближайшую,

но и отдаленную перспективу. Как было отмечено, среднее годовое потребление оптического волокна (ОВ) на душу населения за пятилетний период (2014 – 2018 гг.) в России составило 38 м, тогда как в США – 130, странах Западной Европы – 110, КНР – 156 м. По данному показателю РФ отстает от развитых стран в 3-4 раза, поэтому не вызывает сомнения актуальность собственной выработки ОВ, которая запущена на заводе "Оптиковолокonné Системы" в 2015 году.

Генеральный директор одной из ведущих компаний в сфере разработки телекоммуникационного транспортного оборудования – ООО "Т8 НТЦ" – В.Н.Трещиков выступил на пленарном заседании с докладом "Современное состояние и тенденции развития DWDM-систем связи российского производства". Как он рассказал, созданная в компании платформа "Волга" сегодня содержит более 100 блоков для передачи клиентских сигналов от 100 Мбит/с до 400 Гбит/с. Это оборудование мирового уровня, на котором установлено несколько рекордов передачи информации на большие расстояния. Ведется разработка транспондера со скоростью 1,2 Тбит/с, до конца 2019 года планируется организация серийного производства.

Лучшие целевые параметры систем связи достигаются за счет выбора оптимального сочетания формата модуляции, принципов детектирования и кодирования информации, использования лучших мировых достижений при разработке аппаратуры, оптимизации проектных решений и организации современной сервисной службы. В настоящее время происходит планомерное увеличение канальной скорости DWDM-систем, на смену прекрасно зарекомендовавшим себя системам с канальной скоростью 100G приходят решения 200G и 400G. Как подчеркнул В.Н.Трещиков, увеличение канальной скорости связано не только с необходимостью увеличения пропускной способности систем связи, но и с требованием снижения удельных затрат на единицу передачи информации. Сегодня DWDM-системы 400G – самые экономичные.

1000 м/мин
Будущее наступило

Волокно входит в наши дома семимильными шагами, эффективность производства – единственно верный путь к вашему успеху. Отважьтесь выйти за границы возможного и сможете увидеть скорости линии завтрашнего дня с нашей новой линией **OEL40///Explore для наложения вторичного покрытия.**

www.maillifer.net | blog.maillifer.net

MAILLEFER

Тематика телекоммуникаций прозвучала и на секции "Волоконные световоды и волоконно-оптические компоненты". В докладе Д.А.Танякина и А.А.Яшина (АО "Оптическое Волоконно-Оптические Системы" (ОВС), г. Саранск) было рассказано о результатах недавней модернизации производства ОВ на этом предприятии.

Как было подчеркнуто, волокно производства ОВС – единственное сертифицированное ОВ в России. По результатам тестирования операторами связи продукция саранского предприятия допущена для использования на сетях ПАО "МегаФон", ПАО "МТС", ПАО "Ростелеком" наряду с ОВ ведущих мировых производителей. Ареал экспорта продукции ОВС насчитывает 14 стран.

Проведение модернизации процесса вытяжки волокна было успешно завершено в первом полугодии 2019 года. В результате производственные мощности завода увеличены до 4 млн км ОВ в год, а себестоимость продукции сократилась на 15%. За 2018–2019 годы освоена технология покраски волокна; налажен выпуск ОВ с 2%-ным растяжением; открыт экспериментальный участок для отработки технологии изготовления преформ методом FCVD.

Отметим также доклад на той же секции представителя одного из крупнейших мировых производителей ОВ, оптических кабелей и продукции специальной фотоники – компании OFS. Доклад подготовлен А.А.Словым (подразделение спецфотоники), в Перми выступал А.И.Микилев (российское представительство OFS). Наряду с телекоммуникационными волокнами OFS разрабатывает и производит ОВ для множества применений, в том числе и для здравоохранения. В докладе были рассмотрены вопросы стерилизации ОВ, используемых в медицине. Важно, чтобы процесс стерилизации не сказался негативно на оптических и механических свойствах волоконного световода.

