

В свою очередь, методика, суть которой изложена выше, позволит оценить адекватность принятых мер защиты БА от ЭСР на этапе проектирования. Последнее позволит сэкономить колоссальные средства, как за счёт экономии массы, так и за счёт отсутствия необходимости доработки после натуральных испытаний.

ИССЛЕДОВАНИЕ АПЕРТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН МАЛОЙ ДЛИНЫ

В.Д. Паранин¹, М.В. Дашков²

¹ Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

² Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара

Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС) нашли широкое применение в информационных системах: телекоммуникационных, вычислительных, промышленных [1,2]. В телекоммуникациях наиболее интенсивно используется инфракрасный диапазон длин волн 820-880, 980, 1260-1675 нм, что связано с минимальным коэффициентом затухания кварцевых оптических волокон в этой области, около 0,2 – 3,0 дБ/км [1-4]. Протяженность ВОЛС составляет от нескольких километров на городских сетях до сотен и тысяч километров на магистральных участках сетей связи. Промышленностью также освоен выпуск одно- и многомодовых волокон для ультрафиолетового и видимого диапазона длин волн [3, 4], однако высокий уровень затухания препятствует применению данного типа волокон в промышленных и телекоммуникационных системах. Наряду с системами на основе протяженных ВОЛС существуют системы, требующие передачи оптической энергии на относительно небольшие расстояния, порядка единиц – десятков метров. В качестве примера можно указать на бортовые информационно-управляющие системы [5], внешние электрооптические дифракционно-интерференционные модуляторы для источников оптического излучения [6, 7], технологические волоконные лазеры [8]. При таких длинах ВОЛС затухание в стандартных волокнах будет составлять не более 0,15 – 0,20 дБ в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах. Это обстоятельство позволяет расширить возможности спектрального уплотнения канала, реализовать функциональные электрооптические элементы, интегрированные в ВОЛС. Данная работа направлена на экспериментальное исследование апертурных характеристик стандартных волокон инфракрасного диапазона при работе в видимом диапазоне длин волн, в частности на длинах волны 655..690 нм. Выбор рабочих длин волн обусловлен наличием известных зависимостей электрооптических

коэффициентов в этом диапазоне [9, 10], что необходимо для корректного проектирования функциональных электрооптических элементов и устройств.

В эксперименте использовались кварцевое одномодовое волокно Corning SMF-28e с диаметром сердцевины 8,2 мкм, номинальным диаметром 125 мкм и кварцевое многомодовое волокно Corning Multimode 50/125 с диаметром сердцевины 50 мкм, номинальным диаметром оболочки 125 мкм. Длина образцов составляла 1,5 м. При проведении исследования волокна находились в свободном (не скрученном) состоянии. Концы волокон очищались от внешнего защитного покрытия на длину 15 мм, после чего производилось скалывание. Скол оптических волокон под углом $90 \pm 0,5^\circ$ осуществлялся на устройстве Fujikura CT-30A. Качество скола торца контролировалось визуально с помощью микроинтерферометра МИИ-4 при увеличении 500х. Волокна, торцы которых присутствовали значительные царапины и выколки, трещины, боковые сколы (рис.1,а,б,в) отбраковывались.

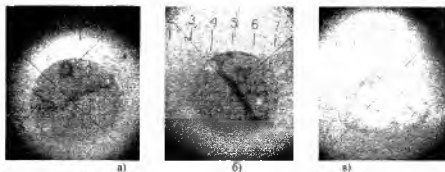


Рис. 1. Примеры торцов отбракованных оптических волокон:
а) значительные царапины и выколки на торце; б) трещина на торце;
в) боковой скол волокна

В качестве источника оптического излучения использовался лазерный диод HL6738MG с пиковой длиной волны 690 нм и шириной спектра 1,7-2,0 нм, а также светодиод АЛ336Б, излучающий в диапазоне 655..680 нм. Приемником излучения выходного торца ОВ являлась цифровая ПЗС-камера VAI-135, чувствительная в области длин волн 400..1100 нм по уровню 0,1. Излучение вводилось в приемный торец оптического волокна с помощью плоско-выпуклой линзы с фокусным расстоянием 25 мм. Выходной торец волокна перемещался относительно ПЗС-матрицы с помощью микрометра МК 50-25 (1 класс) с ценой делений 10 мкм в пределах 0..1000 мкм с шагом 200 мкм. Момент касания выходного торца поверхности ПЗС-матрицы контролировался визуально по изгибу волокна (грубо), а также с помощью

изображения на экране (точно). Наличие шумов ПЗС-матрицы устранялось среднеквадратической аппроксимацией.

