

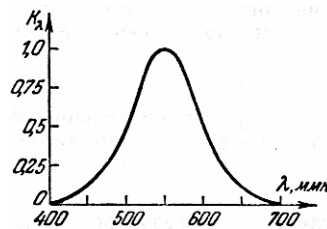
Урок №10 (14.02.2008)

Элементы фотометрии. Оптические приборы. Влияние дифракции на разрешающую способность.

Оптическая сила системы определяется как $\varphi = n'/f' = -n/f$, где n' и n – показатели преломления среды расположенной, соответственно, до и после оптической системы, а f' и f – соответственно заднее и переднее фокусное расстояние. Оптическая сила измеряется в диоптриях (1/м). Для тонкой линзы в воздухе $\varphi \approx 1/f$.

1. Элементы фотометрии.

Спектральная чувствительность глаза (видность).



Основной единицей в системе СИ служит единица силы света – кандела [кд] (ранее – свеча). Кандела – сила света, испускаемого с площади в $1/600\,000\text{ м}^2$ сечения полного излучателя, в перпендикулярном к этому сечению направлении при температуре излучателя, равной температуре затвердевания платины при нормальном атмосферном давлении.

Световым потоком Φ называется энергия, переносимая светом через какую-нибудь площадку за единицу времени и оцениваемую по зрительному восприятию. Световой поток измеряют в люменах. Для монохроматического излучения, соответствующего максимуму видности $\lambda = 555\text{ нм}$, световой поток равен $\Phi = 683\text{ лм}$, если мощность излучения равна 1 Вт. В системе СИ 1 люмен определяется как световой поток, испускаемый точечным источником света с силой света в 1 канделу в телесный угол, равный 1 стерadianу.

Освещенностью поверхности E называется величина $E = \Phi/S$, где S – площадь поверхности.

Сила света, таким образом, есть величина $I = \Phi/\omega$, где ω – телесный угол, в котором распространяется световой поток Φ .

Телесный угол определяется отношением площади S_0 поверхности, вырезаемой телесным углом из сферы, центр которой находится в вершине телесного угла, к квадрату радиуса r этой сферы, т.е. $\omega = S_0/r^2$.

Если телесный угол мал, а нормаль плоской площадки наклонена под углом α к радиусу, то $E = (I \cos \alpha)/r^2$.

2. Дифракционные искажения.

Телескоп

Очевидно, что поток света от звезды можно рассматривать как параллельный пучок света от бесконечно удалённого точечного источника. Согласно представлению

ям геометрической оптики, такой пучок света должен собраться за линзой в точке, расположенной в фокальной плоскости.

Однако опыт показывает, что есть теоретический предел разрешения телескопа, – например, невозможно определить, является ли удалённый источник света одиночной звездой, или системой из двух звёзд. Связано это с дифракцией.

Вспомним, что в случае бесконечной щели, угол дифракционной расходимости у нас определяется формулой: $\sin \theta = \lambda/d$, где d – ширина щели. В случае круглого отверстия формула та же, с точностью до коэффициента: $\sin \theta = \frac{1,22\lambda}{d}$, где d – диаметр отверстия.

В телескопе роль отверстия выполняет объектив телескопа. Поэтому разрешение телескопа тем выше, чем больше внешний диаметр объектива.

Камера-обскура.

Камера-обскура, это просто ящик с отверстием в стенке.

Если бы свет распространялся согласно законам геометрической оптики, то изображение в камере-обскуре было бы тем чётче, чем меньше отверстие: предмет можно рассматривать как совокупность светящихся точек. Если предмет расположен достаточно далеко, то отверстие «фокусирует» параллельный поток лучей от каждой такой точки, вырезая из всего потока от этой точки лучик, размером с отверстие.

Но уменьшение размера отверстия приводит к увеличению дифракции, как было показано раньше. Для угла дифракции мы получили следующее отношение: $\theta = 1,22\lambda/d$, где d – диаметр отверстия в камере-обскуре. Тогда размер дифракционного пятна будет равен $a \approx 2L\theta = 2 \frac{1,22\lambda}{d} L$, где L – расстояние от отверстия до экрана. Очевидно (в параллельных лучах) размер пятна не должен быть больше размера отверстия, следовательно, отверстие должно быть равно размеру пятна: $d \approx \sqrt{2\lambda L}$, т.е. должно быть порядка полутора зон Френеля.