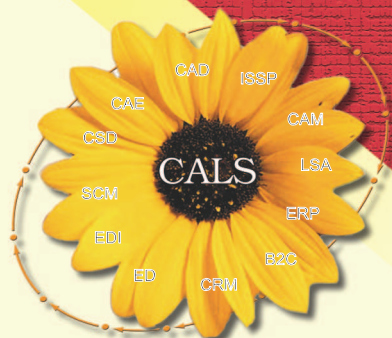


КАЧЕСТВО ИННОВАЦИИ ОБРАЗОВАНИЕ

№12
2013



журнал в журнале

КАЧЕСТВО и ИПИ (CALS)-технологии

www.quality-journal.ru

МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА И ИННОВАЦИОННЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ

Постановка и решение задачи прогнозирования в интеллектуальной системе
управления инновационным развитием российского образовательного комплекса
в условиях информационного общества 3

Стратегии и механизмы модернизации инновационно-технологического развития экономики России	8
--	---

Повышение эффективности управления процессом дистанционного обучения с использованием LMS 18

Анализ удовлетворенности потребителей качеством образовательной услуги ВГТУ . 22

Применение методик анализа текста при прогнозировании уровней качества 27

Анализ аутентичности письменных работ студентов 30

Саморекоррекция педагогической техники как средство повышения эффективности образования	39
---	----

Идентификация, оценивание и анализ рисков при формировании оценок качества деятельности 43

Анализ и разработка методов внедрения скрытой информации в цифровые графические объекты	50
---	----

Инструментальные средства контроля и управления доступом для малого бизнеса . 57

Зависимость диэлектрической проницаемости композита от концентрации и способа введения проводящего наполнителя 63

Программное обеспечение для зеemanовского лазерного гироскопа, работающего в квазичетырехчастотном режиме	68
---	----

Энергетическая эффективность в беспроводных сенсорных сетях камер 76

Алгоритмы построения сетей и моделирования потери их работоспособности в результате кластеризации блокированных узлов 82

Онтологическое обеспечение процессов администрирования информационных систем 88

Статьи рецензируются

Ю.Д. Голяев, М.А. Иванов, Ю.Ю. Колбас, А.П. Крутиков, Т.И. Соловьева, А.Е. Гавриченко

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ЗЕЕМАНОВСКОГО ЛАЗЕРНОГО ГИРОСКОПА, РАБОТАЮЩЕГО В КВАЗИЧЕТЫРЕХЧАСТОТНОМ РЕЖИМЕ

Рассмотрены вопросы построения программного обеспечения для зеемановского лазерного гироскопа, работающего в квазичетырехчастотном режиме. В программном обеспечении использованы математический алгоритм полной компенсации магнитной составляющей дрейфа, а также алгоритмы температурной и временной коррекции немагнитной составляющей дрейфа лазерного гироскопа.

Ключевые слова: зеемановский лазерный гироскоп, четырехчастотный режим, программное обеспечение

Эффективным методом компенсации магнитного дрейфа зеемановских лазерных гироскопов (ЗЛГ) является так называемый "квазичетырехчастотный" режим генерации, а именно, попеременная работа на продольных модах с противоположной круговой поляризацией [1, 2]. Переключение с одной моды генерации на другую осуществляется путем изменения периметра кольцевого лазера. При этом магнитная составляющая дрейфа меняет знак на противоположный и полностью компенсируется.

Поскольку мгновенная перестройка с одной продольной моды на другую невозможна, существует отрезок времени, в течение которого в лазере возникает режим большой разницы интенсивностей встречных волн, вплоть до возникновения однонаправленной генерации. При этом измеренная ЗЛГ угловая скорость содержит ложную составляющую, которая требует компенсации. Кроме того, необходима компенсация оставшейся немагнитной составляющей дрейфа, а также температурных зависимостей масштабного коэффициента, матрицы ориентации.

Задачей настоящей работы является разработка оптимального математического и программного обеспечения управления периметром и компенсации ложной составляющей сигнала на выходе ЗЛГ, исходя из условий работы ЗЛГ и собственных характеристик используемого кольцевого лазера, а также алгоритмической компенсации имеющихся погрешностей.

Переключение мод зеемановского лазерного гироскопа

ЗЛГ представляет собой He-Ne лазер с неплоским контуром, образованным четырьмя диэлектрическими зеркалами. В таком лазере снимается вырождение с продольных мод с ортогональными круговыми поляризациями и обеспечивается их устойчивая генерация [1].