На рис.2, 3 представлено распределение интенсивности на выходе одномодового волокна для случая освещения лазерным диодом (рис.2, а, б) и светодиодом (рис.3). Кривые с наибольшей интенсивностью характерны для установки выходного торца вплотную к ПЗС-матрице. Расстояние между соседними положениями волокна составляет 200 мкм.

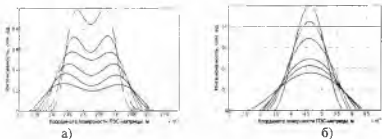


Рис.2. Распределение интенсивности света на выходе одномодового оптического волокна при освещении лазерным диодом:

а) расстояние от линзы до торца 50 мм б) расстояние от линзы до торца 25 мм

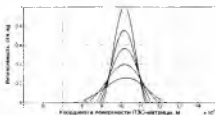


Рис.3. Распределение интенсивности света на выходе одномодового оптического волокна при освещении светодиодом АЛ336Б (расстояние от линзы до торца 25 мм)

В соответствии с данными рис.2,а в распределении интенсивности на выходе одномодового волокна имеется провал в центральной части, углубляющийся при удалении торца от ПЗС-матрицы. Данный эффект может быть связан с различными углами высвечивания мод оптического волокна, что открывает возможности углового модового уплотнения. Для случая освещения светодиодом (рис.3) распределение интенсивности имеет единственный максимум и может быть описано экспоненциальными функциями Гаусса. Отдельные моды в волокне при использовании светодиодного источника не наблюдались. Это может быть связано с меньшей когерентностью по сравнению с лазерным диодом и большей шириной спектра, обуславливающей перекрытие мод на выходе волокна. Ширина освещенной области по уровню $1/e$ при установке выходного торца вплотную к ПЗС-матрице составила 175 - 178 мкм для освещения лазерным

диодом и 150-155 для освещения светодиодом. Это означает, что в обоих случаях эффективное распространение оптического излучения происходит не только по сердцевине, но и по оболочке волокна. Таким образом, в зависимости от положения фокусирующей линзы и типа источника излучения, в волокне возбуждается определенный модовый состав. Особенно сильно это проявляется при перемещении приемного торца вдоль поверхности выходного окна лазерного диода. На рис.4 приведены некоторые распределения интенсивности на выходе волокна, полученные указанным образом. Размеры приведенных областей равны 1x1 мм.

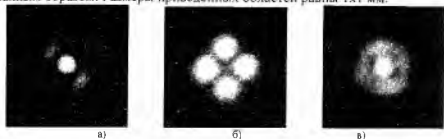


Рис.4. Распределения интенсивности, полученные перемещением приемного торца волокна вдоль поверхности лазерного диода

Необходимо отметить, что приведенные на рис.4 распределения интенсивности являются известными модами низшего порядка [11]. Так, изображение на рис.4, а соответствует $HE_{12} + EH_{11}$ моде, рис.3, б – HE_{31} моде, рис.4, в – их сочетанию. Иных мод на выходе волокна не наблюдалось. Следовательно, волокно SMF 28e, являющееся одномодовым на длине волны 1310 нм, в случае излучателя с длиной волны 690 нм поддерживает распространение нескольких мод низшего порядка.

На рис.5 представлено распределение интенсивности на выходе многомодового волокна для случая освещения лазерным диодом (рис.5,а) и светодиодом (рис.5,б). Расстояние от линзы до торца равнялось 25 мм. Расстояние между соседними положениями волокна составляло 200 мкм.

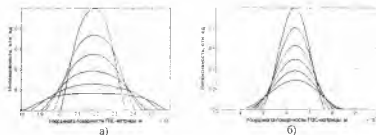


Рис.5. Распределение интенсивности света на выходе многомодового оптического волокна: а) при освещении лазерным диодом; б) при освещении светодиодом АЛЗ36Б

Для многомодового волокна распределение интенсивности в обоих случаях имеет единственный максимум и может быть описано экспоненциальными функциями Гаусса. Ширина освещенной области по уровню $1/e$ при установке выходного торца вплотную к ПЗС-матрице составила 255 – 260 мкм при освещении лазерным диодом и 180-185 мкм при освещении светодиодом. Таким образом, распространение оптического излучения происходит не только по сердцевине, но и по оболочке волокна.