В OFS Labs (являющихся преемником знаменитых Лабораторий Белла) были проведены исследования воздействия на волокно различных видов стерилизации: автоклавирование, обработка надкислотной кислотой ($\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{OON}$), окисью этилена ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$), УФ, гамма- и бета-излучением. Результаты показали, что перечисленные методы стерилизации волоконных световодов допустимы. Однако ионизирующее излучение нельзя применять для обработки тех ОВ, которые легированы фосфором или алюминием, из-за недопустимого возрастания затухания. В некоторых случаях также замечено снижение механической прочности ОВ при воздействии упомянутых факторов, в частности, в случае фторсодержащих защитных покрытий при воздействии сильных доз гамма- и бета-радиации. Установлено, что для ОВ, применяемых в медицине, наибольшую радиационную стойкость имеют обычно ОВ на основе чистого (нелегированного), кварцевого стекла.

Кабельную секцию ВКВО в этом году возглавил Г.И.Мещанов. Первым выступил на ней заместитель генерального директора ОАО "ВНИИКП" Е.Б.Васильев, который привел интересную статистику о производстве ОК в России и СНГ. Так, в 2018 году в мире было изготовлено 560 млн км кабеля в одноволоконном исчислении. В России за прошлый год произведено 4,6 млн км ОК (рост по сравнению с 2017 годом – 24,1%). Увы, по итогам 1 полугодия 2019 года отмечено небольшое снижение производства – 1,95 млн км против 1,99 млн км за аналогичный период предыдущего года.

Ученые ВНИИКП представили еще ряд докладов. В докладе "Требования к оптическим кабелям и методы контроля", подготовленном совместно И.А.Овчинниковой, А.С.Воронцовым и Д.А.Тарасовым, отмечалось, что сегодня в России в области ОК не применяется единая система условных обозначений, и нет стандартизованных



требований и методов контроля, потребителям сложно ориентироваться на рынке и осуществлять закупки качественной и максимально удовлетворяющей их требованиям кабельной продукции. Решить данную проблему призвана разработка нового стандарта "Кабели оптические. Общие технические условия" путем установки порядка маркировки ОК, а также требований, предъявляемых к ним, отвечающих современному уровню развития кабельной промышленности.

В другом докладе от ВНИИКП был представлен анализ методов оценки совместимости защитного покрытия ОВ с внутримодульными гидрофобными наполнителями. Было рассказано также о результатах разработки конструкции ОК, оптимальной с точки зрения использования для измерения акустических воздействий, осуществленной ВНИИКП совместно с исследователями из Московского государственного технического университета им. Н.Э.Баумана.

Традиционно активно участвуют в ВКВО преподаватели кафедры линий связи и измерений в технике связи ПГУТИ (г. Самара). В этот раз они представили метод расчета прогнозируемого срока службы оптического кабеля с учетом нагрузок в процессе его производства на ОВ.

Д.В.Павлов, представитель одного из крупнейших потребителей ОК - ПАО "Ростелеком" - остановился на потенциально возможных точках взаимодействия кабельной отрасли с операторами связи.

Как он отметил, зачастую предприятия кабельной промышленности ограничиваются презентацией технических характеристик новых конструкций и демонстрацией образца ОК. Но современные реалии требуют иного подхода к продвижению нового товара или услуги. Оператору связи необходимо видеть комплексное решение: кабель, муфта, кросс. Причем предложенное решение должно иметь не только описание и характеристики, но и расчеты затрат нового предложения в сравнении с уже используемой технологией. Только показав техническую и финансовую выгоду заказчику, завод может рассчитывать на получение широкого распространения на сетях операторов связи.

