

# Оптика



# Оптика

**Фотометрия**

**Геометрическая  
оптика**

**Определение  
скорости света**

**Эффект  
Доплера**

**Волновые свойства**

**Интерференция**

**Дифракция**

**Поляризация**

**Корпускулярные свойства**

**Давление света**

**Фотоэффект**

**Эффект Комптона**

**Взаимодействие  
ЭМ волн с веществом**

**Рентгеновское  
излучение**

**Тепловое  
излучение**

**Элементы квантовой физики**



# Фотометрия

- **Фотометрия** – раздел оптики, рассматривающий характеристики светового излучения в процессах его испускания, распространения и взаимодействие с веществом.

Все характеристики делятся на энергетические и световые:

## Энергетические величины

объективные

характеризуют энергетические  
параметры безотносительно  
к его действию на приемники излучения

не зависящие от частоты

## Световые величины

субъективные

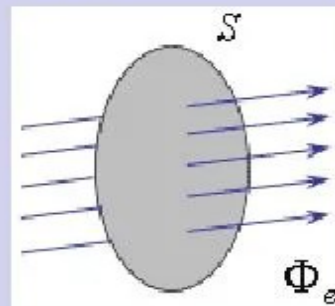
характеризуют физиологическое  
действие света, оцениваемое  
по воздействию на глаз и другие  
селективные приемники света

с учетом спектральной чувствительности

# Энергетические характеристики

**Поток излучения**

энергия, проходящая за единицу времени через выбранную площадку

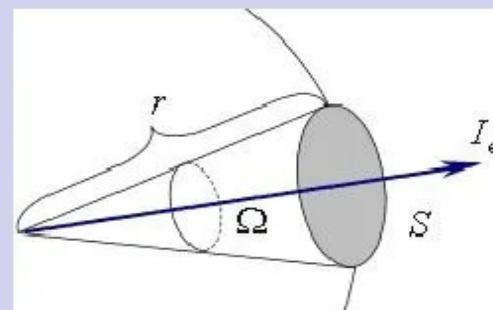


$$d\Phi_e = \frac{dW}{dt} [\Phi_e] = \frac{\text{Дж}}{c} = \text{Вт}$$

**Энергетическая сила света**

поток излучения, распространяющийся внутри единичного телесного угла  $d\Omega$

**Сила излучения**



$$I_0 = \frac{d\Phi_e}{d\Omega} [I_0] = \frac{\text{Вт}}{\text{ср}}$$

ватт на стерадиан

**Понятие силы излучения относится только к точечному источнику света**

**Точечный источник**

если его размеры малы по сравнению с расстоянием до наблюдателя



# Энергетические характеристики

**Энергетическая яркость**

**Лучистость**

величина, равная отношению  
**энергетической силы света**  
**элемента излучающей**  
**поверхности к площади**