Это позволяет для устранения захвата частот встречных волн использовать частотную подставку на базе эффекта Зеемана, создаваемую путем наложения на газоразрядные промежутки знакопеременного магнитного поля с периодом коммутации T (рис. 1). Переключающееся поле приводит к модуляции интенсивности каждой из встречных волн [3]. Амплитуда модуляции A_I зависит от расстройки частоты генерации лазера от центра нерасщепленного магнитным полем контура усиления активной среды по формуле [3]:

$$A_I = 4a_I \Delta\lambda \frac{c}{\Delta\nu}, \quad (1)$$

где a_I - константа, зависящая от усиления и потерь в резонаторе; $\Delta\lambda$ - относительная расстройка периметра, выраженная в долях длины волны генерации лазера; c - скорость света; $\Delta\nu$ - величина сдвига оптического контура за счет эффекта Зеемана.

Фаза модуляции (0 или π) зависит от направления вращения плоскости поляризации (правого или левого).

Равенство нулю амплитуды модуляции A_I данного сигнала означает точную настройку периметра на

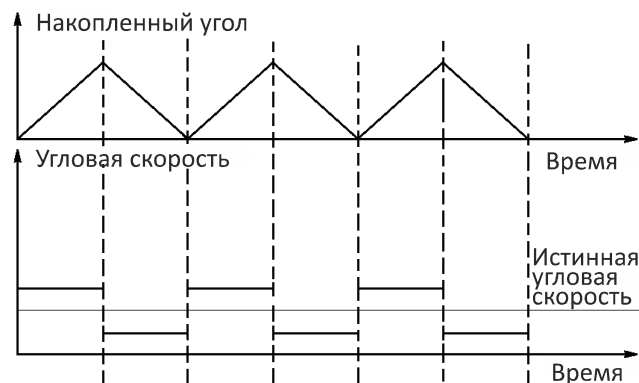


Рис. 1. Дрейф зеемановского лазерного гироскопа в квазичетырехчастотном режиме

центр нерасщепленного магнитным полем контура усиления активной среды, что и поддерживается системой регулировки периметра (СРП).

Частота подставки при этом описывается формулой [3]:

$$f = f_o (1 - \chi \Delta \lambda^2) \quad , \quad (2)$$

где f_o и χ - константы, зависящие от усиления активной среды, уровня потерь в резонаторе, температуры активной среды.

К СРП предъявляются следующие требования:

- обеспечение минимальной расстройки моды от центра кривой усиления;
- устойчивость при воздействиях механических ударов и вибраций, при повышенной и пониженной температурах окружающей среды;
- быстрое переключение лазера с моды с одним направлением круговой поляризации света на другую, без появления колебательного режима.

Для системы авторегулирования, какой является и СРП, данные требования являются взаимоисключающими, поэтому необходим выбор их оптимального сочетания.

СРП можно разделить на две части: медленный каскад, состоящий из усилителя, синхронного детектора и интегратора, и быстрый - транзисторный усилитель напряжения, нагруженный на пьезодвигатель подстройки периметра ЗЛГ. Поскольку входным сигналом для СРП является сигнал модуляции интенсивности света в одном из встречных лучей, прошедший через синхронный детектор, его частота равна удвоенной частоте коммутации подставки. Для обеспечения устойчивости системы авторегулирования необходимо, чтобы постоянная времени первого каскада составляла не менее

5 периодов входного сигнала Т (периодов коммутации подставки) [4]. СРП имеет 2 входа. Первый из них - вход управления, отключающего вход транзисторного усилителя от выхода интегратора. В этом случае напряжение на пьезодвигателе определяется напряжением на втором входе СРП.

Состав прибора

В состав прибора входят:

- Три ЗЛГ и электронные блоки, служащие для переключения мод.
- Плата счетчиков для подсчета информационных импульсов. Имеет 6 счетчиков для подсчета импульсов с выходов трех ЗЛГ при вращении по и против часовой стрелки.
- Блок сбора данных (БСД), имеющий 16-разрядный АЦП с мультиплексором на 16 каналов, 3-канальный 12-разрядный ЦАП, а также цифровые входы-выходы для чтения счетчиков и выработки управляющих сигналов.
- Вычислительный модуль (ВМ), в качестве которого используется ЭВМ типа Pentium 2, работающая под управлением ОС MS DOS.
- Плата обмена по стандарту MIL 1533.

Структура программного обеспечения

Бортовая программа (БП) и файл паспортных констант (ФПК) записаны в долговременную память ВМ. Файл паспортных констант формируется на этапе технологических испытаний.

БП состоит из четырех блоков, функционально связанных между собой. Функциональная схема БП приведена на рис. 2.



