



**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный технический университет  
имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)**

# **Разработка программного обеспечения, визуализирующего «Кубик Рубика», «Пирамидку Меффера»**

Студент: Климов Илья Сергеевич, группа ИУ7-52Б  
Научный руководитель: Шикуть Алла Васильевна

# Введение

- Кубик Рубика – одна из самых популярных головоломок в мире, была изобретена венгерским скульптором в 1974 году.
- Пирамидка Мефферта – головоломка, похожая на кубик Рубика, но имеющая форму правильного тетраэдра.
- Цель работы – создать программный продукт, визуализирующий «Кубик Рубика», «Пирамидку Мефферта» и позволяющий собирать их.



# Алгоритмы удаления невидимых поверхностей

- Рассмотрены следующие алгоритмы:
  - 1) алгоритм Робертса (состоит из двух этапов);
  - 2) алгоритм художника;
  - 3) алгоритм Z-буфера.
- Для решения поставленной задачи составлен алгоритм, состоящий из двух этапов:
  - 1) первый этап алгоритма Робертса – удаление нелицевых граней;
  - 2) алгоритм художник – при повороте грани.

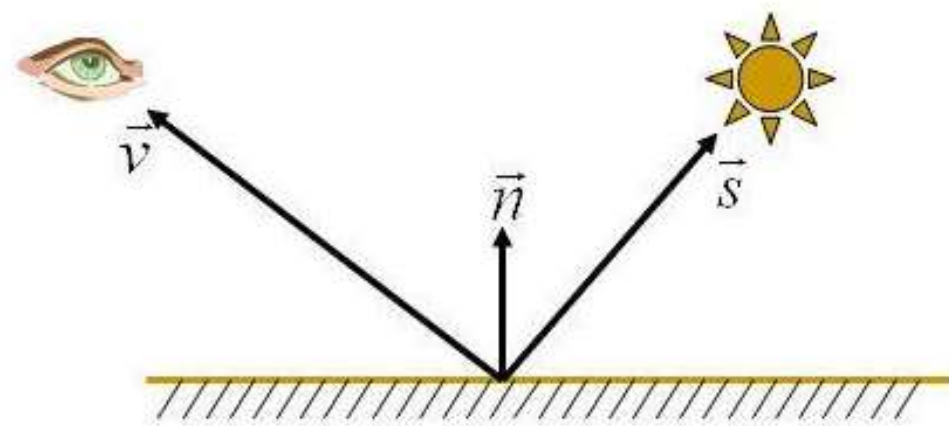
# Метод закрашивания

Выбрана простая модель освещения, в которой уровень освещенности находится по закону Ламберта:

