

# 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  $\vartheta$  и  $\varphi$  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

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

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.

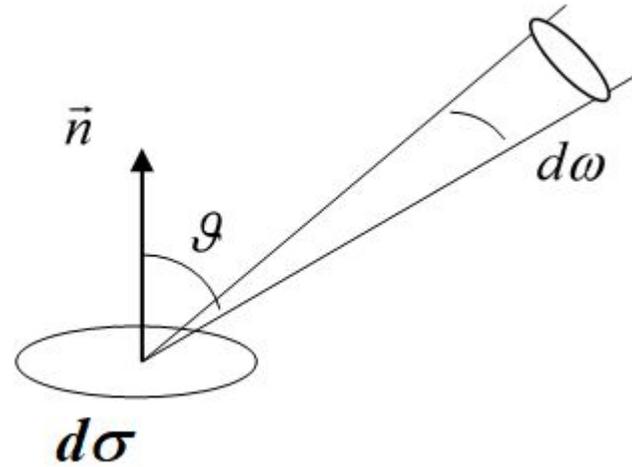
Интенсивность можно выразить через вектор Пойнтинга:

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

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

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  $\theta$  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  $2\pi$ ) 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.**

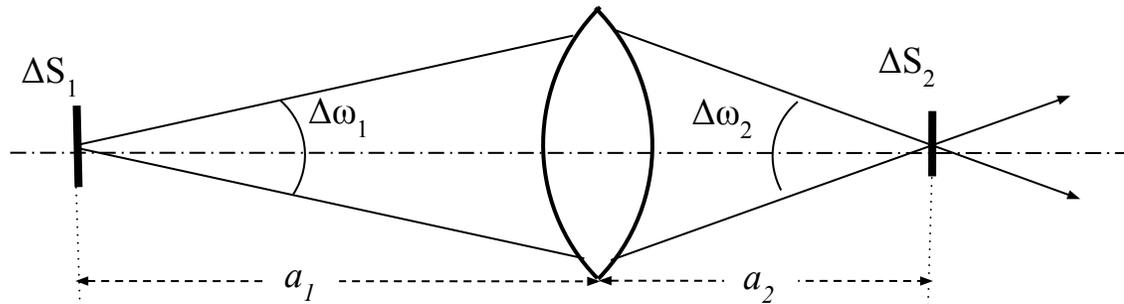


Рис.8.17

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

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

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

$$B_2 = kB_1 \frac{\Delta\omega_1 \Delta S_1}{\Delta\omega_2 \Delta S_2}$$

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

$$\frac{\Delta S_1}{\Delta S_2} = \left(\frac{a_1}{a_2}\right)^2 \quad B_2 = kB_1$$

## Освещенность

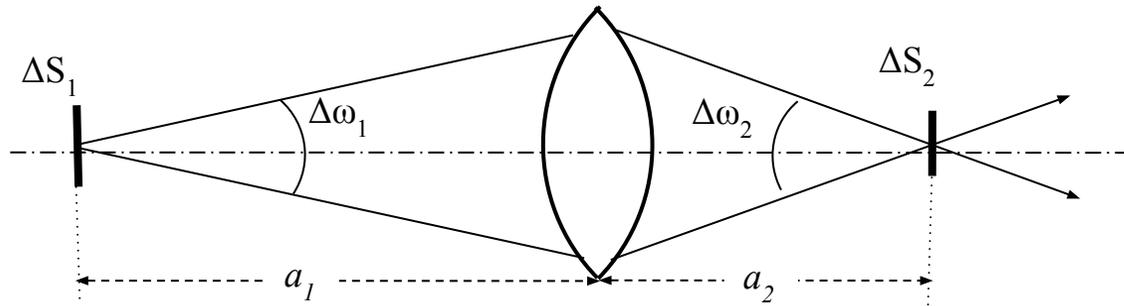


Рис.8.17

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

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

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

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

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