В работе проведено экспериментальное исследование апертурных характеристик инфракрасных оптических волокон малой длины в диапазоне длин волн 655...690 нм. Зафиксировано распространение оптического излучения в оболочке одно- и многомодовых волокон, что позволяет увеличить интенсивность передаваемого излучения. Отмечено распространение мод низшего порядка при освещении волокна Corning SMF-28e лазерным диодом 690 нм. Выявлены различные диаграммы направленности мод, что обуславливает возможность углового модового уплотнения.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы», проект № 10в-Б001-053, ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России».

Список использованных источников

1. Семснoв, А.Б. Волоконно-оптические подсистемы современных СКС [Текст] / Семснoв, А.Б. – М.: Академия ИТ, 2007. 632 с.
2. Убайдуллаев, Р.Р. Волоконно-оптические сети [Текст] / Р.Р.Убайдуллаев. – М.: Эко Трендз, 2001. 268 с.
3. Электронный каталог www.thorlabs.com
4. Электронный каталог www.lasertechnology.com
5. Степанов, М.В. Конструкторско-технологические особенности цифрового МОС-датчика перемещения [Текст] / М.В. Степанов, С.А. Матюнин, В.Д. Паранин // Датчики и системы. – 2009. - №3. – С. 21–24.
6. Матюнин, С.А. Математические моделирование и оптимизация управляемых элементов дифракционной оптики для систем связи [Текст] / С.А.Матюнин, В.Д.Паранин, Ю.А.Фелотов // Фотон-Экспресс. - Т.6. - № 78. - 2009. - С.241-242.
7. Паранин, В.Д. Моделирование оптического коммутатора на основе электрооптического фильтра Фабри-Перо [Текст] / В.Д.Паранин, С.А.Матюнин, А.Р.Мурдагулов // Сборник статей II Ежегодной ВНК «Перспективы развития информационных технологий». - Новосибирск: ЦРНС, 2010. - С.159-164.
8. Электронный каталог www.ntoirc-nolus.ru
9. Сонин, А.С. Электрооптические кристаллы [Текст] / А.С.Сонин, А.С.Василевская. – М.: Атомиздат, 1971. 328 с.
10. Кузьминов, Ю.С. Сегнетоэлектрические кристаллы для управления лазерным излучением [Текст] / Ю.С.Кузьминов. – М.: Наука, 1982. 400 с.

МОДЕЛЬ КОММУНИКАЦИИ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ И ОБУЧАЕМОГО

А.В. Затылкин, И.Д. Граб, Н.К. Юрков
Пензенский государственный университет

Проведен анализ коммуникативного процесса, субъектами которого являются интеллектуальная компьютерная обучающая система и обучаемый. Проанализированы особенности рассматриваемого процесса, на основе которых выделены различные типы коммуникативной стратегии, представляющие собой варианты организации коммуникации обучаемого и обучающей системы.

Динамичное развитие современной науки влечет за собой постоянные изменения в сфере профессиональных знаний, умений и навыков современных специалистов. Поэтому ускорение процесса подготовки и постоянная поддержка их высокого профессионального уровня являются важными практическими задачами.

Одним из вариантов их решения является применение современных информационных технологий. Развитие интеллектуальных возможностей обучающих систем создало необходимую основу для их превращения из информационного приложения традиционных методик преподавания в новый класс систем, радикально меняющих технологию подготовки современных специалистов [1].

Организация процесса обучения с применением интеллектуальных компьютерных обучающих систем (ИКОС) обладает такими важными достоинствами, как: индивидуальный подход к обучаемому с учетом его особенностей; возможность организации дистанционного обучения; независимость от аудиторного времени и т.д. Большое количество существующих на сегодняшний день ИКОС, позволяет эффективно передавать теоретические знания, но не рассматривают формирование практических навыков и умений. Поэтому все большее распространение получают автоматизированные лабораторные комплексы (АЛК), направленные на получение практического опыта.

Тем не менее, процесс передачи знаний, формирования умений и навыков требует единой стратегии управления обучением, поэтому программные и аппаратные средства обучения следует рассматривать не как самостоятельные обучающие единицы, а как части единой ИКОС [2].

Наличие двух субъектов процесса обучения позволяет проанализировать этот процесс с точки зрения теории коммуникации [3,4].