

УДК 681.787.8

РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА КОМПЕНСАЦИИ ДИСПЕРСИИ ДВУЛУЧЕПРЕЛОМЛЕНИЯ

Анкушин Д. А. (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

Научный руководитель – к.т.н. Мухтубаев Азамат Булатович.

(федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

Введение

В течение последних десятилетий наблюдается развитие различных технологий, в том числе и технологий с использованием волоконной оптики [1]. Наиболее чувствительными являются фазо-чувствительные устройства в волоконно-оптических измерительных системах [2]. Для измерения фазы необходимо использовать интерферометры. В случае волоконных интерферометров необходимо использовать двулучепреломляющее оптическое волокно (ДОВ). При сборке схем с ДОВ необходимо учитывать коэффициент экстинкции и h -параметр вдоль всего пути распространения излучения, так как они влияют на точностные параметры устройства. В качестве примера можно привести волоконно-оптический гироскоп или волоконно-оптический датчик тока. Кроме того, распределенный h -параметр ДОВ может характеризовать:

- Квазираспределенные значения давления и температуры вдоль волокна, что может быть использовано в различных системах измерения физических параметров среды;
- Функцию когерентности источника оптического излучения (ИОИ);
- Остаточную поляризацию ИОИ.

Распределенный h -параметр можно получить методом широкополосной интерферометрии с использованием поляризационного сканирующего интерферометра Майкельсона [3].

Однако, чем длиннее исследуемый участок ДОВ, тем сильнее на распределенный h -параметр влияет такое явление как дисперсия двулучепреломления (ДД) [1]. Оно заключается в том, что с увеличением длины ДОВ, увеличивается ширина пика интерференционной картины, что искажает распределенный h -параметр и понижает пространственное разрешение обнаружения точек преобразования поляризационных мод.

Данный эффект можно компенсировать аналитически [4], но в открытом доступе не представлено универсального алгоритма компенсации ДД.

Основная часть

Не считая предложенного в данной работе алгоритма, единственный существующий метод компенсации дисперсии двулучепреломления – аналитически вычисленный коэффициент компенсации, который можно получить, вычислив отношение ширины пиков по уровню $1/e$ картины видности интерференционной картины, полученной в результате работы сканирующего поляризационного интерферометра Майкельсона [4]. Недостатком данного метода является необходимое условие отдельного пика, то есть расстояние между отдельными точками преобразования ортогональных мод должно быть больше, чем две длины декогерентности с учетом ДД.

Для реализации алгоритма компенсации дисперсии двулучепреломления необходимо осуществить функцию детектирования пиков картины видности, расчет функции компенсации для картины видности с дисперсией двулучепреломления и саму компенсацию путем произведения функции данной картины видности и функции компенсации.

Для первого приближения координаты точки преобразования использовался метод производных [5]. Чтобы определить приближенные значения коэффициента дисперсии использовался метод градиентного спуска к функции ширины пика от координаты [6]. Уточнение параметров также происходило методом градиентного спуска. После уточнения вычисляется функция компенсации, на которую умножается изначальная видность, в результате чего получается скомпенсированная картина видности, из которой в дальнейшем возможно посчитать скомпенсированный распределенный h -параметр

Выводы

Устройства, использующие двулучепреломляющие волокна, нуждаются в измерении и контроле параметров, влияющих на характеристики такого волокна, в частности распределенного h -параметра. Данный параметр может быть вычислен путем использования анализатора распределенных связей поляризационных мод, на точность измерений которого влияет, в частности, дисперсия двулучепреломления.

Проблема ухудшения точности измерения анализатора распределенных связей поляризационных мод из-за дисперсии двулучепреломления в настоящее время решается предложенным алгоритмом компенсации. Предложенный метод был апробирован на смоделированных и реальных данных, продемонстрировав положительный результат.

Список использованных источников

- [1] С. М. Аксарин, “Исследование поляризационных методов и технологий согласования волоконно-оптических и интегрально-оптических волноводов,” *Рус. (дата обращения 20.04. 2015)*, 2014.
- [2] В. Стригалева, И. Мешковский, and Я. Моор, “Особенности использования фазочувствительных устройств в волоконно-оптических измерительных системах,” 2021, Accessed: Mar. 01, 2023. [Online]. Available: <http://books.ifmo.ru/file/pdf/2727.pdf>
- [3] Мухтубаев Азамат Булатович, “Влияние поляризационных преобразований на сдвиг фазы Саньяка в волоконно-оптическом гироскопе,” 2020.
- [4] Z. Li, Z. Meng, X. Chen, T. Liu, and X. S. Yao, “Method for improving the resolution and accuracy against birefringence dispersion in distributed polarization cross-talk measurements,” *Opt Lett*, vol. 37, no. 14, pp. 2775–2777, 2012.
- [5] В. Сизиков, А. Л.-О. и спектроскопия, and undefined 2018, “Сравнение различных методов разделения непрерывных перекрывающихся спектральных линий,” *scholar.archive.org*, vol. 124, no. 6, 2018, doi: 10.21883/OS.2018.06.46071.28-18.
- [6] M. A. Branch, T. F. Coleman, and Y. Li, “Subspace, interior, and conjugate gradient method for large-scale bound-constrained minimization problems,” *SIAM Journal of Scientific Computing*, vol. 21, no. 1, pp. 1–23, 1999, doi: 10.1137/S1064827595289108.

Анкушин Д.А. (автор)

Подпись

Мухтубаев А.Б. (научный руководитель)

Подпись