



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)

---

## ПРЕЗЕНТАЦИЯ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ НА ТЕМУ:

### **Разработка программного обеспечения для моделирования упругих столкновений объектов в пространстве**

Дисциплина: Компьютерная графика

Студент: Рунов Константин Алексеевич ИУ7-54Б

Научный руководитель: Павельев Александр Анатольевич

Москва, 2023 г.

# Цель

Цель работы — разработка программы для моделирования упругих столкновений объектов в пространстве.

# Задачи

- ▶ Описать свойства объекта, которыми он должен обладать для моделирования его движения и столкновения с другими объектами.

# Задачи

- ▶ Описать свойства объекта, которыми он должен обладать для моделирования его движения и столкновения с другими объектами.
- ▶ Проанализировать существующие алгоритмы обнаружения коллизий и модели освещения и выбрать те из них, которые будут использованы при проектировании и разработке программы.

# Задачи

- ▶ Описать свойства объекта, которыми он должен обладать для моделирования его движения и столкновения с другими объектами.
- ▶ Проанализировать существующие алгоритмы обнаружения коллизий и модели освещения и выбрать те из них, которые будут использованы при проектировании и разработке программы.
- ▶ На формальном языке описать выбранные алгоритмы, а также общие алгоритмы работы программы.

# Задачи

- ▶ Описать свойства объекта, которыми он должен обладать для моделирования его движения и столкновения с другими объектами.
- ▶ Проанализировать существующие алгоритмы обнаружения коллизий и модели освещения и выбрать те из них, которые будут использованы при проектировании и разработке программы.
- ▶ На формальном языке описать выбранные алгоритмы, а также общие алгоритмы работы программы.
- ▶ Выбрать типы и структуры данных, которые будут использованы при разработке программы.

# Задачи

- ▶ Описать свойства объекта, которыми он должен обладать для моделирования его движения и столкновения с другими объектами.
- ▶ Проанализировать существующие алгоритмы обнаружения коллизий и модели освещения и выбрать те из них, которые будут использованы при проектировании и разработке программы.
- ▶ На формальном языке описать выбранные алгоритмы, а также общие алгоритмы работы программы.
- ▶ Выбрать типы и структуры данных, которые будут использованы при разработке программы.
- ▶ Разработать программное обеспечение для решения поставленной задачи.

# Задачи

- ▶ Описать свойства объекта, которыми он должен обладать для моделирования его движения и столкновения с другими объектами.
- ▶ Проанализировать существующие алгоритмы обнаружения коллизий и модели освещения и выбрать те из них, которые будут использованы при проектировании и разработке программы.
- ▶ На формальном языке описать выбранные алгоритмы, а также общие алгоритмы работы программы.
- ▶ Выбрать типы и структуры данных, которые будут использованы при разработке программы.
- ▶ Разработать программное обеспечение для решения поставленной задачи.
- ▶ Провести анализ зависимости времени генерации кадра от количества треугольников, из которых состоят модели объектов сцены; количества столкновений объектов сцены; количества вызовов функций графического ускорителя.



# Описание свойств объектов

Для визуализации объекта, он должен содержать следующую информацию.

- ▶ Геометрическая информация, какую форму имеет объект.

# Описание свойств объектов

Для визуализации объекта, он должен содержать следующую информацию.

- ▶ Геометрическая информация, какую форму имеет объект.
- ▶ Информация о местоположении в пространстве.

# Описание свойств объектов

Для визуализации объекта, он должен содержать следующую информацию.

- ▶ Геометрическая информация, какую форму имеет объект.
- ▶ Информация о местоположении в пространстве.
- ▶ Информация о цвете и/или текстуре объекта.

# Описание свойств объектов

Для моделирования движения и столкновения объектов, объекты должны содержать следующую информацию.

- ▶ Информация о «коллайдере».

# Описание свойств объектов

Для моделирования движения и столкновения объектов, объекты должны содержать следующую информацию.

- ▶ Информация о «коллайдере».
- ▶ Информация о физических свойствах объекта.

