



COMPUTER GRAPHICS

ЗАСОБИ ПРОГРАМУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ

ЛЕКЦИЯ 7

Расчет освещенности

**Основы взаимодействия света с
поверхностью**

Отражение:

 фоновое,
 диффузное,
 зеркальное

Модели расчета

ЦВЕТ В КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ

Излучаемый свет – в общем случае – это первичный свет, испускаемый источником света. Несмотря на то, что он является суммой множества составляющих, благодаря особенностям зрительного восприятия, излучаемый свет выглядит белым (или слегка тонированным). Соответственно, черный цвет представляет собой отсутствие света, или темноту.

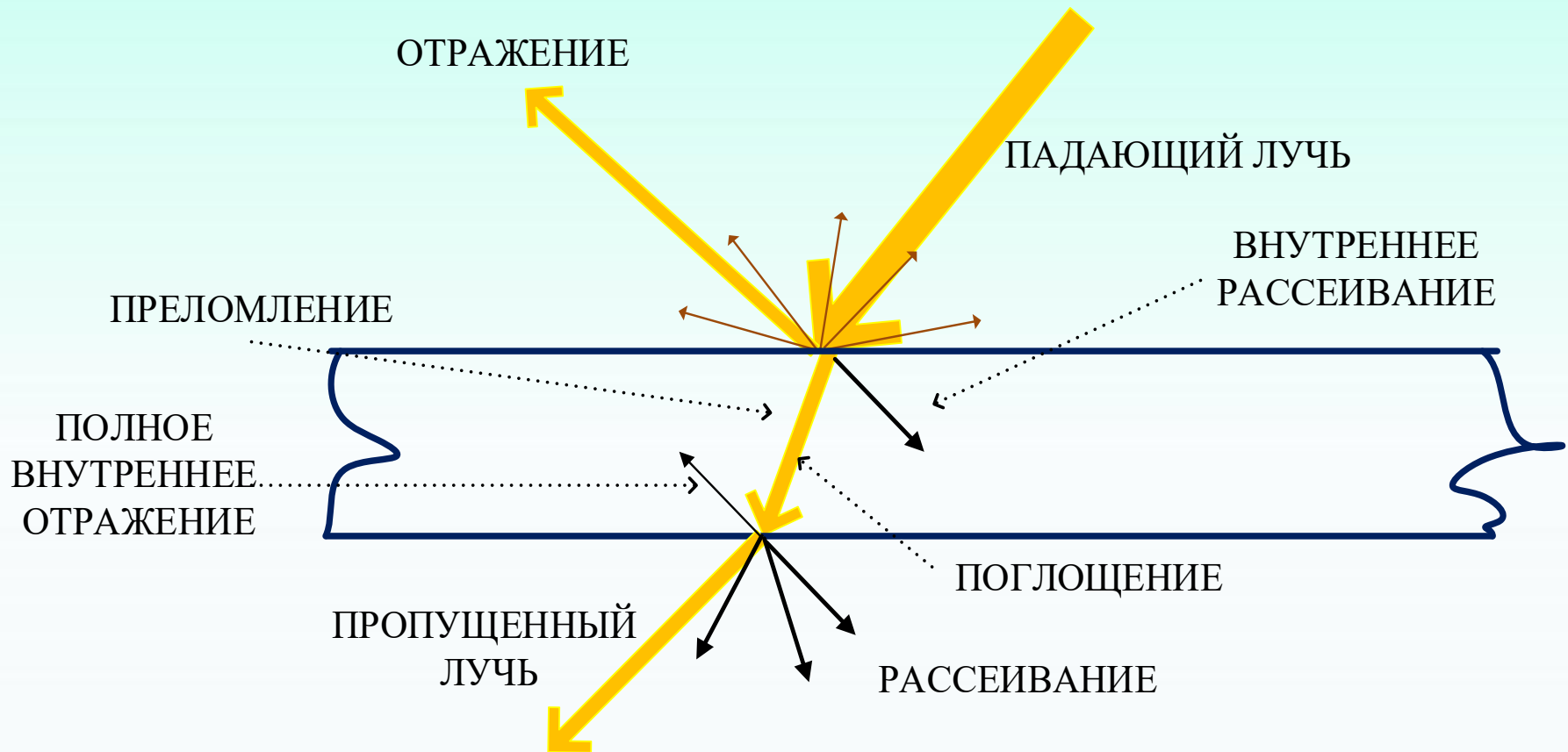
ЦВЕТ В КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ

Отраженный свет – это вторичный (наиболее важный в информационном смысле) свет, идущий от поверхности неизлучающего объекта и содержащий информацию о нем, а не об источнике света. Благодаря отраженному свету мы видим предметы, которые его отражают.

