

Формирование постоянного элементарного поля зрения в широкоугольных оптических системах

А. В. Макаренко, канд. техн наук; А. В. Правдивцев; А. Н. Юдин

ОАО «НПК «Системы прецизионного приборостроения», Москва, Россия

apravd@gmail.com

С появлением матричных приёмников излучения (МПИ) большой размерности, для решения определённых задач, становится целесообразным в тепловизионных и тепlopеленгационных системах применять широкоугольные оптические системы. В свою очередь, тепловые пеленгационные станции требуют, для случая статистически однородных фонов, равномерного потенциального отношения «сигнал/фон» по всему полю зрения. В связи с этим возникает вопрос получения постоянного, по плоскости приёмника, мгновенного (элементарного) поля зрения системы. Необходимо отметить, что этот аспект для узкопольных систем практически никогда не рассматривается.

В работе изложены предварительные результаты, демонстрирующие один из подходов к решению этой задачи. Для этого вводится дисторсионная функция специального вида. Её применение на этапе оптимизации широкоугольной оптической системы, сопряжённой с матричным приёмником излучения, даёт искомый результат – равномерное, по плоскости приёмника, элементарное поле зрения системы. Для подобной дисторсионной функции получено в явном замкнутом виде аналитическое выражение. Рассматривается матричный приёмник с эквидистантным шагом решётки.

Данное теоретическое положение было подтверждено посредством синтеза широкоугольного светосильного объектива, работающего в диапазоне 3-5 мкм и сопряжённого с охлаждаемым МПИ. Охлаждаемая апертурная диафрагма расположена после объектива перед фоточувствительной плоскостью приёмника. Данный объектив возможно использовать в тепловизионных и/или тепlopеленгационных приборах. Синтез проводился в среде САПР Zemax, при этом реперные точки дисторсионной функции вводились в целевую функцию оптимизации. Расширенный анализ характеристик объектива, как-то зависимость от полевого угла элементарного поля зрения, коэффициентов пропускания и аберрационного виньетирования, проводился в пакете MathCAD. Данные для расчёта импортировались из среды Zemax.

В результате был получен объектив со следующими характеристиками: угловое поле зрения в пространстве предметов – 116 градусов; относительное отверстие – 1:1; концентрация энергии в квадрате 30x30 мкм – более 90 %; неравномерность мгновенного поля зрения – менее 0.1%; неравномерность освещённости – менее 36%. Кроме того был получен вариант у которого неравномерность мгновенного поля зрения хуже – менее 17.5 %, но неравномерность освещённости по полю зрения лучше – менее 1.5 %, другие характеристики аналогичны первому варианту. Необходимо отметить, что в конструкции объективов не применяются оптические элементы с асферическими поверхностями.

Таким образом описываемый подход, в отличие от «метода итеративной подгонки», существенно сокращает сроки и стоимость разработки широкоугольных оптических трактов тепловых пеленгационных станций, наряду с повышением их функционального качества.