

декілька сучасних алгоритмів ГО, дозволяє провести проектування практично довільної ОС в автоматизованому режимі.

Метою даної роботи є перевірка ефективності закладених в комп'ютерну програму алгоритмів ГО для параметричного синтезу ОС окулярів з високою якістю зображення, що мають збільшені значення поля зору та віддалення вихідної зіниці. Такий розрахунок здійснюється з урахуванням заданих користувачем граничних обмежень на конструктивні параметри, габаритні розміри, значення дисторсії та інших абераций.

Для проведення розрахунку ОС окулярів конструктору спочатку потрібно:

- визначитися з максимальною кількістю поверхонь та загальною конфігурацією компонентів (одиначні лінзи, дублети, триплети);
- задати довжини хвиль зі значеннями відносної спектральної ефективності;
- вказати максимальний кут поля зору;
- зазначити діаметр та віддалення вихідної зіниці;
- позначити параметри оптимізації, якими можуть бути радіуси кривизни та коефіцієнти асферичності оптичних поверхонь, осьові повітряні проміжки, товщини лінз та марки оптичного скла з обраного каталогу матеріалів;
- вибрати оціночну функцію (критерієм оптимізації переважно є мінімізація середньоквадратичного розміру світлової плями в площині зображень);
- вказати в оціночній функції додаткові граничні обмеження на конструктивні параметри та/або абераций.

Далі запускається алгоритм ГО, який здійснює «пошук» ОС фактично вже без участі конструктора.

В доповіді представлено результати проведених досліджень та наведено рекомендації, які можуть бути корисними для розробників ОС.

*Ключові слова:* оптична система, окуляр, автоматизований розрахунок, глобальна оптимізація, оціночна функція, аберация, дисторсія.

УДК 681.7

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ МИКРОБОЛОМЕТРИЧЕСКИХ МАТРИЦ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ИК КАМЕР КОСМИЧЕСКОГО БАЗИРОВАНИЯ

<sup>1)</sup> Добровольская Е. В., <sup>2)</sup> Колобродов В.Г., <sup>1)</sup> Лихолит Н. И., <sup>1)</sup> Тягур В.М.

<sup>1)</sup> Казенное предприятие специального приборостроения «Арсенал»

<sup>2)</sup> Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина  
doekaterin@gmail.com

С каждым годом ИК снимки Земли из космоса становятся более востребованными. Неохлаждаемые микроболометрические матрицы в

настоящее время являются наиболее целесообразным вариантом приемника излучения для использования в ИК камерах космического базирования, благодаря их малым габаритам, небольшому весу и малому энергопотреблению.

При выборе приемника излучения ИК камеры были рассмотрены две микроболометрические матрицы. Размер пикселя первой матрицы составляет 17 мкм, эквивалентная шуму разность температур (ЭШРТ) как параметр приемника – 60...80 мК. Размер пикселя второй матрицы составляет 25 мкм, а ЭШРТ - 50 мК. Для оценки эффективности работы прибора исследовалась минимальная разрешаемая разность температур (МРРТ). МРРТ позволяет связать пространственное и энергетическое разрешение камеры и определить возможность распознавания объектов разного размера на поверхности Земли.

При математическом моделировании использовались различные значения отношения сигнал/шум в зависимости от требуемой вероятности обнаружения объектов. Оценивалась возможность повышения разрешения ИК съемки путем субпиксельной обработки при использовании исследуемых микроболометрических матриц.

Благодаря более высокой чувствительности матрица с размером пикселя 25 мкм более эффективна при регистрации объектов с низкими пространственными частотами в спектральном диапазоне  $\Delta\lambda_1 = 8 - 13,5$  мкм. При этом для регистрации объектов с более высокими пространственными частотами лучшие результаты обеспечивает матрица с размером пикселя 17 мкм, в том числе и при худшем значении ЭШРТ.

При применении субпиксельной обработки использование матриц с размером пикселя 25 мкм и 17 мкм обеспечивает практически одинаковый уровень разрешения объектов с низкими и средними пространственными частотами. Для регистрации объектов малых размеров предпочтительней использовать матрицу с размером пикселя 17 мкм.

Влияние различных характеристик матриц также исследовалось в спектральных диапазонах:  $\Delta\lambda_2 = 10,5 - 11,5$  мкм;  $\Delta\lambda_3 = 11,5 - 12,5$  мкм;  $\Delta\lambda_4 = 12,5 - 13,5$  мкм. В этом случае применение матрицы с размером пикселя 25 мкм позволяет регистрировать объекты с меньшим размером.

Спектральный диапазон  $\Delta\lambda_1$  является более информативным, поскольку позволяет регистрировать объекты меньших размеров с меньшим температурным контрастом по сравнению со спектральными диапазонами  $\Delta\lambda_2$ ,  $\Delta\lambda_3$  и  $\Delta\lambda_4$ , а как было указано выше применение микроболометрической матрицы с размером пикселя 17 мкм в этом диапазоне является более предпочтительным.

*Ключевые слова:* ИК камера, минимальная разрешаемая разность температур, микроболометрическая матрица.