

УДК 629.7.054.07

Конструкция солнечного датчика на основе квадрантного фотодиода с диафрагмой из печатной платы

Решетникова Ксения Андреевна^(*)

reshetnikova.ka@phystech.edu

Гайнутдинов Рамиль Ильдарович

gainutdinov.ri@phystech.edu

Потылицын Иван Юрьевич

potylitsyn@phystech.edu

Московский физико-технический институт, Долгопрудный, Московская обл., Россия

Аннотация. В работе предложена конструкция солнечного датчика на основе квадрантного фотодиода с диафрагмой из печатной платы. Предлагаемая конструкция позволяет резко снизить стоимость прибора за счет использования широкодоступных и дешевых компонентов без ущерба точности определения угла на Солнце. Отличительным свойством предлагаемой конструкции является ее гибкость, позволяющая интегрировать функцию определения вектора на Солнце в другой прибор, например в фотоэлектрическую панель.

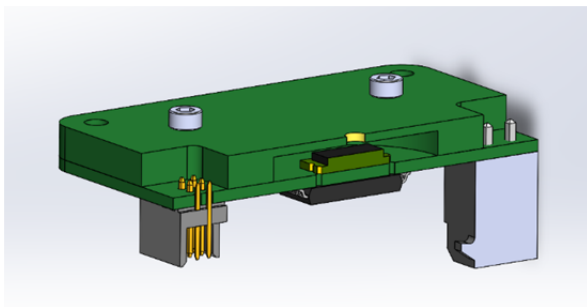
Ключевые слова: солнечный датчик, определение ориентации, квадрантный фотодиод, диафрагма, калибровка

Введение. Солнечные датчики нашли широкое применение в современных космических аппаратах (КА) из-за своей простоты, доступности и низкого энергопотребления. Задача солнечного датчика состоит в определении направления на центр солнечного диска в связанной с КА системе координат. Эта информация используется далее для того, чтобы понять, как ориентирован КА в пространстве, а также для разворота солнечных батарей КА на Солнце и других задач. В этой работе представлены процесс разработки и методика калибровки солнечного датчика на основе квадрантного фотодиода.

Материалы и методы; результаты. В настоящее время существуют различные варианты исполнения солнечного датчика: щелевые датчики, устройства с объективами типа «рыбий глаз», интерференционные датчики, а также приборы на фотодиодах и фасеточные датчики [1–3]. При создании подобных устройств важно найти баланс между точностью и углом обзора. В данной работе был выбран солнечный датчик на основе квадрантного фотодиода с диафрагмой. Макет устройства представлен на рисунке. Выбор именно такой конструкции обусловлен тем, что она проста в реализации, обеспечивает приемлемую точность и достаточно большой угол обзора, а также недорога в изготовлении и предполагает использование доступных отечественных ключевых компонентов.

Чувствительный элемент солнечного датчика представляет собой сборку из 4 фотодиодов, помещенных по углам квадрата. Над фотодиодами расположена диафрагма с круглым отверстием так, что вертикальный луч попадает в центр сборки. Такое расположение элементов позволяет регистрировать ориентацию Солнца по измерению степени засветки всех фотодиодов [3]. Для

создания солнечного датчика выбрана фотодиодная сборка СФД4-02. В качестве диафрагмы использована печатная плата с круглым отверстием. Выбор указанных ключевых компонентов обусловлен их доступностью и низкой стоимостью. В результате было изготовлено устройство с углом обзора $120 \times 120^\circ$ и точностью не хуже $0,5^\circ$ в центральной области. В области от 80 до 120° точность не хуже 1° . Себестоимость макета устройства составит примерно 5 000 рублей, а летного образца — около 25 000 рублей. Примерный срок производства партии до 10 датчиков варьируется от 2 до 4 недель при наличии электронных компонентов.



Макет солнечного датчика (в разрезе)

Заключение. В ходе исследования был создан недорогой солнечный датчик преимущественно из отечественных компонентов с углом обзора $120 \times 120^\circ$ и погрешностью не более 1° . Были проанализированы конструктивные ограничения, влияющие на точность устройства и диапазон измеряемых углов. С учетом этих ограничений были рассчитаны оптимальные параметры диафрагмы.

Список источников

- [1] Прохоров М.Е., Захаров А.И., Жуков А.О., Миронов А.В., Стекольщиков О.Ю. Солнечный датчик на основе интерференционной оптической системы. *Механика, управление и информатика*, 2015, т. 7, № 2 (55), с. 142–147.
- [2] Колесникова А.Ю. Разработка алгоритмов и лабораторное исследование высокоточного солнечного датчика на основе КМОП-матрицы для системы ориентации сверхмалого космического аппарата. *Инструментальные методы и техника экспериментальной физики. 58-ая Междунар. науч. студенческая конф.: матер. конф.* Новосибирск, НГУ, 2020, 49 с.
- [3] Шумилин А.О., Иванов С.Ю., Крылов О.В. Температурная калибровка солнечного датчика на четырехсегментном фотодиоде. *Тр. МФТИ*, 2020, т. 12, № 4, с. 155–161.