

# **Визуализация мышечных сокращений**

Выполнил: Кузин Антон Андреевич группа ИУ7-52Б

Научный руководитель: Строганов Юрий Владимирович

# Цель и задачи работы

**Цель** – разработать программу, моделирующую мышечные сокращения.

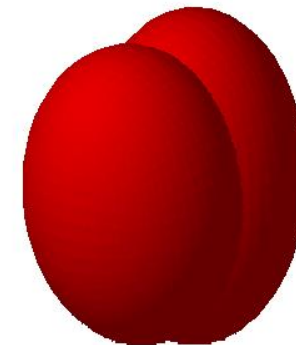
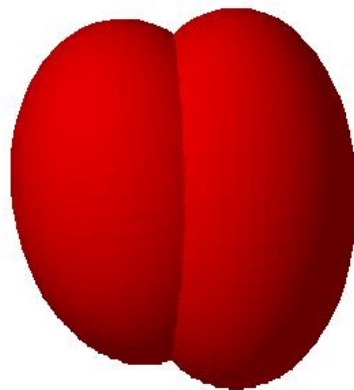
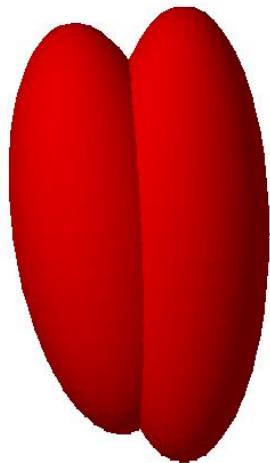
## **Задачи:**

1. Выбрать алгоритмы машинной графики, с помощью которых будет визуализирована трёхмерная сцена и построена анимация.
2. Выбрать метод для визуализации мышц.
3. Спроектировать архитектуру программы и структуры данных для хранения модели.
4. Реализовать выбранные алгоритмы.

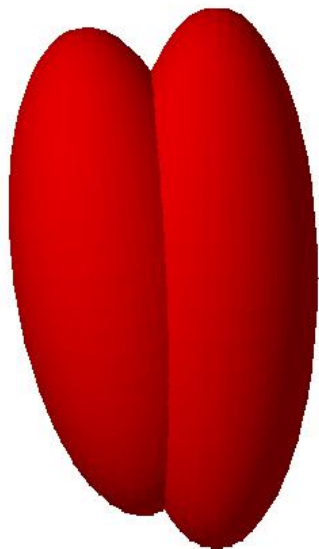
# Выбор метода моделирования мышц

Метод	Особенности		
	Учитывает силу сокращения	Моделирует изометрическое и изотоническое сокращение	Представляет возможность моделирования всех форм мышц
Использование деформируемых эллипсоидов	Нет	Да	Да
Обобщенная цилиндрическая модель	Нет	Да	Да
Mass-spring system	Да	Нет	Нет, только вытянутых
Метод конечных элементов	Да	Да	Да

# Изотоническое сокращение



# Изометрическое сокращение



# Выбор метода представления объекта в пространстве

Метод	Особенности		
	Информативность	Затраты памяти на хранение	Возможные дефекты
Каркасный	Только о ребрах объекта	Вершин и связей	Неизвестна глубина объекта
Граничный	О поверхности объекта	Вершин, связей и цвета грани	Аппроксимация плоскими гранями ведет к погрешности
Сплошной	О поверхности и внутреннем устройстве	Трёхмерной матрицы, каждый элемент которой хранит цвет и прозрачность	Аппроксимация элементами ведет к погрешности

# Выбор алгоритма удаления невидимых граней

Алгоритм	Критерии			
	Вычислительная трудоёмкость	Рабочее пространство	Множественное изображение пикселя	Обработывает пустые области
Алгоритм Робертса	Растёт как квадрат числа объектов	Объектное пространство	Нет	Нет
Алгоритм Варнока	---	Пространство изображения	Нет	Нет
Алгоритм, использующий Z-буфер	Не более чем линейная	Пространство изображения	Да	Нет
Алгоритм трассировки лучей	Линейная от сложности сцены	Объектное пространство	нет	Да

# Выбор метода закраски

Метод	Критерии	
	Вычислительные затраты	Дефекты изображений
Метод простой закраски	на вычисление интенсивности в одной точке	резкие переходы между гранями
Метод Гуро	на интерполяцию интенсивности	полосы Маха и некоторые рёбра могут казаться сглаженными
Метод Фонга	на интерполяцию нормалей	отсутствуют



