

**ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»**

Факультет компьютерных наук  
Департамент программной инженерии

СОГЛАСОВАНО  
Доцент департамента  
программной инженерии  
факультета компьютерных наук  
канд. техн. наук

УТВЕРЖДАЮ  
Академический руководитель  
образовательной программы  
«Программная инженерия»

\_\_\_\_\_ А. Р. Закиевна  
«    » \_\_\_\_\_ 2016 г.

\_\_\_\_\_ В. В. Шилов  
«    » \_\_\_\_\_ 2016 г.

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл	

**ПРОГРАММА СКЕЛЕТНАЯ АНИМАЦИЯ**

**Техническое задание**

**ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ**

**RU.17701729.509000-01 ТЗ 01-1-ЛУ**

Исполнитель  
студент группы 151 ПИ  
\_\_\_\_\_/А. М. Абрамов /

«    » \_\_\_\_\_ 2016 г.

**2016**

ПРОГРАММА СКЕЛЕТНАЯ АНИМАЦИЯ

Техническое задание

ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ

RU.17701729.500900 ТЗ 01-1-ЛУ

Листов 16

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## Содержание

<b>1</b>	<b>Объект испытаний</b>	<b>3</b>
1.1	Наименование . . . . .	3
1.2	Область применения . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Цель испытаний</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Требования к программному изделию</b>	<b>5</b>
3.1	Требования к функциональным характеристикам . . . . .	5
3.1.1	Требования к составу выполняемых функций . . . . .	5
3.1.2	Требования к организации входных и выходных данных . . . . .	5
3.1.3	Прочие требования . . . . .	5
3.2	Требования к временным характеристикам . . . . .	6
3.3	Требования к интерфейсу . . . . .	6
3.4	Требования к надежности . . . . .	6
3.4.1	Обеспечение устойчивого функционирования программы . . . . .	6
3.4.2	Время восстановления после отказа . . . . .	6
3.4.3	Отказы из-за некорректных действий оператора . . . . .	6
<b>4</b>	<b>Требования к программной документации</b>	<b>7</b>
4.1	Предварительный состав программной документации . . . . .	7
<b>5</b>	<b>Средства и порядок испытаний</b>	<b>8</b>
5.1	Параметры технических средств, используемых во время испытаний . . . . .	8
5.2	Программные средства, необходимые для проведения испытаний . . . . .	8
5.3	Порядок проведения испытаний . . . . .	8
5.4	Условия проведения испытаний . . . . .	8
5.4.1	Требования к численности и квалификации персонала . . . . .	8
<b>6</b>	<b>Методы испытаний</b>	<b>9</b>
6.0.1	Проверка требований к документации . . . . .	9
6.1	Проверка требований к интерфейсу . . . . .	9
6.2	Проверка требований к функциональным характеристикам . . . . .	9
6.3	Проверка требований к надежности . . . . .	10
<b>7</b>	<b>Приложение 1. Терминология</b>	<b>11</b>
7.1	Терминология . . . . .	11
<b>8</b>	<b>Приложение 2. Список используемой литературы</b>	<b>12</b>

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1-ЛУ				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

8.1	Список используемой литературы . . . . .	12
-----	--	----

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1-ЛУ				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

## 1. Объект испытаний

### 1.1. Наименование

Наименование программы - «Программа скелетная анимация»

### 1.2. Область применения

«Программа скелетная анимация» - программа, позволяющая просмотреть файл описывающий анимацию в трехмерном пространстве.

Программа является просмотрщиком файлов. В ее задачи входит чтение файла в определенном формате, расчет параметров не записанных в файле, но которые косвенно определяются по присутствующей информации, и наконец отображение этих данных на экране.

Ее можно использовать для просмотра созданных художником 3-х мерных анимаций.

Помимо формата файла, необходимо понять какую именно информацию мы хотим записывать в файл.

В случае работы с алгоритмом скелетной анимации, в файл необходимо записать все вершины меша, «скелет» наложенный на данный меш и набор положений костей скелета в некоторые моменты времени.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1-ЛУ				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

## 2. Цель испытаний

Цель проведения испытаний - проверить что разработанная программа соответствует требованиям к функциональности и надежности изложенных в Техническом задании к программе.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1-ЛУ				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

### 3. Требования к программному изделию

#### 3.1. Требования к функциональным характеристикам

##### 3.1.1. Требования к составу выполняемых функций

1. Чтение данных из формата коллада (collada или .dae).
2. Возможность изменять положение и ракурс камеры в OpenGL.
3. Поддержка двух видов камер в OpenGL, первый вид это камера движение которой сковано орбитой вокруг модели и другой тип это камера двигающаяся совершенно свободно.
4. Возможность перейти к любому моменту времени в анимации.
5. Последовательно воспроизведение анимации на экране.
6. Возможность передвигать камеру во время анимации.
7. Вкл./Выкл. отрисовку учитывая нормали данной модели.
8. Вкл./Выкл. отрисовки материала данной модели.
9. Возможность изменять положение модели при работе с камерой скованной орбитой.
10. Отображение информации об объектах типа кости и меш, и реляционные связи между ними в виде дерева.
11. Отрисовка всех костей. Отрисовка должна производиться поверх модели.
12. Подсветка отдельных костей выбранных пользователем.
13. Изменение параметров проигрывания анимации, а именно времени, также возможность проиграть в обратную сторону последний интервал между ключевыми фреймами.
14. Анимация должна автоматически запускаться заново после отображения последнего ключевого фрейма.

