

Проектирование объектива астродатчика для дальнего космоса

Черток М.Д. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Бахолдин А.В.

(Университет ИТМО)

Доклад посвящён проектированию объектива астродатчика, определению его основных характеристик и методик расчёта данного типа приборов исходя из требований работы в составе космического аппарата в дальнем космосе.

Одной из главных задач при проектировании современных астродатчиков является достижение компромисса между параметрами объектива, а именно: широкий спектральный диапазон, большое угловое поле, высокая светосила. Достижение решения, удовлетворяющего основным характеристикам не должно приводить к увеличению массогабаритных характеристик и к снижению качества изображения.

Введение.

В данный момент приоритетной задачей является разработка отечественных астродатчиков для систем управления и навигации космических аппаратов дальнего космоса, по своим тактико-техническим характеристикам не уступающим признанным мировым производителям (Sodern, Jena-Optronic, Ball Aerospace). Астродатчики предназначены для определения линейных и угловых координат, а также угловых скоростей для навигации и стабилизации космических аппаратов. Целью работы является определение граничных характеристик объектива, удовлетворяющих поставленным требованиям в условиях дальнего космоса.

Основная часть.

Современные астродатчики фотографируют участок неба, выделяют на нем звёзды, отождествляют их с объектами, содержащимися в бортовом каталоге. На основе этого сравнения определяются координаты центра поля зрения астродатчика и поворот прибора относительно оси визирования. Бортовой каталог диктует требования к минимальным размерам и разрешающей способности фотоприёмного устройства, в нашем случае это матрица с размером приёмной площадки $15 \times 15 \text{ мм}^2$. Спектральный диапазон $\lambda_1 \dots \lambda_2 = 0,36 - 1,05 \text{ мкм}$ определён из расчёта получения наибольшего количества энергии звёзд и допустимого рабочего спектрального диапазона фотоприёмной матрицы. Угловое поле $2\omega = 17 \dots 22^\circ$ было определено из расчёта вероятности нахождения в угловом поле прибора не менее 6 звёзд с приборной звёздной величиной $m_{\text{пор}} = 4 \dots 6$ в любой точке небесного пространства. Выбор максимальной звёздной величины каталога для достижения однозначного определения положения и ориентации космического аппарата влияет на определение минимального диаметра входного зрачка. В результате проведения энергетических расчётов и дальнейшего согласования их с параметрами фотоприёмной матрицы были получены следующие значения диаметра входного зрачка $D_{\text{вх.зр.}} = 17 \dots 31 \text{ мм}$. Фокусное расстояние варьируется в пределах $30 \dots 55 \text{ мм}$ и определяется согласованием полей пространства изображений и предметов. Качество изображения для стабильной работы алгоритма вычисления центров звёзд и отождествления с каталогом должно быть близко к дифракционному. Также необходимо устранение кривизны поля и хроматических аберраций по всему полю приемника. Дополнительными требованиями являются устранение комы и минимизация дисторсии до значений менее размера кружка рассеяния, при дальнейшей компенсации алгоритмическими методами.

Выводы.

В ходе проведения исследования были определены граничные характеристики объектива астродатчика из условий его работы и требований выполнения тактических задач. Проектирование оптической системы астродатчика является многофакторной и сложной конструкторско-технологической задачей.

Черток М.Д. (автор) _____

Бахолдин А.В. (научный руководитель) _____