# Выбор алгоритмов обнаружения коллизий

Таблица: Сравнение алгоритмов обнаружения коллизий

	Алгоритм обнаружения коллизий сферы относительно сферы	Алгоритм AABB	Алгоритм OBB	Алгоритм GJK
Вычислительная нагрузка	1	1	2	3
Точность обнаружения коллизий у сложных объектов	3	3	2	1
Сложность реализации	1	1	2	3

Выбор: Алгоритм AABB

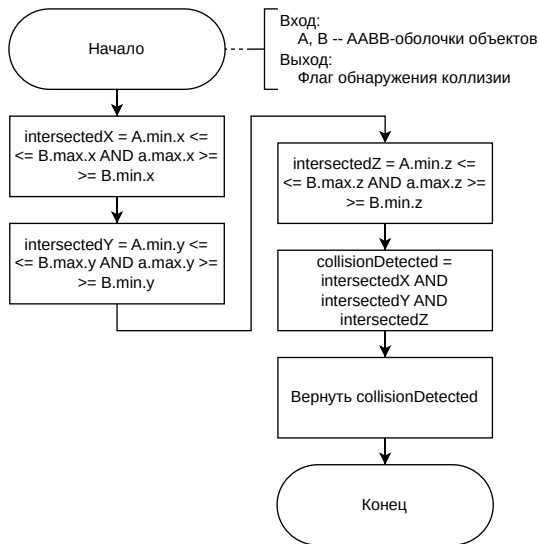
# Выбор модели освещения

Таблица: Сравнение моделей освещения

	Простая модель освещения	Модель освещения Гуро	Модель Фонга
Реалистичность изображения	3	2	1
Вычислительная нагрузка	1	2	3
Сложность реализации	1	2	2

Выбор: Модель Фонга

# Алгоритм AABV

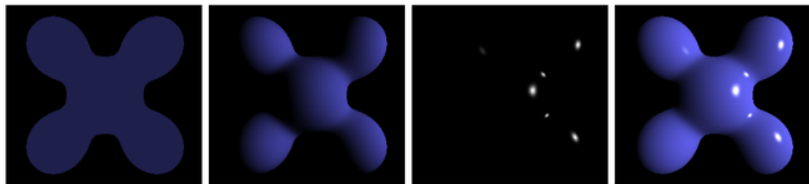




# Модель Фонга

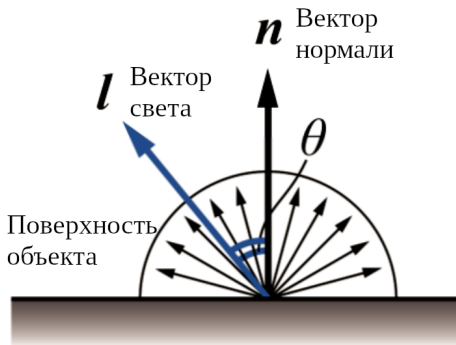
В модели освещения Фонга учитываются три составляющих отражённого света:

- ▶ Рассеянная.
- ▶ Фоновая.
- ▶ Зеркальная.



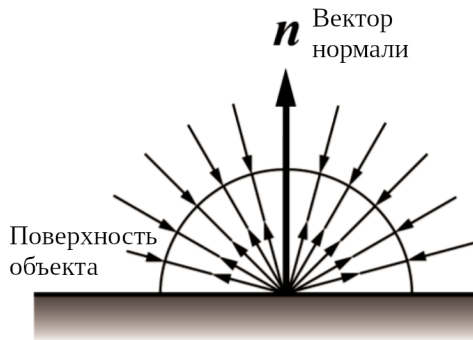
Фоновая + Рассеянная + Зеркальная = Модель Фонга

# Модель Фонга. Рассеянный свет



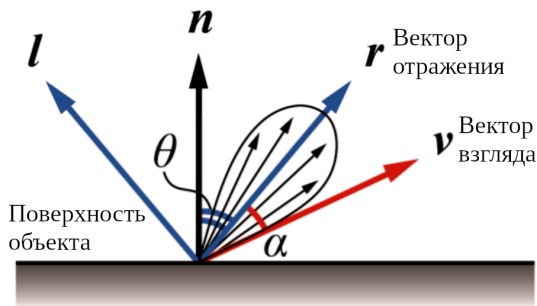
$$I_d = k_d I_l \cos \theta = k_d I_l |\mathbf{n} \cdot \mathbf{l}| \quad (1)$$

