

УДК 629.7.018

РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА СТЕНДА КАЛИБРОВКИ ДАТЧИКОВ УГЛОВЫХ СКОРОСТЕЙ НА БАЗЕ МИКРОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДЛЯ НАНОСПУТНИКОВ ФОРМАТА CUBESAT

© Майоров В.В., Болтов Е.А.

*Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация*

e-mail: viktor.majorov.01@mail.ru

Для проведения калибровки гироскопов – датчиков угловых скоростей применяются поворотные стенды со стабильно задающей угловой скоростью вращения исследуемого образца [1]. Разработанный стенд (рисунок 1) предназначен для калибровки по известному модифицированному шестипозиционному методу [2; 3].

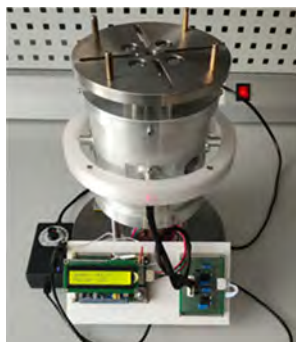


Рисунок 1 – Прототип стенда калибровки

На рисунке 2 представлена структурная схема стенда [4]. Из нее видно, что вращение поворотного тубуса с 36 сквозными отверстиями задается шаговым двигателем. Измерения производятся парой фотодиодов, расположенных напротив лазерных диодов. Детектирование сигнала происходит в момент прохождения лучом лазера сквозного отверстия при повороте тубуса с отверстиями.

Управление работой стенда, настройка и проведение измерений обеспечиваются микроконтроллером семейства STM32. Индикация текущих параметров эксперимента выводится на ЖК дисплей, установленном в блоке электроники. Дополнительно предусмотрена возможность управления стендом с ПК через соответствующий разъем USB также в блоке электроники.

Для обеспечения малой угловой скорости вращения исследуемого образца был применен редуктор с довольно большим передаточным отношением (рисунок 2) [5]. Редуктор двухступенчатый циклоидальный, отличительной особенностью данного редуктора является схема зацепления. В отличие от классических зубчатых колес, чей зуб сформирован эвольвентой, данный тип редуктора имеет зубья, построенные циклоидой.

При падении луча лазера на фотодиод, проходящего через сквозное отверстие в поворотном тубусе стенда, на последнем генерируется напряжение, которое обрабатывается усилителем и компаратором. Данный набор компонентов образует измерительное устройство стенда. Компаратор формирует на ножке микроконтроллера прямоугольный импульс, соответствующий высокому уровню – логической единице. Микроконтроллер по фронту приходящего сигнала производит отсчетку времени и формирует массив временных меток отсечек. Компьютер обрабатывает временные метки – берет ΔT между двумя последовательными временными метками и вычисляет значение угловой скорости как угол/время, значение угла между двумя временными

метками фиксировано и заранее известно. Для получения достоверных результатов в стенде применяются два измерительных устройства.

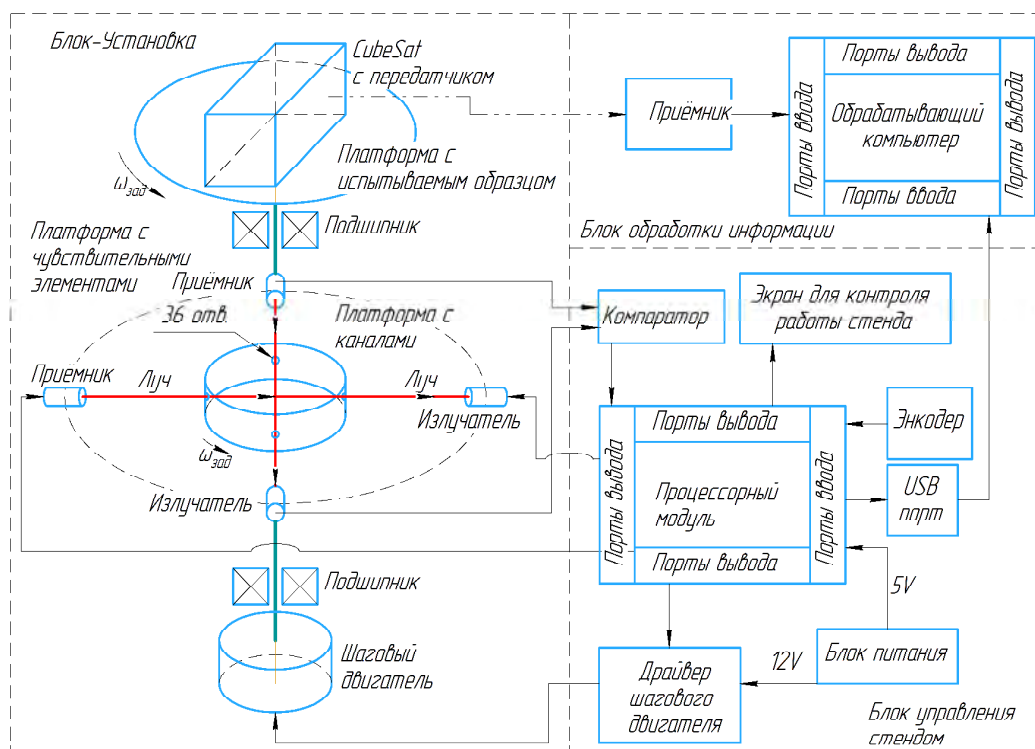


Рисунок 2 – Структурная схема стенда

Проверка стенда на стабильность работы производится обработкой результатов измерительного устройства. По выборке из четырехста значений на различных режимах работы и сравнении их со значениями эталонного ДУС формируется заключение о постоянстве угловой скорости вращения стенда как следствии стабильность его работы [6].

Работа выполнена в рамках проекта 0777-2020-0018, финансируемого из средств государственного задания победителям конкурса научных лабораторий образовательных организаций высшего образования, подведомственных Минобрнауки России.

Библиографический список

1. Калихман Д.М., Депутагова Е.А., Пчелинцева С.В., Горбачев В.О. Концепция проектирования класса прецизионных поворотных станков с инерциальными чувствительными элементами в цепи обратной связи // Гироскопия и навигация. 2022. Т 30, № 3. С. 41–63.
2. Шаврин В.В., Тисленко В.И. Калибровка микроэлектромеханических датчиков ускорений и угловых скоростей в бесплатформенных инерциальных навигационных системах // Доклады ТУСУРа. Ч. 2 – июнь. 2012. С. 265–269.
3. Шаймарданов И.Х. Методика стандовой калибровки бесплатформенных инерциальных навигационных систем различного класса точности: дис. канд. техн. наук / Шаймарданов Ильгизар Хамзаевич. 2019. 174 с.
4. Разработка станда калибровки датчиков угловой скорости наноспутника формата CubeSat / Е.А. Болтов, И.А. Ломака, В.В. Майоров [и др.] // XLVI Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С.П. Королева и других выдающихся отечественных ученых – пионеров освоения космического пространства. Самара, 2022. Т. 4. С. 451–453.
5. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя / под ред. И.Н. Жестковой. М.: Машиностроение, 2001. 912 с.
6. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: учебное пособие для студентов вузов. 9-е изд., стер. М.: Высш. шк., 2004. 404 с.