Кутенин В.С., Кусайкин Д.В.

Исследование перекрестных помех в многосердцевинных волокнах с двухслойной оболочкой

Уральский технический институт связи и информатики (филиал)
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет
телекоммуникаций и информатики»
(Россия, Екатеринбург)

doi: 10.18411/lj-05-2019-33

idsp: ljjournal-05-2019-33

Аннотация

Статья посвящена исследованию пространственного мультиплексирования в многосердцевинных волокнах с областью с пониженным показателем преломления вокруг сердцевин. В статье рассмотрен пример физически произведенного образца оптического волокна с шестью ядрами с областью пониженного показателя преломления по периметру сердцевин. Произведено моделирование перекрестных помех в многосердцевинном волокне с областью с уменьшенным показателем преломления.

Ключевые слова: многосердцевинные волокна, пространственное мультиплексирование,

Abstract

The article is devoted to the study of spatial multiplexing in multi-core fibers with a region with a low refractive index around the core. The article describes an example of a physically produced sample of an optical fiber with six cores with a region of low refractive index along the core perimeter. The modeling of crosstalk in a multi-core fiber with a region with a reduced refractive index was made.

Keywords: multi-core fibers, spatial multiplexing

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 ниже, можно сделать вывод, что емкости оптических сетей повышаются каждые четыре года приблизительно в десять раз. 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.

Темпы роста общей пропускной способности волоконно-оптических сетей

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

Компания Sumitomo Electric разработала четырехсердцевинное оптическое волокно с уменьшенным значением показателя преломления оболочки по периметру сердцевин. Оптическое волокно содержит четыре сердцевинки 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.

Торец CC-MCF волокна с четырьмя сердцевинами

В данных волокнах, обеспечивающих пространственное мультиплексирование каналов, конструкторам удалось достичь рекордных значений коэффициента затухания и значений пространственной межмодовой дисперсии.

График зависимости километрического затухания от длины волны.

Промоделировав перекрестные помехи при различных значениях расстояния между сердцевинами в интервале 10–95 мкм в двухсердцевинном оптическом волокне с областью уменьшенного показателя преломления по периметру сердцевинки были получены результаты, представленные ниже.

3D модель двухсердцевиного оптического волокна

Такое волокно состоит из двух сердцевин, оболочек с пониженным показателем преломления и стандартной оболочки. В данном случае фтором легируется только внутренняя оболочка.

График зависимости ослабления сигнала от расстояния между сердцевинами в волокне с двухслойной оболочкой

Рассмотрим перекрестные помехи в многосердцевинном оптическом волокне с двухслойной оболочкой при радиусе изгиба волокна два сантиметра.

Модель многосердцевинного оптического волокна с двухслойной оболочкой при различных радиусах изгиба

Перекрестные помехи на дальнем конце при радиусе изгиба 2 см. многосердцевинного ОВ с двухслойной оболочкой

Из полученных результатов видно, что многосердцевинное оптическое волокно с уменьшенным показателем преломления по периметру сердцевины имеет допустимые значения перекрестных помех при расстоянии между сердцевинами волокна более 70 мкм. При изгибе волокна перекрестные помехи возрастают до 0.3 дБ что находится в допустимых пределах для успешной передачи информации на длинные дистанции. В дальнейшем планируется работа по моделированию волокон с большим количеством сердцевины а так же исследования зависимости перекрестных помех от изменения профиля показателя преломления области по периметру сердцевины.

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 Esmacelpour, 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 fibrewith an optimized cladding thickness. – ECOC2011, 2011, No.1.LeCervin.2.
4. Sasaki Y. et al. Large-Effective-Area Uncoupled 10-Core Fiberwith 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 AggregateSpectral Efficiency. – ECOC2012, 2012, Th3.C.1.
6. Saitoh K. et al. Full-vectorial imaginary-distance beam propagationmethod based on a finite element scheme: applicationto photonics crystal fibers. – IEEE J. Quantum Electron, 2002, vol.38, No.7, p.927–933.