

Облученность приемника

Цель: реализовать расчет облученности приемника.

Порядок выполнения задания

В этой работе мы рассмотрим простую оптическую систему, чтобы вывести уравнение расчета облученности приемника.

На рисунке 1 f обозначено главное фокусное расстояние, оно отвечает за масштаб проецирования сцены на плоскость приемника и не совпадает с фокусным расстоянием объектива. z — расстояние от сцены до оптической системы (линзы). d — диаметр входного отверстия оптической системы. Телесные углы dw_i и dw_s .

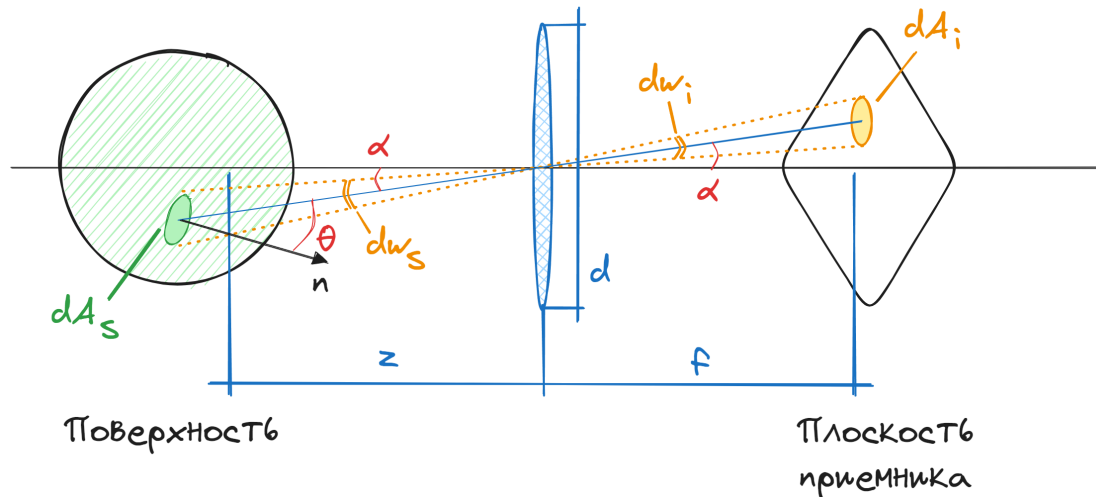


Рис. 1. Геометрия элементарной оптической системы

Из геометрии их можно рассчитать по следующим формулам:

$$dw_i = \frac{dA_i \cos \alpha}{(f / \cos \alpha)^2}$$

$$dw_s = \frac{dA_s \cos \theta}{(z / \cos \alpha)^2}$$

Так как телесные углы dw_i и dw_s равны, то мы можем вывести соотношение площадей dA_s и dA_i (уравнение 1).

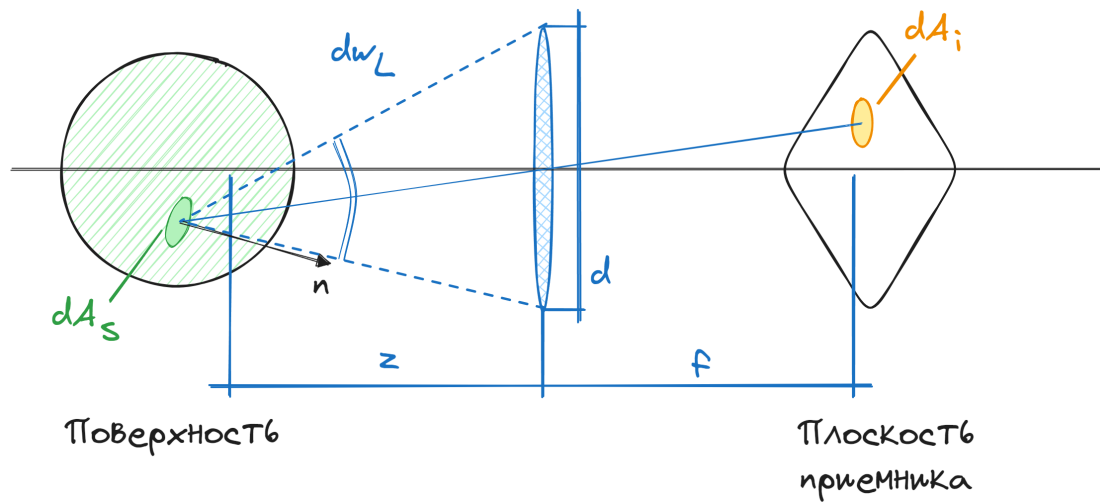


Рис. 2. Телесный угол для линзы

$$\frac{dA_s}{dA_i} = \frac{\cos \alpha}{\cos \theta} \left(\frac{z}{f} \right)^2 \quad (1)$$

Линза захватывает поток со всей сцены, поэтому для расчетов нам необходимо вычислить и телесный угол из точки сцены в направлении линзы (рис. 2 и уравнение 2).

$$dw_L = \frac{\pi d^2}{4} \frac{\cos \alpha}{(z / \cos \alpha)^2} \quad (2)$$

Мощность излучения Φ полученная линзой от dA_s равна мощности спроецированной на dA_i .

Если известно, что энергетическая яркость сцены L равна

$$L = \frac{d^2 \Phi}{(dA_s \cos \theta) dw_L},$$

тогда мощность излучения Φ полученная линзой от dA_s .

$$d^2 \Phi = L (dA_s \cos \theta) dw_L \quad (3)$$

Облученность приемника

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

$$d\Phi = E dA_i \quad (4)$$

Облученность приемника пропорциональна энергетической яркости сцены. В простых оптических системах облученность снижается от центра.

Имея 4 уравнения 1, 2, 3, 4, ваша задача вывести уравнение для расчета облученности E . И взяв результаты из предыдущей работы для энергетической яркости L_o для разных длин волн, рассчитать E . Значения связанные с углами, расстояниями и диаметром вы задаёте через переменные.

Результаты выполнения задания

Jupyter Notebook с реализованным расчетом E и новым графиком, показывающим спектральное распределение для E . У графиков должны быть названия, подписаны оси, единицы измерения.

Для работы над заданием вы можете использовать Python, сервис Google colab и библиотеки Numpy и Matplotlib.