# Модель Фонга. Фоновое освещение



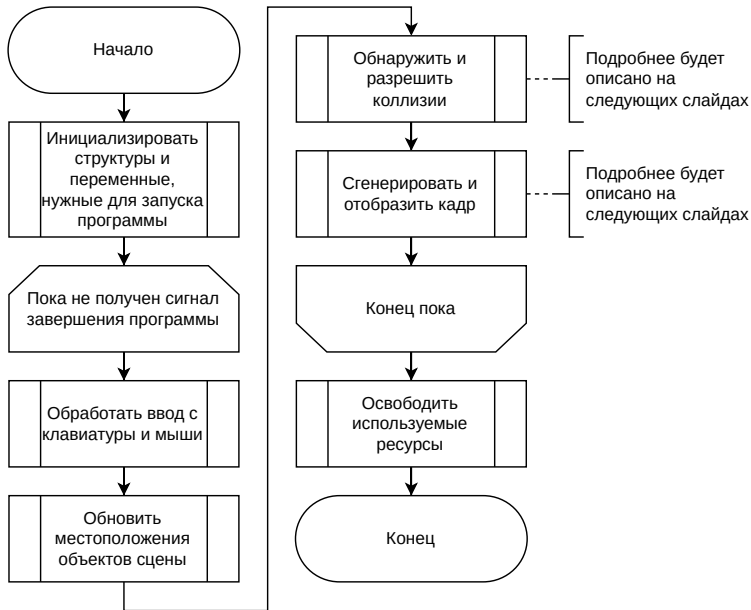
$$I_a = k_a I_0 \quad (2)$$

# Модель Фонга. Зеркальный свет



$$I_s = k_s I_l \cos^n \alpha = k_s I_l |\mathbf{r} \cdot \mathbf{v}|^n \quad (3)$$

# Общий алгоритм работы программы



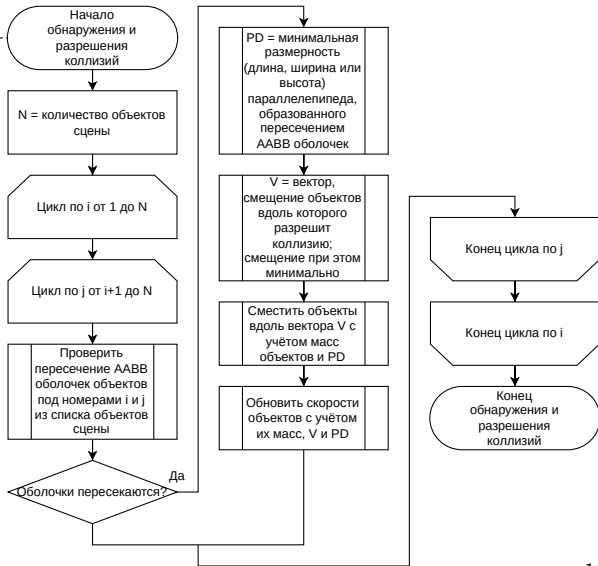
# Общий алгоритм обнаружения и разрешения коллизий

Вход:

- Время, прошедшее с момента генерации последнего кадра
- Список объектов сцены

Выход:

- Обновлённые параметры объектов сцены
- Разрешённые коллизии



# Общий алгоритм генерации и отображения кадра

Вход:

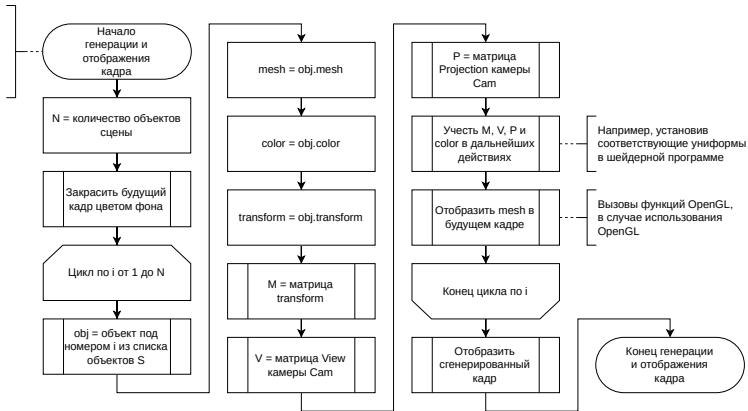
-- S -- сцена

-- Cam -- текущая камера

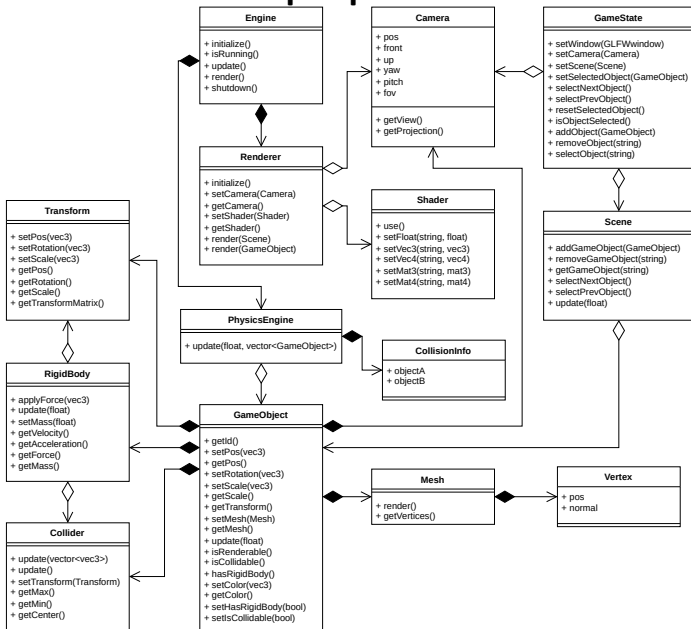
Выход:

-- Сгенерированный

и отображённый кадр

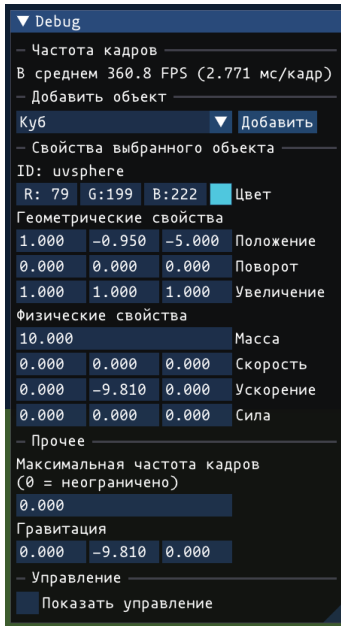
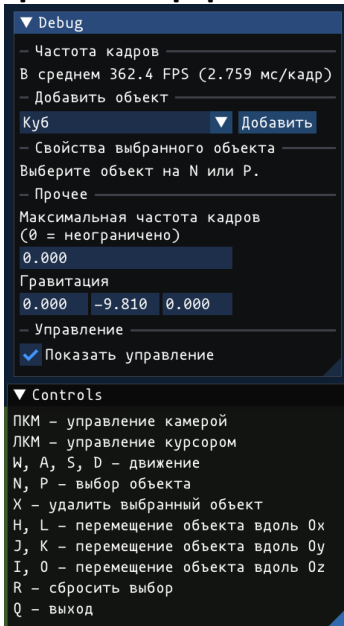


