

## **РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА НА ОСНОВЕ ИНТЕРФЕРОМЕТРА САНЬЯКА И ФАЗОЧУВСТВИТЕЛЬНОЙ РЕФЛЕКТОМЕТРИИ**

Мурашко В.Д.<sup>1</sup>

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Дейнека И. Г.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Университет ИТМО

[vikeldem@mail.ru](mailto:vikeldem@mail.ru)

### **Введение**

В современных системах мониторинга протяжённых объектов необходимо выявлять механические и акустические воздействия с высокой пространственной разрешающей способностью. Наиболее активно для этих целей используются технологии распределённого акустического зондирования на основе оптической рефлектометрии (OTDR), позволяющие локализовать изменения сигнала вдоль волокна на основе эффекта рэлеевского рассеяния [1]. В то же время классические интерферометрические схемы на основе эффекта Саньяка характеризуются высокой фазовой чувствительностью и устойчивостью к медленным внешним воздействиям благодаря взаимности оптического контура. Однако традиционно такие структуры используются как интегральные (точечные) датчики и не обеспечивают необходимой точности локализации возмущений [2].

Актуальной научной задачей является объединение преимуществ рефлектометрии и интерферометра Саньяка в единой архитектуре, способной обеспечить распределённую фазовую чувствительность при сохранении высокой стабильности интерференционной схемы.

### **Основная часть**

В работе предложена гибридная распределённая сенсорная система, в которой интерферометр Саньяка используется как чувствительный элемент, а пространственная селективность обеспечивается методом фазочувствительной рефлектометрии.

В отличие от классического распределённого акустического сенсора, где анализируется изменение интенсивности обратного рассеяния, в предложенной архитектуре регистрируется локальный фазовый сдвиг, формируемый в контуре с интерферометром Саньяка, при прохождении зондирующего импульса. Импульсное излучение вводится в волокно, а временная структура сигнала обратного рассеяния позволяет сопоставить измеренное фазовое изменение к конкретному участку волокна [3]. Использование интерферометрического контура позволяет подавить влияние температурных дрейфов и изменений показателя преломления, что является существенным преимуществом по сравнению с традиционными схемами Ф-OTDR на основе интерферометров Маха-Цендера или Майкельсона [4].

Разработана концепция обработки сигнала, включающая фазовую демодуляцию, временную локализацию и алгоритм компенсации стохастической структуры рэлеевского рассеяния.

Предложенный подход позволит объединить два вида измерений в рамках единой системы без внесения существенных изменений в конструкцию устройства, сохраняя при этом функциональную целостность и чувствительность исходной схемы.

### **Выводы**

Проанализирована возможность применения гибридной распределённой системы мониторинга, объединяющая интерферометр Саньяка и фазочувствительную

рефлектометрию. Показано, что интеграция временной локализации сигнала с взаимной интерференционной схемой позволяет повысить устойчивость к медленным внешним воздействиям и реализовать распределённое фазовое зондирование протяжённых объектов. Направлением дальнейших исследований является повышение пространственного разрешения и оптимизация алгоритмов обработки.

### **Литература**

1. Rao Y., Wang Z., Wu H., Ran Z., Han B. Recent advances in phase-sensitive optical time domain reflectometry (Ф-OTDR) // Photonic Sensors. 2021.
2. Vasiljević-Toskić M., Bajić J. S., Manojlović L. M. et al. A simple fiber optic sensing system based on dual Sagnac interferometer for disturbance location detection // Optics & Laser Technology. 2024.
3. Tang R., Zhao H., Feng J., Wang J., Wang N., Ruan J., Chen J. A study on sensitivity improvement of the fiber optic acoustic sensing system based on Sagnac interference // Sensors. 2024.
4. Ozcáriz A. et al. Performance analysis of a distributed optical fiber sensor based on Sagnac interferometer // J. Microw. Optoelectron. Electromagn. Appl. 2023.

### **Примечание**

При подготовке тезисов доклада были использованы инструменты на основе LLM для проверки орфографии и академического стиля письма.