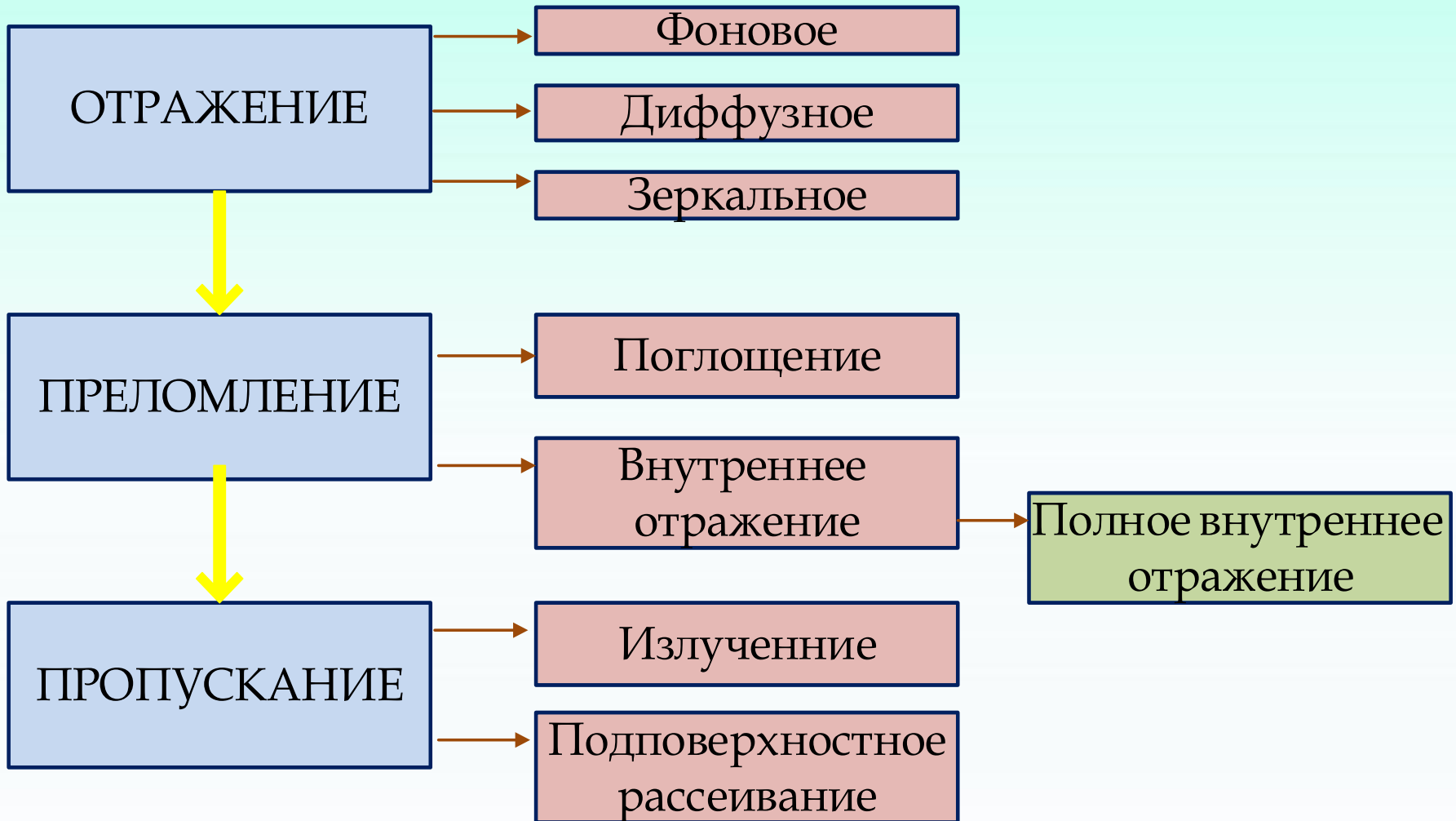
ЦВЕТ В КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ

Отраженный свет – представляет собой разность, полученную при вычитании спектра поглощения объекта из спектра излучения светила. Белый цвет характеризует полное отражение падающего света, а черный – полное его поглощение.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СВЕТА С ПОВЕРХНОСТЬЮ

