

Всероссийское СМИ

«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»

Свидетельство о регистрации Эл №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: akademnova.ru

e-mail: akademnova@mail.ru

Кутенин В.С. Пространственное мультиплексирование в волоконно-оптических системах передачи // Материалы по итогам I-ой Всероссийской научно-практической конференции «Современная наука в XXI веке: актуальные вопросы, достижения и инновации», 20 – 30 ноября 2018 г. – 0,3 п. л. – URL: http://akademnova.ru/publications_on_the_results_of_the_conferences

СЕКЦИЯ: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Кутенин В.С.

**Студент 2-го курса магистратуры
Уральский технический институт связи
и информатики (филиал) ФГБОУ ВО
«Сибирский государственный университет
телекоммуникаций и информатики»
в г. Екатеринбурге.**

**Научный руководитель: Кусайкин Д.В., к.т.н.
г. Екатеринбург, Свердловская область,
Российская Федерация**

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ МУЛЬТИПЛЕКСИРОВАНИЕ В ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ

С каждым годом количество пользователей сети интернет возрастает в геометрической прогрессии, что сказывается на объеме передаваемой информации в транспортных оптических сетях связи. При построении линейного тренда, приведенного на рисунке 1 можно сделать вывод, что емкости оптических сетей повышаются каждые 4 года приблизительно в 10 раз [1]. Очевидно необходимо каждому абоненту предоставить требуемую пропускную способность сети для комфортного пользования услугами, предоставляемыми через сеть интернет, но при этом не строить дополнительных линий для передачи информации.

Одним из решений данной проблемы является усовершенствование структуры оптического волокна – увеличения количества сердцевин в одном

Всероссийское СМИ

«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»

Свидетельство о регистрации ЭЛ №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: akademnova.ru

e-mail: akademnova@mail.ru

волокне, что несомненно позволит увеличить объем передаваемой информации посредством применения пространственного мультиплексирования (Space Division Multiplexing, SDM).

В данной области еще с конца двадцатого века ведется множество исследований и проводился ряд экспериментов, в том числе крупными производителями телекоммуникационного оборудования и международными институтами.

Если в начале текущего века в данной технологии было множество нерешенных проблем, которые не позволяли достичь хоть каких-нибудь значимых результатов то в конце первого десятилетия появились действующие образцы, позволившие в значительной мере увеличить пропускную способность одного волокна.



Рисунок 1 - Темпы роста общей пропускной способности волоконно-оптических сетей

Компания Sumitomo в сотрудничестве с Национальным институтом информационно-коммуникационных технологий (NICT) Японии разработали волокно с шестью сердцевинами, расположенными вокруг центральной сердцевины. Поперечное сечение волокна приведено на рисунке 2. При разработке данных волокон внешний диаметр волокна оставили стандартным 125 мкм, что позволило сохранить максимальную совместимость данных волокон с обычными оптическими компонентами [2]. Диаметр сердцевины составляет 26 мкм, а расстояние между осями сердцевины – 39 мкм. Вследствие очень близкого расположения сердцевины друг относительно друга в волокне возникают сильные перекрестные помехи. Другие параметры волокна остались в пределах норм, например коэффициент затухания на длине волны 1300 нм не превышает 0,5 дБ/км.

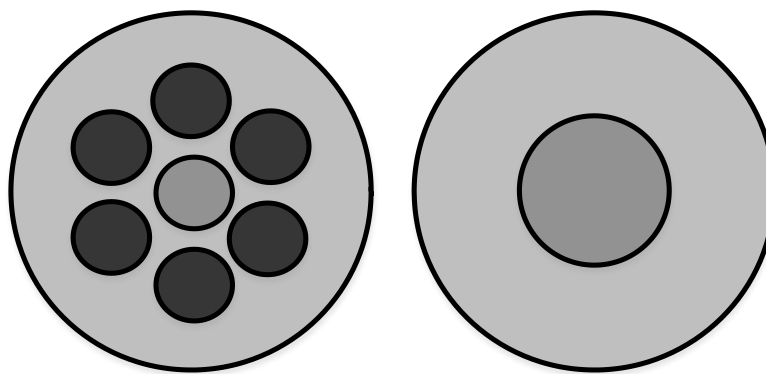


Рисунок 2 - Поперечное сечение волокна: слева - нового типа, справа - многомодовое волокно с диаметром сердцевины 50 мкм.

Минимальные перекрестные помехи и большое число сердцевины – это противоречивые требования для многосерцевинного волокна. Для преодоления данного противоречия многие компании, в том числе и Fujikura, начали конструировать многосерцевинное волокно с уменьшенным

значением показателя преломления оболочки по периметру сердцевины. Поперечное сечение семисердцевинного ОВ приведено на рисунке 3.