Рис. 2. Функциональная схема бортовой программы

БП управляет чтением данных со всех датчиков прибора, контролирует включение / выключение СРП, а также каждые 2 минуты производит переключение рабочей моды. Такт работы прибора задаётся периодом сигнала МУ, поступающего от ЗЛГ, и составляет 5 мс. После прихода сигнала МУ, БП считывает показания ЗЛГ, полученные за время предыдущего такта $P_{i,xyz}$, измеряет напряжение с выходов термодатчиков гироскопов $U_{TD,xyz}$ и сохраняет их в оперативной памяти ВМ. После накопления первичных данных, БП производит их обработку с использованием значений коэффициентов, записанных в ФПК. В режиме предстартовой калибровки используется дополнительная математическая обработка данных.

Структурная схема одного такта съема информации приведена на рис. 3.

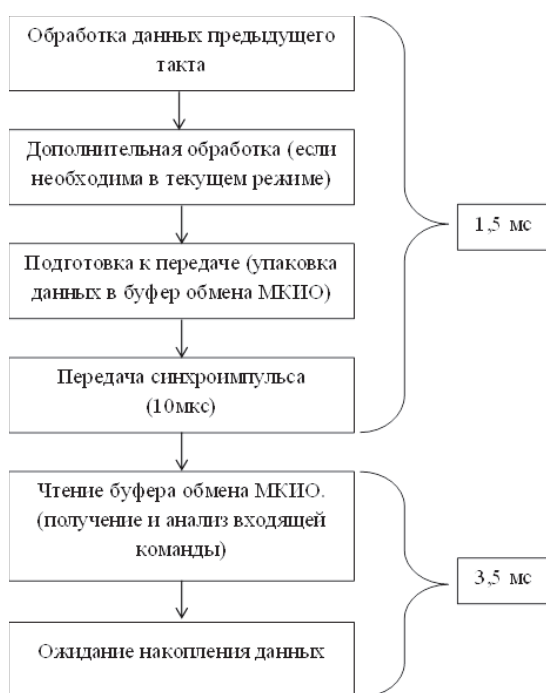


Рис. 3. Структурная схема одного такта съема информации

Основными режимами работы прибора являются:

- режим самодиагностики (функциональной готовности);
- режим предстартовой калибровки;
- режим передачи приращения углов на оси связанной системы координат с реверсом мод;
- режим ожидания команды.

Самодиагностика (функциональная готовность)

Блок-схема включения и выполнения режима самодиагностики представлена на рис. 4.

После подачи питания на прибор, ВМ запускает бортовую программу, которая приступает к выполнению режима "Функциональная готовность". Выполнение режима занимает 15 с и завершается выдачей донесения по каналу связи о состоянии прибора. Донесение состоит из следующих параметров:

- Наличие ФПК.
- Работоспособность ЗЛГ.
- Работоспособность термодатчиков.
- Корректность определения полувольтного напряжения $U_{\lambda/2}$.

Предстартовая калибровка

При получении команды на запуск предстартовой калибровки прибор должен находиться в состоянии покоя. В этом режиме производится коррекция постоянных составляющих полиномов температурных зависимостей магнитной и немагнитной составляющих дрейфа ЗЛГ. После получения команды БП накапливает данные, полученные с ЗЛГ в течение времени калибровки t_k . Накопление данных происходит отдельно для каждой из мод. Блок-схема приведена на рис. 5. По истечении времени калибровки БП производит следующий расчет:

$$\Omega_{m,xyz} = \frac{\sum_{i=0}^{N_0} P_{imm0,xyz} + \sum_{k=0}^{N_1} P_{imm1,xyz}}{2(N_0 + N_1)\tau} \cdot K_{xyz}, \quad (3)$$



Рис. 4. Блок-схема включения и выполнения режима самодиагностики

Режим передачи приращения углов на оси связанной системы координат с реверсом мод

Данный режим отличается от режима приращения углов без реверса мод тем, что каждые 2 минуты происходит перестройка периметра на другую рабочую моду. При этом автоматически компенсируется магнитная составляющая дрейфа ЗЛГ. Блок-схема режима приведена на рис. 6.

Математическая обработка заключается в расчете приращений углов на оси СВСК с учетом дрейфа ЗЛГ:

$$\Omega_{xyz} = K_{xyz} \cdot P_{xyz} - \Omega_{нм,xyz} \pm \Omega_{м,xyz} \pm \Omega_{мм,xyz}, \quad (15)$$

где P_{xyz} - показания гироскопа в текущем такте.

Вычисление температуры ЗЛГ производится по следующей формуле:

$$T_{xyz} = A_{0,xyz} \cdot U_{ТД,xyz} + A_{1,xyz}, \quad (16)$$

где $A_{0,xyz}$ и $A_{1,xyz}$ - коэффициенты зависимости температуры ЗЛГ от напряжения на выходе термодатчиков.

