

В модели Торрэнса –Сперроу в качестве источника света рассматривается телесный угол  $\omega$ , противостоящий источнику. Связь между энергией источника ( $E_H$ ), падающей на единицу площади за единицу времени, и интенсивностью света ( $I_H$ ) определяется следующим образом:

$$E_H = I \cos \alpha d\omega = I_H (\overline{nh}) d\omega \quad (1)$$

где  $\alpha$  – угол падения,  $n$  – нормаль к поверхности,  $h$  – направление на источник света.

Если поверхность представляет из себя не идеальную форму, а форму имеющую хаотическое отклонение, то интенсивность отраженного от нее света должна быть меньше интенсивности падающего излучения. Интенсивность отраженного света  $I_0$  связывается с энергией источника  $E_H$  следующим образом:

$$I_0 = r * E_H, \quad 0 \leq r \leq 1 \quad (2)$$

где  $r$  – коэффициент двунаправленного отражения, определяющий долю энергии отраженной в заданном направлении.

Подставив (1) в (2), получим уравнение для  $I_0$ :

$$I_0 = r \cdot I_H (\overline{nh}) d\omega \quad (3)$$

Кроме того, необходимо учесть, что коэффициент  $r$  зависит от двух составляющих светового потока: зеркального и диффузионного. Поэтому его представляют в виде следующей линейной комбинации:

$$r = k_d r_d + k_z r_z \quad (4)$$

где  $k_d$ ,  $k_z$  – весовые коэффициенты, зависящие от характеристик поверхности. Чтобы учесть эффект отражения рассеянного света в выражение (3) вводят дополнительную составляющую:

$$I = f k_p r_p * I_p \quad (5)$$

где  $f$  – часть полусферы, открытая для источника;  $k_p$  – весовой коэффициент, определяемый характеристиками поверхности;  $r_p$  – коэффициент отражения рассеянного света, полученный путем интегрирования выражения (4) по всей полусфере;  $I_p$  – интенсивность рассеянного света.

Величины коэффициентов  $k_d$ ,  $k_z$ ,  $k_p$  и значение  $I_p$  определяются экспериментальным путем. Значение же самих коэффициентов  $r_d$  и  $r_z$  можно вычислить используя законы и соотношения физической оптики. На базе формул (1) - (5) можно получить следующую формулу закраски:

$$I_0 = f \cdot k_p r_p I_p + \sum_{i=1}^m I_{H_i} (k_d r_d + k_z r_z) (\overline{nh}) d\omega_i \quad (6)$$

Эта модель называется **моделью Торрэнса – Кука**. Она позволяет учитывать не только наличие нескольких источников света, но и их разные размеры. Основные сложности при вычислении выражения (6) вызывает расчет коэффициентов диффузной и зеркальной составляющих  $r_d$  и  $r_z$ .

**Коэффициент диффузной составляющей  $r_d$**  зависит от угла падения  $\alpha$  света на поверхность объекта. Однако на практике получается, что при величине  $\angle \alpha < 70^\circ$  значение  $r_d$  мало отличается от значения коэффициента при нормальном отражении ( $\angle \alpha = 0^\circ$ ). Поэтому в большинстве случаев зависимостью  $r_d(\alpha)$  можно пренебречь. **Коэффициент зеркальной составляющей  $r_z$** , Он оказывает наибольшее влияние на видимый результат наибольшее влияние на видимый результат и зависит от многих параметров. В модели Торрэнса –Сперроу рассматривается вычисление коэффициента  $r_z$  на основании следующей формулы:

$$r_z = \frac{F \cdot D \cdot G}{\pi (\overline{n \cdot h})(\overline{n \cdot S})} \quad (7)$$

где  $F$  – коэффициент Френеля;  $D$  – функция распределения микрограней по поверхности объекта,  $G$  – коэффициент ослабления света за счет взаимозависимости граней,  $S$  – направление на наблюдателя.