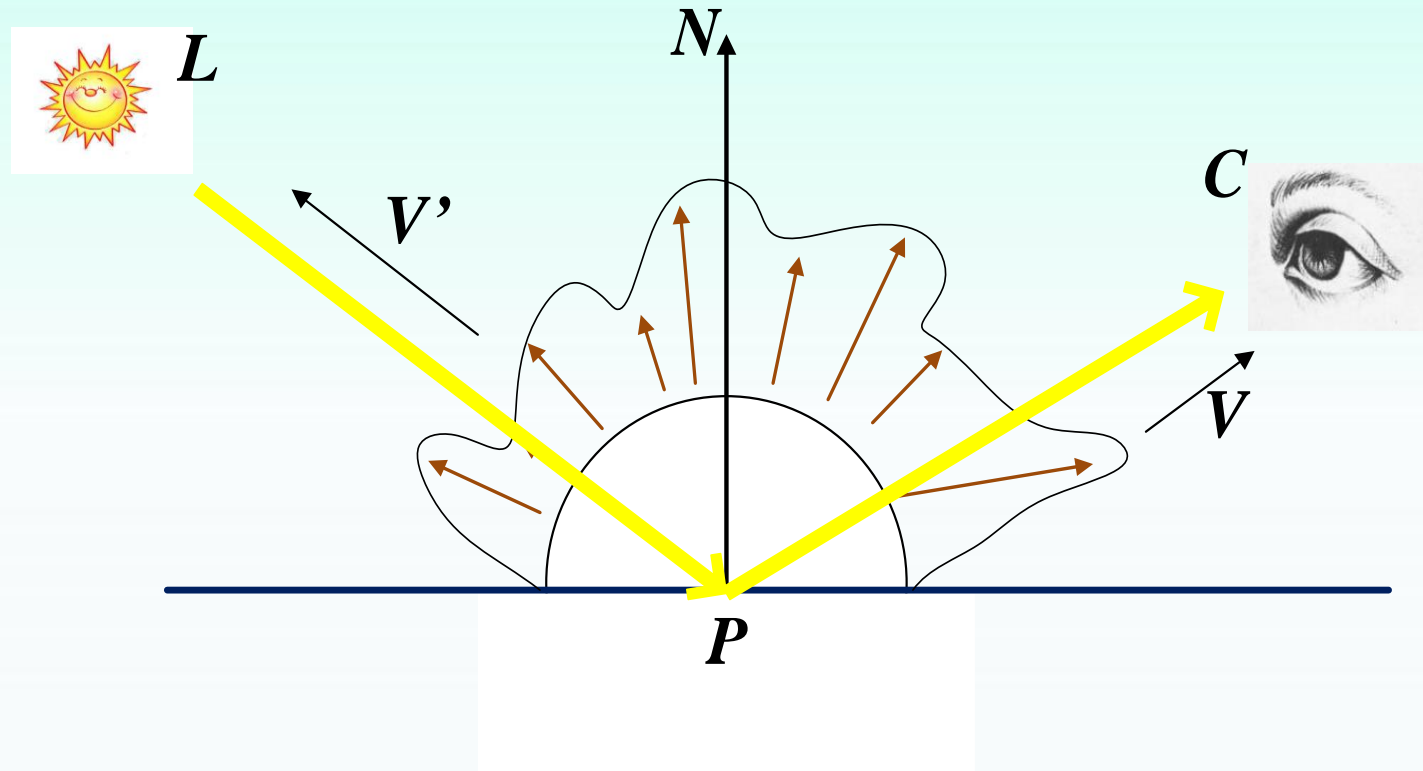


ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СВЕТА С ПОВЕРХНОСТЬЮ



ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СВЕТА С ПОВЕРХНОСТЬЮ.

УПРОЩЕНИЕ \rightarrow ТОЛЬКО ОТРАЖЕНИЕ



ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СВЕТА С ПОВЕРХНОСТЬЮ. ОТРАЖЕНИЕ

МАТЕРИАЛЫ

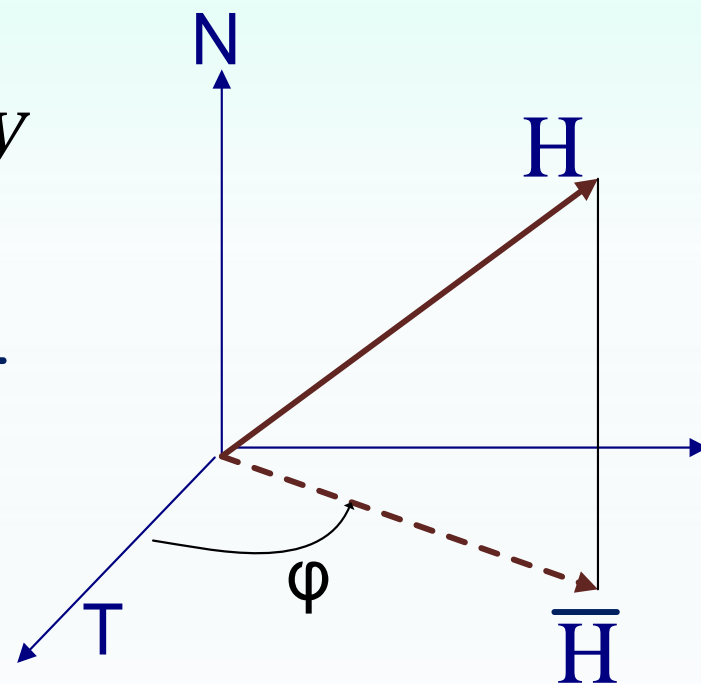
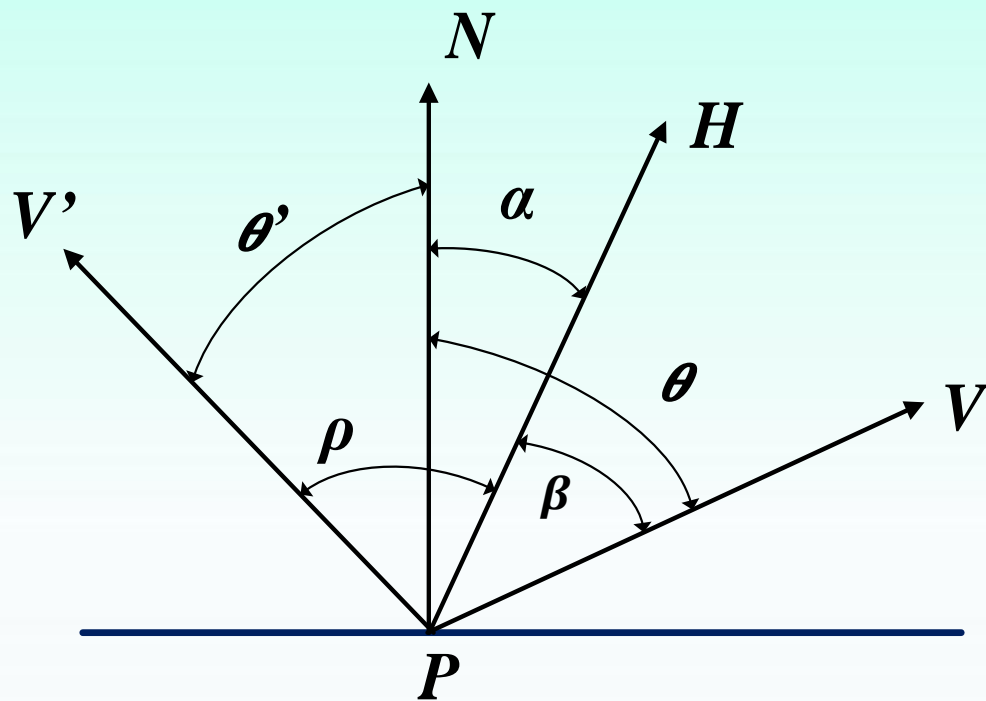
(с точки зрения отражения)

