

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ ВИЗУАЛЬНОМ НАБЛЮДЕНИИ

А.А. Жевтюк

(представил д.т.н., проф. Д.В. Голкин)

В статье рассматривается способ определения разрешающей способности при визуальном наблюдении. Учтено воздействие звеньев экспериментальной установки на общий результат.

Одной из важнейших характеристик оптических систем (ОС), является разрешающая способность (РС). Одним из существующих способов является определение РС ОС при визуальном наблюдении. Но в данном случае на точность определения РС ОС влияет РС глаза наблюдателя. В данной работе предлагается методика определения РС составной части ОС при визуальном наблюдении, которая позволяет учесть разрешающую способность глаза наблюдателя и других частей сложной ОС.

На рис. 1 изображена экспериментальная установка для определения РС составной части ОС при наблюдении эталонного изображения (миры) через все части ОС. Она состоит из оптической скамьи, на которой установлены: прибор для визуального наблюдения (микроскоп) (1), исследуемая оптическая система (2), коллиматор (3), испытательная мира (4), осветитель (5), f'_M – фокусное расстояние микроскопа, f'_{oc} – фокусное расстояние оптической системы, f'_k – фокусное расстояние коллиматора.

Тип используемой миры (радиальная, штриховая и т.д.) зависит от задачи исследования. Для определения РС ОС обычно используют штриховые миры. В

таком случае РС ОС находят путем определения наибольшего номера элемента миры, который разрешается глазом, и вычисляют с помощью формулы

$$R_N = \frac{60}{B} \cdot K_N, \quad (1)$$

где B - база миры; K_N - коэффициент ($K_N = 1,06^{N-1}$); N - номер элемента миры.

Для сложных ОС суммарная РС зависит от РС составляющих [1]:

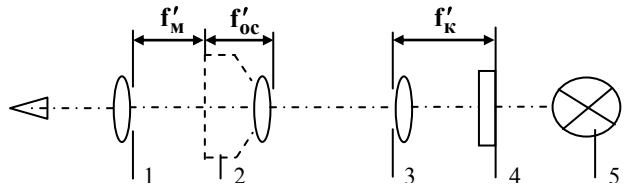


Рис. 1. Определение РС ОС

$$\frac{1}{R_N} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i} \quad (2)$$

В данном случае

$$\frac{1}{R_N} = \frac{1}{R_{M0}} + \frac{1}{R_{OC}} + \frac{1}{R_K}, \quad (3)$$

где R_{M0} – разрешающая способность системы микроскоп – глаз наблюдателя; R_K – разрешающая способность коллиматора; R_{OC} – разрешающая способность оптической системы в плоскости предметов.

Зависимость (3) позволяет определить искомое значение РС ОС R_{OC} , если известны R_K и R_{M0} . Величину РС оптической подсистемы (ОПС) микроскоп – глаз наблюдателя, определяют с помощью установки, изображенной на рис. 2.

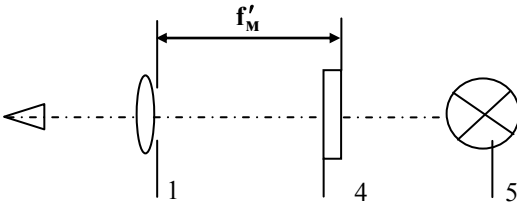


Рис. 2. Определение величины РС ОПС микроскоп – глаз наблюдателя

Определенный наблюдателем номер разрешаемого им элемента мира N , подставляем в формулу (1) и находим значение РС системы микроскоп – глаз наблюдателя.

Для вычисления РС коллиматора рассмотрим установку, представленную на рис. 3. Наблюдатель через микроскоп и два коллиматора

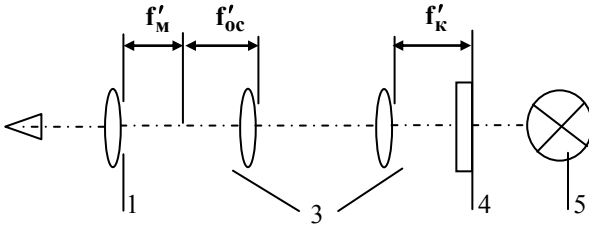


Рис. 3. Вычисление РС коллиматора

и два коллиматора (предполагается, что они имеют идентичные характеристики) дешифрирует изображение штриховой миры и определяет некоторый элемент с номером $N1$. РС определяется с помощью формулы (1). Выражение, учитывающее разрешающие свойства коллиматора, микроскопа и глаза наблюдателя, имеет вид

$$\frac{1}{R_{N1}} = \frac{1}{R_{M0}} + \frac{2}{R_K} \quad (4)$$

Значения R_{N1} , R_{M0} в данном случае известны и мы можем по зависимости (3) определить РС коллиматора

$$R_K = \frac{2 \cdot R_{N1} \cdot R_{M0}}{R_{M0} - R_{N1}}$$

Далее, из зависимости (3) выражаем значение РС ОС R_{oc} :

$$R_{oc} = \frac{R_{N1} \cdot R_{M0} \cdot R_K}{R_{M0} \cdot R_K - R_{N1} \cdot R_K - R_{N1} \cdot R_{M0}}$$

Необходимо отметить, что R_{oc} , вычисленное таким образом, является величиной РС в плоскости объекта (миры).

Обычно РС в плоскости объекта пересчитывают в плоскость его изображения, что получаем с помощью данной ОС согласно соотношению

$$R_{oc}' = R_{oc} \cdot \frac{f'_K}{f'_{oc}}, \quad (5)$$

где R_{oc}' – РС ОС в плоскости изображения; f'_K – фокусное расстояние коллиматора, f'_{oc} – фокусное расстояние оптической системы.

Рассмотрим, например, вычисление РС объектива аэрофотоапарата А-42/100 (рис. 1), если в эксперименте участвует один наблюдатель. Усредняются данные трех экспериментов. Характеристики вычисленных значений РС аэрофотоапарата и ошибка вычисления σ представлены в табл. 1.

Таблица 1
Характеристики значений РС аэрофотоапарата

	Мира №2, В = 2,2мм, $f'_{a-42} = 1000$ мм		Мира №1, В = 1,1мм, $f'_K = 1600$ мм	
	R_{oc} ср. (мм ⁻¹)	R_{oc}' ср. (мм ⁻¹)	R_{M0} ср. (мм ⁻¹)	R_K ср. (мм ⁻¹)
		115,792	185,268	165,22
σ	7,804	12,486	7,857	493,052

Подводя итог, необходимо отметить, что предложенная методика позволяет определять РС ОС при визуальном наблюдении с учетом разрешающих способностей оптических элементов экспериментальной установки. Точность результатов эксперимента определяется индивидуальными характеристиками глаза наблюдателя и числом проведенных экспериментов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ребрин Ю.К. Оптика - электронное разведывательное оборудование летательных аппаратов. – К.: КВВАИУ, 1988. – 448 с.
2. Волосов Д.С. Фотографическая оптика. – М.: Искусство, 1971. – 670 с.

Поступила 28.03.2002

ЖЕВТЮК Александр Анатольевич, адъюнкт Харьковского института ВВС. Окончил Киевский институт ВВС в 1998 году. Область научных интересов – оптико - электронные системы воздушной разведки.
