

1. УДК: 62-5
2. Модернизация системы оптического детектирования квантового датчика вращения
3. Е.А. Захарова (Университет ИТМО, Санкт-Петербург)
4. А.Н. Шевченко (АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», Санкт-Петербург)

В настоящее время наблюдается большой интерес к обеспечению возможности использования приборов квантовой электроники для решения задач навигации. В качестве причины этому можно выделить следующие существенные преимущества гироскопических устройств, основанных на применении квантовых эффектов, в сравнении с классическими типами гироскопов: нечувствительность к ускорениям и вибрациям, а также потенциально малые габариты, обусловленные возможностью миниатюризации устройств посредством технологии МЭМС с сохранением навигационного класса точности.

Целью данной работы было изучение и анализ работы существующей системы стабилизации длины волны излучения детектирующего лазера квантового датчика вращения (КДВ), а также выработка рекомендаций по усовершенствованию системы управления лазером детектирования для повышения стабильности показаний КДВ.

Слабым звеном всех квантовомеханических систем на основе радиооптического резонанса – таких, как стандарты частоты, квантовые магнитометр и датчики вращения, – в последние 50 лет являлся источник оптической накачки. Лампа Белла-Блюма характеризуется высоким (порядка 10 Вт) энергопотреблением, большим весом и габаритами, широким спектром излучения, и неконтролируемостью дрейфа параметров во времени. Диодные лазеры с внешними резонаторами, появившиеся в 1980-х годах, имели низкую надежность и высокую чувствительность к ускорениям и вибрациям. В настоящее время появились полупроводниковые (инжекционные) вертикально-излучающие лазеры (ВИЛ, англоязычное название VCSEL), лазеры с распределенной обратной связью (DFB) и лазеры с распределенным брегговским отражателем (DBR).

В работе рассмотрена возможность применения указанных одномодовых лазеров в КДВ с оптической накачкой и детектированием рабочего вещества. Поскольку в таком КДВ принципиально ограничивающим чувствительность фактором являются шумы накачивающего и регистрирующего света, амплитудные флуктуации лазерного излучения не должны заметно превосходить дробовые шумы света данной интенсивности. Характеристики излучения ВИЛ удовлетворяют специфическим требованиям КДВ, кроме того выбор сделан в их пользу, в связи с тем, что малая длина резонатора лазера с вертикальным излучателем позволяет существовать в них не более чем одной поперечной моде, что исключает возможность модовых перескоков и модовой конкуренции, и благодаря чему отпадает необходимость в применении внешних резонаторов. К недостаткам этих лазеров можно отнести низкую выходную мощность, не превышающую 2÷3 мВт, и несколько большую ширину линии, чем у лазеров с внешними резонаторами.

Отличительной особенностью построения системы оптического детектирования от системы оптической накачки, является необходимость отстройки длины волны излучения лазера детектирования от линии поглощения щелочного металла. В работе приводится описание и пример реализации алгоритма стабилизации длины волны лазерного излучения непосредственно по поглощению в ячейке КДВ на крыле линии оптического резонанса щелочного металла. Для стабилизации длины волны применяются две независимые системы: стабилизации температуры лазерного кристалла по показаниям датчика температуры и стабилизации тока по сигналу фотоприемника, стоящего после ячейки. Недостатком указанного алгоритма является отсутствие стабилизации мощности излучения.

Предложенный в работе усовершенствованный алгоритм управления позволяет стабилизировать как длину волны, так и мощность лазерного излучения в канале детектирования. Для этого применяется линейный смеситель, который преобразует вырабатываемые системой сигналы управления по длине волны и мощности в управляющие сигналы по температуре лазерного кристалла и току лазера. Также в работе представлен вариант доработки оптической схемы канала детектирования КДВ, который позволит реализовать предложенный алгоритм управления лазерным излучателем.

Автор

/ Захарова Е.А.

Научный руководитель

/ Шевченко А.Н.

Зам. заведующего кафедрой ИНС

/ Степанов О.А.