

УДК 621.383.7., 629.783., 528.88

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СЪЕМОЧНОЙ СИСТЕМЫ МКА ДЗЗ

Сечак Е.Н (Университет ИТМО), Воробьева Т.В. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – д.т.н., профессор Демин А.В.

(Университет ИТМО)

Работа посвящена исследованию реализации оптико-электронных телескопических комплексов для малых космических аппаратов, работающих в инфракрасном диапазоне длин волн. Рассмотрена возможность реализации телескопа с использованием оптической схемы Корша для ИК и ВД диапазона.

### Введение

В настоящее время актуальным направлением в развитии систем дистанционного зондирования Земли является применение малых космических аппаратов (МКА) и построение систем, включающих в себя десятки МКА, работающих на невысоких орбитах. Преимуществами МКА в сравнении с большими спутниками являются: малая масса, снижение рисков при запуске на орбиту и работе в космосе, относительно низкая стоимость, а, следовательно, и уменьшение финансовых потерь при отказе или утрате МКА. Данные дистанционного зондирования Земли повсеместно применяются в таких задачах, как топографическое и тематическое картографирование, составление кадастров природных ресурсов, рациональное природопользование, а также в задачах национальной безопасности. Однако для территории Российской Федерации количество благоприятных съемочных дней ограничено погодными условиями, а именно высокой облачностью и снежным покровом. Для обхода этого ограничения и получения информации в условиях недостаточной видимости, есть возможность использования КА, работающих в инфракрасном диапазоне. В настоящий момент в России используются лишь метеорологические спутники, работающие в ИК-диапазоне, получающие снимки с пространственным разрешением 1000 м в надире. Этого разрешения достаточно лишь для формирования изображений глобального распределения температур на поверхности суши и океана с целью исследования теплового баланса Земли, однако для проведения более подробных географических и топографических исследований необходимы снимки с более высоким пространственным разрешением. Наилучшее на данный момент пространственное разрешение (60 м) инфракрасных изображений достигнуто системой ETM+ (США), однако данных такого разрешения в некоторых случаях недостаточно. В данной статье рассматривается возможность реализации МКА для ДЗЗ, работающего в инфракрасном диапазоне, с пространственным разрешением 3 м, а также определяются необходимые конструктивные параметры съемочной системы.

### Основная часть

В инфракрасной области спектра становится значительной энергия теплового излучения атмосферы и земной поверхности. Соотношение вкладов теплового излучения и солнечного рассеянного или отраженного излучения в уровень фоновых помех в дневное время зависит от многих факторов (от состояния атмосферы, условий наблюдения, положения Солнца и др.).

Кроме теплового равновесного излучения в атмосфере всегда присутствует неравновесное излучение, вызванное рядом физических и химических процессов, которые имеют место при взаимодействии солнечной радиации с атмосферой. Результатом этих процессов является слабая люминесценция атмосферы. Принято нетепловое оптическое излучение атмосферы называть свечением атмосферы. Характерным для этого неравновесного излучения атмосферы является значительная спектральная селективность. В видимой области спектр свечения является линейчатым, в инфракрасной области эмиссионные линии имеют несколько большую спектральную ширину. При работе оптико-

электронных систем в ночное время свечение атмосферы во многих случаях является существенной фоновой помехой.

Энергетические, поляризационные и статистические характеристики фона рассеянного солнечного излучения зависят от многих факторов. Учет их при расчетах даже в простейшем случае (в случае фона дневного безоблачного неба) наталкивается на ряд трудностей, связанных как с неопределенностью некоторых исходных атмосферных параметров, так и со сложностью методик расчета эффектов многократного рассеяния из-за практически невозможностью полного описания – математическая модель. Поэтому определяющее значение для количественных данных по рассеянному солнечному излучению имеют статистически обеспеченные экспериментальные данные в различных участках спектра, в различные сезоны при различных метеорологических условиях. Имеющиеся в настоящее время расчетные данные представляют интерес скорее с точки зрения выявления влияния того или иного фактора на характеристики фона.

Установление информационного контакта с зондируемым объектом ОЗ есть по сути дела решение задачи «вскрытия» (обнаружение и идентификация) путем выявления его на фоне помех при условии, что он либо присутствует, либо отсутствует в полосе захвата в течение всего времени наблюдения в соответствии с совокупностью определённых в техническом задании критериев.

Если в видимом диапазоне спектра излучения ОЗ наблюдаются за счет подсветки естественными и искусственными источниками (контраст объекта определяется отличием оптических характеристик его поверхности от оптических характеристик фона, на котором он наблюдается, а соответственно и уровнем освещенности), то в инфракрасном диапазоне спектра излучения (ИК), начиная с 2,5 мкм до 1000 мкм регистрируют контрасты излучения объектов, формируемые за счет двух независимых физических механизмов:

- отличие собственной термодинамической температуры ОЗ от температуры окружающего фона;
- отличие оптических характеристик (коэффициентов излучения и отражения) поверхности наблюдаемого ОЗ и фона.

## **Выводы**

В ходе проведенного исследования было выявлено, что оптимально по массогабаритным характеристикам, конструктивной реализации данной задачи возможно использовать оптическую систему объектива, реализуемую по схеме Корша. Данная схема состоит из 3-х асферических зеркал: главного (ГЗ) – эллиптического, вторичного (ВЗ) – выпуклого гиперболического, третьего (ТЗ) – эллиптического. Первые два зеркала ГЗ + ВЗ создают промежуточное изображение объекта вблизи центрального отверстия ГЗ. Третье зеркало перепроектирует промежуточное изображение в плоскость приёмников с увеличением, близким к единице. Наличие промежуточного изображения позволяет исключить необходимость установки наружных и внутренних бленд для защиты фокальной плоскости от посторонних засветок. На основании выше изложенного предлагается реализация ИКТ, на основе двухканальной системы, работающей в ИК и ВД диапазонах.

Сечак Е.Н. (автор)

Подпись

Воробьева Т.В. (автор)

Подпись

Демин А.В. (научный руководитель)

Подпись