

Критерии юстировки непланарного резонатора зеемановского лазерного гироскопа*Морозов А. Д., Брославец Ю. Ю., Фомичев А.А.*

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Зеемановский лазерный гироскоп требует высокой точности изготовления оптических элементов их сборки и юстировки. Для уменьшения дрейфа нулевого сигнала до уровня 0.1-0.01 °/час аккуратность изготовления резонаторного блока и точность полировки посадочных плоскостей зеркал должны быть таковы, что отклонения положения зеркал от расчетных составляли менее 5". Основным методом юстировки резонатора зеемановского лазерного гироскопа является смещение положения сферического зеркала в посадочной плоскости. При этом требуемая точность к смещению зеркала уменьшается с увеличением радиуса его кривизны. В случае неточной юстировки резонатора при работе гироскопа возрастает случайный дрейф нулевого сигнала, одной из причин которого может быть увеличение дифракционной невзаимности. Основной трудностью при юстировке резонатора является невозможность настройки при наличии генерации – резонатор юстируется до заполнения его активной смесью.

Одним из способов оценки качества юстировки, до сборки и заполнения резонатора, является измерение добротности резонатора. При этом возможно использование различных критериев оценки: уменьшение потерь и увеличение добротности или отношение величины добротности на нулевой и на первой старшей поперечной моде резонатора. Другим способом оценки неточности юстировки является измерение отклонения оптической оси резонатора от центра диафрагмы, а также других расчетных точек резонатора. Для оптимизации процесса юстировки сферического зеркала зеемановского лазерного гироскопа и контроля ее результатов удобно использовать оба критерия одновременно. Так измерение добротности (или отношения добротностей для разных мод) даст численную оценку точности положения зеркала, а расстояние от оптической оси до центра диафрагмы и направление смещения позволяют предсказать необходимое изменение положения сферического зеркала. Использование одновременно обоих критериев позволит получить нужные параметры для управления процессом юстировки в автоматическом режиме и, тем самым, создать установку автоматической юстировки, что в свою очередь увеличит повторяемость параметров лазерных гироскопов и позволит повысить точность.

Собранный нами стенд контроля юстировки позволяет одновременно контролировать положение луча лазера относительно диафрагмы и величины добротности для разных мод резонатора. Добротность (потери) резонатора определяются по ширине зависимости пропускания резонатора от частоты подводимого излучения. Контроль положения луча ведется путем анализа изображения луча, проходящего через диафрагму. Для расчета добротности достаточно определить полуширину резонансного пика и расстояние между соседними пиками, соответствующими продольным модам нулевой поперечной моды.

При анализе визуального изображения необходимо выделить положение диафрагмы и ее центра. В дальнейшем уже внутри диафрагмы необходимо выделить пучок, имеющий гауссово распределение по интенсивности. Поиск положения диафрагмы на изображении необходим для того, чтобы избежать влияния неточности при установке и фиксации положения юстируемого лазера. Поиск пучка именно с гауссовым распределением позволяет избежать влияния зашумления изображения на результаты измерения. Нахождение положения пучка и диафрагмы ведется методом последовательных приближений. При этом, каждый последующий шаг ведется на сетке с меньшим размером ячейки и в меньшей области. Критерием точности нахождения положения центра оптической оси для гауссова пучка и его характерного размера, является равномерность остаточной засветки после вычитания интенсивности, соответствующей распределению пучка.

На данном этапе работы разработаны алгоритмы машинного анализа изображения и резонансных кривых, что позволяет автоматизировать процесс установки в оптимальное положение сферического зеркала в резонаторе зеемановского лазерного гироскопа и, тем самым, улучшить его точностные характеристики.

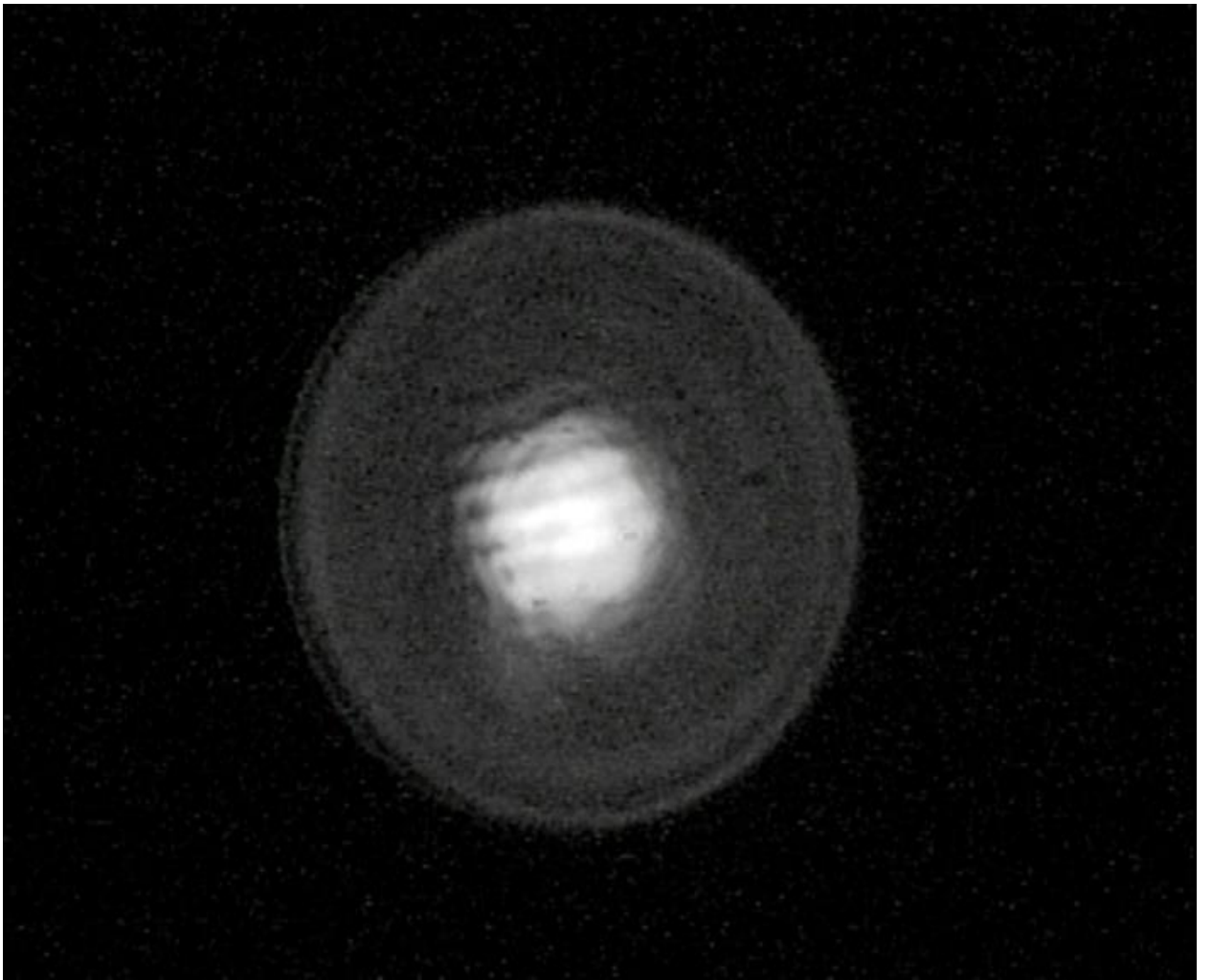


Рис.1. Пример обрабатываемого изображения.