Расчет освещения *I* в точке *O* (см. Рис 1.).

Поверхность из материала с параметрами *m*, освещается источником света с характеристиками *l*.

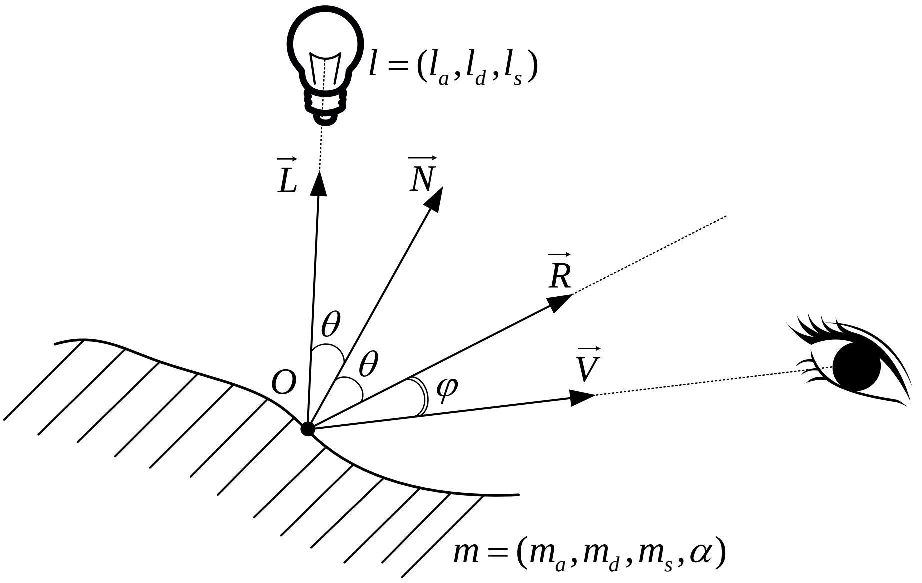

Рис 1. Модель освещения по Фонгу

$$I = I_a + I_d + I_s,$$

где I_a, I_d, I_s – фоновая, рассеянная и зеркальная составляющая освещения в точке O (см. рис. 2).

$$I_a = m_a \cdot l_a,$$

$$I_d = m_d \cdot l_d \cdot \cos(\vec{N} \wedge \vec{L}),$$

$$I_s = m_s \cdot l_s \cdot \cos^a(\vec{V} \wedge \vec{R}),$$

где $\vec{N}$ – нормальный вектор к поверхности в точке O, $\vec{L}$ – направление на источник освещения, $\vec{V}$ – направление на наблюдателя, $\vec{R}$ – отражение вектора $\vec{V}$ относительно нормали.

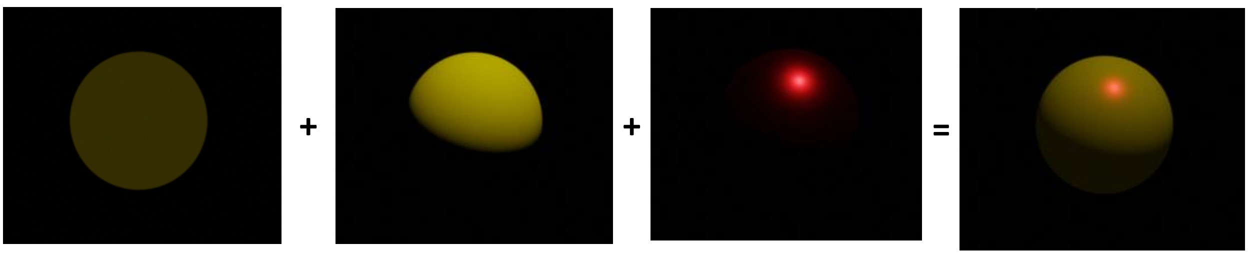

Рис 2. Компоненты освещения

Поиск нормали к полигону *ABC*

Так как полигон задан набором точек (минимум тремя), то поиск нормали к полигону сводится к поиску нормали $\vec{n}$ к любому треугольнику *ABC*, построенному из точек этого полигона.

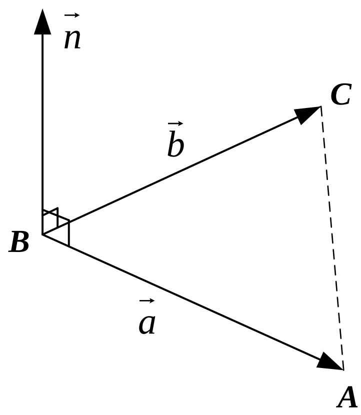

Рис. 3. Нормаль к треугольнику

Для любой пары векторов, идущих из одной точки, их **векторное** произведение даст вектор, перпендикулярный к плоскости, в которой расположены вектора.

$$\vec{n} = \vec{a} \times \vec{b}.$$

Обратите внимание, что векторное произведение обладает свойством антикоммутативности:

$$!! \quad \vec{a} \times \vec{b} = -(\vec{b} \times \vec{a}) \quad !!$$

Поиск второго произведения можно выполнить через поиск определителя:

$$\vec{n} = \vec{a} \times \vec{b} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \end{vmatrix} = \vec{i}\,(a_y b_z - b_y a_z) + \vec{j}\,(-a_x b_z + b_x a_z) + \vec{k}\,(a_x b_y - b_x a_y),$$

где $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ –орты, отложенные на осях x, y, z соответственно. Таким образом, координаты нормального вектора будут определяться так:

$$n_x = a_y b_z - b_y a_z,$$
$$n_y = -a_x b_z + b_x a_z,$$
$$n_z = a_x b_y - b_x a_y$$

(!!!) После нахождения координат нормального вектора его нужно нормализовать, т.е. свести к единичной длине не изменив направление. Для этого нужно разделить все его координаты на его длину.

