

(участки тепловой цепи), интерпретируются как тепловые сопротивления, эквивалентные электрическим. Аналогичным образом тепловыделяющие компоненты рассматриваются как источники тока, рассеиваемая тепловая мощность приравнивается электрическому току, а температуры в заданных точках тепловых цепей соответствуют электрическим потенциалам. Таким образом, тепловой расчёт сводится к расчёту электрической схемы по постоянному току, где основная цель заключается в определении потенциалов в узлах, соответствующих отдельным компонентам системы.

Наиболее сложной для точного физико-математического моделирования оказалась тепловая модель рамки. Рамка была условно разбита на изотермические объёмы так, что тепловыделяющие компоненты оказались интегрированными в узлы тепловой схемы. В результате оптимизации по объёму данных и точности вычислений, наилучшим решением признано условное разбиение рамки на прямоугольные параллелепипеды.

Тепловая модель устройства рассчитана в пакете прикладных программ Micro Cap 9. Затем была проведена оценка теплового режима радиоэлектронного блока. Установлено, что расчётные значения температур элементов конструкции блока ВИП соответствуют требованиям технического задания. Разработаны рекомендации по использованию дополнительных конструктивных элементов для поддержания нужного теплового режима отдельных теплонагруженных компонентов и модулей первого уровня.

Серебряков Дмитрий Валерьевич, аспирант каф. РЭС, menotar52@gmail.com.

УДК 629.7.058.47

РАЗРАБОТКА СОЛНЕЧНОГО ДАТЧИКА НА ПЗС ЛИНЕЙКЕ С ТРЕМЯ КОДИРУЮЩИМИ ЩЕЛЯМИ

И.А. Косов

«Самарский национальный исследовательский университет имени
академика С.П. Королева», г. Самара

Ключевые слова: солнечный датчик, ПЗС линейка, ориентация, космический аппарат

Одна из важнейших задач современной космической техники — определение пространственной ориентации аппарата. Определение пространственной ориентации позволяет работать различным системам ориентации и управления движением космического аппарата[1]. Одним из эффективных решений является использование солнечных датчиков, позволяющих по положению Солнца на небе определять ориентацию спутника. Среди возможных конструкций выделяются датчики на ПЗС

(прибор с зарядовой связью) линейках, оснащённые кодирующими щелями.

Целью данной работы является разработка солнечного датчика на ПЗС линейке с тремя кодирующими щелями. Фрагмент схемы, иллюстрирующей принцип действия датчика, приведён на рисунке 1.

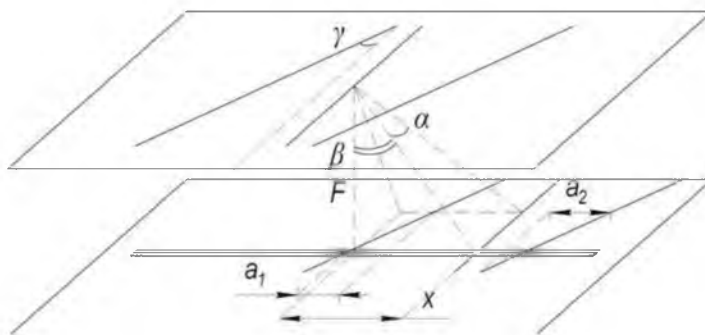


Рисунок 1 – Принцип работы солнечного датчика с тремя щелями

Принцип работы основывается на регистрации положения солнечного пятна на ПЗС-линейке. Свет от Солнца проходит через три узкие щели, расположенные под определёнными углами. Это позволяет получить характерный светотеневой рисунок на линейке, по которому вычисляется направление на Солнце. Центр светового пятна определяют методом взвешенного центра, а угол падения света рассчитывается геометрически.

Сигнал с ПЗС-линейки считывается через интегральный усилитель, затем подвергается аналого-цифровому преобразованию. Обработкой данных занимается микроконтроллер, запрограммированный на реализацию алгоритма извлечения координаты центра пятна. Полученные координаты преобразуются в угол и могут передаваться на бортовой вычислительный комплекс спутника через стандартные интерфейсы (UART, SPI, I2C).

На основании координаты пятна на ПЗС определяется угол α между направлением на Солнце и нормалью к датчику. В простейшем приближении:

$$\alpha \approx \arctan(x / F),$$

где x — смещение изображения пятна на ПЗС-линейке,

F — фокусное расстояние оптической системы.

Для примера возьмём параметры ПЗС-линейки Hamamatsu S10453:

- количество пикселей $N = 2048$,
- длина линейки $L = 25.4$ мм,
- фокусное расстояние $F = 50$ мм.

Разрешающая способность ПЗС-линейки определяется числом пикселей и физическим размером активной области. Тогда угловое разрешение можно выразить как:

$$\Delta\alpha = L / (N \cdot F) = 25.4 \text{ мм} / (2048 \times 50 \text{ мм}) \approx 0.000248 \text{ рад} \approx 0.0142^\circ$$

Таким образом, точность измерения угла при использовании линейки Hamamatsu S10453 и объективе с фокусным расстоянием 50 мм составляет около 0.014 градуса. Конструкция с тремя щелями позволяет не только повысить точность, но и увеличить устойчивость к ошибкам считывания. Это делает подобные датчики перспективными для использования в малых космических аппаратах.

Дальнейшие направления развития солнечных датчиков на ПЗС с целью улучшения их точностных характеристик включают:

- переход к двумерным матрицам для расширения угла зрения;
- использование CMOS-сенсоров с низким шумом;
- интеграцию с ИИ для динамической фильтрации помех и адаптации алгоритмов;
- создание адаптивной оптики для компенсации отклонений в геометрии установки.

Список использованных источников

1. Сёмкин Н.Д., Воронов К.Е., Пияков А.В., Родин Д.В., Калаев М.П. Система компенсации микроускорений малого космического аппарата "Аист" // Приборы и техника эксперимента. — 2015. — № 4. — С. [117]. — DOI: 10.7868/S0032816215040114.

Косов Илья Алексеевич, студент каф. РЭС, ilakosov4060@gmail.com.

УДК 621.396

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗОЧНОЙ СПОСОБНОСТИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ

А.А. Денисюк

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», г. Самара

Ключевые слова: нагрузочная способность, микросхема, методика, устройство, алгоритм, программа, контроль, определение

В данной работе проводилась доработка структурной схемы устройства для определения нагрузочной способности микросхем из патента №2819099. Доработанная схема устройства для определения нагрузочной способности микросхем приведена на рисунке 1.