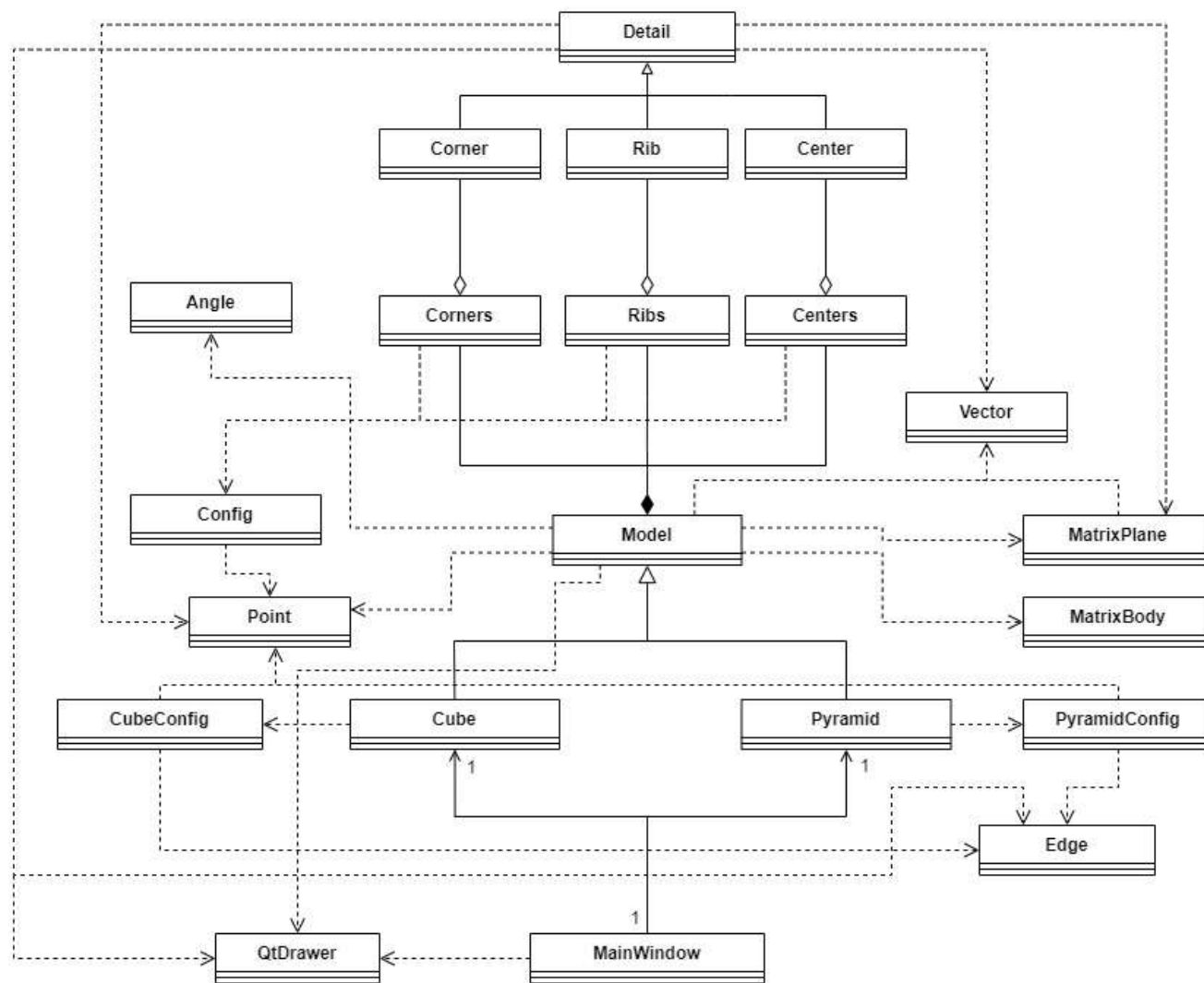
$$I = I_0 \cos(\alpha),$$

где  $I_0$  – максимальный уровень освещенности;

$\alpha$  – угол между  $\mathbf{n}$  и  $\mathbf{S}$ .



