

Григорьев Анатолий Владимирович, ст. преподаватель каф. радиотехники и радиотехнических систем, grigoryev_anat@mail.ru.

Михайлов Анатолий Леонидович, к. физ.-мат. наук, доцент каф. радиотехники и радиотехнических систем, mal@nextmail.ru.

Охоткин Григорий Петрович, д. т. н., доцент, декан факультета радиоэлектроники и автоматики, elius@list.ru.

УДК 681.586.732

ВЫБОР АПЕРТУРЫ ДЛЯ КВАДРАНТНОГО ФОТОДИОДА

В.А. Олейничук

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

Ключевые слова: квадрантный фотодиод, апертура, точность.

От точности определения положения микроспутника зависит насколько точно солнечные панели будут направлены на солнце. На точность влияет множество факторов, один из них — это размер апертуры маски светочувствительного элемента [2]. Рассмотрим влияние апертуры на изменение токов на сегментах квадрантного фотодиода.

Чем меньше угол, тем меньше смещение пятна при изменении угла на 1 градус, как показано на рисунке 1. По производной функции видно, что наиболее пологий участок в области нуля.

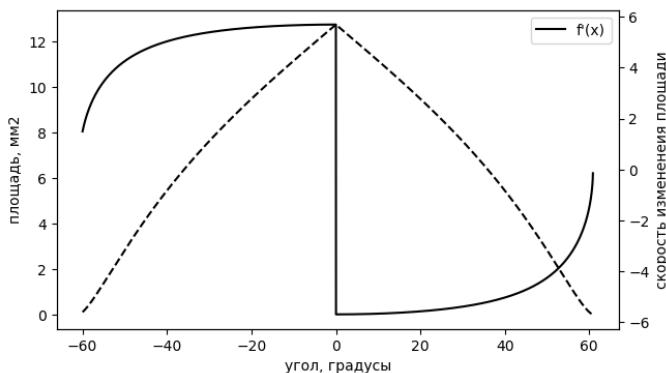


Рисунок 1 – Изменение площади сегмента квадрантного фотодиода

С ростом размера светового пятна уменьшается шаг при смещении на один и тот же угол, но также увеличивается площадь. Исходя из сказанного, выбор апертуры все еще не очевиден, а значит нужно провести сравнительный анализ. Для упрощения расчетов будем считать, что четыре области квадрантного фотодиода объединены в пары, а токи в пределах одной пары суммируются. Для корректного расчета угла необходимо

чтобы апертура была не менее радиуса светочувствительной области квадрантного фотодиода.

Фототок прямо пропорционален области засвета и определяется по формуле:

$$P(\alpha) = 750 \cdot S_{\text{обл}}(\alpha)$$

$$I_{\text{фототок}}(\alpha) = P(\alpha) \cdot S + I_{\text{тем. фототок}}$$

Допустим, мы смещаемся на 1 градус по всей рабочей области. Тогда разница фототоков в зависимости от углов ($I(\alpha_1) - I(\alpha_2)$) не постоянная. Исходя из формулы выше, ток линейно зависит от площади засветки фотодиода. При малых углах приращение функции зависимости площади от угла падения света наименьшее. Значит нужно искать апертуру, при которой ток при малых углах будет наибольшим. Если построить зависимость $\Delta I_{\text{фототок}}$ (мА) от апертуры (мм), то с увеличением апертуры фототок уменьшается, а значит, радиус пятна должен быть меньшим из возможных.

Минимальный размер апертуры ограничен крайними положениями светового пятна. Как показано на рисунке ниже.

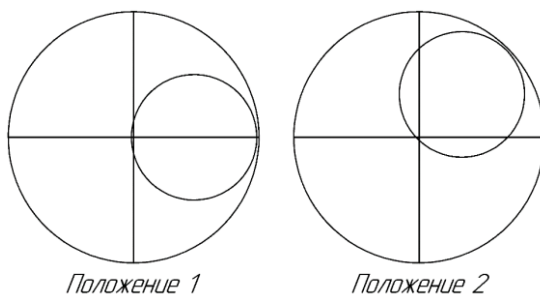


Рисунок 2 – Крайние положения освещения QD фотодиода

Пятно должно при любых положениях освещать все четыре сегмента квадрантного фотодиода, а значит, апертура должна быть:

$$d \geq R_{QD}$$

Все выше сказанное справедливо только для первого положения на рисунке 2. Во втором положении наименьшее изменение токов наблюдается при максимальных углах. Это обстоятельство ограничивает минимальную апертуру.

Для оценки влияния сравним изменение разницы токов от изменения апертуры в двух положениях при одинаковом смещении.

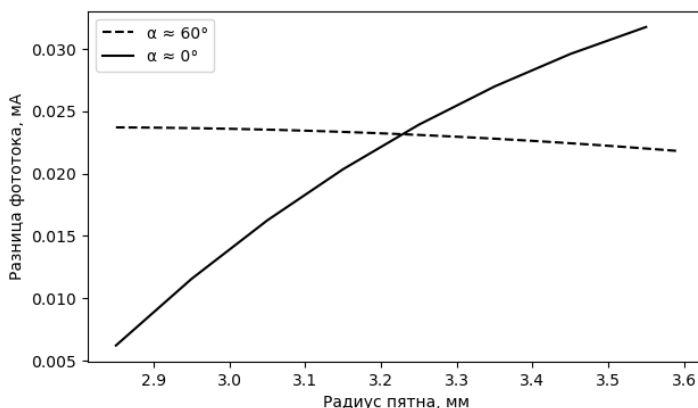


Рисунок 3 – Изменение фототоков в критических углах для разных апертур

Исходя из зависимости на рисунке 3, ΔI с ростом апертуры при малых углах уменьшается, а в критических - наоборот увеличивается. Область пересечения этих графиков и есть значение оптимальной апертуры, потому что погрешность на протяжении всего измерения одинаковая. В данном случае при радиусе квадрантного фотодиода в 5.6 мм, оптимальная апертура это 3.25 мм.

Список использованных источников

1. Илюхин, И.М. Оптико-электронные приборы угловой ориентации космических летательных аппаратов (КЛА). Ч.1. приборы орбитальной ориентации КЛА: Учебное пособие / И.М. Илюхин, В.Н. Дикарев; под общ. ред. В.Н. Дикарева. – М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 1999. – 44 с.
2. Федосеев, В.И. Оптико-электронные приборы ориентации и навигации космических аппаратов. – М.: ЛитРес, 2017. – 237 с.

Олейничук Владислав Александрович, студент гр. 6231-110401D, voleynichuk@mail.ru

УДК 621.3

МОДЕЛЬ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ФАЙЛОВОЙ СИСТЕМЫ FMFS ДЛЯ КОСМИЧЕСКОЙ НАУЧНОЙ АППАРАТУРЫ

Д.П. Григорьев

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

Ключевые слова: файловая система, космический аппарат, бортовая аппаратура, ПЛИС, FMU, МК, NAND FLASH.

В космической научной аппаратуре, предназначенной для спутниковых систем или систем в рамках МКС (международной