

Основные понятия фотометрии

Поток излучения (световой поток) F – мощность излучения, переносимого электромагнитными волнами через некоторую поверхность, усредненная за промежуток времени, значительно превышающий период колебаний.

$$F_{\sigma} = \int_{\sigma} \langle S_n \rangle d\sigma,$$

Единицы измерения – *ватт, эрг/сек*

Энергетическая освещенность E какой-либо поверхности – отношение потока излучения на элементарный участок поверхности dF к площади этого участка $d\sigma$

$$E = \frac{dF}{d\sigma} = \langle S_n \rangle$$

Единицы измерения – *вт/кв.м* или *эрг/сек кв.см*

Сила света $I(\vartheta, \varphi)$ в направлении, задаваемом углами ϑ и φ сферической системы координат – характеризует излучение, распространяющееся в виде сферической (или почти сферической) волны от маленького («точечного») источника света – отношение потока излучения dF в элементарный угол $d\omega$, содержащий данное направление, к величине этого угла

$$\mathfrak{I}(\vartheta, \varphi) = \frac{dF}{d\omega}$$

Единицы измерения – *ватт/стерадиан*.

Интенсивность излучения не входит в число фотометрических величин, но часто используется, особенно в спектроскопии. Это энергетическая характеристика светового потока, распространяющегося в заданном направлении. Под интенсивностью излучения понимают полный поток энергии излучения, проходящий за единицу времени через единичную площадку, перпендикулярную к направлениям электрического и магнитного векторов.

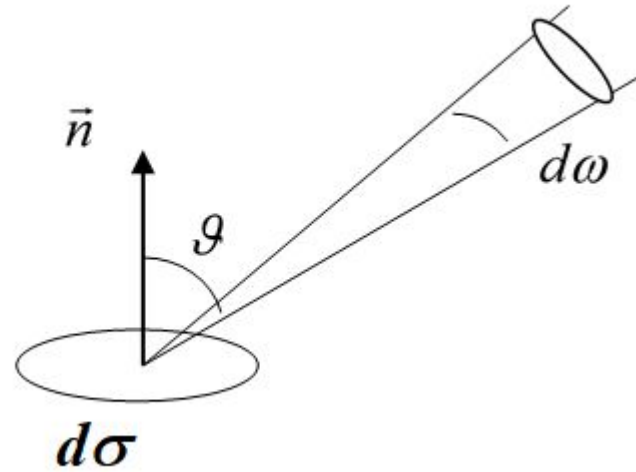
Интенсивность можно выразить через вектор Пойнтинга:

$$I = \langle |S| \rangle,$$

$$F = \int_{\omega} \mathfrak{I}(\vartheta, \varphi) d\omega = \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^{\pi} \mathfrak{I}(\vartheta, \varphi) \sin \vartheta d\vartheta.$$

Полный поток характеризует источник излучения. Его нельзя увеличить никакой оптической системой, можно только перераспределить в пространстве (например, для этого служит прожектор).

Яркость $B(\vartheta, \varphi)$ – поток излучения, исходящий из площадки $d\sigma$ и распространяющийся в телесном угле $d\omega$ по направлению, образующему угол θ с нормалью к поверхности



$$dF = B d\sigma \cos \vartheta d\omega$$

$$B(\vartheta, \varphi) = \frac{\mathfrak{I}(\vartheta, \varphi)}{d\sigma \cos \vartheta}$$

Светимость R – отношение потока излучения, исходящего от элементарной поверхности источника по всем направлениям (в пределах телесного угла 2π) к площади этого элемента.

$$R = \int_{2\pi} B \cos \vartheta d\omega = \int_0^{2\pi} d\phi \int_0^{\frac{\pi}{2}} B(\vartheta, \phi) \cos \vartheta \sin \vartheta d\vartheta.$$

Для косинусного излучателя $B = \text{const}$ и

$$R = 2\pi B \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos \vartheta \sin \vartheta d\vartheta = \pi B.$$

Расчет яркости и освещенности оптических изображений

С помощью оптической системы мы можем изменять телесный угол, в котором распространяется пучок лучей. При этом меняются и размеры изображения, и его освещенность. Важно знать, что можно сделать с помощью оптической системы, а что принципиально невозможно, и какую систему нужно сконструировать, чтобы получить нужный результат.