# Диаграмма классов разработанного ПО

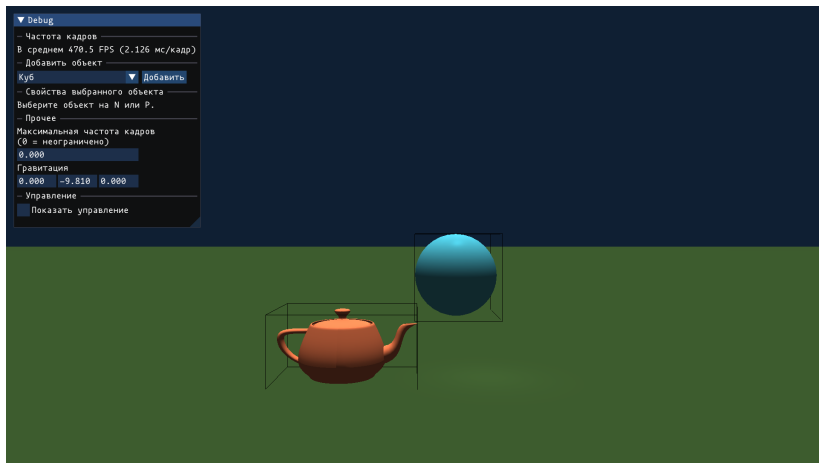




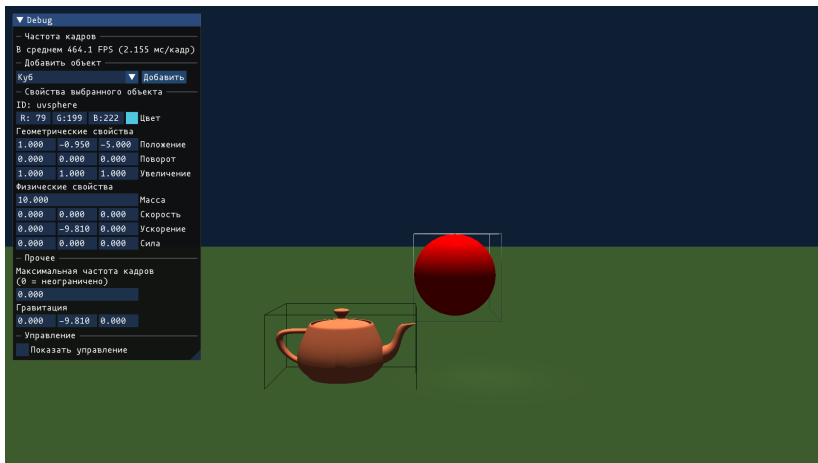
# Примеры интерфейса



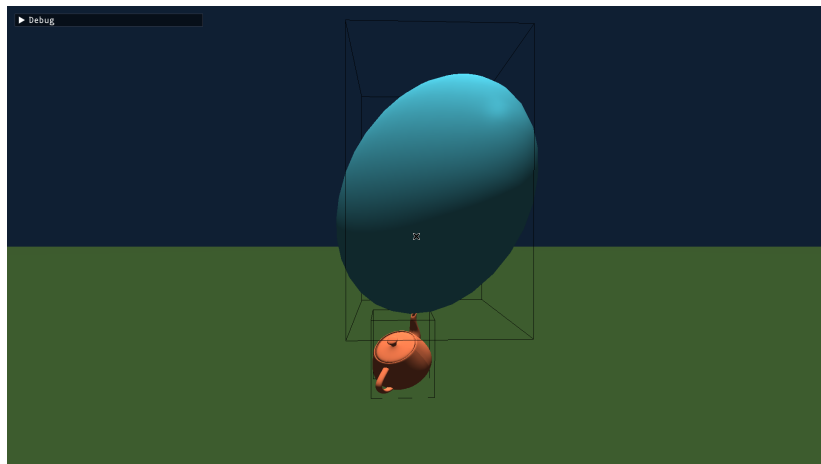
# Демонстрация работы программы. Начало работы