Обладающие зеркальным отражением

Диффузные (без бликов)

Со смешанным типом отражения

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СВЕТА С ПОВЕРХНОСТЬЮ. ОТРАЖЕНИЕ



ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СВЕТА С ПОВЕРХНОСТЬЮ. ОТРАЖЕНИЕ

N – нормаль к поверхности

T – касательный вектор к поверхности

V' – входящее направление света

V – исходящее направление света

H – биссектриса между V и V'

Все вектора
единичные.

Тогда:

$$\alpha = \arccos(\langle H, N \rangle)$$

$$\beta = \arccos(\langle H, V \rangle)$$

$$\theta = \arccos(\langle V, N \rangle)$$

$$\theta' = \arccos(\langle V', N \rangle)$$

$$\varphi = \arccos(\langle T, \bar{H} \rangle)$$

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СВЕТА С ПОВЕРХНОСТЬЮ. ОТРАЖЕНИЕ

BRDF

Bidirectional Reflectance Distribution
Function

ДФОС

двунаправленная функция отражательной
способности

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СВЕТА С ПОВЕРХНОСТЬЮ. ОТРАЖЕНИЕ

$$L_{\lambda}(P, V) = \int_{2\pi} R_{\lambda}(P, V, V') L_{\lambda}(P, -V') (\cos \theta) dV'$$

$L_{\lambda}(P, V)$ - световой поток, отраженный от поверхности в точке P в направлении V

$L_{\lambda}(P, V')$ - световой поток, падающий на поверхность в точке P с направления V'

$R_{\lambda}(P, V, V')$ - **BRDF** в точке P для направлений V и V'

dV' - элементарный телесный угол вдоль V'

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СВЕТА С ПОВЕРХНОСТЬЮ. ОТРАЖЕНИЕ

Дискретная BRDF

От n источников излучения

$$L_{\lambda}(P, V) = \sum_{i=1}^n S_{\lambda}(P, V, V_i) L_{\lambda}(P, -V_i')$$

$L_{\lambda}(P, V)$ – световая энергия, отраженная от поверхности в точке P в направлении V

$L_{\lambda}(P, -V_i')$ – световая энергия, падающая на поверхность в точке P из направления V_i

$S_{\lambda}(P, V, V_i')$ – значение BRDF в точке P для направлений V и V_i'

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СВЕТА С ПОВЕРХНОСТЬЮ.

ДАЛЬНЕЙШЕЕ УПРОЩЕНИЕ

Основано на положениях фотометрии:

- Рассеивание (фоновое),
- Отражение (диффузное, зеркальное)
- Поглощение, Пропускание

ЭНЕРГИЯ ПАДАЮЩАЯ =
СУММА РАССЕЯННАЯ +
ОТРАЖЕННАЯ +
ПОГЛАЩЕННАЯ +
ПРОПУЩЕННАЯ



ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СВЕТА С ПОВЕРХНОСТЬЮ.

ДАЛЬНЕЙШЕЕ УПРОЩЕНИЕ

Сумма коэффициентов рассеяния и коэффициентов отражения, поглощения и пропускания равна единице.

The diagram shows the equation $K_a + K_d + K_m + K_{absorb} + K_{transmit} = 1$. A blue arrow points from the word "Рассеивание" (Scattering) to the term K_a . A blue bracket groups the terms K_d and K_m , with the word "Отражение" (Reflection) written below it. The entire equation is crossed out with a large red 'X'.

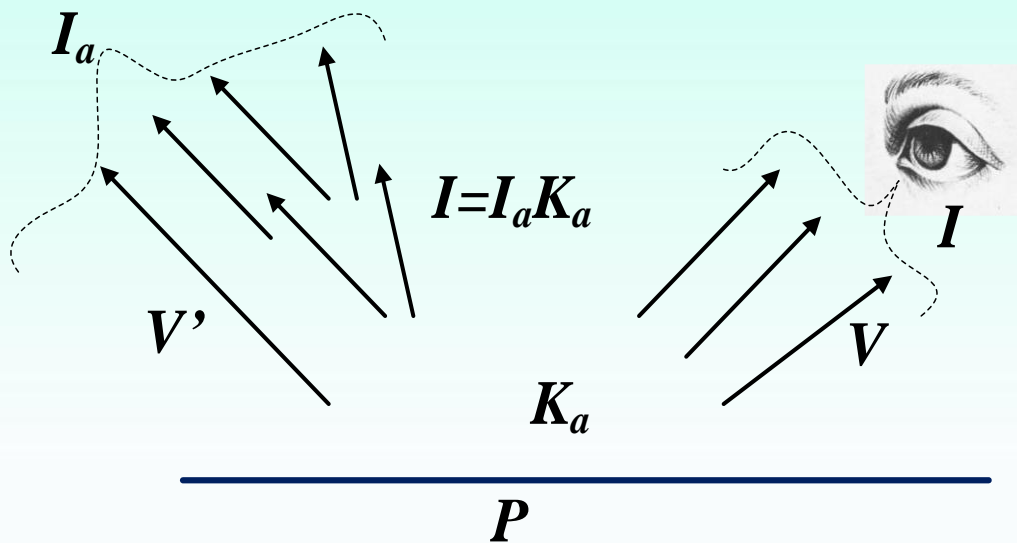
$$K_a + K_d + K_m + K_{absorb} + K_{transmit} = 1$$

