

И.Е. ЗУЙКОВ, П.Г. КРИВИЦКИЙ, И.Д. ОКСЕНЧУК
УО «БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Широкое внедрение современной электроники и микропроцессорной техники в приборостроении позволяет существенно улучшать точностные характеристики измерительных приборов и расширять их функциональные возможности. При этом часто достаточно провести только «электронное» обновление прибора, не изменяя его технологической основы, чтобы получить принципиально новые свойства, соответствующие современному уровню. Такой подход наиболее востребован в прецизионном приборостроении, требующем огромных материальных ресурсов для создания новых образцов измерительной техники.

Рассмотрим возможности «электронного» обновления на примере модернизации лазерного гироскопа ЛГ-1 производства завода "ЛазерАвиа" (г. Серпухов). ЛГ-1 имеет хорошо отработанную технологию производства и, как следствие, стабильно воспроизводимые высокие точностные характеристики. Однако по комплексу параметров, включая весогабаритные (с учетом требуемой дополнительной электроники обеспечения), эксплуатационные и сервисные, он на десятилетия отстал от аналогичных приборов ведущих мировых фирм. Причиной такого отставания является то, что по своей сути ЛГ-1 является не лазерным гироскопом, а кольцевым лазером в защитном кожухе с минимальным количеством встроенных систем обеспечения (стабилизаторами тока разряда и предварительными усилителями каналов сигнала биений и мощности генерации). Для обеспечения его работы как гироскопа требуются дополнительные блоки по весу, габаритам и энергопотреблению в разы превосходящие характеристики ЛГ-1. В частности необходима подача широкой номенклатуры напряжений, среди которых напряжение питания разряда (-1,5 кВ), напряжение поджига разряда (более +2,5 кВ).

Вся выходная информация представлена в аналоговой форме и требует дальнейшей обработки для сопряжения с интерфейсом потребителя. Дополнительные сервисные возможности в ЛГ-1 не предусмотрены.

При «электронном» обновлении ЛГ-1 все его встроенные системы обеспечения (стабилизаторы тока разряда и предварительные усилители сигнала биений и канала мощности) были заменены. Кроме того, дополнительно введены модули управления виброприводом и пьезокорректором, усилитель-формирователь датчика нулевого положения, блок поджига разряда и блок вторичных источников питания, включая высоковольтный

блок питания разряда. Управление всеми подсистемами гироскопа осуществляется микроконтроллером C8051F121, он же осуществляет ввод и преобразование аналоговой информации, а также ее обработку. Формирование интерфейсных сигналов осуществляется с помощью ПЛИС XCR3128XL. Наличие двух программируемых микросхем делает архитектуру гироскопа достаточно гибкой, легко изменяемой программными средствами.

Все дополнительные блоки расположены в "надстройке", которая увеличила толщину ЛГ-1 на 14 мм.

Потребляемая электрическая мощность от единого источника питания (+24В или +27В) не превышает 5 Вт, что сравнимо с суммарной потребляемой мощностью ЛГ-1 до модернизации. Выходные интерфейсы RS232 и RS 422.

Модернизации подвергся ЛГ-1 с измеренным дрейфом 0,03 °/час. Модернизированный ЛГ-1 имел дрейф не более 0,004 °/час (при исключении начального участка разогрева дрейф понижался еще минимум в 2 раза). Шумовая составляющая составила 0,0023 °/час (3 σ) и могла быть уменьшена до 0,001 °/час при алгоритмическом вычете ошумления "подставки".

Внешний вид ЛГ-1 до и после модернизации показан на рис. 1.

