

УДК 681.787

Исследование способов обработки интерферометрических сигналов на основе оптической схемы с 3х3-разветвителем

Малмакин А.П. (Университет ИТМО, телефон: +79048096260,
e-mail: alexei@niuitmo.ru)

Научный руководитель Волков А.В. (Университет ИТМО, телефон: +79217771279,
e-mail: hi-teching@yandex.ru)

Введение

Волоконно-оптические интерферометрические датчики (ВОИД) получили широкое распространение в качестве альтернативных датчиков физических величин из-за ряда преимуществ, таких как, высокая чувствительность, малый вес и размер, мультиплексирование датчиков, устойчивость к электромагнитным помехам.

Пассивные алгоритмы обработки для извлечения выходных фазовых сигналов датчика подразделяются на три группы: гетеродинные, гомодинные и на основе оптических схем с 3х3 разветвителем. Область нашего интереса составляют алгоритмы демодуляции на основе оптической схемы с 3х3 разветвителем, так как данные схемы не требуют для обработки интерференционного сигнала вспомогательной модуляции, то обеспечивают больший динамический диапазон детектируемого фазового сигнала. В связи с этим, исследование влияния несимметричности интерференционных сигналов на работу алгоритмов обработки интерферометрических сигналов на основе оптической схемы с 3х3 разветвителем является актуальной и важной задачей.

Основная часть

В работе исследованы три схемы обработки сигналов на основе оптической схемы с 3х3 разветвителем: дифференциация и перекрестное умножение (Differentiate and Cross Multiply (DCM)) [1], цифровая симметричная демодуляция (Digital Symmetric Demodulation (DSD)) [2] и обработка на основе вычисления функции арктангенса [3]. После обработки алгоритмом (DCM) измеряемый сигнал будет содержать только измеряемый фазовый сигнал, однако его амплитуда будет иметь квадратичную зависимость от амплитуды интерференционных сигналов на входе алгоритма демодуляции, к тому же требует внесения дополнительного электронного смещения в интерференционные сигналы перед демодуляцией для компенсации постоянной составляющей. Алгоритм (DSD) лишен этих минусов, однако при моделировании было замечено, что этот вид обработки преобразует вид аддитивных шумов на входе алгоритма с равномерно распределенного (белый шум) в $1/f$ шум (розовый шум) из-за наличия интегратора на выходе схемы. Последняя рассматриваемая схема обработки не подвержена вышеперечисленным недостаткам, поэтому была выбрана в качестве основного алгоритма для исследований на влияние несимметричности интерференционных сигналов на выходной фазовый сигнал датчика.

Алгоритмы демодуляции сигналов были созданы на базе программного обеспечения MATLAB/Simulink. Для оценки влияния несимметричности мощностей интерференционных сигналов на входе обработки, в математическую модель были добавлены искажающие коэффициенты для постоянной и переменной составляющих, который вносили нелинейные искажения в выходной фазовый сигнал.

Было проведено моделирование и сравнение динамического диапазона оптической схемы ВОИД с 3х3 разветвителем и обработкой интерференционных сигналов с помощью алгоритма на основе вычисления значений функции арктангенса и оптической схемы ВОИД с согласованными траекториями и обработкой интерференционных сигналов с помощью алгоритма гомодинной демодуляции на основе вычисления значений функции арктангенса.

Выводы

В ходе работы были исследованы три алгоритма пассивной демодуляции сигналов на основе оптической схемы с 3х3-разветвителем. Согласно результатам исследования, была выбрана обработка интерференционных сигналов на основе вычисления функции арктангенса и был оценен вклад несимметричности входных интерференционных сигналов в ошибку работы алгоритма. При оценке динамического диапазона для двух принципиально разных оптических схем ВОИД было обнаружено, что помимо более широкого динамического диапазона оптическая схема с 3х3 разветвителем обладает более низкими шумами. Дальнейшие планы – это проведение эксперимента на оптической схеме с 3х3 разветвителем в целях исследования работы алгоритма демодуляции.

Список использованных источников

1. Koo K. P., Tveten A. B., Dandridge A. Passive stabilization scheme for fiber interferometers using (3×3) fiber directional couplers // Applied Physics Letters. – 1982. – Т. 41. – №. 7. – С. 616-618
2. Cameron C. B., Keolian R. M., Garrett S. L. A symmetric analogue demodulator for optical fiber interferometric sensors // [1991] Proceedings of the 34th Midwest Symposium on Circuits and Systems. – IEEE. – 1991. – С. 666-671
3. L.K. Cheng a , R. Koops b , A. Wielders a , W. Ubachs Development of a Fringe Sensor based on 3x3 Fiber Optic Coupler for Space Interferometry // [2005] 17th International Conference on Optical Fibre Sensors

Малмакин А.П. (автор)

Подпись

Волков А.В. (научный руководитель)

Подпись