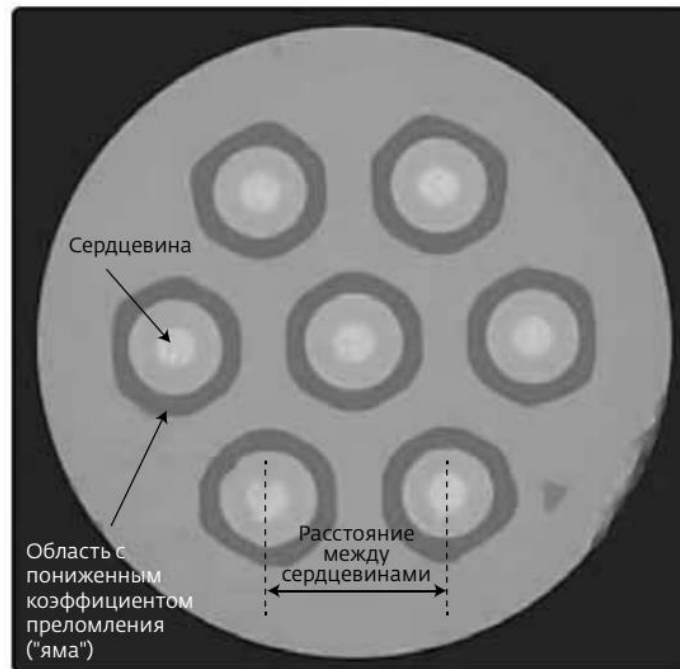


Рисунок 3 - Поперечное сечение семисердцевинного ОВ с уменьшенным значением показателя преломления оболочки по периметру сердцевины

На рисунке 4 приведены графики зависимости уровня перекрестных помех от расстояния между сердцевинами для двух различных видов многосердцевинных ОВ. Перекрестные помехи с уменьшенным значением показателя преломления оболочки по периметру сердцевины ниже на 20 дБ чем при «классическом» для стандартного одномодового волокна профиле показателя преломления, при условии одинакового шага между сердцевинами. Специалисты компании уверяют что этого вполне достаточно для стабильной связи [4] и что данное нововведение позволит размещать сердцевины меньшим на 16% расстоянием.

Всероссийское СМИ

«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»

Свидетельство о регистрации ЭЛ №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: akademnova.ru

e-mail: akademnova@mail.ru

Fujikura продолжает исследование и разработку оптических волокон для систем оптической передачи информации нового поколения. В 2012 году компания Fujikura установила мировой рекорд пропускной способности в 1,01 Пбит/с, организовав в одном 12-сердцевинном ОВ передачу 222 WDM-каналов с модуляцией 32QAM-PDM [5].

Компания Sumitomo Electric разработала четырехсердцевинное оптическое волокно с уменьшенным значением показателя преломления оболочки по периметру сердцевины, поперечный разрез которого представлен на рисунке 5. Оптическое волокно содержит четыре сердцевины и маркируется компанией как coupled-core MCF или CC-MCF. Внешний диаметр волокна 125 мкм обеспечивает совместимость с существующим оборудованием по производству кабелей.

По заявлению компании данное волокно предназначается для систем передачи данных на сверхдальние расстояния. В данных волокнах, обеспечивающих пространственное мультиплексирование каналов, конструкторам удалось достичь рекордных значений коэффициента затухания и значений пространственной межмодовой дисперсии.

Графики зависимости километрического затухания и пространственной межмодовой дисперсии от длины волны представлены на рисунках 6 и 7 соответственно.

Всероссийское СМИ

«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»

Свидетельство о регистрации Эл №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: akademnova.ru

e-mail: akademnova@mail.ru

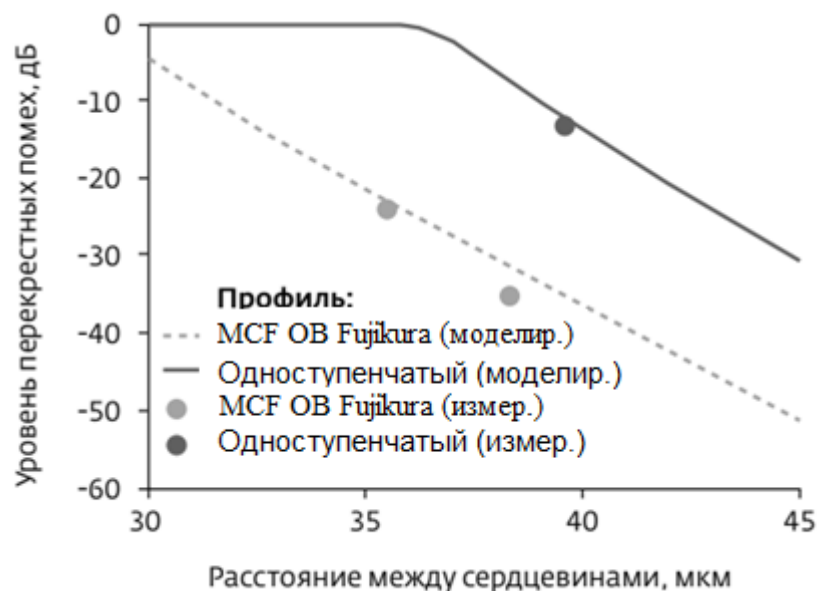


Рисунок 4 - Графики зависимости уровня перекрестных помех от расстояния между сердцевинами для двух различных видов многосерцевидных ОВ

