В. А. Кудряшов (Москва, МИРЭА). **Анализ применимости алгоритмов измерения координат объектов в лазерных комплексах.**

При работе лазерных локационных комплексов возникает необходимость удержания лазерного луча на объекте, поскольку любое значимое, т. е. сравнимое с размерами эффективного сечения лазерного пучка отклонение приводит к уменьшению плотности энергии на объекте и, как следствие, к снижению их эффективности. Основные причины искажений лазерного пучка — это турбулентность атмосферы и колебания платформы телескопа передающей системы. Если первая причина успешно устраняется адаптивными системами, работающими в реальном времени, то для устранения другой требуется разработка алгоритмов, уточняющих координаты объекта с учетом статистики дрожания платформы.

В [1] предложены три алгоритма измерения координат объекта, учитывающие флуктуации платформы, различающиеся сложностью реализации алгоритмов и соответственно точностью определения координат. Время реализации уточняющих алгоритмов, естественно, зависит от быстродействия вычислительных средств.

Рассмотрим области возможного применения этих алгоритмов, исходя из того, что время упреждающего расчета координат ($\tau_{\text{алг.}}$) должно обеспечивать точностью необходимую для формирования на объекте максимального (необходимого) уровня интенсивности ($I_{\text{об.}}$).

Считаем, что флуктуации, обусловленные турбулентной атмосферой, компенсированы адаптивной системой. Частота локации $f_{\text{лок.}} = 10\text{--}100$ Гц и частота флуктуаций платформы $f_{\text{флукт.}} = 50\text{--}100$ Гц, определяют время реализации алгоритма — $\tau_{\text{алг.}} \approx 5 \cdot 10^{-3}$ сек. Ошибка измерения координат будет определяться как $\sigma_x^2 (\sigma_y^2) = \sigma_{x.\text{квант.}}^2 + \sigma_{x.\text{платф.}}^2$. Здесь $\sigma_{x.\text{квант.}}$ — ошибка, обусловленная квантовыми эффектами взаимодействия излучения с приемником, одинаковая для всех алгоритмов, а $\sigma_{x.\text{платф.}}$ — ошибка, обусловленная флуктуациями платформы телескопа, для каждого алгоритма разная.

Наиболее сложный из рассматриваемых алгоритмов является результатом статистического синтеза на основе гауссовской модели ошибок, обусловленных флуктуациями платформы. Полагая, что объект находится в зоне перетяжки, считая эффективный размер пятна на передающей апертуре равным $d = 0,2$ м, получим, используя результаты [1], ошибку на дальности 100 км, $\sigma_{x.\text{платф.}} \approx 0,02$ м, т. е. в «пересчете» на потери интенсивности на объекте $\Delta I_{\text{отн.}} \approx 12\%$, что удовлетворяет требованиям получения не только координатных, но и некоординатных характеристик объекта. Для оценки выполнения требований по временной реализации этого алгоритма было проведено моделирование. Результаты моделирования и расчеты показали, что для его реализации в требуемое время ($5 \cdot 10^{-3}$ сек) на ЭВМ с тактовой частотой ~ 5 ГГц требуется распараллеливание операций, т. е. как минимум 4-ядерный процессор.

Следующий алгоритм аналогичен первому, но не учитывает угловые флуктуации платформы. Соответствующая ошибка в определении угловых координат на дальности 100 км составляет $\sigma_{x.\text{платф.}} = 0,08$ м. В «пересчете» на потери интенсивности получаем $\Delta I_{\text{отн.}} \approx 35\%$, что позволяет получить в требуемое время $5 \cdot 10^{-3}$ сек только координатные характеристики объекта на ЭВМ с тактовой частотой 5 ГГц без распараллеливания операций.

Наконец, при применении последнего алгоритма, основанного на определении координат центра тяжести объекта, требования к быстродействию вообще неактуальны, т. к. оно выполняется априори, однако ошибка, обусловленная флуктуациями платформы телескопа, составит $\sigma_{x.\text{платф.}} = 0,5$ м, т. е. этот алгоритм не обеспечивает эффективного удержания лазерного луча на объекте.

Таким образом, сформулирован и апробирован критерий применимости алгоритмов измерения координат объектов, позволяющий определить область эффективной работы лазерных комплексов при решении задач получения некоординатных и координатных характеристик объектов в условиях флуктуаций излучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бакут П. А., Гришина И. Б., Шумилов Ю. П.* Алгоритм компенсации дрожания платформы информационной оптической системы. — *Оптический журнал*, 1994, № 3, с. 16–21.