**характеризует источник**

$$B_e = \frac{dI_e}{dS}$$

$$[B_e] = \frac{Вт}{ср \cdot м^2}$$

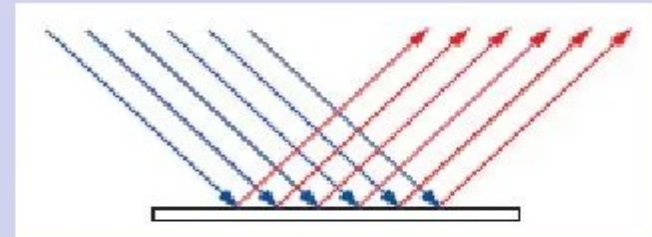
**Энергетическая освещенность**

**Облученность**

**поток излучения,**  
**приходящийся на**  
**единицу площади**

**характеризует приемник**

$$E_e = \frac{d\Phi_e}{dS} \quad [E_e] = \frac{Вт}{м^2}$$



**Энергетическая светимость**

**поток излучения,**  
**исходящий с единицы**  
**площади**

**характеризует источник**

$$R_e = \frac{d\Phi_e}{dS} \quad [R_e] = \frac{Вт}{м^2}$$

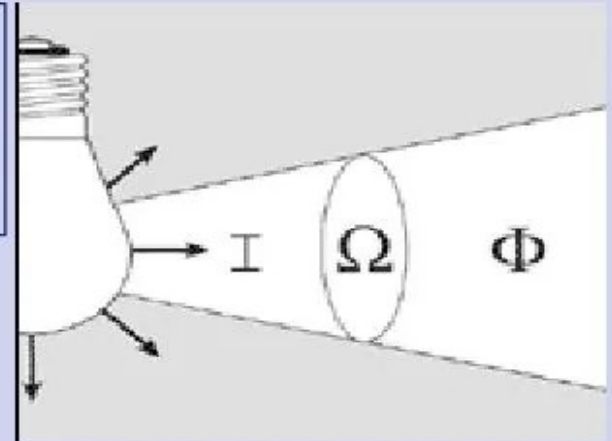
# Световые характеристики

## Сила света

величина равная **отношению светового потока к телесному углу, в котором распределен этот поток**

$$I = \frac{d\Phi}{d\Omega} \quad [I] = \text{кд}$$

кандела



## Световой поток

**мощность оптического излучения по вызываемому им световому ощущению (по его действию на селективный приемник света с заданной спектральной чувствительностью)**

$$[\Phi] = \text{лм} \quad \text{люмен} \quad 1 \text{ лм} = 1 \text{ кд} \cdot \text{ср}$$

**1 лм – световой поток, излучаемый точечным источником света силой света 1 кд внутри телесного угла 1 ср**

# Световые характеристики

## Светимость

величина, равная **отношению светового потока, излучаемого поверхностью источника, к площади этой поверхности**

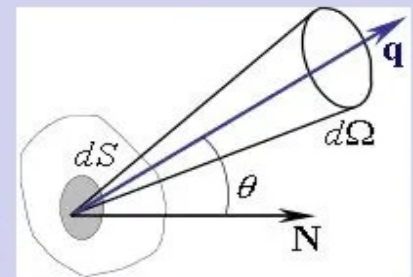
$$R = \frac{d\Phi}{dS}$$
$$[R] = \frac{\text{Лм}}{\text{м}^2} = \text{Лк}$$

## Яркость

$$B = \frac{dI}{dS \cos \theta}$$

величина, равная **отношению силы света в данном направлении к площади,  $\perp$  данному направлению**

$$[B] = \frac{\text{Кд}}{\text{м}^2}$$



## Освещенность

$$E = \frac{d\Phi}{dS}$$

величина, равная **отношению светового потока, падающего на поверхность, к площади этой поверхности**

$$[E] = \frac{\text{Лм}}{\text{м}^2} = \text{Лк}$$

люкс

показывает, насколько сильно освещена поверхность



Освещенность равна 1 лк, если поверхностная плотность светового потока в 1 лм равномерно распределена по площади  $S=1 \text{ м}^2$





# Эталон силы света

**В основе – эталон силы света – КАНДЕЛА** **cd, кд**

## Кандела

равна силе света, излучаемого в заданном направлении источником монохроматического излучения частотой  $540 \cdot 10^{12}$  Гц, энергетическая сила света которого в этом направлении составляет  $1/683$  Вт/ср

выбранная частота соответствует зеленому цвету

Кандела от лат. *candela* — свеча

## Свеча (до 1967 г.)

сила света, излучаемого абсолютно чёрным телом нормально ( $\perp$ ) к поверхности площадью  $1/60$  см<sup>2</sup> при температуре плавления платины (2042,5 К)

В современном определении коэффициент  $1/683$  выбран т.о., чтобы новое определение соответствовало старому

## Сила света типовых источников

Источник	Мощность, Вт	Примерная сила света, кд
Свеча		1
Лампа накаливания	100	100
Обычный светодиод	0,015...0,1	0,005...3
Сверхяркий светодиод	1	25...500
Люминесцентная лампа	20	100
Солнце	$3,9 \cdot 10^{26}$	$3 \cdot 10^{27}$





# Сопоставление световых и энергетических величин

Энергетические		Световые
Поток излучения, Вт	$\Phi$	Световой поток, лм
Энергетическая сила света (сила излучения), Вт/ср	I	Сила света, кд
Энергетическая яркость (лучистость), Вт/ср м <sup>2</sup>	B	Яркость, кд/м <sup>2</sup>
Энергетическая освещенность (облученность), Вт/м <sup>2</sup>	E	Освещенность, лк
Энергетическая светимость, Вт/м <sup>2</sup>	R	Светимость, лк