##### 3.1.2. Требования к организации входных и выходных данных

1. Входными данными для программы являются файлы созданные и экспортированные из пакета 3-х мерного моделирования (примерами таких пакетов являются Blender, Maya, Cinema4D).
2. Из-за огромного количества форматов для описания геометрических, объектных и анимационных данных, поддерживать их все не представляется возможным. Поэтому программа должна работать только с форматом Collada (.dae).
3. Для успешной загрузки в программу созданна сцена должна содержать:
  - (a) Один меш с соответствующим ему тегом <Name=«Mesh»> файле коллада.
  - (b) Один трэк анимации.
  - (c) Один скелет связанный с мешем, и с соответствующим ему тегом <Name=«Armature»> в файле коллада.
4. Пользователь должен иметь возможность модифицировать следующие входные данные в ходе работы программы:
  - (a) Время для которог надо отобразить анимацию.
  - (b) Положение/ориентация модели в OpenGL.
  - (c) Модификаторы используемые при отрисовке модели и костей.
  - (d) Положение/ракурс камеры в OpenGL.
5. Выходные данные для программы это отображение на экране.

##### 3.1.3. Прочие требования

1. Приложение должно вести список недавно открытых файлов.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1-ЛУ				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

2. Должно поддерживаться изменение размеров окна приложения, без изменения соотношения проекции OpenGL.

### 3.2. Требования к временным характеристикам

1. Задержка между кадрами отрисованными на экране не должна превышать 0.1 секунд для моделей составленных из менее чем 2,000,000 треугольников, 15 костей и 1,500,000 вершин.

### 3.3. Требования к интерфейсу

1. Интерфейс должен обладать шкалой времени для выбора момента времени для анимации.
2. Должна присутствовать панель типа TreeView для отображение иерархии в данном файле.
3. Для отрисовки 3-х мерных элементов должен использоваться элемент GLControl из библиотеки OpenTK.

### 3.4. Требования к надежности

#### 3.4.1. Обеспечение устойчивого функционирования программы

Программа не должна вне зависимости от входных данных или действий оператора завершаться аварийно. При некорректно введенных параметрах пользователю должно отображаться сообщение об ошибке.

#### 3.4.2. Время восстановления после отказа

Требования к восстановлению после отказа не предъявляются.

#### 3.4.3. Отказы из-за некорректных действий оператора

Требования к отказу из-за некорректных действий оператора не предъявляются.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1-ЛУ				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата



## 4. Требования к программной документации

### 4.1. Предварительный состав программной документации

На испытания должна быть предоставлена документация к программе в которую в обязательном порядке должны входить следующие документы:

1. Техническое задание (ГОСТ 19.201-78)
2. Пояснительная записка (ГОСТ 19.404-79)
3. Руководство оператора (ГОСТ 19.505-79)
4. Программа и методика испытаний (ГОСТ 19.301-79\*)
5. Руководство программиста (ГОСТ 19.504-79)
6. Текст программы (ГОСТ 19.401-78\*)

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1-ЛУ				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

## 5. Средства и порядок испытаний

### 5.1. Параметры технических средств, используемых во время испытаний

Для испытания программы необходимо учесть следующие системные требования:

1. Компьютер, оснащенный:
  - (а) Обязательно 64-разрядный (x64) процессор с тактовой частотой 1 гигагерц (ГГц) или выше;
  - (б) 256 мегабайт (МБ) оперативной памяти (ОЗУ);
  - (с) 2 ГБ (для 64-разрядной системы) пространства на жестком диске;
  - (д) графическое устройство OpenGL с драйвером версии 3.1 или выше.
2. Монитор
3. Видеокарта
4. Мышь
5. Клавиатура

### 5.2. Программные средства, необходимые для проведения испытаний

Приложению необходим компьютер с поддержкой OpenGL версии не менее 3.1. 64-битная операционная система Windows 7 или более поздняя версия Windows. Должен быть установлен .NET Framework версии не ниже 4.5.1, а также библиотеки Assimp версии не ниже 3.1 и OpenTK версии не ниже 1.1.4

### 5.3. Порядок проведения испытаний

Испытания должны проводиться в следующем порядке:

1. Проверка требований к документации.
2. Проверка требований к интерфейсу.
3. Проверка требований к функциональным возможностям программы.
4. Проверка требований надежности.

### 5.4. Условия проведения испытаний

#### 5.4.1. Требования к численности и квалификации персонала

Для испытания программы требуется один оператор. Оператор программы должен иметь образование не ниже среднего общего и обладать базовыми знаниями следующих понятий из линейной алгебры, программирования и 3-х мерного моделирования: вектор, кватернион, матрица направляющих косинусов, меш (англ. mesh), кость, корневая вершина (англ. root node).