Рассеивание

Отражение

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СВЕТА С ПОВЕРХНОСТЬЮ. ОТРАЖЕНИЕ

Рассеянное (фоновое) освещение



Ambient light

$$I = I_a K_a$$

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СВЕТА С ПОВЕРХНОСТЬЮ. ОТРАЖЕНИЕ

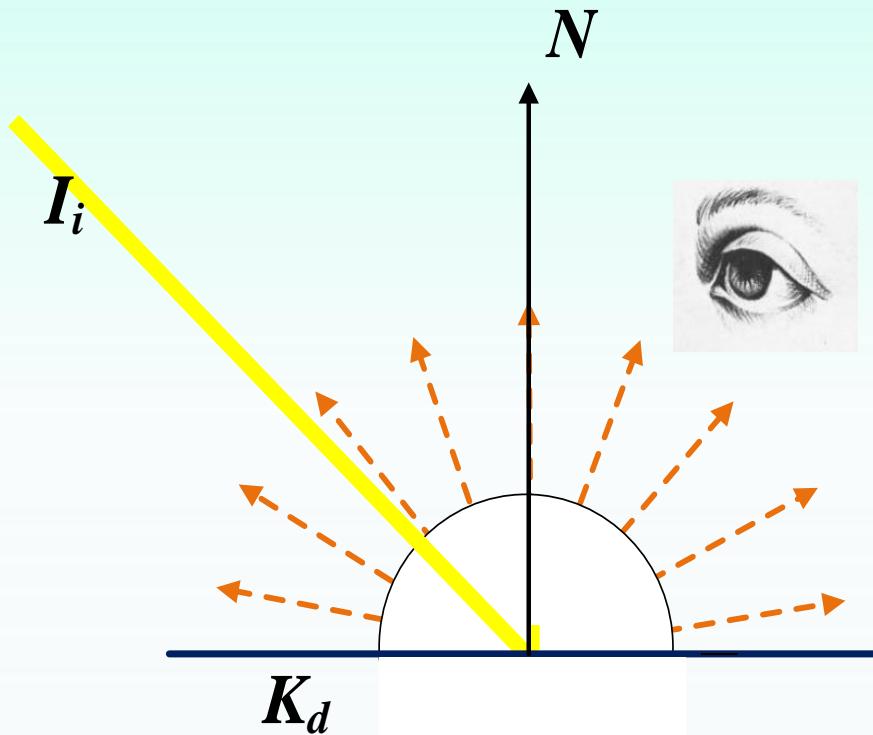
Диффузное отражение (Ламберта)

Идеальная диффузия :
BRDF

$$R_{\lambda}(P, V, V') = \frac{\rho}{\pi}$$

$0 \leq \rho \leq 1$ – альбедо

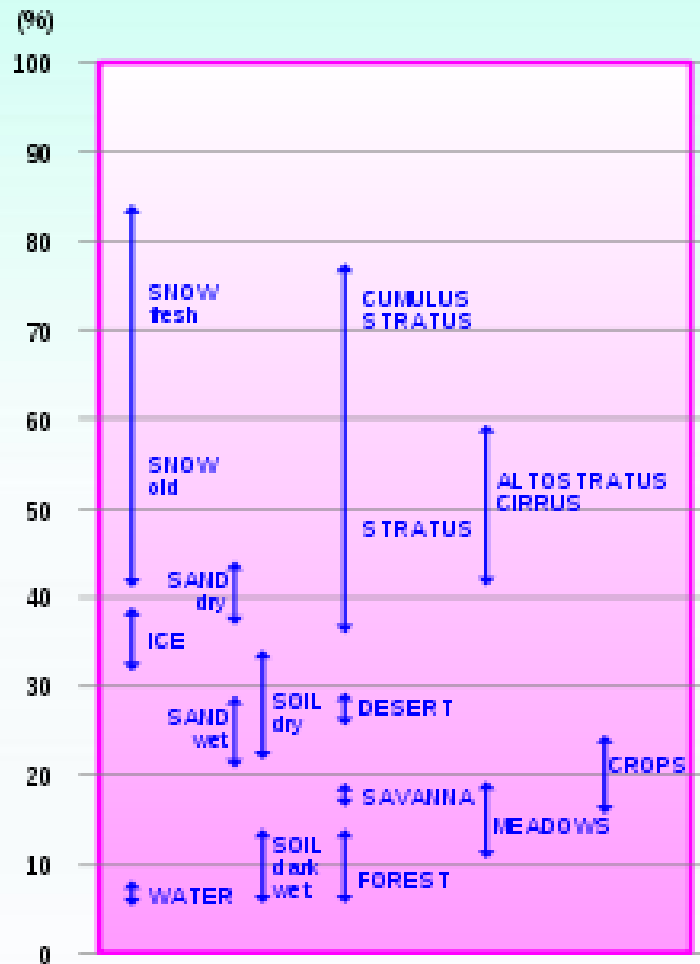
$$K_d \propto 1/\rho$$



Коэффициент поглощения K_d –
характеризует количество поглощенной энергии

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СВЕТА С ПОВЕРХНОСТЬЮ. ОТРАЖЕНИЕ