Магнитная составляющая дрейфа ЗЛГ вычисляется по формуле:

$$\Omega_{нм,xyz} = (B_{0,xyz} \cdot (T_{xyz} - 25)^2 + B_{1,xyz} \cdot (T_{xyz} - 25) + B_{2,xyz}) \cdot \tau, \quad (17)$$

где $B_{0,xyz}, B_{1,xyz}, B_{2,xyz}$ - коэффициенты полинома температурной зависимости.

Немагнитная составляющая дрейфа ЗЛГ вычисляется по формуле:

$$\Omega_{нм,xyz} = (C_{0,xyz} \cdot (T_{xyz} - 25)^2 + C_{1,xyz} \cdot (T_{xyz} - 25) + C_{2,xyz}) \cdot \tau, \quad (18)$$

где $C_{0,xyz}, C_{1,xyz}, C_{2,xyz}$ - коэффициенты полинома температурной зависимости.

Вклад "медленного меандра" в измеряемую угловую скорость:

$$\Omega_{мм,xyz} = D_{0,xyz}(T_{xyz} - 25) + D_{1,xyz}, \quad (19)$$

где $D_{0,xyz}, D_{1,xyz}$ - коэффициенты полинома температурной зависимости.

Режим ожидания команды

Находясь в данном режиме прибор не выполняет никакой математической обработки. Однако в текущем режиме происходит попеременная работа на двух модах. Это исключает вероятность того, что напряжение на пьезодвигателе окажется вне допустимого диапазона. Прибор также производит опрос всех датчиков. Обработку любой внешней команды прибор будет выполнять, только находясь в данном режиме.

Компенсация ложных показаний кольцевого лазера в процессе переключения мод генерации методом аппроксимирующей функции

При коммутации мод на участке выключения автоматической подстройки периметра имеет место пропадание двунаправленной генерации. Продолжительность этого процесса составляет 5...15 мс.

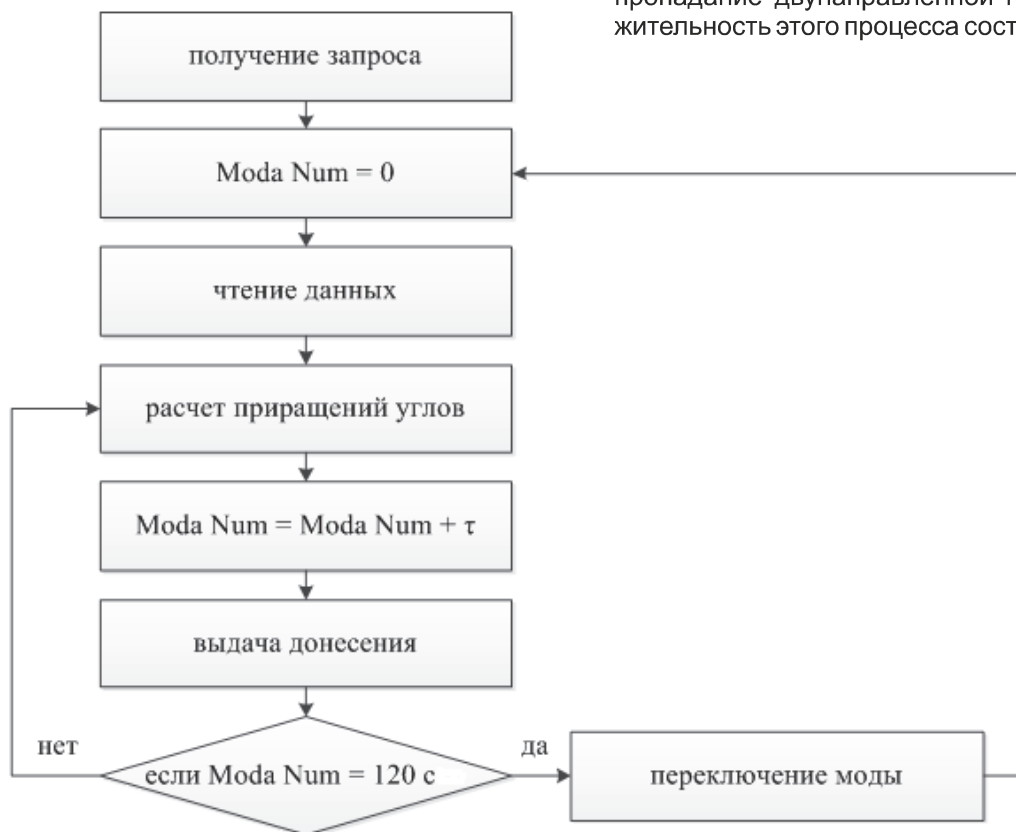


Рис. 6. Блок-схема режима передачи приращения углов

