

Идеи по реализации трёхмерного движения)

1. Запишите матрицу A поворота точки с координатами (x, y) на плоскости вокруг начала координат.

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \end{bmatrix}$$

2. Что поменяется, если вам нужен поворот вокруг точки с координатами (p, q) ?
3. Напишите программу, которая будет вращать точку, например, так: [ссылка](#).
Удобно реализовать для этого функцию `rotate`, как метод класса `Point`.
4. Опишите подходящий класс для хранения грани, например, храня набор вершин, перечисленных в определённом порядке обхода границы (по или против часовой стрелки). Реализуйте функцию `rotate`, как метод этого класса.
5. Проверьте, что на плоскости всё работает (например, многоугольник вращается вокруг начала координат или какой-то другой точки). Примерно так: [ссылка](#).
6. Добавим *3d*. Теперь можно вращать вокруг трёх осей (в трёх плоскостях: $x = \text{const}, y = \text{const}, z = \text{const}$).

Задайте углы вращения вокруг всех трёх осей $\alpha_x, \alpha_y, \alpha_z$. Напишите для каждого из трёх углов свою матрицу поворота (в каждой будут только 4 ненулевых элемента, похожие на те, что было в матрице поворота на плоскости).

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \end{bmatrix}$$

Чтобы вращать свою фигуру вокруг нескольких осей, надо умножить вектор с координатами точки на соответствующие матрицы поворота.

7. Попробуйте покрутить плоскую фигуру (грань) в пространстве. Получится примерно так: [ссылка](#).
В примере грань освещается и интенсивность цвета зависит от угла между вектором наблюдатель-фигура и вектором нормали к грани (для этого нам надо, чтобы точки, определяющие грань всегда перечислялись в одном и том же порядке). Освещение можно пока не делать.
8. Опишите подходящий класс для хранения многогранника и напишите для него метод `rotate`.
9. Чтобы правильно показывать многогранник в пространстве, надо научиться определять — видна грань из точки наблюдателя или нет. Тут вам поможет угол между вектором нормали к грани и вектором из “центра” фигуры к точке наблюдателя.