Диффузное отражение (Ламберта)

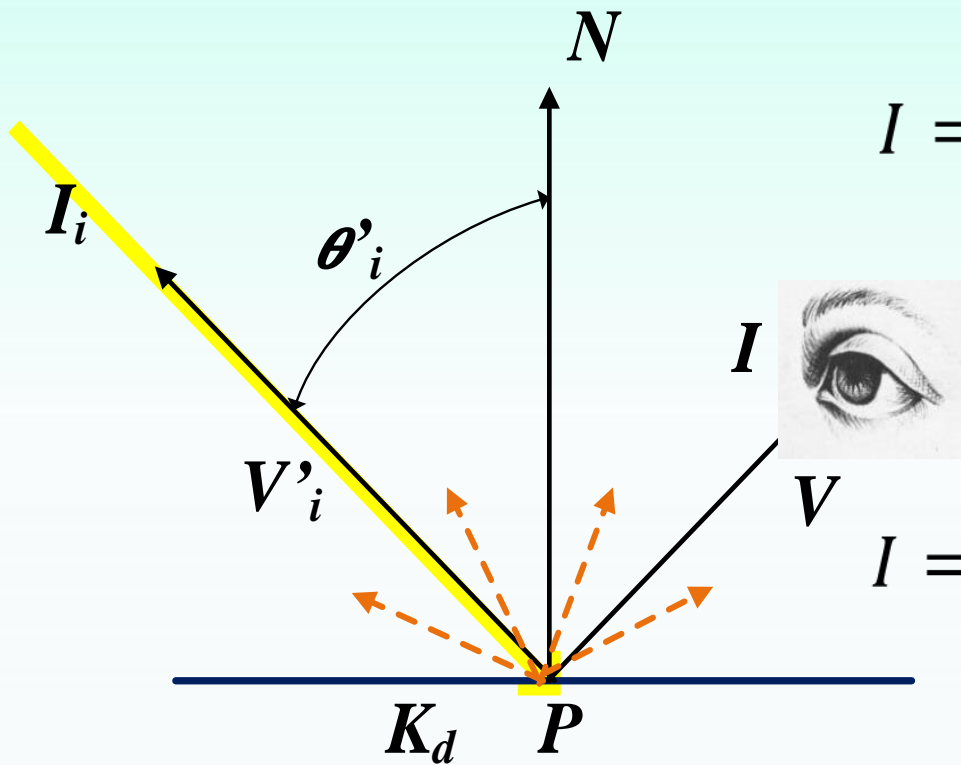


АЛЬБЕДО - коэффициент отражения характеризует количество отраженной энергии



ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СВЕТА С ПОВЕРХНОСТЬЮ. ОТРАЖЕНИЕ

Диффузное отражение (Ламберта)