Не менее важным делом, продолжил Д.В.Павлов, является борьба с некачественными и контрафактными кабелями связи. И в этом вопросе предприятия кабельной промышленности должны выступать единым фронтом с операторами. Недобросовестный подрядчик, желая снизить затраты, закупает кабель, не имеющий деклараций соответствия и не соответствующий ГОСТ Р 52266-2004. При этом

САРАНСКАБЕЛЬ-ОПТИКА
СКО
LAN-КАБЕЛЬ

ООО «Саранскабель-Оптика» производитель неэкранированной витой пары для внешней и внутренней прокладки U/UTP категории 5e, применяемой для построения магистральных и горизонтальных подсистем СКС

CU
Класс А

Wi-Fi

IP-телефония
IP

СКС

IP-Камера-PoE
ССТУ

1 Гбит/с

U/UTP cat.5e

U/UTP cat.5e (PE)

Возможное количество пар: 2-4 пары

Варианты оболочки: PVC, «HF», «LS», PE

ООО «Саранскабель-Оптика»
(8342) 47-38-13
lan@sarko.ru
www.sarko.ru

операторы не в состоянии самостоятельно определить качество ОК и проследить его происхождение. Зачастую проблема некачественной продукции проявляется спустя некоторое время, когда гарантийный срок на сданную трассу уже истек. В данном случае операторы несут дополнительные расходы на замену проложенной ВОЛС. И тут снова нужно обращаться к лабораториям и испытательным центрам.

Для борьбы с контрафактом операторам и кабельным заводам необходимо выступать единым фронтом, координируя свои действия и работая исключительно напрямую или через официальные торговые дома при заводах-производителях. Работа в данном направлении начинается, уже существует ряд предложений как от изготовителей кабелей, так и от операторов. К сожалению, единого подхода к решению данной проблемы нет. Здесь нельзя ограничиться работой только двух участников, так как борьба с контрафактом должна вестись на государственном уровне.

В заключение Д.В.Павлов выделил еще одну задачу, которую необходимо решать сообща, – актуализацию нормативной документации. Никакие технологические достижения не могут обеспечить выполнения поставленных задач без наличия современной законодательной и нормативной базы. Положительным моментом в данном направлении является работа по созданию нового ГОСТ для оптических кабелей, которую ведет ВНИИКП совместно с кабельными заводами и операторами связи. Но и остальные нормативные документы пора пересматривать. К ним относятся руководства по строительству линейных сооружений. Необходимо внести и изменения в Правила применения оптических кабелей связи, пассивных оптических устройств и устройств для сварки оптических волокон (Приказ № 47 Мининформсвязи РФ), которые выведут документ на современный уровень.

Заседание секции "Волоконно-оптические системы связи и передачи информации" было открыто выступлением известного специалиста по транспортным системам С.С.Когана (Nokia) "Инновационные решения для перспективных открытых оптических транспортных платформ". Как он отметил, к основным тенденциям в развитии систем телекоммуникаций относятся: сетевая оптимизация (конвергенция), повышение эффективности (виртуализация) и ускорение предоставления услуг (открытость).

Понятие открытость (Openness) возникло вместе с возможностью оперативного создания оптических каналов на программно-определяемой (SDN) транспортной сети. Решения SDN определяют вектор эволюции к программируемым телекоммуникационным

сетям, отличающимся большей гибкостью и восприимчивостью к потребностям операторов. Докладчик привел слова руководителя исследовательского отдела Nokia Bell Labs, занимающегося автоматизацией предоставления сетевых услуг конечным пользователям и программным приложениям, Марина Фоттана: "Рост объемов взаимодействий поверх оптических сетей, представляемых как открытые логические структуры, ускорит развитие автоматизированного сквозного управления сетью. Благодаря большей гибкости на программно-определяемом транспортном уровне операторы смогут эффективнее развертывать новые услуги поверх сетевой инфраструктуры".

Открытые дезагрегированные транспортные сети с гибкой программируемой конфигурацией отличаются тем, что возможны:

- непрерывные изменения и подстройки конфигурации сети, включая маршруты организуемых оптических каналов;
- установка характеристик системы, требуемых в данный момент;
- быстрое предоставление соединений (каналов) на фотонном и/или электрическом уровнях по запросу пользователей или приложений;
- мультивендорные сетевые конфигурации.

Nokia совместно с рядом других вендоров участвует в международных тестах, проводимых в рамках проекта Open Disaggregated Transport Network, реализуемого консорциумом ONF. Решения компании ориентированы на использование Open Day Light – SDN-платформы, ориентированной на сети любой производительности и протяженности. Сообщество Open Day Light – это поставщики решений, индивидуальные разработчики и пользователи, которые общими усилиями предоставляют возможности по созданию совместимых программируемых сетей.

