

## 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]:

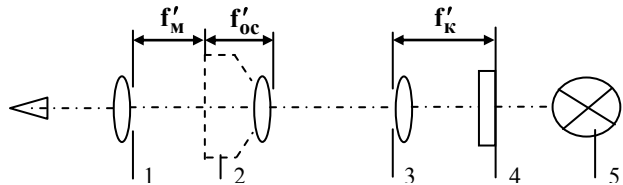


Рис. 1. Определение РС ОС

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

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.

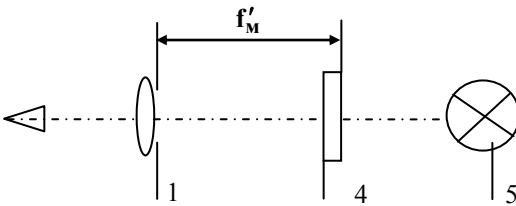


Рис. 2. Определение величины РС ОПС микроскоп – глаз наблюдателя

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

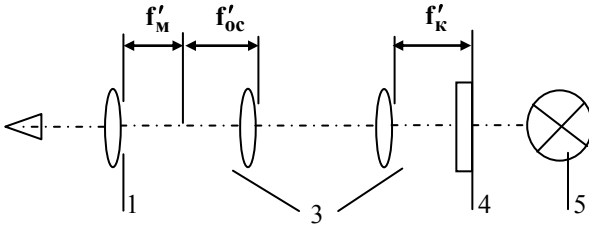


Рис. 3. Вычисление РС коллиматора

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  $\sigma$  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 <sup>-1</sup> )	$R_{oc}'$ ср. (мм <sup>-1</sup> )	$R_{M0}$ ср. (мм <sup>-1</sup> )	$R_K$ ср. (мм <sup>-1</sup> )
		115,792	185,268	165,22
$\sigma$	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.

---