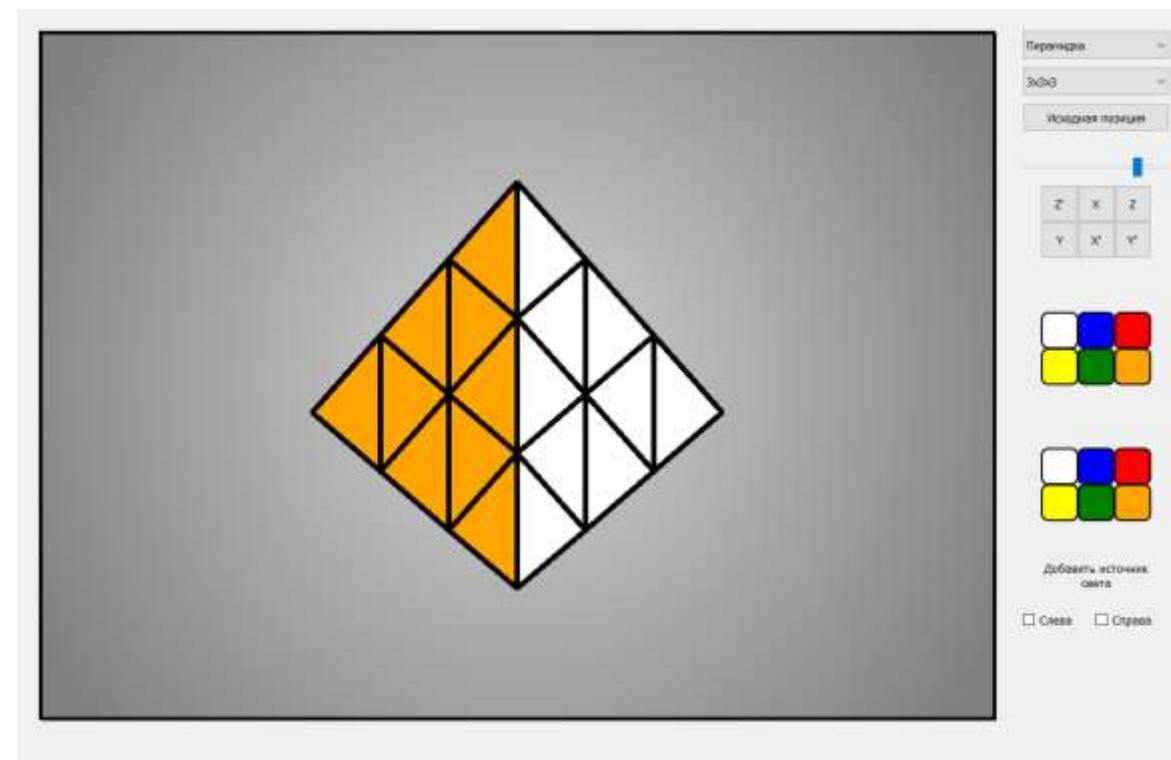
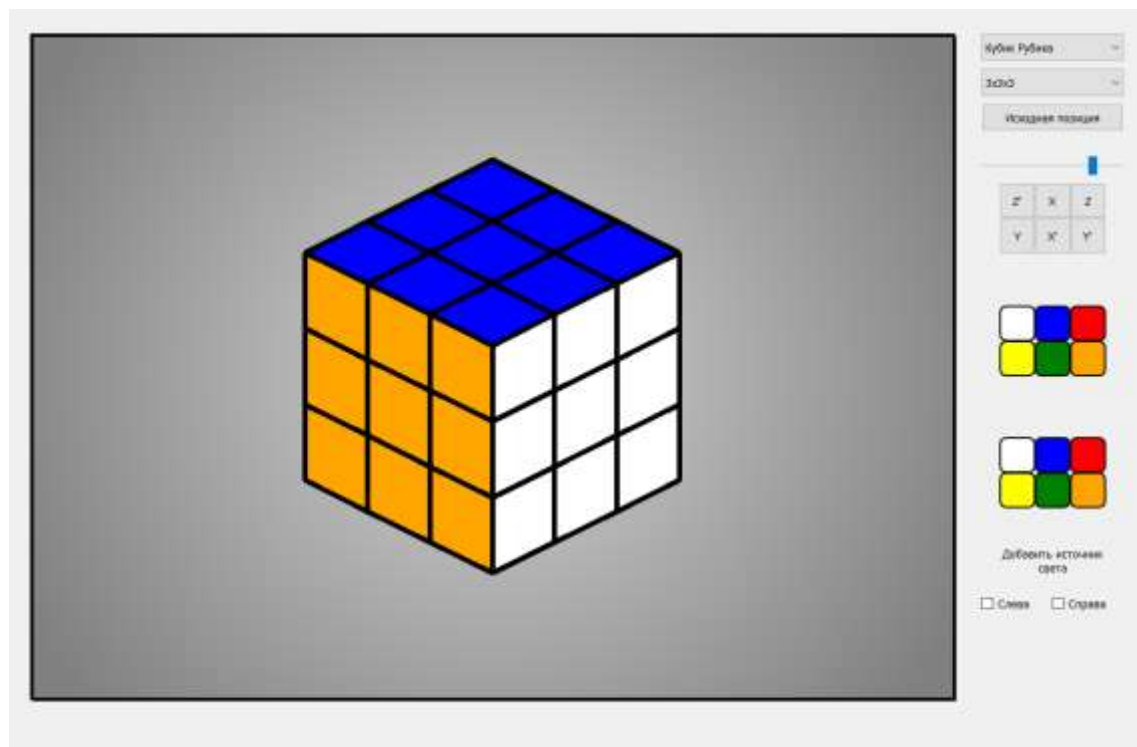
# Диаграммы классов