Рассмотрим пример задания нормалей для цепочки из трех полигонов. (рис. 4)

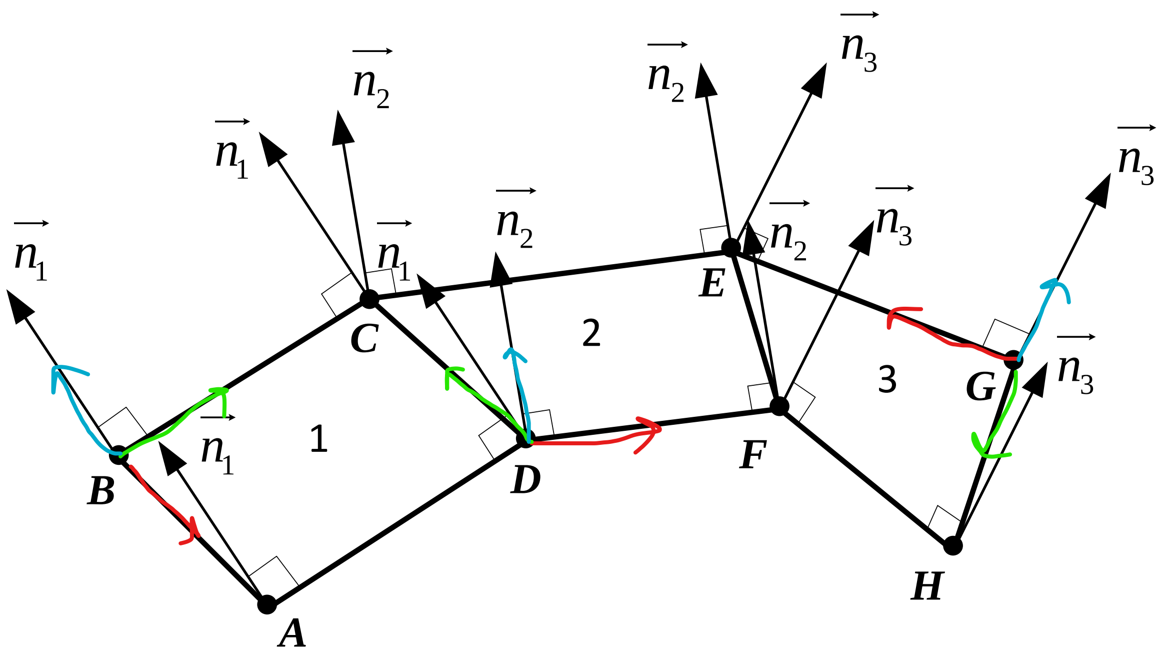

Рис 4. Цепочка из трех полигонов и нормали к ним

Шаг 1. Для полигона *ABCD* выделяем любой треугольник, например *ABC*.

Шаг 2. Считаем нормаль через векторное произведение векторов $\overrightarrow{\cancel{A}B}$ и $\overrightarrow{\cancel{C}B}$, нормализуем ее.
$\overrightarrow{BA}$ $\overrightarrow{BC}$

Шаг 3. Применяем нормально ко всем вершинам полигона *ABCD*. *(один вызов функции glNormal3d с координатами нормального вектора,* ***перед*** *рисованием этих вершин)*

Шаг 4. Для полигона *CDEF* выделяем любой треугольник, например *CDF*.

Шаг 5. Считаем нормаль через векторное произведение пары векторов $\overrightarrow{\cancel{F}D}$ и $\overrightarrow{\cancel{C}D}$, нормализуем ее.
$\overrightarrow{DF}$ $\overrightarrow{DC}$

Шаг 6. Применяем нормально ко всем вершинам полигона *CDEF*.

Шаг 7. Для полигона *EFHG* выделяем любой треугольник, например *EGH*.

Шаг 8. Считаем нормаль для пары векторов $\overrightarrow{E\cancel{G}}$ и $\overrightarrow{H\cancel{G}}$, нормализуем ее.
$\overrightarrow{GE}$ $\overrightarrow{GH}$

Шаг 9. Применяем нормально ко всем вершинам полигона *CDEF*.

Нужно быть очень аккуратным с выбором сторон для расчета нормалей, иначе она будет направлена в другую сторону. Вспоминаем правило правой руки. (рис 5)

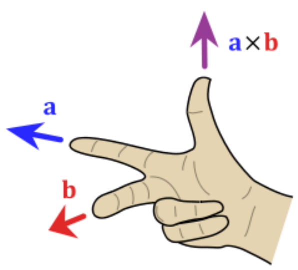

Рис 5. Правило правой руки