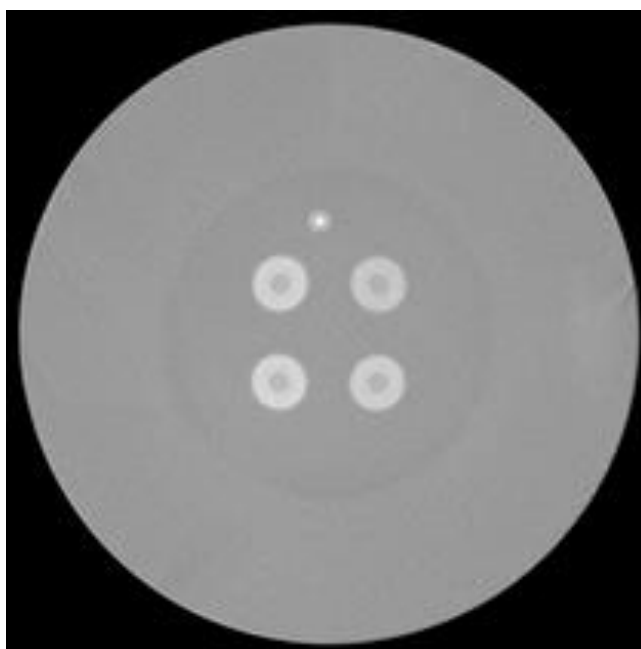


Рисунок 5 - Торец SS-MCF волокна с четырьмя сердцевинами.

Километрическое затухание представленного волокна составило 0,158 дБ/км на длине волны 1550 нм, а межмодовая дисперсия 6,1 пс/ $\sqrt{\text{км}}$ для длин волн от 1520 до 1580 нм. Представленные значения параметров волокна являются рекордно низкими для оптических волокон, произведенных с применением технологии пространственного мультиплексирования.

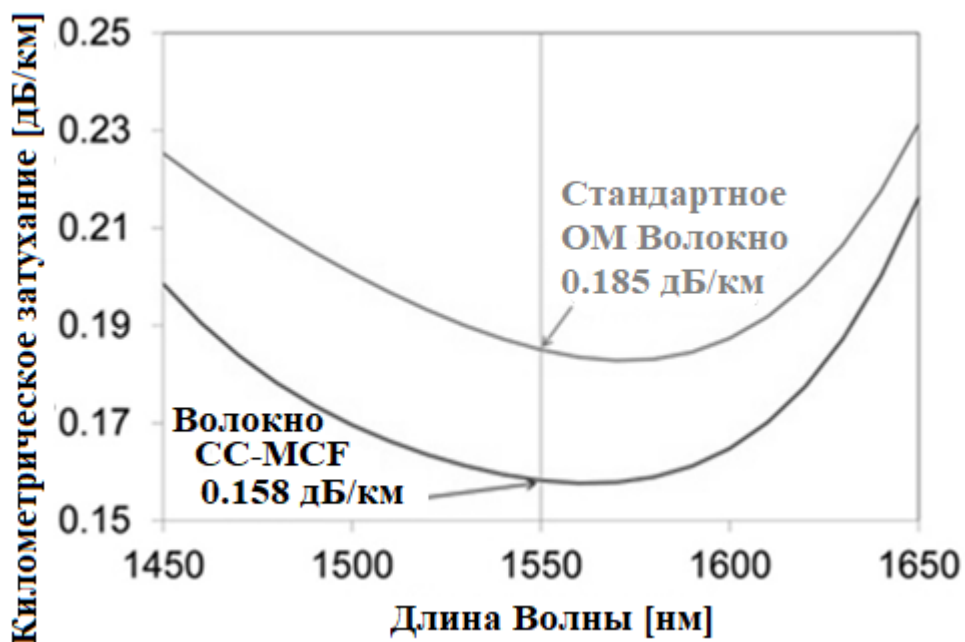


Рисунок 6 – График зависимости километрического затухания от длины волны.

Уменьшенная величина затухания позволяет передавать сигналы с меньшим уровнем шумов в сравнении с предыдущими версиями многосердцевинных волокон.