При расчете заменим всю рассматриваемую оптическую систему тонкой линзой с тем же фокусным расстоянием, что имеет сама система.

Протяженный объект.

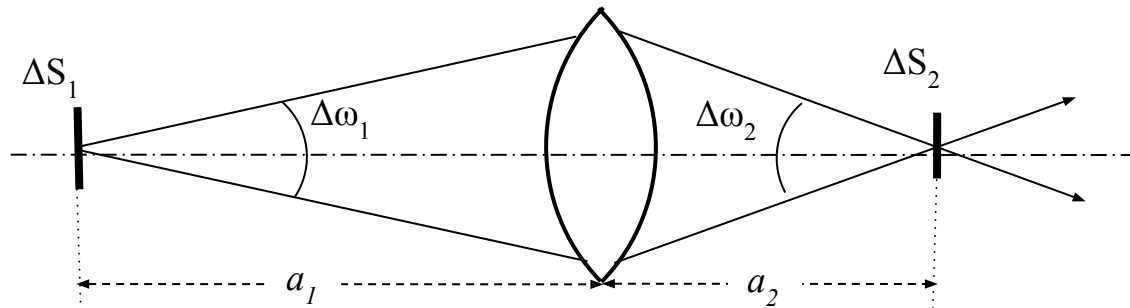


Рис.8.17

$$\Delta F_1 = B_1 \cos \vartheta \Delta \omega_1 \Delta S_1 \cong B_1 \Delta \omega_1 \Delta S_1$$

$$\Delta F_2 = B_2 \Delta \omega_2 \Delta S_2$$

$$\Delta F_2 = k \Delta F_1$$

$$B_2 = k B_1 \frac{\Delta \omega_1 \Delta S_1}{\Delta \omega_2 \Delta S_2}$$

$$\Delta \omega_1 = \frac{\pi D^2}{4 a_1^2}, \quad \Delta \omega_2 = \frac{\pi D^2}{4 a_2^2}, \quad \frac{\Delta \omega_1}{\Delta \omega_2} = \left(\frac{a_2}{a_1} \right)^2$$

$$\frac{\Delta S_1}{\Delta S_2} = \left(\frac{a_1}{a_2} \right)^2$$

$$B_2 = k B_1$$

Освещенность

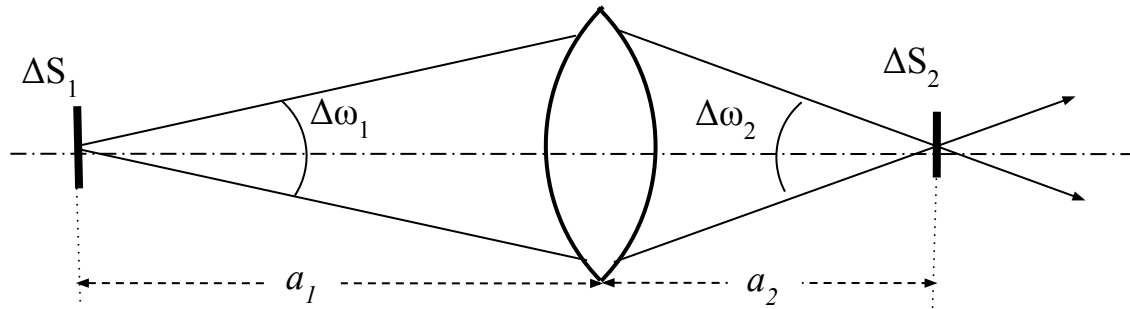


Рис.8.17

$$E_2 = \frac{\Delta F_2}{\Delta S_2} = \frac{kB_1 \Delta S_1 \Delta \omega_1}{\Delta S_2}, \text{ но } \frac{\Delta S_1}{\Delta S_2} = \left(\frac{a_1}{a_2} \right)^2 = \frac{\Delta \omega_2}{\Delta \omega_1}$$

$$E_2 = kB_1 \Delta \omega_2.$$

$$E_2 \cong kB_1 \left(\frac{D}{f} \right)^2.$$

Величина $\frac{D}{f}$ носит название *относительное отверстие*

а квадрат $\left(\frac{D}{f} \right)^2$ — *светосила*.