

УДК 681.7.067.288.6

ИССЛЕДОВАНИЕ ШИРОКОСПЕКТРАЛЬНЫХ ЛИНЗОВЫХ ОБЪЕКТИВОВ, СПРОЕКТИРОВАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТРЁХ И ДВУХ МАТЕРИАЛОВ

Уварова А.В. (ИТМО)

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

Введение. Задача проектирования объективов, построенных из одиночных линз, актуальна для систем, работающих в условиях перепадов температур или в температурном режиме, существенно отличающегося от лабораторного. Причиной применения одиночных линз является высокий риск разрушения склеенных компонентов при их термическом расширении из-за разности в твёрдости используемых материалов. Это осложняет коррекцию хроматических аберраций, основным инструментом которой является применение ахроматических склеек и триплетов. Чем шире рабочий спектральный интервал оптической системы, тем более ощутимое влияние оказывают хроматические аберрации на качество изображения. Широкоспектральные системы часто применяются для наблюдения за труднодоступными объектами, позволяя получить большой объём информации для последующего анализа [1, 2]. Таким образом, развитие методик проектирования широкоспектральных систем из одиночных линз является актуальной задачей оптоотехники.

Основная часть. Рассчитана пара 7-линзовых объективов, состоящих из одиночных линз. Отличие объективов состоит в том, что первый использует в качестве материалов линз только SiO₂ и материал, составляющий с ним ахроматическую пару [3]. Во втором объективе в перечень материалов добавлен лейкосапфир для перераспределения аберрационных коэффициентов поверхностей системы – следовательно, для возможности сбалансировать оптические силы компонентов. Построены характеристические кривые изменения относительных отверстий для систем из двух и трёх материалов. Совпадение тенденций изменения величины относительного отверстия при переходе от одного элемента к последующему указывает на оптимальность схемы построения синтезированных систем. Однако, величины относительных отверстий в системе из двух материалов имеют больший размах – следовательно, отдельные линзы будут иметь ощутимо большее влияние на суммарные аберрации системы, что является недостатком ввиду необходимости назначения строгих допусков на изготовление отдельных компонентов. Кроме того, линзы, находящиеся вблизи с апертурной диафрагмой, имеют относительное отверстие, близкое к 1, что свидетельствует о конструктивных параметрах линз, трудных для изготовления. Система, построенная с применением трёх материалов, данных недостатков лишена: относительные отверстия компонентов имеют значения не менее 2.

Выводы. Проведено исследовательское сравнение объективов, спроектированных с использованием трёх и двух материалов. Показана эффективность ввода элемента, вносящего хроматизм обратного знака относительно элемента базовой схемы и позволяющего скорректировать оптические силы и монохроматические аберрации других линз за счёт изменения оптимальных конструктивных параметров остальных линз системы.

Список использованных источников:

1. Апохроматические термонерасстраиваемые объективы для широкозахватной мультиспектральной космической съемки / О. В. Понин, Л. Н. Архипова, Е. А. Демидова [и др.] // Оптический журнал. – 2013. – Т. 80, № 4. – С. 39-42.
2. Иванов, Ю. С. Астроспектрополяриметры для слабых объектов / Ю. С. Иванов, И. И. Синявский, М. Г. Сосонкин // Оптический журнал. – 2006. – Т. 73, № 12. – С. 63-67.
3. Tamagawa Y., Tajime T. Expansion of an athermal chart into a multilines system with thick lenses spaced apart // Optical Engineering, vol. 35(10), 1996, pp. 3001-3006.