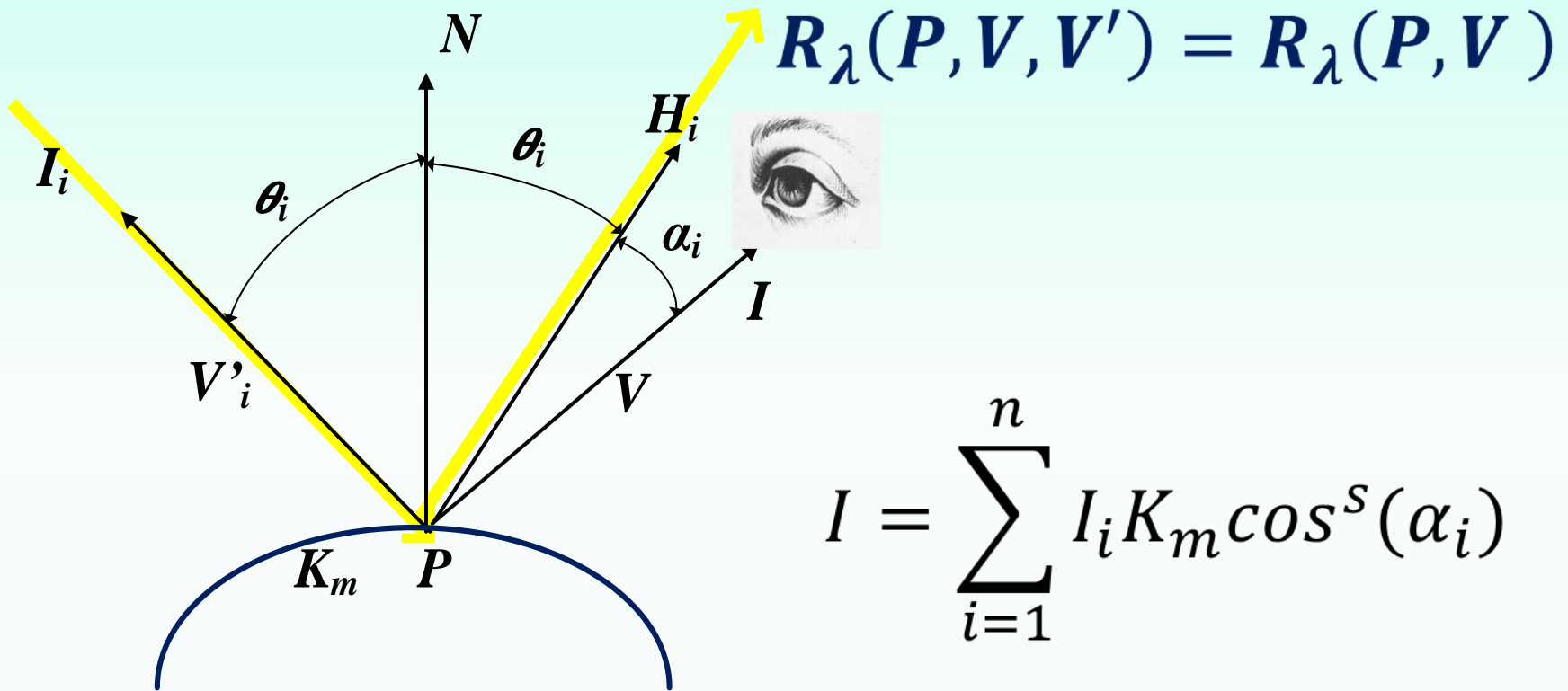


$$I = \sum_{i=1}^n K_d I_i \cos \theta'_i$$

$$I = I_a K_a + \sum_{i=1}^n K_d I_i \cos \theta'_i$$

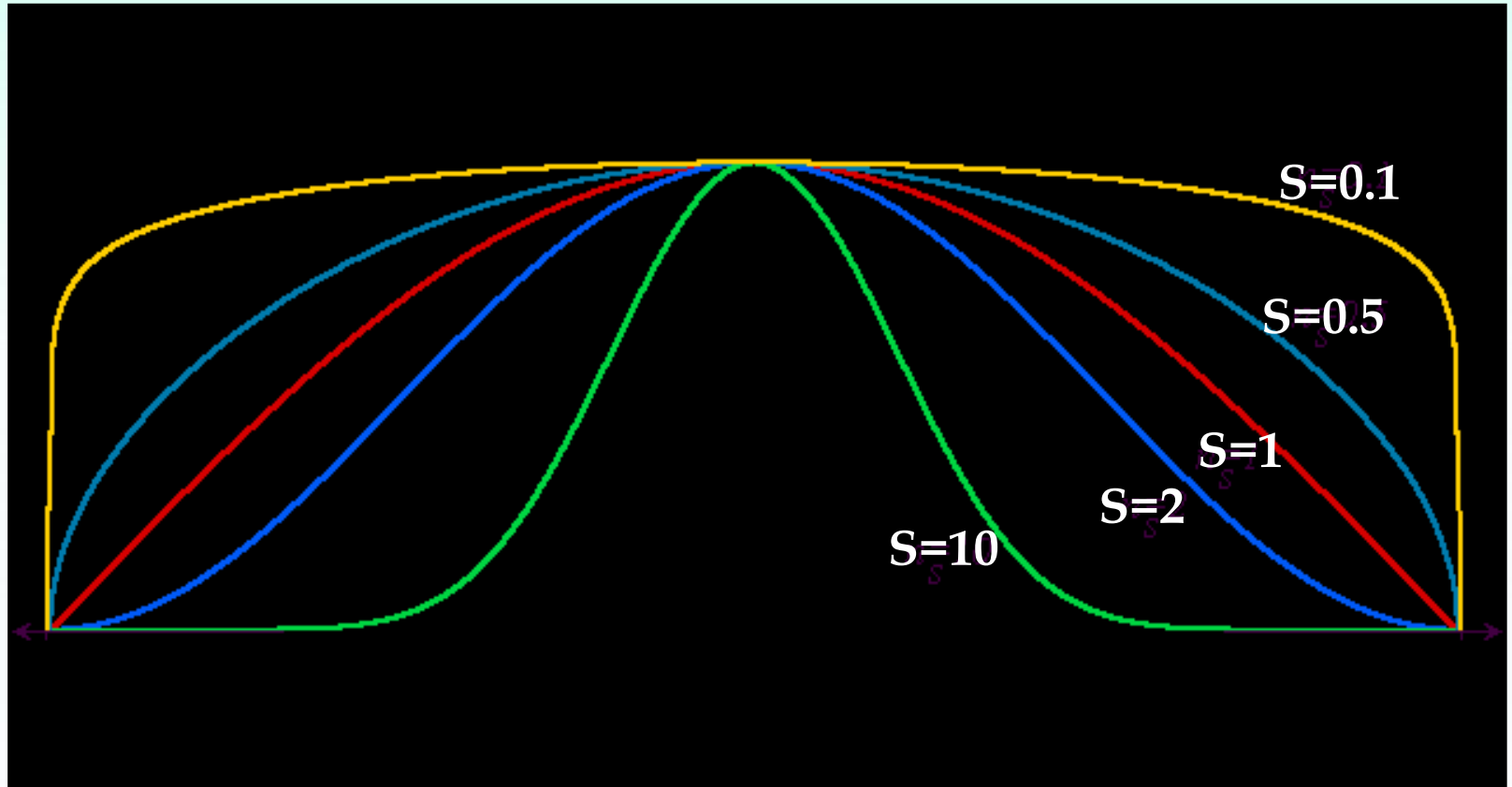
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СВЕТА С ПОВЕРХНОСТЬЮ. ОТРАЖЕНИЕ