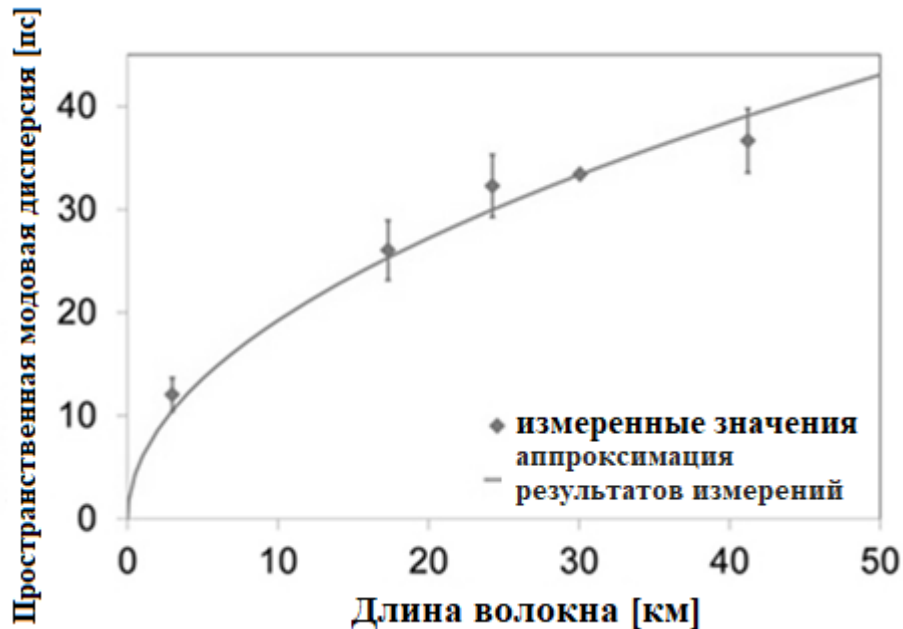


Рисунок 7 - График зависимости пространственной модовой дисперсии от длины волокна. Точками показаны полученные при измерении значения, сплошной линией – аппроксимация результатов измерений.

С 2009 года Sumitomo Electric смогла достичь ощутимых результатов в исследовании и разработке оптических волокон с применением технологии пространственного мультиплексирования. В компании заявляют, что будут продолжать исследования в данном направлении. Специалисты планируют устранить сложности практического внедрения данного типа волокон, а также увеличить количество сердцевин без снижения пропускной способности отдельной сердцевины. Ожидается, что механические характеристики данного типа волокон будут лучше, чем у стандартных ОМ-волокон.

Применение метода пространственного мультиплексирования позволит в будущем значительно повысить пропускную способность одного волокна, но перед этим нужно решить множество трудностей, связанных с их внедрением

и применением. Очевидно, что одним из главных недостатков многосерцевидных волокон является их несочитаемость с используемыми сегодня стандартными волокнами, что требует построения принципиально новой оптической сети во всем мире и разработки новых оптических компонентов, аппаратов для сварки волокон, измерительных приборов, мультиплексоров и т.д.

В дальнейшем предполагается работа по математическому моделированию возможных способов конструирования многосерцевидных оптических волокон с целью изучения наиболее эффективных из них, а также выявления наиболее применимых при промышленном производстве.

Список использованной литературы:

1. Волокна будущих петабитных сетей [Электрон. ресурс] – Режим доступа: <https://nag.ru/articles/article/100004/volokna-buduschih-petabitnyih-setey.html>.
2. Roland Ryf, Sebastian Randel, Alan H. Gnauck, Cristian Bolle, Alberto Sierra, Sami Mumtaz, Mina Esmaeelpour, Ellsworth C. Burrows, René - Jean Essiambre, Peter J. Winzer, David W. Peckham, Alan H. McCurdy, and Robert Lingle. J. Sakaguchi et al. Mode – Division Multiplexing Over 96 km of Few - Mode Fiber Using Coherent 6×6 MIMO Processing.// J. Lightwave Technology –2012, 30, 658.
3. Takenaga K. et al. A large effective area multicore fibre with an optimized cladding thickness. – ECOC2011, 2011, No.1.LeCervin.2.
4. Sasaki Y. et al. Large-Effective-Area Uncoupled 10-Core Fiber with Two-Pitch Layout. – OFC/NFOEC 2012, OM2D.4.
5. Takara H. et al. 1.01-Pb/s(12 SDM/222 WDM/456 Gb/s) Crosstalk-managed Transmission with 91.4- b/s/Hz Aggregate Spectral Efficiency. – ECOC2012, 2012, Th3.C.1.
6. Saitoh K. et al. Full-vectorial imaginary-distance beam propagation method based on a finite element scheme: application to photonics crystal fibers. – IEEE J. Quantum Electron, 2002, vol.38, No.7, p.927–933.

Опубликовано: 28.11.2018 г.

© Академия педагогических идей «Новация», 2018

© Кутенин В.С., 2018