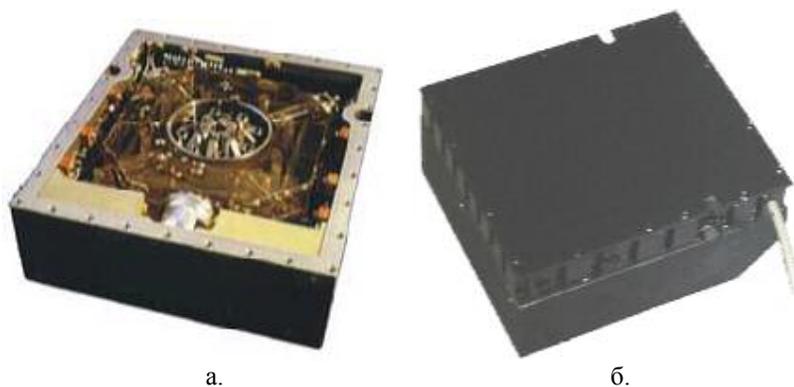


Рис. 1. Лазерный гироскоп до и после модернизации: а) лазерный гироскоп ЛГ-1; б) цифровой лазерный гироскоп

На рис. 2 приведен пример временной зависимости показаний цифрового гироскопа. На графике показано изменение выходного сигнала при выводе данных на каждом такте «подставки» без осреднения. Из данных вычтен постоянный дрейф, обусловленный вращением Земли.

Применение разработанного алгоритма исключения ошумления частотной подставки позволяет существенно уменьшить разброс выходного

сигнала. Пример такой "скомпенсированной" зависимости показан на рис. 3.

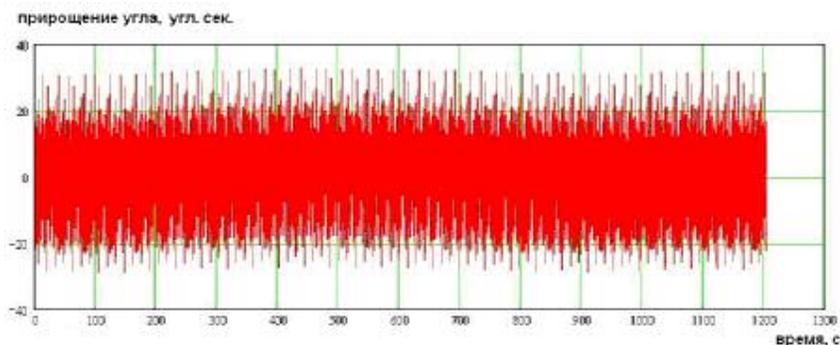


Рис. 2. Временной дрейф показаний цифрового гироскопа

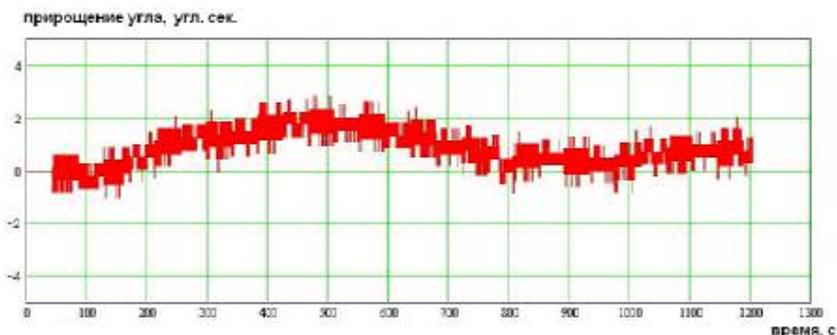


Рис. 3. Временной дрейф показаний макета гироскопа с компенсацией "ошумления"

Здесь приведена та же реализация, что и на рис. 1. Но в данном случае проводится вычитание составляющей обусловленной ошумлением. На графике показаны точки соответствующие каждому такту съема информации без осреднения. Из данных вычтен постоянный дрейф, обусловленный вращением Земли. До 43 секунд прямой участок возникает из-за того, что его значения используются для вычитания шума. Длина этого участка равна длине используемой псевдошумовой последовательности.

Из рис. 3 видно существенное улучшение параметров выходного сигнала.