Зеркальное отражение



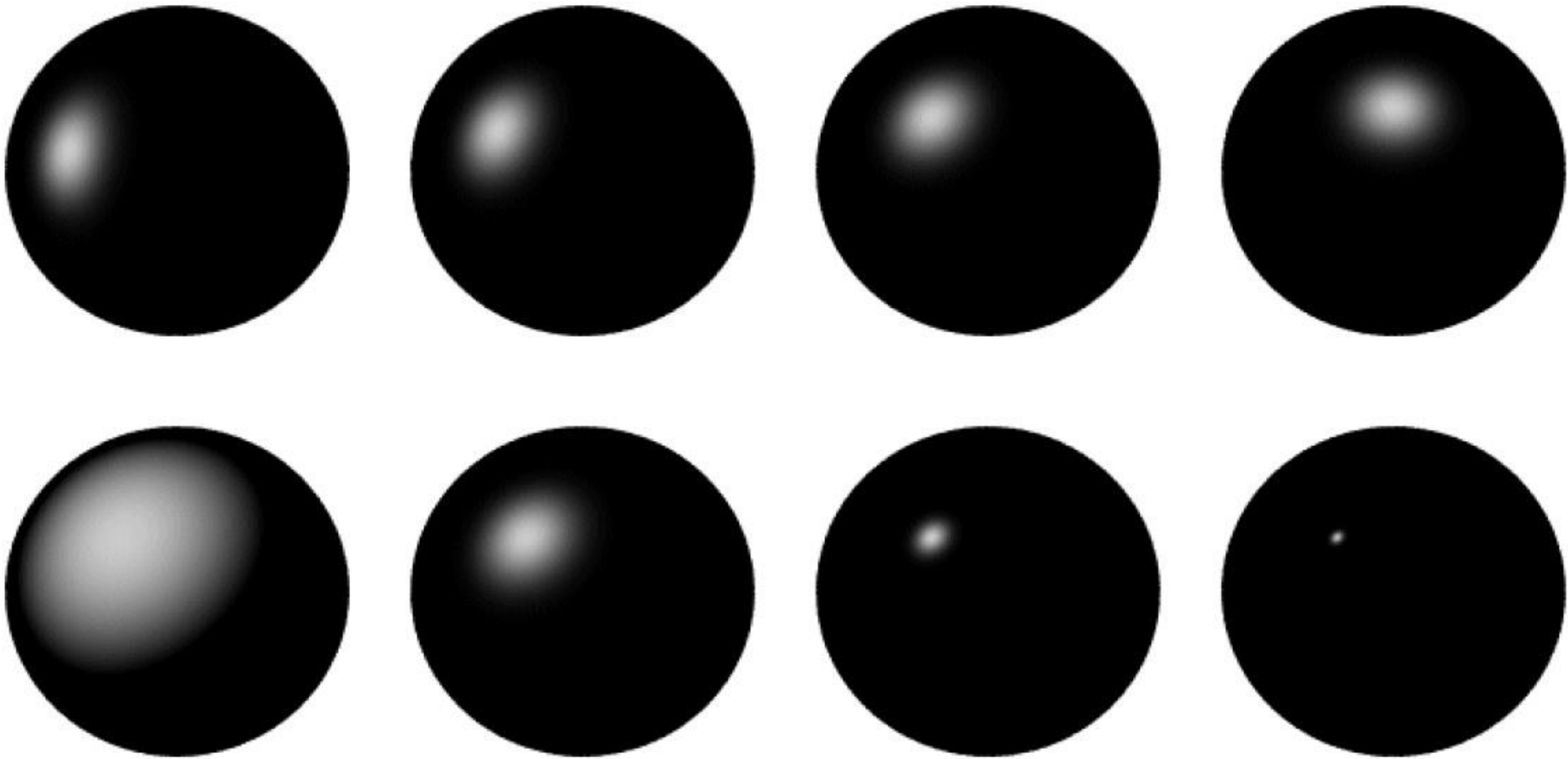
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СВЕТА С ПОВЕРХНОСТЬЮ. ОТРАЖЕНИЕ

Зеркальное отражение



ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СВЕТА С ПОВЕРХНОСТЬЮ. ОТРАЖЕНИЕ

Зеркальное отражение



ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СВЕТА С ПОВЕРХНОСТЬЮ. ОТРАЖЕНИЕ

Модель Фонга. Стандартная модель.

$$I = I_a K_a + \sum_{i=1}^n K_d I_i \cos(\theta'_i) + \sum_{i=1}^n K_m I_i \cos^s(\alpha_i)$$

$$I = I_a K_a + \sum_{i=1}^n I_i [K_d \cos(\theta'_i) + K_m \cos^s(\alpha_i)]$$

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СВЕТА С ПОВЕРХНОСТЬЮ. ОТРАЖЕНИЕ

Модель Фонга.

Модель с учетом расстояния.

$$I = I_a K_a + \sum_{i=1}^n \frac{I_i}{D_i^2 + k} [K_d \cos(\theta'_i) + K_m \cos^s(\alpha_i)]$$

D_i - расстояние до i -го источника света

Вопросы для самопроверки

ТЕМА: МОДЕЛИ ОСВЕЩЕННОСТИ

1. Физические явления при взаимодействии освещения с телом
2. ДФОС. Определение и основные свойства.
3. Фоновое освещение.
4. Диффузное отражение.
5. Зеркальное отражение.
6. Стандартная модель с учетом расстояния

Литература:

https://uk.m.wikipedia.org/wiki/Модель_віддзеркалення_Фонга

http://compgraph.tpu.ru/Meth_Fill.htm

<https://www.youtube.com/watch?v=gFZqzVQrw84>

END # 5