# Демонстрация работы программы. Выбор объекта

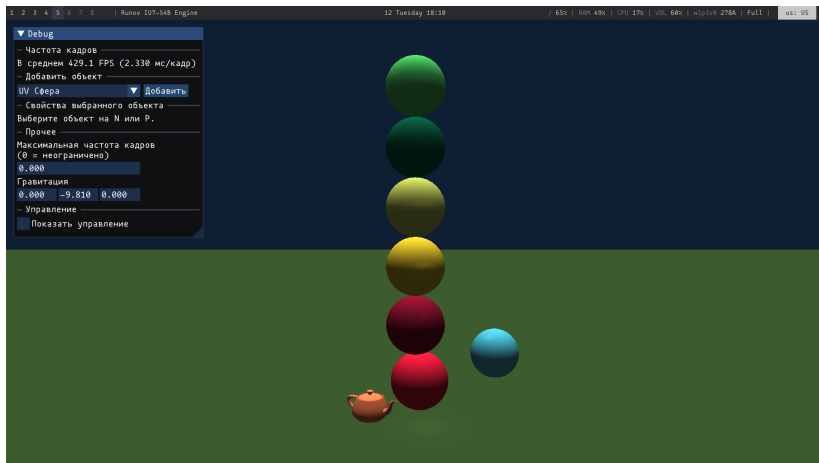


# Демонстрация работы программы. Изменение геометрических свойств объекта

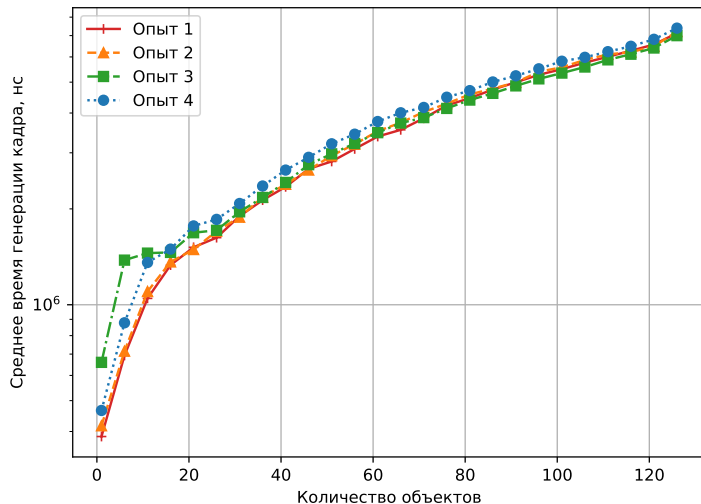


# Демонстрация работы программы.

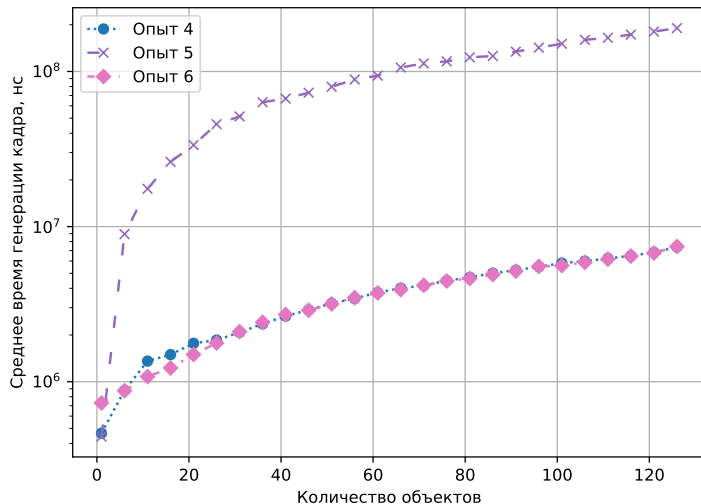
## Столкновения



# Зависимость времени генерации кадра от количества объектов



# Зависимость времени генерации кадра от количества объектов



# Заключение

В ходе выполнения данного курсового проекта, были

- ▶ Проанализированы существующие алгоритмы обнаружения коллизий и модели освещения.
- ▶ На формальном языке описаны выбранные алгоритмы, а также общие алгоритмы работы программы.
- ▶ Выбраны типы и структуры данных, которые были использованы при разработке программы.
- ▶ Разработано программное обеспечение для решения поставленной задачи.
- ▶ Проведён анализ зависимости времени генерации кадра от количества треугольников, из которых состоят модели объектов сцены; количества столкновений объектов сцены; количества вызовов функций графического ускорителя.

Все задачи для достижения цели были решены, и цель работы была достигнута.