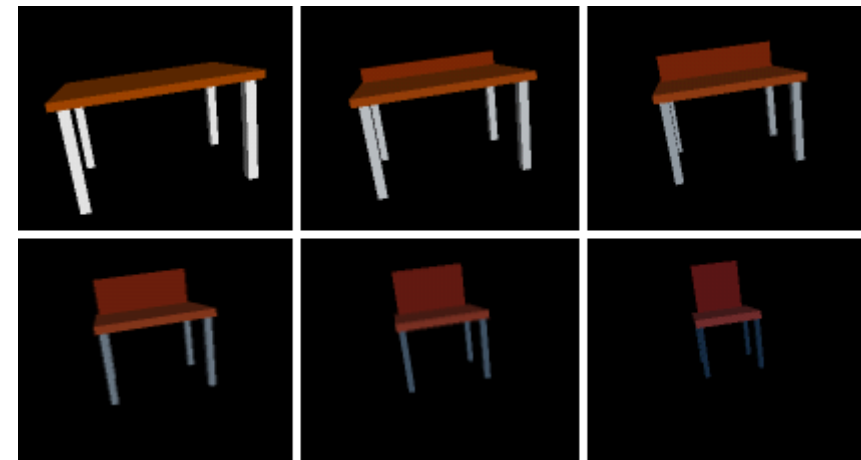
Простая

Гуро

Фонга

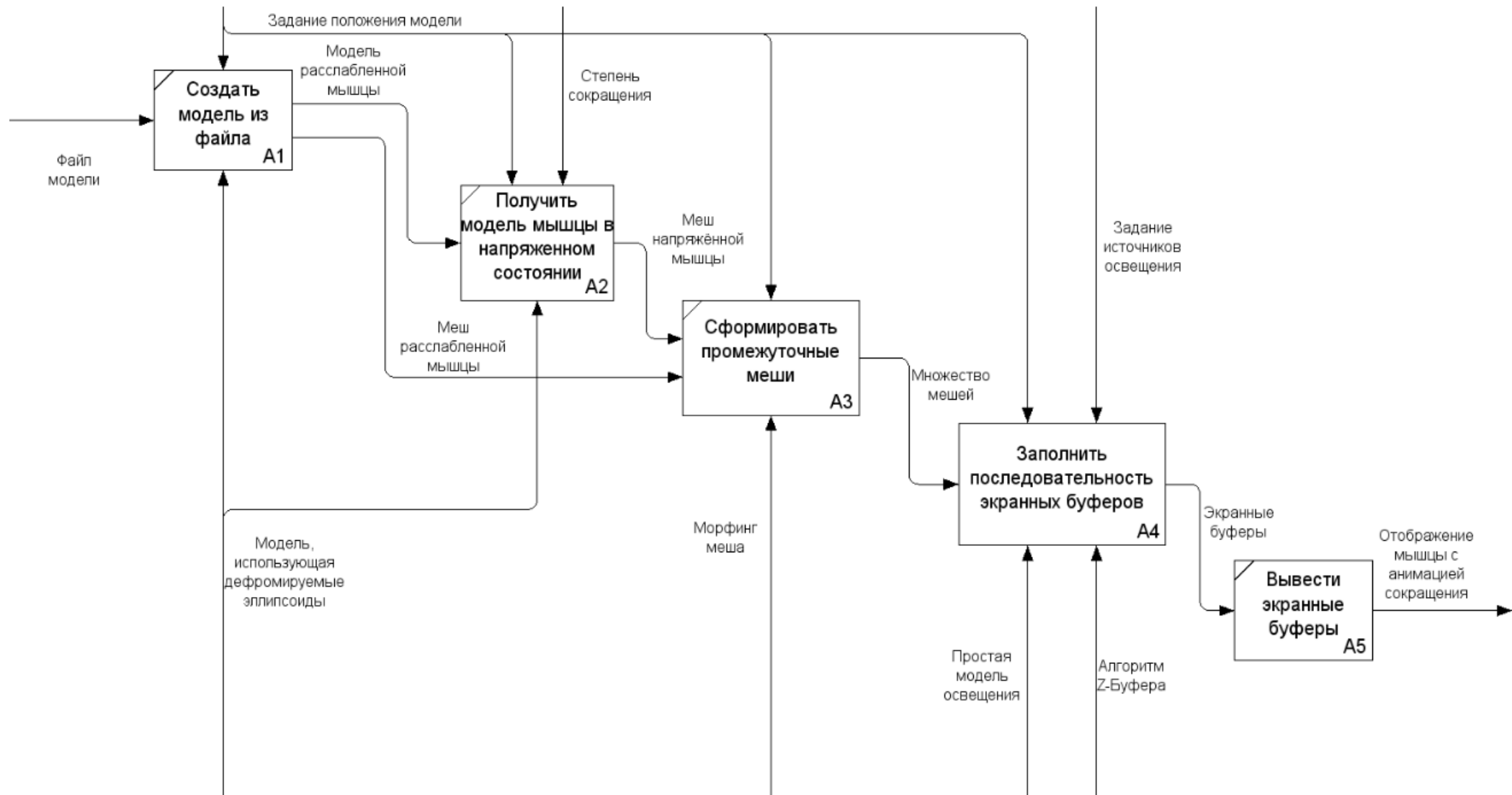
# Выбор метода отображения полигонов для морфинга

