

ФОТОМЕТРИЯ

Источники света

Источник света — каждый объект, излучающий энергию, которая воспринимается зрительной системой человека.



Искусственные источники света

Тепловые

Тепловые источники излучают видимый свет при нагреве выше 800 С (лампа, свеча, Солнце).



Люминесцирующие

Люминесцентные источники дают холодное свечение. (экран телевизора, лампы дневного света, рекламные трубки).



Искусственные источники света - ЭТОТ ВИД ИСТОЧНИКОВ ЯВЛЯЕТСЯ РЕЗУЛЬТАТОМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МНОГИХ ПОКОЛЕНИЙ УЧЕНИЙ И ИЗОБРЕТАТЕЛЕЙ:

Лампы накаливания. Они излучают свет вследствие разогрева нити накаливания из тугоплавких металлов (например, вольфрам) до температуры в несколько тысяч градусов. Нить накаливания помещена в стеклянную колбу, из которой предварительно откачивают воздух и наполняют инертным газом (гелий, неон), предотвращающим перегорание нити;

Галогеновые лампы. Это усовершенствованный вариант ламп накаливания. В них вместе с инертным газом добавляют галогеновый газ (бром или йод). Этот прием позволяет продлить срок эксплуатации лампы. Еще вместо обычного стекла для корпуса используют толстое кварцевое, которое выдерживает более высокие температуры, чем обычное стекло;

Газоразрядные лампы. Этот вид источников создает видимое излучение за счет электрического разряда в смеси газов с добавлением паров некоторых металлов. Эти лампы чаще всего используются для уличного освещения и освещения производственных помещений. Неоновую световую рекламу изготавливают по этой технологии;

Искусственные источники света

Люминесцентные лампы. Внутренняя поверхность таких ламп покрыта специальным химическим составом, который называется люминофором. Сначала происходит электрический разряд в газе, как в обычных газоразрядных лампах. В разряде есть высокоэнергетичные фотоны ультрафиолетового диапазона, невидимые глазу. Эти фотоны возбуждают атомы и молекулы люминофора, которые излучают видимый на выходе свет. Эти лампы массово используются для освещения офисов, магазинов, производственных помещений.

Светодиоды или LED-источники. Это самый современный, массовый полупроводниковый источник света. Излучение возникает в результате протекания электрического тока через $p-n$ переход полупроводникового диода. Выпускаются лампочки дающие основные цвета: белый (дневной), зеленый, красный, синий, голубой. Использование этих ламп дает существенную экономию электроэнергии при эксплуатации осветительных приборов. Светодиоды имеют огромный срок службы (свыше 50000 часов) по сравнению с прочими источниками;

Лазеры. Этот источник света для видимого диапазона в последние годы становится массовым в связи с использованием малогабаритных полупроводниковых лазеров, которые позволили создать полезные, безопасные в обращении устройства.

Большую часть информации человек получает с помощью зрения. Именно поэтому изучению вопросов фотометрии уделяется особое внимание. Важную роль в науке, технике и практической деятельности играют **фотометрические характеристики**, описывающие видимое излучение, т. е. ту часть спектра электромагнитных волн, которая воспринимается нашим глазом

Фотометрия – раздел оптики, занимающийся измерением световых потоков и величин, связанных с этими потоками.

При изучении физики мы уже использовали ряд идеализированных моделей (материальная точка, идеальный газ и др.), которые помогали нам при рассмотрении физических явлений и законов. В фотометрии удобно использовать еще одну идеализацию — точечный источник света.

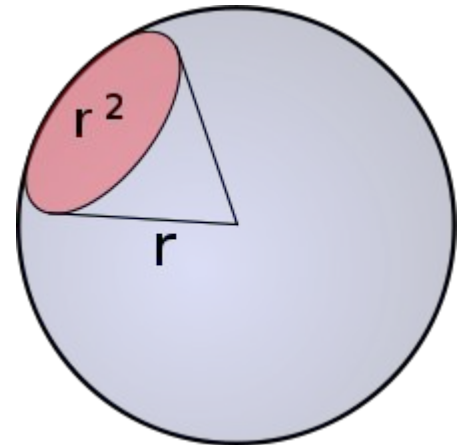
Точечный источник света – источник, размерами которого можно пренебречь по сравнению с расстоянием от места наблюдения до источника. Считается, что такой источник равномерно излучает свет во все стороны. Типичный пример точечных источников света — звезды.

Телесный угол характеризует область пространства, ограниченную конической поверхностью. Для измерения телесного угла следует найти отношение площади поверхности шарового сегмента S_0 к квадрату радиуса сферы с центром в вершине конуса:

$$\Omega = \frac{S_0}{R^2}$$

Единица телесного угла — стерадиан (ср). 1 ср равен телесному углу с вершиной в центре сферы, вырезающему на поверхности сферы площадь, равную площади квадрата со стороной, равной радиусу сферы. Зная площадь поверхности сферы, можно определить полный телесный угол вокруг точки:

$$\Omega = \frac{4\pi R^2}{R^2} = 4\pi \text{ ср}$$



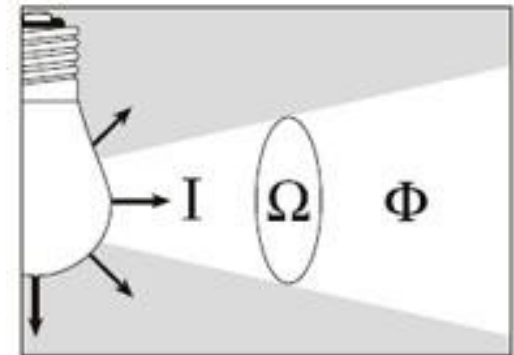
Оптическое излучение характеризуется рядом энергетических и фотометрических характеристик. Рассмотрим некоторые из них.

