

УДК 681.7.068.

Г.Б. Лиокумович (асп., каф. РФ); О.И. Котов, д.ф.м.н. проф.

РЕГИСТРАЦИЯ МЕЖМОДОВОЙ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ В СВЕТОВОДАХ

ABSTRACT. Fiber mode-mode interference registration by means multi-diode receiver is considered. Possibility to decreasing of error probability is demonstrated. Results can be used for multimode fiber sensors design (territory guarding system, construction sate control, etc).

Доклад посвящен проблемам, связанным с разработкой датчиковых систем на основе интерференции мод на выходе многомодовых световодов. Такие устройства являются относительно простыми, они содержат многомодовый световод, источник оптического излучения и фотоприемник, принимающий часть выходного излучения. При внешних возмущениях световода, вызывающих изменения разности фазовых задержек мод, интерференционная картина на выходе световода изменяется, что регистрирует фотоприемник. На принципах межмодовой интерференции в световодах разрабатывались линии передачи информации, а также измерительные устройства [1, 2]. На сегодняшний день перспективным остается создание на базе межмодовой интерференции систем регистрации внешних воздействий (возмущений) в которых не требуется точного измерения величины воздействия, а необходимо только обнаружение его наличия. Например, данные задачи возникают при разработке систем охраны периметра, технического мониторинга различных протяженных объектов и т.п., когда при возникновении нештатных появляются различные механические возмущения, отсутствующие в нормальном режиме. Серьезной проблемой, препятствующей распространению подобных приборов и снижающей их конкурентоспособность является существенный фединг выходного сигнала при изменении внешних условий световода, который может привести к не обнаружению (пропуску) возмущения. В данной работе рассмотрена задача повышения эффективности регистрации воздействий на световод за счет применения многоканального приема сигнала межмодовой интерференции, предложены методы регистрации сигнала и сделаны теоретические оценки их эффективности.

При разработке датчиков на основе межмодовой интерференцией предлагалось много способов борьбы с федингом сигнала, в т.ч. и применение для регистрации интерференционного сигнала нескольких фотодиодов. Однако свойства фединга сигнала, которые наблюдались в экспериментах не соответствовали теоретическим предпосылкам и работоспособность подобных устройств оказывалась неудовлетворительной. Поэтому для разработки эффективного метода приема сигнала интерференции мод за основу были взяты новые результаты изучения интерференции мод на выходе многомодового световода, которые учитывают эффект «связи мод» при механических воздействиях на световод, объясняют наблюдаемые экспериментально свойства фединга сигналов и обосновывают эффективность применения многоканального метода приема интерференционного сигнала [3...5].

На основе указанных подходов при наличии некоторого информационного механического возмущения световода $S(t)$ и с учетом присутствия паразитных шумовых возмущений $n(t)$ выходной сигнал от i -го фотодиода $U^i(t)$ может быть представлен выражением

$$U^i(t) = K_s^i S(t) + K_n^i n(t),$$

где K_s^i , K_n^i – медленно квазистатические коэффициенты, связанные с дрейфом внешних условий световода, которые в момент регистрации можно рассматривать как независимые случайные величины. В соответствии с поставленной задачей, заданными можно полагать амплитуду воздействия, эффективный уровень помехи и рабочий диапазон частот. Форма информационного сигнала и возможное время его появления непредсказуемы.

В докладе рассмотрен ряд возможных методов регистрации наличия информационного воздействия, среди которых более подробно проработаны варианты формирования результирующего сигнала фотоприемника как суммы модулей сигналов фотодиодов или выбора сигнала с максимальным модулем.

Коэффициенты K_s^i и K_n^i определяющие уровень составляющих сигнала фотодиода вызванных кратковременным полезным воздействием и перманентным паразитным возмущением меняются независимо. Поэтому предложено проводить сравнение результирующего сигнала с переменным порогом, который формируется с учетом эффективного уровня шумов и медленно меняется при изменении этого уровня.

Математическое рассмотрение проблемы проведено с точки зрения критерия Неймана-Пирсона для обнаружения сигнала на фоне помех. Поэтому рассматривалось снижение вероятности «пропуска» воздействия за счет увеличения числа фотодиодов при фиксированной вероятности ложного срабатывания. Построенная математическая модель для описания сигнала тревоги на выходе системы содержит много сложные комбинации случайных величин и получение аналитических выражений для вероятности пропуска воздействия оказалось затруднительно. Для проведения расчетов был выбран метод «численного эксперимента» с применением математических программных пакетов генерирующих случайные числа с заданным распределением. В результате можно получить гистограммы для оценки плотности вероятности и появления сигнала тревоги и вероятности пропуска воздействия.

Проведенные расчеты показали высокую эффективность применения рассмотренных методов многоканального приема сигнала интерференции мод и возможность снижения вероятности пропуска воздействия на несколько порядков при применении десяти фотодиодов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бутусов М.М., Галкин С.Л., Оробинский С.П., Пал Б.П. Волоконная оптика и приборостроение. - Л.: Машиностроение, 1987, 328 с.
2. Гуляев Ю.В., Меш М.Я., Проклов В.В. Модуляционные эффекты в волоконных световодах. - М: Радио и связь, 1991, 152 с.
3. Котов О.И., Косарева Л.И., Лиокумович Л.Б., Марков С.И., Медведев А.В., Николаев В.М. Два механизма модуляции фазы в многомодовых волоконных световодах. // Письма в ЖТФ, 2000, Т.26, вып.2, стр.53-63.
4. Котов О.И., Косарева и др. Особенности многоканального приема сигналов межмодового волоконно-оптического интерферометра: снижение амплитудного фединга // Письма в ЖТФ, 2000, Т.26, вып.18, стр.85-94.
5. Котов О.И., Косарева Л.И. и др. Многоканальный прием сигналов межмодового волоконно-оптического интерферометра в условиях помех. // Письма в ЖТФ, 2000, Т.26, вып.22, стр.26-35.