Метод	Критерии		
	Учитывает возможные перестановки вершин	Устанавливает однозначное соответствие	Требует сортировки рёбер
Ближайшего соседа	Нет	Нет	Нет
Сортировки рёбер	Да	Да	Да





# Общий алгоритм работы программы



# Модель скелетных мышц с использованием деформируемых эллипсоидов

Объем эллипсоида рассчитывается по формуле:

$$v = \frac{4\pi abc}{3}$$

Полагая  $l'$  новой длиной мышцы,  $r = a/b$ , новые параметры вычисляются по формулам:

$$c' = \frac{l'}{2}, b' = \sqrt{\frac{3v}{4\pi r c'}}, a' = b' r$$

При изометрическом сокращении для соотношения  $r$  задана формула:

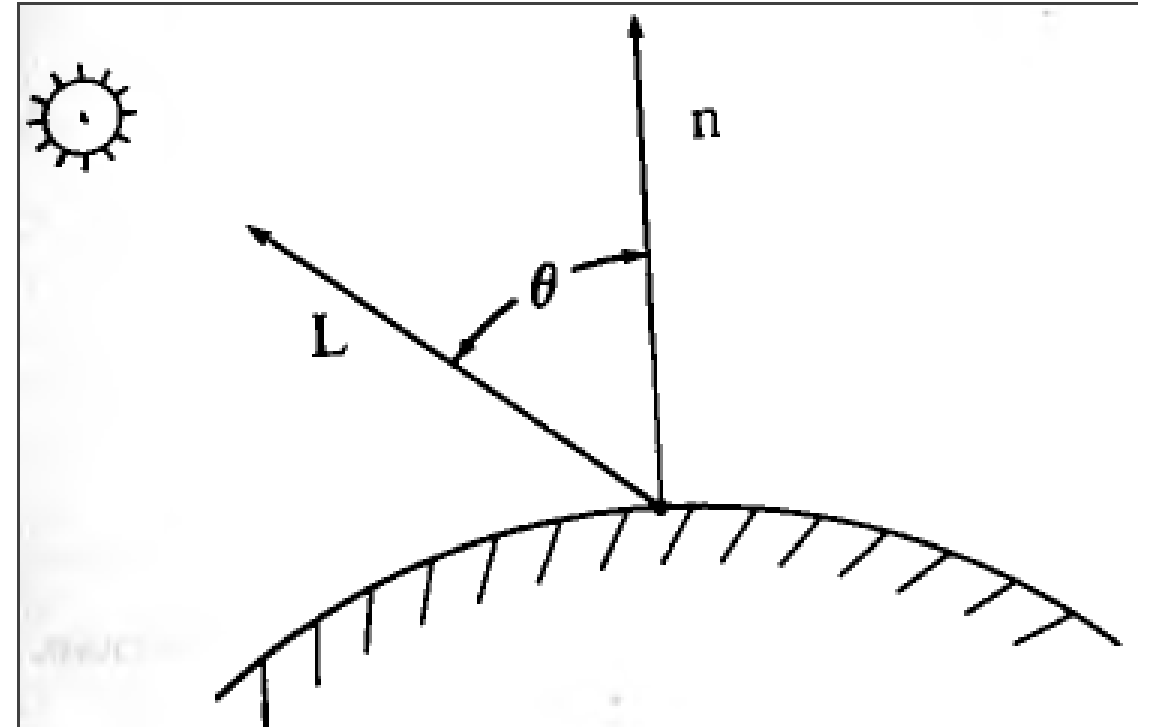
$$r = (1 - t + kt)r_n$$

# Простая модель освещения

Формула Ламберта:

$$I = I_a k_a + I_l k_d \cos \theta, 0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$$