Решения компании Nokia базируются на наборе открытых оптических транспондеров/мукспондеров (Open Photonic OTs) с функционалом Open Agent. Этот функционал подразумевает наличие в сетевых элементах и SDN-контроллерах программных агентов Open Config, соответствующих абстрактному языку описания сетевых элементов, то есть модели YANG, и обеспечивающих доступ программных приложений и открытого SDN-контроллера к конфигурациям сетевых элементов транспортного уровня с использованием протокола NetConf и поступающей от них телеметрии с использованием процедуры дистанционного подключения gRPC.

Открытые конфигурации реализованы на различных типах транспондеров/мукспондеров,

устанавливаемых в полки оптической транспортной платформы Nokia 1830PSS, а также на транспортном оборудовании, разработанном специально для облачных сетей для обеспечения взаимодействия между ЦОДами.

На секции систем связи и передачи традиционно несколько докладов было представлено разработчиками компании "Т8". Они показали, что коммерческие успехи этой быстро растущей компании-производителя известных не только на российском, но и зарубежных рынках платформы оптического транспорта "Волга" и распределенного виброакустического сенсора "Дунай" основаны на мощной научной школе, насчитывающей трех докторов и порядка 20 кандидатов наук.

Так, Р.Р.Убайдуллаев рассказал о принципах проектирования современных многоканальных ВОЛС. В докладе была исследована возможность использования при оптимизации DWDM-линий разными методами принципа LOGO (локальная оптимизация – глобальная оптимизация).

В докладе Л.А.Самоделькина было рассмотрено влияние на максимальную производительность ВОЛС характеристик волокна. Были представлены сравнительные результаты экспериментального исследования и численного моделирования влияния параметров ОВ трех типов (стандартное одномодовое – SSMF, волокно с пониженными потерями – ULL и с пониженными потерями и увеличенным диаметром основной моды – TXF) на максимальную дальность передачи оптического сигнала.

Взаимосвязь производительности DWDM-систем с канальной скоростью и форматом модуляции стала темой доклада О.Е.Нания. Оптимизация параметров проводилась с использованием GN-модели формирования нелинейного интерференционного шума в DWDM ВОЛС без компенсации хроматической дисперсии на физическом уровне. Учитывалось как воздействие канала самого на себя, так и воздействие соседних каналов. Расчеты показали, что мощность, при которой достигаются минимум BER и максимальное качество сигнала, пропорциональна символьной скорости.

Экспериментально показано, что для формата DP-QPSK увеличение канальной скорости со 100 до 200 Гбит/с, произведенное за счет увеличения символьной скорости, не уменьшает максимальную дальность работы и производительность системы связи. Оптимальная канальная мощность растет пропорционально скорости передачи информации. ■

**ОБОРУДОВАНИЕ
РОССИЙСКОГО
ПРОИСХОЖДЕНИЯ**
ОФИЦИАЛЬНЫЙ СТАТУС
МИНПРОМТОРГА РОССИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЕ
ЧЕМПИОНЫ **tech** **Успех**



Российское оборудование мирового класса

Новое шасси высокой плотности для ЦОД



- ✓ до 600 Гбит/с на канал
- ✓ Клиенты 10GE, 40GE, 100GE, FC 1600/3200
- ✓ Возможность криптозащиты канала по ГОСТу
- ✓ Питание 1+1, поддержка AC/DC

Мультиплексер 4*100G » 1λ*400G



Рост скорости передачи в 2 раза до 19,6T.
Снижение цены за 1 канал 100G в 2 раза.

Мультиплексер 20*10G » 2*100G, 1+1, CFP2



Высокая плотность клиентских портов,
самый доступный 10G порт на плате

Мультиплексер 10*SFP+ / 6*SFP28 » до 2 QSFP28 / CFP2



Резервирование 1+1 канала 100 Гбит/с
до 10 клиентских сигналов.

Подробная информация на сайте www.t8.ru
Телефон: +7 (499) 271-61-61