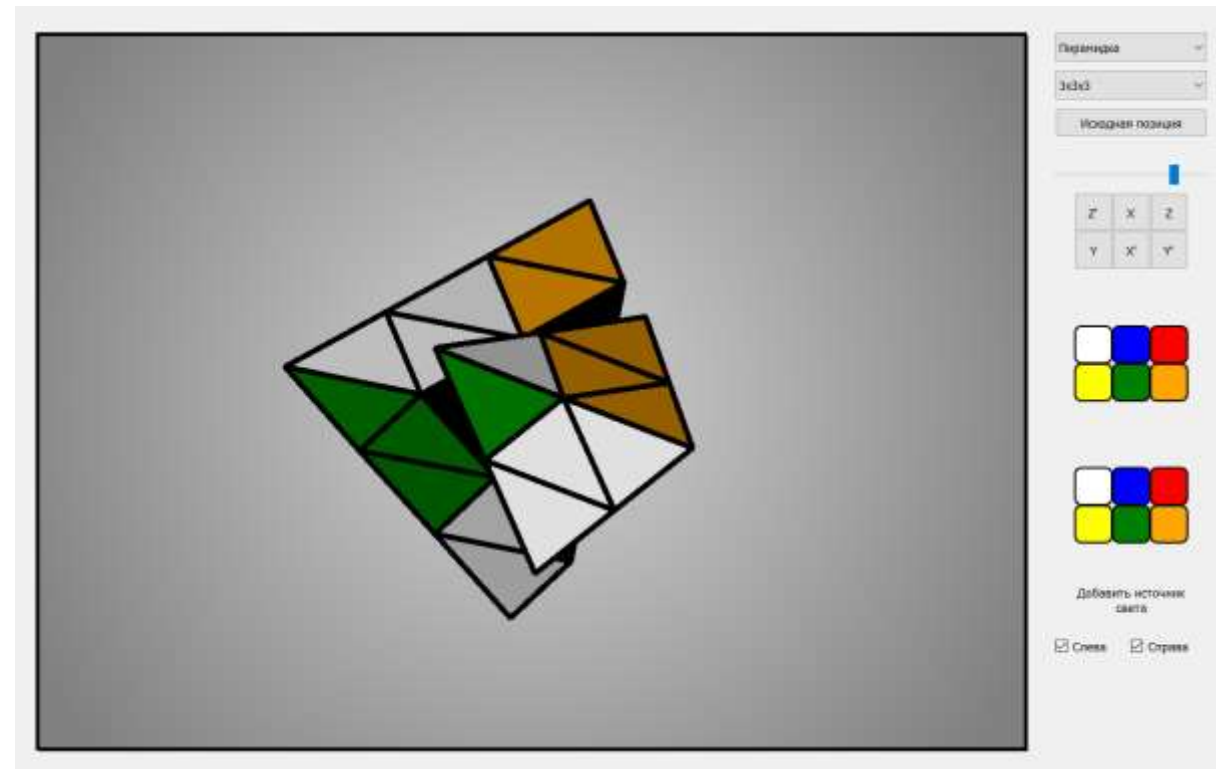
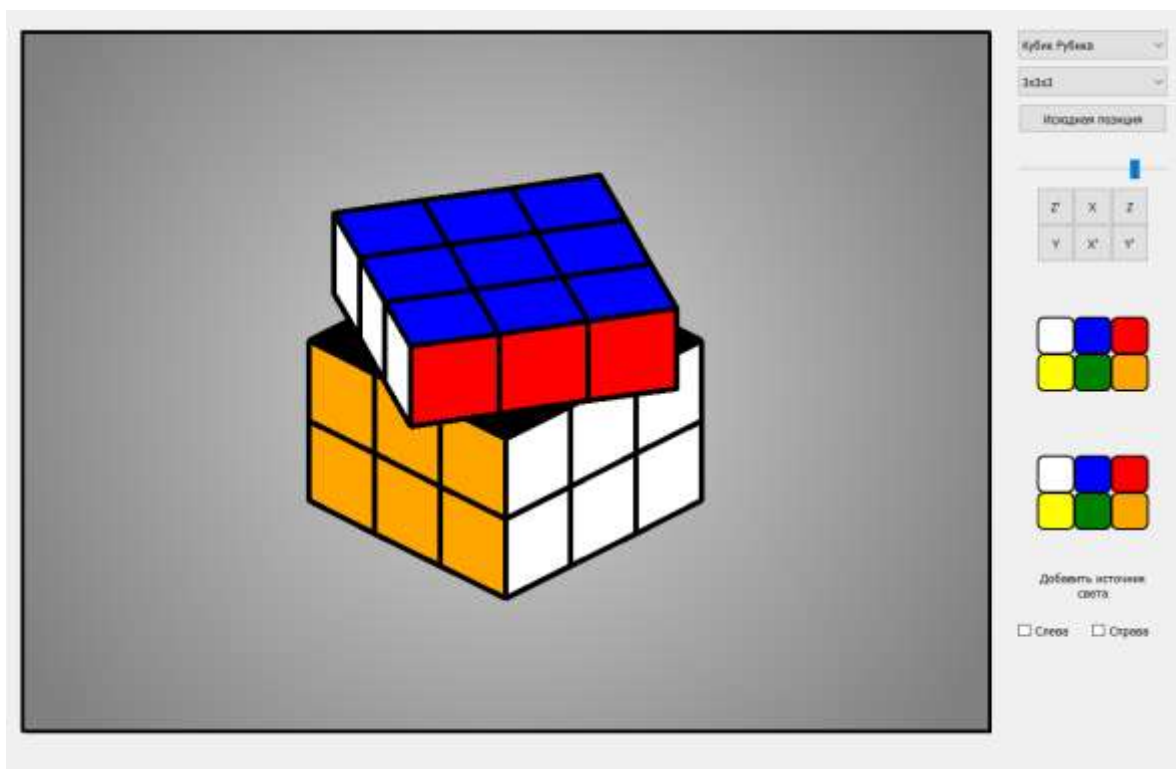
# Инструменты для реализации и исследования

- Для реализации выбран язык программирования Python, который позволяет просто и гибко разрабатывать программный продукт.
- В качестве библиотеки для создания интерфейса выбрана библиотека PyQt5.
- Для замера времени выбрана библиотека time и функция process\_time(), которая возвращает процессорное время текущего процесса.

# Интерфейс разработанного приложения



# Примеры работы разработанного приложения





# Сравнительные таблицы времени поворота граней

Размерность	Без освещения	С освещением
2x2x2	0.297	0.328
3x3x3	0.344	0.390
4x4x4	0.375	0.453
5x5x5	0.484	0.563
6x6x6	0.578	0.688
7x7x7	0.703	0.781
8x8x8	0.797	0.922

Головоломка	Без освещения	С освещением
Кубик Рубика	0.359	0.375
Пирамидка Мефферта	0.438	0.469

# Вывод

- В результате проведенных экспериментов видно, что время поворота грани кубика Рубика растёт пропорционально его размерности (на 15-20%).
- Освещение замедляет скорость работы приблизительно на 20%. На больших размерностях время близко к одной секунде, что видно визуально.
- Поворот грани пирамидки Мефферта медленнее на 22%, так как несмотря на меньшее количество деталей, угол поворота на 30 градусов больше.
- Наличие освещения делает скорость медленнее приблизительно на 10%.

# Заключение

- В результате выполнения работы была достигнута поставленная цель – создан программный продукт, визуализирующий «Кубик Рубика», «Пирамидку Мефферта» и позволяющий собирать их. Также были решены все поставленные задачи.