

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ ОСВЕЩЕНИЯ ФОНГА И ЛАМБЕРТА В 3D РЕНДЕРИНГЕ

Рассматриваются две основные модели освещения в компьютерной графике - модель Ламберта и модель Фонга. Проводится сравнительный анализ их математических основ, преимуществ и ограничений.

### ВВЕДЕНИЕ

Эмпирические модели освещения - модели, подразумевающие набор параметров, не имеющих физической интерпретации, однако позволяющих при помощи подбора получить необходимый вид конечной модели.

#### I. МОДЕЛЬ ЛАМБЕРТА

Это одна из простейших моделей освещения в компьютерной графике, используемая для моделирования диффузного отражения света от матовых поверхностей. Она основана на законе Ламберта, который заключается в том что интенсивность света, отражённого в этом направлении, пропорциональна косинусу угла между вектором направления света и нормалью к поверхности. Математически это выражается следующим образом:

$$I \propto \cos(\theta)$$

При вычислении интенсивности света, учтём коэффициент диффузного отражения  $k_d$ , который представляет собой свойство материала воспринимать рассеянное освещение:

$$I_{diffuse} = k_d \cdot (\vec{N} \cdot \vec{L})$$

Для удобства, векторы взяты единичными, поэтому косинус угла между ними совпадает со скалярным произведением. Далее, для учёта общей освещённости сцены, необходимо добавить к диффузной составляющей интенсивность фонового освещения  $I_{ambient}$ .

$$I = I_{ambient} + I_{diffuse}$$

Собирая всё вместе, получаем окончательное уравнение модели освещения Ламберта:

$$I = I_{ambient} + k_d \cdot (\vec{N} \cdot \vec{L})$$

#### II. МОДЕЛЬ ФОНГА

Это классическая модель освещения. Используется для симуляции освещения глянцевых поверхностей. Модель представляет собой

*Гибулин Александр Сергеевич*, студент 3 курса факультета информационных технологий и управления Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, agibulin@gmail.com

*Яркович Юрий Сергеевич*, студент 3 курса факультета информационных технологий и управления Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, yura1122345@gmail.com

*Научный руководитель: Кукин Дмитрий Петрович*, заведующий кафедрой вычислительных методов и программирования БГУИР, доцент, kukin@bsuir.by

комбинацию диффузной составляющей (модели Ламберта) и зеркальной составляющей и работает таким образом, что кроме равномерного освещения на материале может еще появляться блик. Уравнение модели освещения Ламберта:

$$I = I_a + I_d + I_s$$

В общем случае вектора  $\vec{V}$ ,  $\vec{L}$  и  $\vec{N}$  не лежат в одной плоскости

Падающий и отраженный лучи лежат в одной плоскости с нормалью к отражающей поверхности в точке падения, и эта нормаль делит угол между лучами на две равные части. Т.о. отраженная составляющая освещенности в точке зависит от того, насколько близки направления на наблюдателя и отраженного луча. Это можно выразить следующей формулой:

$$I_s = k_s \cos(\vec{R}, \vec{V})^\alpha i_s = k_s (\vec{R} \cdot \vec{V})^\alpha i_s$$

где  $I_s$  - зеркальная составляющая освещенности в точке,

$k_s$  - коэффициент зеркального отражения,

$i_s$  - мощность зеркального освещения,

$\vec{R}$  - направление отраженного луча,

$\vec{V}$  - направление на наблюдателя,

$\alpha$  - коэффициент блеска, свойство материала.

#### III. ВЫВОДЫ

Модель Ламберта проще в реализации и менее затратна для вычисления. Подходит для моделирования матовых поверхностей, например, бумага, дерево.

Модель Фонга, в свою очередь, более сложная, требует больше вычислительных ресурсов, но позволяет более реалистично блеск и отражение от поверхностей.

1. grafika.me [Электронный ресурс] / Простые модели освещения - Режим доступа: <https://grafika.me/node/344>