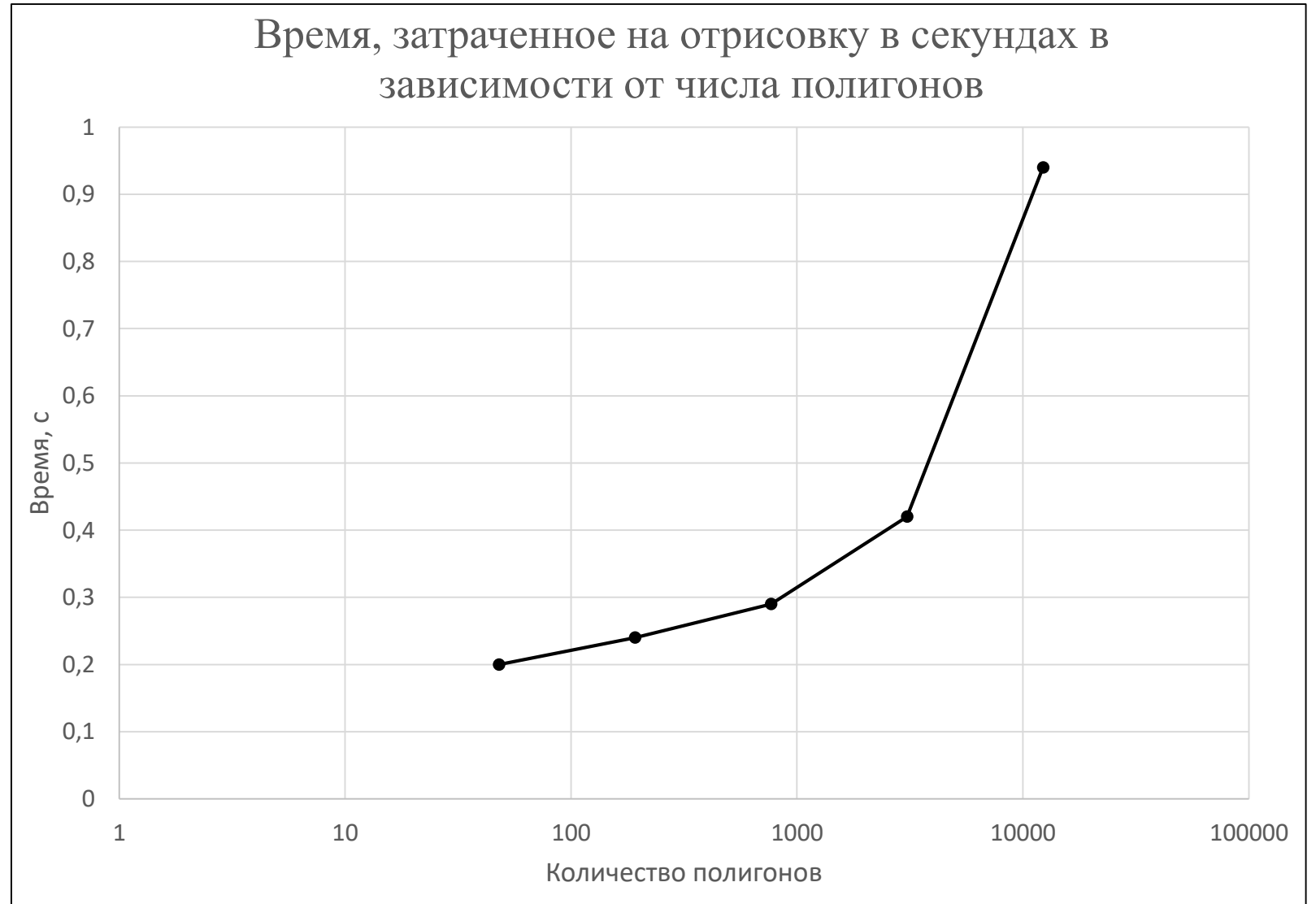
- Первое слагаемое – фоновая составляющая
- Второе слагаемое – рассеянная составляющая



# Результаты исследования

## Постановка эксперимента

- Проводился на компьютере с параметрами Intel(R) Core(TM) i5-8250, 8гб оперативной памяти, операционная система Windows 10.
- Количество полигонов растёт по формуле  $12 * 4^n, 1 \leq n \leq 5$
- Представлено среднее время отображения 1 кадра для 5 замеров



# Заключение

Разработана программа, моделирующая мышечные сокращения.

Решены поставленные задачи:

1. Выбраны алгоритмы машинной графики, с помощью которых была визуализирована трёхмерная сцена и построена анимация сокращения.
2. Выбран метод для визуализации мышц.
3. Спроектированы архитектура программы и структуры данных для хранения модели.
4. Реализованы выбранные алгоритмы.