1. Для характеристики точечных источников света используется **сила света I** , которая определяется как поток излучения источника, приходящийся на единицу телесного угла $d\Omega$.

$$I = \frac{\Phi}{\Omega}$$

Единица силы света в системе СИ – **кандела** (свеча) **Кд**

1Кд – сила света, испускаемого с площади $1/600000\text{м}^2$ сечения полного излучателя (абсолютно черного тела) в перпендикулярном этому излучателю направлении при температуре излучателя, равной температуре затвердевания Pt, при давлении 101325 Па .



Сила света I характеризует мощность светового потока лампы Φ в телесном углу Ω .

Φ (лм) - **Световой поток** – физическая величина, характеризующая «количество» световой энергии в соответствующем потоке излучения.

Это мощность видимого излучения, оцениваемого по световому ощущению, которое оно производит на средний человеческий глаз.

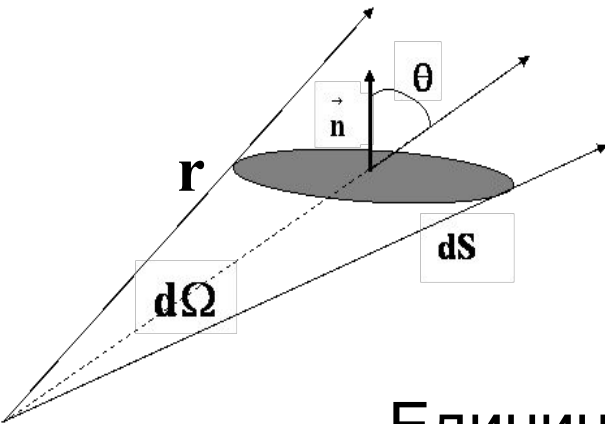
Его единица измерения – **люмен** (лм). Он равен световому потоку, излучаемому источником с силой света 1 Кд в пределах телесного угла 1 стерадиан.

$$\Phi = I \cdot \Omega \quad (1 \text{ лм} = 1 \text{ Кд} \cdot 1 \text{ ср})$$

Световому потоку 1 лм (при $\lambda = 555 \text{ нм}$) соответствует поток энергии 0,0016 Вт – **механический эквивалент света**.

3 Освещенность – световой поток, падающий на элемент поверхности, характеризуется величиной :

$$E = \frac{\Phi}{S}$$



Освещенность E связывает световой поток с площадью той поверхности, на которую этот поток падает.

Единица освещенности **1 люкс**
(1лк) = 1лм/1м².

Освещенность можно выразить через силу света:

$$d\Phi_{\text{пад}} = I \cdot d\Omega \quad \leftarrow \quad d\Omega = \frac{dS \cdot \cos \Theta}{r^2}$$

$$E = \frac{I \cdot \cos \Theta}{r^2}$$



Освещенность E .

V (кд/м²) – яркость – величина, характеризующая различную видимость отдельных участков поверхности в заданном направлении, обусловленную распространяющимся от этой поверхности световым потоком.

Яркость (V).

Яркость характеризуется плотностью силы света по площади, излучающей свет $V=I/S$.

$$V=I/S.$$

Единица яркости - [1кд/м²]

Яркость экрана кинескопа на белых участках изображения на all с дымчатым стеклом (40 -80) кд/м²;

Trinitron- (300-350) кд/м²;

PDP (600-700) кд/м²

Законы освещенности

1. При перпендикулярном падении лучей освещенность, создаваемая точечным источником света, прямо пропорциональна квадрату расстояния от источника до освещаемой поверхности.

$$E = \frac{I}{r^2}$$

2. Освещенность поверхности, создаваемая параллельными лучами, прямо пропорциональна косинусу угла падения лучей на эту поверхность.

$$E = \frac{I \cdot \cos \alpha}{r^2}$$

Решить задачи

1. Какой световой поток испускает точечный источник света внутрь телесного угла, равного $0,64$ ср? Сила света источника равна 25 кд.
2. Определить силу света точечного источника, если он находится в центре сферы радиусом 85 см и на поверхность этой сферы площадью $1,5$ м² посылает световой поток 360 лм. Каков полный световой поток, излучаемый этим источником?
3. Какой световой поток падает на поверхность стола, если её средняя освещенность составляет $9\ 500$ лк, а площадь равна $1,6$ м².
4. Нам круглое матовое стекло диаметром $0,45$ м падает световой поток, равный 120 лм. Какова освещенность этого стекла.
5. Над горизонтальной поверхностью стола на высоте $1,5$ м висит лампа, сила света которой равна 150 кд. Определить освещенность поверхности стола под лампой. Какова будет освещенность той же поверхности, если лампу поднять еще на $0,25$ м.
6. Сила света поверхности расплавленной платины в направлении, перпендикулярном к этой поверхности, составляет 30 кд. Определить яркость поверхности. Площадь поверхности платины равна $0,5$ см².
7. Свет от лампы падает на рабочее место под углом 30° и дает освещенность 25 лк. На каком расстоянии от рабочего места находится лампа? Сила света лампы равна 150 кд.