

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра общей физики

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
МЕТОДА КОМПЕНСАЦИИ СМЕЩЕНИЯ НУЛЕВОГО СИГНАЛА
ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО КОНТУРА
ИЗМЕРИТЕЛЯ УГЛОВОЙ СКОРОСТИ**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса, 431 группы
направления подготовки 03.03.02 «Физика»
физического факультета СГУ имени Н.Г. Чернышевского
Сердобинцева Сергея Владимировича

Научный руководитель
заведующий кафедрой
компьютерной физики и метаматериалов,
д.ф.-м.н. профессор _____

В.М. Аникин
(подпись, дата)

Саратов
2016 год

Актуализация работы. Волоконно-оптические гироскопы (ВОГ) на эффекте Саньяка успешно используются в системах навигации, ориентации и стабилизации. За это время технологии изготовления оптических компонентов были значительно улучшены, что позволило ВОГ перейти из ниши датчиков угловой скорости средней точности к классу датчиков навигационной точности. На сегодняшний день прецизионные ВОГ вытесняют кольцевые лазерные гироскопы класса точности $0,01-0,001^\circ/\text{ч}$ и используются в навигационных системах морского, наземного и аэрокосмического базирования. Мировыми лидерами в области производства ВОГ являются компании Northrop Grumman, IXSEA, Honeywell, KVH и некоторые другие.

В нашей стране создание прецизионных ВОГ является весьма молодым направлением, в этой области работает, в частности, Научно-производственная кооперация «Оптолинк» (г. Саратов). Основная проблема заключается в том, что при кажущейся простоте прибора и высокой чувствительности его к угловой скорости вращения он в то же время чрезвычайно подвержен различным внешним воздействиям, что приводит к паразитным дрейфам и, как следствие, к снижению точности измерений. К таким воздействиям относятся нестационарные температурные поля, акустические шумы и вибрации, переменные электрические и магнитные поля и т.д. В процессе эксплуатации в рабочем диапазоне температур ВОГ испытывает широкодиапазонную и динамическую тепловую нагрузку, которая оказывает значительное влияние на его выходную характеристику. Поэтому ключевым вопросом при создании ВОГ навигационного класса точности является компенсация температурных дрейфов ВОГ.

Предмет исследования ВКР – прецизионные волоконно-оптические гироскопы.

Целью данной работы является исследование зависимости выходного сигнала ВОГ от температуры и магнитного поля, а также решение проблемы исключения их влияния на полезный сигнал.

Задачами работы являются рассмотрение физики волоконной гироскопии на эффекте Саньяка, архитектуры волоконно-оптических гироскопов, анализ и реализация подходов к решению проблемы устранения влияния температуры и магнитного поля на функционирование ВОГ.

Практическая значимость работы определяется применением прецизионных ВОГ в навигационных целях.

Содержание работы.

Глава 1. Архитектура и базовые технологии ВОГ.

Глава 2. Проверка работоспособности метода компенсации смещения нулевого сигнала, возникающего при температурном градиенте, с помощью рекурсивных фильтров

2.1. Влияние градиента температуры на полезный сигнал

2.2. Метод компенсации смещения нулевого сигнала

2.3. Проверка работоспособности метода компенсации

Глава 3. Способы устранения влияния магнитного поля на нулевой сигнал ВОГ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе представлены следующие результаты.

1. Проведены исследования зависимости выходного сигнала прецизионного ВОГ от температуры и магнитного поля.

2. Рассмотрены составляющие погрешности ВОГ, обусловленные воздействием температуры.

3. Показано, что масштабный коэффициент ВОГ зависит от величины изменения температуры, хорошо компенсируется полиномиальной моделью, и после введения компенсации его температурная зависимость уменьшается на несколько порядков.

4. Смещение нуля ВОГ зависит как от величины температуры, так и от скорости изменения температуры; зависимость смещения нуля ВОГ от скорости изменения температуры имеет различный характер при нагреве и охлаждении, и после введения компенсации уменьшается в 2-4 раза.

В результате проведенных испытаний была доказана работоспособность метода компенсации градиентов температуры с помощью использования двух рекурсивных фильтров. При введении в трехосном приборе компенсации удалось снизить смещения нулевого сигнала в измерительных каналах, возникающие при градиенте температуры прибора, в 2 - 4 раза. Можно ожидать, что усовершенствование фильтров и более точный подбор коэффициентов позволят дополнительно уменьшить смещения нулевого сигнала в 2 - 3 раза.

При проверках одноосного прибора была выявлена зависимость величины смещения нулевого сигнала прибора, возникающего при градиенте температуры прибора, от величины температуры. На основе этого явления в метод компенсации были внесены изменения, позволившие снизить смещения. В результате компенсации удалось уменьшить возникающие при градиентах температуры прибора смещения в 3 – 4 раза.

Уменьшение влияния градиента температуры на выходной сигнал прибора позволяет уменьшить время точностной готовности с 40 до 10 минут.

Следует отметить, что для работы компенсации необходима высокая точность измерения температуры (порядка 0,01 °С). Однако при одном термодатчике выход его из строя внесет ложное смещение в измерительные каналы, поэтому установка трех термодатчиков позволит повысить надежность работы компенсации. Установка отдельного термодатчика на каждый измерительный канал в трехосном приборе позволит повысить точность компенсации.

Для улучшения работы компенсации необходимо проведение дальнейших исследований.

Ошибка ВОГ, связанная с магнитным полем 0,5 мТ, имеет типовое значение порядка 2 - 3 град/ч. Уменьшить эту ошибку можно путем экранирования контура от магнитного поля при помощи колпака из магнитомягкого материала.