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1-ЛУ				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

## 6. Методы испытаний

Испытания представляют собой процесс установления соответствия программы и программной документации заданным требованиям.

### 6.0.1. Проверка требований к документации

Проверяется наличие всех документов перечисленных в пункте 4.1 данного документа и их соответствие ГОСТ.

### 6.1. Проверка требований к интерфейсу




Рис. 1: Awesome Image

Интерфейс обладает шкалой времени, панелью типа TreeView и объектом типа GLControl для отрисовки 3-х мерных элементов из библиотеки OpenTK.

### 6.2. Проверка требований к функциональным характеристикам

Для загрузки данных из формата коллада (collada или .dae) необходимо выбрать его в меню:



Рис. 2: Awesome Image

После загрузки файла видно что его имя добавилось в список недавно открытых файлов «Recent Files».



Рис. 3: Awesome Image

У пользователя имеется возможность изменять ракурс и приближение камеры при помощи мышки. Структура загруженных данных отображена в виде дерева на панели справа. Также выделенная кость подсвечена ярко-синим цветом.




Рис. 4: Awesome Image

Элемент ScrollBar показывает текущий момент в анимации и предоставляет возможность перейти к любому моменту времени. Также есть панель для настроек работы программы позволяющая изменять следующие параметры:

1. Выбор между двумя видами камер в OpenGL (скованой орбитой и свободной).
2. Вкл./Выкл. воспроизведения анимации.
3. Вкл./Выкл. отрисовку учитывая нормали данной модели.
4. Вкл./Выкл. отрисовки материала данной модели.
5. Отрисовка всех костей.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1-ЛУ				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

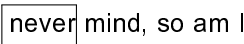


Рис. 5: Awesome Image

Поддерживается изменение размеров окна приложения, без изменения соотношения проекции OpenGL.

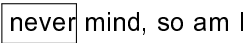


Рис. 6: Awesome Image

6.3. Проверка требований к надежности

Оператор должен поочередно воспользоваться всеми функциями программы и убедиться что они не приводят к ее аварийному завершению.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1-ЛУ				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

## 7. Приложение 1. Терминология

### 7.1. Терминология

**Корневая вершина (англ. root node)** Самый верхний узел дерева.

**Полигональная сетка (жарг. меш от англ. polygon mesh)** Совокупность вершин, рёбер и граней, которые определяют форму многогранного объекта в трехмерной компьютерной графике и объёмном моделировании. Гранями являются треугольники.

**Дерево** Связный ациклический граф. Связность означает наличие путей между любой парой вершин, ацикличность — отсутствие циклов и то, что между парами вершин имеется только по одному пути.

**Степень вершины** Количество инцидентных ей (входящих/исходящих из нее) ребер.

**Интерполяция, интерполирование анимации** Способ нахождения промежуточных значений состояния анимации по имеющемуся дискретному набору известных значений.

**Z-буферизация** В компьютерной трёхмерной графике способ учёта удалённости элемента изображения. Представляет собой один из вариантов решения «проблемы видимости»

**Z-конфликт (англ. Z-fighting)** Если два объекта имеют близкую Z-координату, иногда, в зависимости от точки обзора, показывается то один, то другой, то оба полосатым узором.

**OpenGL (Open Graphics Library)** Спецификация, определяющая независимый от языка программирования платформонезависимый программный интерфейс для написания приложений, использующих двумерную и трёхмерную компьютерную графику. На платформе Windows конкурирует с Direct3D.

**Рендеринг (англ. rendering — «визуализация»)** Термин в компьютерной графике, обозначающий процесс получения изображения по модели с помощью компьютерной программы.

**Текстура** Растровое изображение, накладываемое на поверхность полигональной модели для придания ей цвета, окраски или иллюзии рельефа. Приблизительно использование текстур можно легко представить как рисунок на поверхности скульптурного изображения.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1-ЛУ				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

## 8. Приложение 2. Список используемой литературы

### 8.1. Список используемой литературы

1. OpenGL Superbible: Comprehensive Tutorial and Reference (7th Edition) Graham Sellers (Author), Richard S Wright Jr. (Author), Nicholas Haemel (Author) ISBN-13: 978-0672337475
2. Порев В.Н. Компьютерная графика. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 432 с.: ил.
3. ГОСТ 19.102-77 Стадии разработки. //Единая система программной документации. -М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
4. ГОСТ 19.201-78 Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению // Единая система программной документации. -М.:ИПК Издательство стандартов, 2001.
5. ГОСТ 19.101-77 Виды программ и программных документов //Единая система программной документации. -М.: ИПК Издательство стандартов, 2.: 001.
6. ГОСТ 19.103-77 Обозначения программ и программных документов. //Единая система программной документации. -М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
7. ГОСТ 19.104-78 Основные надписи //Единая система программной документации. -М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
8. ГОСТ 19.105-78 Общие требования к программным документам. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1-ЛУ				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в докум.	№ докум.	Входящий № сопроводительного докум. и дата	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1-ЛУ				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата