

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра дискретной математики  
и информационных технологий

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-МЕТОДИЧЕСКИХ СРЕДСТВ,  
ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССА МОДЕЛИРОВАНИЯ  
3D-ОБЪЕКТОВ В ГРАФИЧЕСКИХ РЕДАКТОРАХ  
АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

студента 4 курса очного отделения  
специальности 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»  
факультета компьютерных наук и информационных технологий  
Лукиянова Александра Юрьевича

Научный руководитель  
ассистент кафедры ДМиИТ

\_\_\_\_\_

Н.Е. Тимофеева

Зав. кафедрой  
доцент, к.ф.-м.н., доцент

\_\_\_\_\_

Л.Б. Тяпаев

Саратов 2017

## **ВВЕДЕНИЕ**

Структура высшего образования предполагает сочетание различных видов и методов обучения: аудиторные занятия, домашняя и самостоятельная работа студентов, выполнение курсовых работ по специальности, по предметам. Аудиторные занятия, в свою очередь, делятся на лекционные, практические, лабораторные и семинарские занятия. Для изучения каждого предмета Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по специальности определяет необходимое количество аудиторных занятий каждого вида, а также количество часов, выделенных на самостоятельную работу студентов.

Практические и лабораторные занятия проводятся в виде выполнения студентами заданий в компьютерных классах под руководством преподавателя. Самостоятельная работа студентов осуществляется в виде реализации различных алгоритмов на каком-либо языке программирования. Целью практических, лабораторных занятий и самостоятельной работы студентов является лучшее усвоение материала, дающегося на лекциях, через практику, самостоятельное, более глубокое изучение различных аспектов программирования, вопросов практического применения и реализации алгоритмов.

Методическое обеспечение учебного процесса является одной из важнейших составляющих учебного процесса, особенно в части самостоятельной работы студентов. Связь между преподавателем и студентом не должна обрываться в тот момент, когда студент покидает аудиторию. Учебные пособия, указания к выполнению лабораторных и самостоятельных работ, разработанные как дополнение к лекционному материалу, призваны осветить вопросы, встающие перед студентами в процессе выполнения ими самостоятельной работы. Материал, даваемый на лекции, как правило, носит общий характер, и из-за временных ограничений, а также различий в уровне подготовки студентов, различной мотивации к изучению предмета, интересу к различным разделам и аспектам данной

дисциплины. В учебном пособии есть возможность рассмотреть каждое направление, каждый алгоритм более подробно, остановиться на вопросах его практической реализации, оговорить моменты, очевидные для одних студентов, но, возможно, представляющие существенные затруднения для других. Важным моментом является возможность рассмотреть в учебном пособии темы, не относящиеся непосредственно к изучаемой дисциплине, но используемые при ее освоении.

Целью бакалаврской работы является разработать учебное пособие на тему «Визуализация и анимация 3D объектов», включающее в себя теоретический материал, задания к практическим работам, указания к их выполнению и материалы для проверки качества выполненных заданий.

При этом требовалось решить следующие задачи:

- провести анализ программных средств трехмерного моделирования;
- изучить способы и приемы моделирования различных трехмерных объектов;
- разработать алгоритм моделирования и создания анимации объекта низкополигональной модели;
- определить структуру и содержание учебного пособия;
- оформить теоретический материал согласно структуре;
- составить задания к практическим работам по теме к каждому из разделов.

Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложения. Первая глава «Обзор программных средств трехмерного моделирования», вторая глава «Универсальный алгоритм моделирования и создания анимации объекта низкополигональной модели», третья глава «Структура учебного пособия» и глава четыре «Задания для практических занятий по программированию».

## Основное содержание работы

1 Обзор программных средств трехмерного моделирования. Трехмерное моделирование представляет собой пространственное изображение любого объекта в трехмерной системе координат, дающее возможность максимально информативно, точно и реалистично представить его форму, текстуру, размер и цвет.

3D-моделирование зданий является воссозданием действительно существующих объектов мира или их прототипов в специализированных редакторах с целью последующего получения их изображений в нужных ракурсах, с нужным освещением, материалами и окружением.

Также в трехмерном моделировании можно выделить отдельное направление анимации, которая в настоящее время является одним из лучших способов наглядного представления процессов различной сложности и повышения эффективности восприятия информации. При этом применение трехмерной анимации, в отличие от простой иллюстрации, позволяет показать изучаемый объект не только в статическом положении, но и наглядно продемонстрировать, к примеру, порядок его функционирования, технического обслуживания и ремонта, что существенно увеличивает эффективность восприятия материалов.

Для разработки 3D-моделей используются различные специализированные программы и программные пакеты трехмерного моделирования. Последние годы устойчивыми лидерами в этой области являются коммерческие продукты, такие как Autodesk 3ds Max, Autodesk Maya, Autodesk Softimage, Cinema 4D, Houdini и другие [1]. Кроме того, существуют и открытые продукты, распространяемые свободно, например, пакет Blender, программы K-3D и Wings3D. Использование перечисленных программных продуктов при визуализации полигональных 3D-моделей позволяет получать качественные изображения, которые могут быть использованы при разработке различных иллюстраций, сложной пространственной анимации, различных видов технической продукции.

Среди многообразия продуктов существуют наиболее популярные программы для трехмерного моделирования: это коммерческие пакеты Autodesk 3ds Max и Autodesk Maya, а также свободно распространяемый пакет Blender.

Таким образом, очевидно, что для создания трехмерной модели внутренних помещений здания нецелесообразно использовать программный комплекс Autodesk Maya, ведь он нацелен, в первую очередь, на производство анимации. При сравнении остальных двух продуктов, Blender и Autodesk 3ds Max, сразу обращает на себя внимание тот факт, что Blender является свободно распространяемой программой, а значит, при его использовании не возникнет проблем с лицензией. Но, как отмечалось ранее, компания Autodesk предоставляет бесплатно продукт 3ds Max студентам, ничем не ограничивая функциональные возможности такой версии.

Используя Blender, можно создавать впечатляющие 3D модели за меньшее время. Усовершенствованные наборы инструментов позволяют формировать 3D окружение в соответствии с различными потребностями, управлять сложными сценами и использовать все преимущества возросшей функциональной совместимости и поддержки интегрированного процесса разработки. Все богатство цвета, объема, пространства и формы покоряется программе Blender.

Учитывая широчайшие возможности Blender и доступность его версий, было решено, в ходе работы использовать именно его.

2 Универсальный алгоритм моделирования и создания анимации объекта низкополигональной модели. Все графические трехмерные редакторы имеют набор инструментов, большая часть которых не является уникальными. Несмотря на специализацию их, многие объекты можно моделировать с помощью аналогичных инструментов. Далее будет приведен универсальный алгоритм создания анимации с использованием инструментов графических 3D редакторов.

Алгоритм моделирования и создания анимации объекта низкополигональной модели. Вначале выберем объект моделирования. Далее необходимо собрать вспомогательные материалы, которые могут помочь при визуализации, к таким объектам относятся рисунки, фотографии, видео и т.д.

Если выбранный объект является симметричным, то моделируем половину объекта относительно линии симметрии и соединяем, в противном случае, создаем полную 3D-модель. После получения готовой низкополигональной 3D-модели выполняем развертку и текстурирование низкополигональной модели. Далее определяем элементы моделированного объекта для детализации и создаем высокополигональную 3D-модель. Совмещаем по координатам модели высокополигональную и низкополигональную с разверткой для получения карты нормалей и получаем необходимое изображение. Добавляем это изображение и получаем низкополигональную модель с текстурой цвета и геометрией. Далее создаём и привязываем скелет к низкополигональной модели. Заключительным шагом выполняем анимацию объекта. Для этого запоминаем начальные и конечные состояния костей двигающегося элемента. Выставляем количество кадров, длительности движения. Получаем анимацию моделированного объекта.

Практическая реализация алгоритма моделирования и создания анимации объекта низкополигональной модели

Для наглядного применения алгоритма был выбран персонаж черепаха из мультфильма «Как Лъвёнок и Черепаха пели песню». Перед началом моделирования были собраны все материалы, включающие в себя рисунки, кадры мультфильма, а так же сам мультфильм, которые позволили рассмотреть данного персонажа со всех ракурсов.

Начало моделирования, происходит с анализа симметрии объекта, в данном случае объект симметричен, следовательно создаём половину начального трёхмерного объекта и применяем функция «зеркало». На рисунке 1 показана половина 3D-модели с примененной функцией «зеркало».

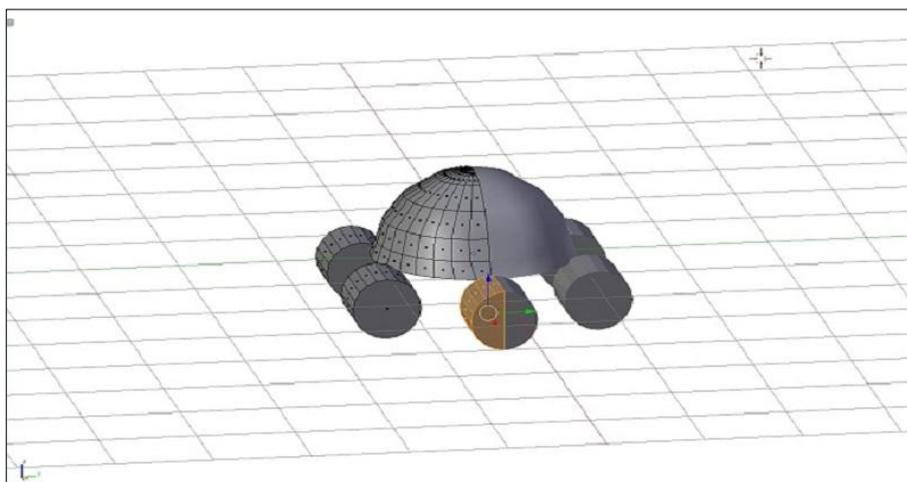


Рисунок 1 – 3D-модель с применением функции «зеркало»

После моделирования основы объекта, начинаем этап создания детальной топологии на местах сгибов движущих элементах. На 3D-модели создаются дополнительные линии полигонов, которые избавят от различных искривлений полигонов модели. На рисунке 2 можно увидеть дополнительную топологию на местах сгибов коленей и стоп.

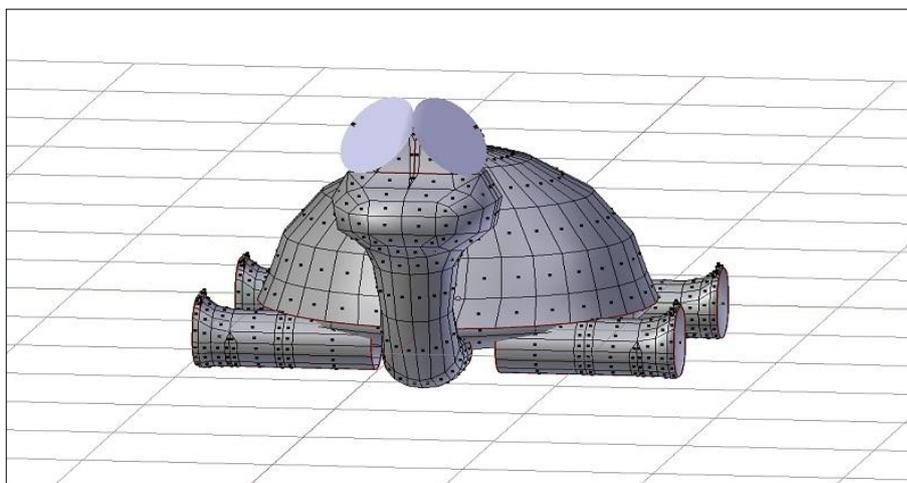


Рисунок 2 – Дополнительная топология низкополигональной 3D-модели

Получили готовую низкополигональную модель. Далее необходимо сделать развертку объекта. На данной модели осуществляется развертка ног, шеи, панциря, а также когтей, как отдельных элементов. Осуществляем развертку специальной функцией трёхмерного редактора, получили набор точек объекта на плоскости, показанный на рисунке 3.

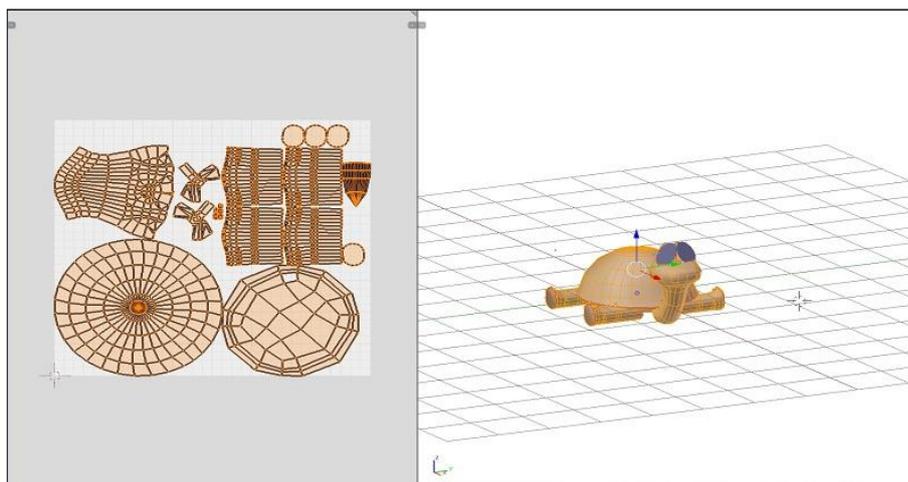


Рисунок 3 – Развертка низкополигональной 3D-модели

Развертка необходима для создания различных дополнительных текстурных карт, к примеру, как карта теней. Данную карту необходимо «запечь» специальной функцией «запечь карту теней» трехмерного редактора. На рисунке 4 представлен процесс «запекания» необходимой карты.

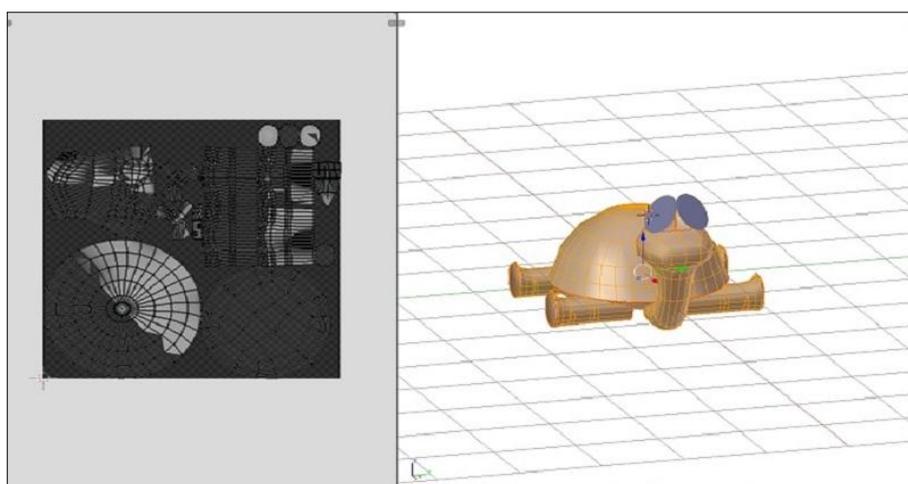


Рисунок 4 – Процесс запекания «карты теней»

После создания «карты теней», сохраняем полученное изображение в любом графическом формате. Далее идёт этап разукрашивания. Создание различных цветов осуществляется в любом графическом редакторе, в данном примере был выбран Photoshop CS5. На рисунке 5 показан процесс разукрашивания.

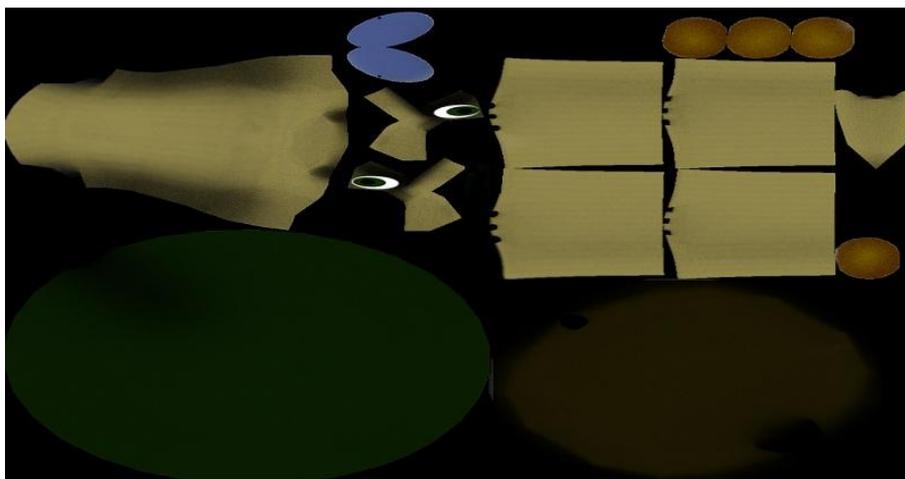


Рисунок 5 – Процесс разукрашивания

На следующем этапе добавляем функцию передачи графических свойств и полученную текстуру цвета к низкополигональной модели. На рисунке 6 приведена низкополигональная модель с текстурой цвета.



Рисунок 6 – Низкополигональная 3D-модель с текстурой цвета

Переходим к этапу создания высокополигональной модели. Копируем низкополигональную модель, и к копии применяем функцию увеличения полигонов, для создания дополнительных деталей. У моделируемого объекта есть панцирь, содержащий рисунок на поверхности. Данный рисунок создаём на высокополигональной модели при помощи различных примитивов. Полученная высокополигональная модель представлена на рисунке 7.

Далее запекаем «карту нормалей», которая будет отображать геометрию на низкополигональной модели, сделанную на высокополигональной. Процесс запекания осуществляется специальной

функцией трёхмерного редактора, но вначале совмещаем по координатам высокополигональную с низкополигональной моделями. Затем применяем функцию «запекания» и получаем готовые «карты нормалей». На рисунке 8 показана готовая «карта нормалей» с выбранными моделями.

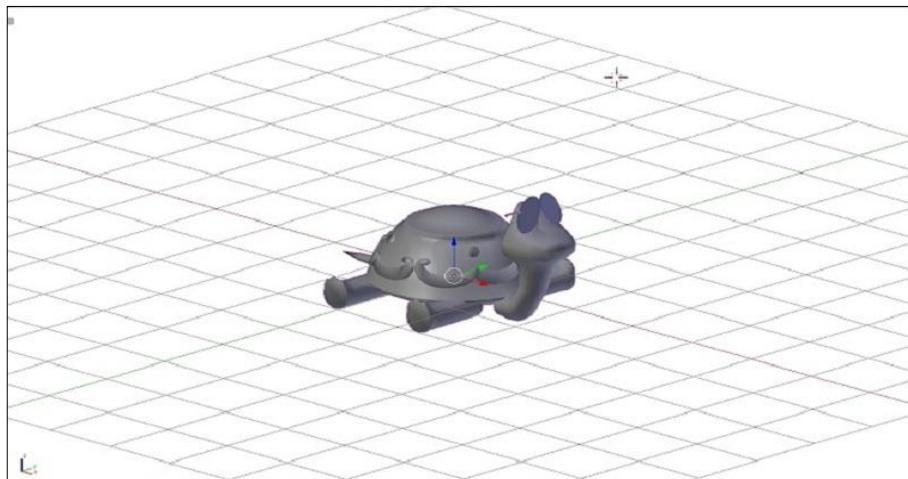


Рисунок 7 – Высокополигональная 3D-модель с деталями

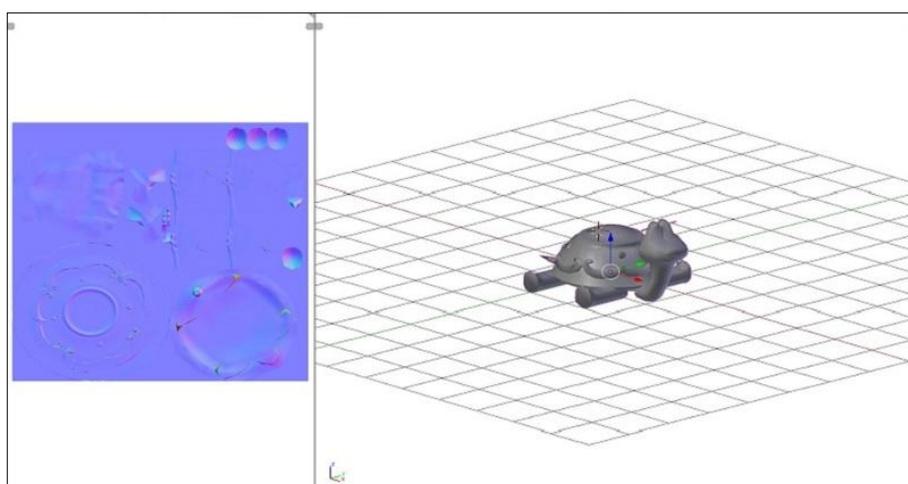


Рисунок 8 – Готовая «карта нормалей» с выбранными моделями

На рисунке 9 можно видеть низкополигональную модель с добавленными на неё текстурами цвета и геометрии.

Что бы текстура отображала эффект геометрии, в настройках необходимо поменять значения с цвета на геометрию.

Завершающим этапом моделирования низкополигональной модели является создание скелета. Выбираем примитив «кость», который является элементом для управления движений модели. Количество примитивов,

зависит от количества сгибов модели и различных движимых элементов. На рисунке 10 показан скелет привязанный к низкополигональной модели.



Рисунок 9 – Низкополигональная 3D-модель с текстурой цвета и геометрии

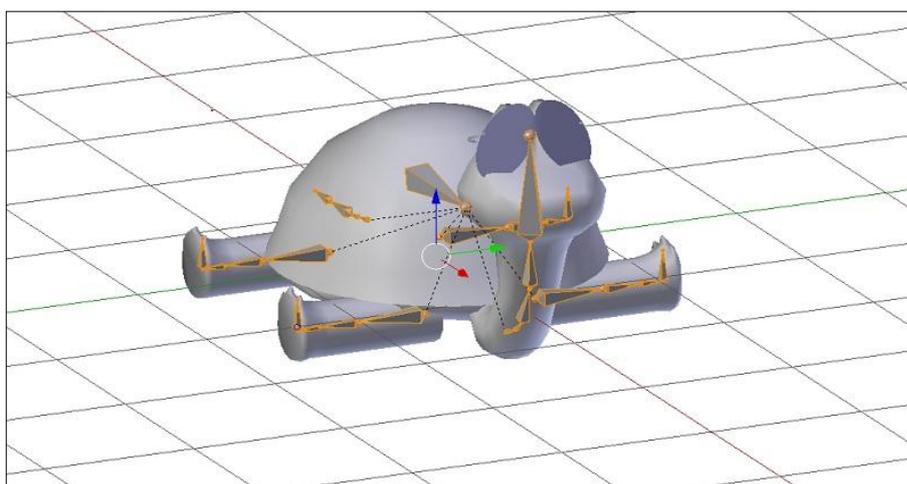


Рисунок 10 – Скелет низкополигональной 3D-модели

Применяем функции ограничения движений для скелета модели, чтобы передать все естественные передвижения, и получить отсутствие ошибок.

Далее создаем анимацию движений объекта. Для этого выставляем начальное и запоминаем состояние всех костей. После через определенное количество кадров на временной шкале, сдвигается каждая кость в новое состояние и запоминается данное состояние, которое снова будет являться начальным для этого кадра. На рисунках 11 – 12 отображают выше описанный процесс.

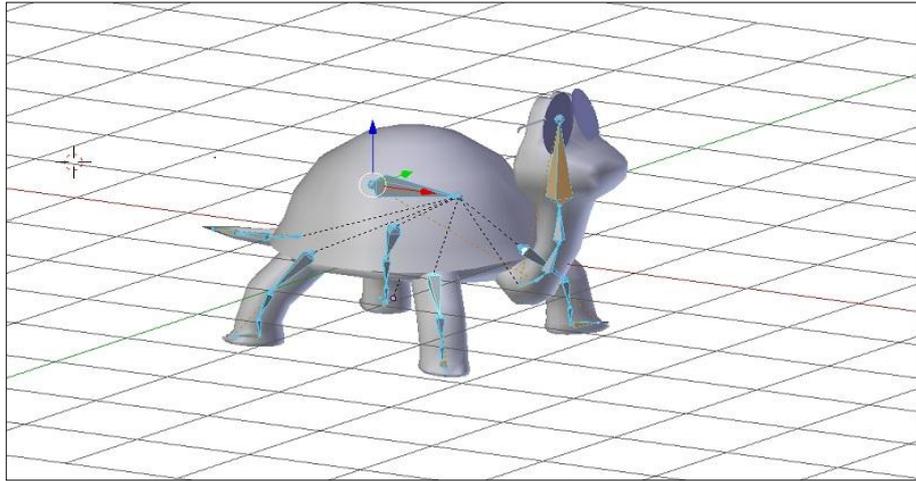


Рисунок 11 – Начальное состояние костей

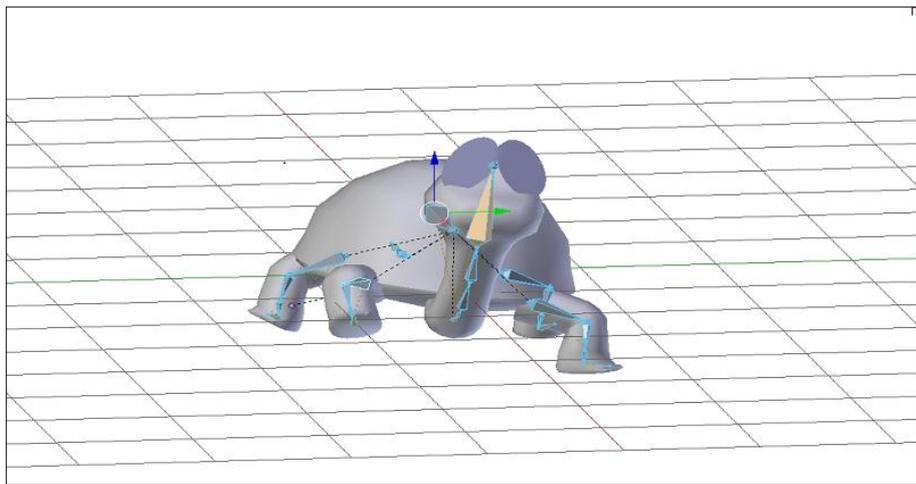


Рисунок 12 – Следующее состояние костей

В результате получаем готовый анимированный объект черепаха. На рисунке 13 показана низкополигональная модель в движении с наложенными текстурами и дополнительным декором пространства.



Рисунок 13 – Низкополигональная 3D-модель в движении

3 Структура учебного пособия. Разработанное учебно-методическое пособие «Визуализация и анимация 3D объектов» представляет собой руководство для поэтапного освоения методов моделирования 3D объектов с применением универсальных алгоритмов. Каждый раздел включает в себя основные определения, теоретический материал, пример практической реализации, задания и список контрольных вопросов.

#### 1. Вводная часть в трехмерное измерение

На первом этапе обучаемые знакомятся с основными определениями и понятиями трехмерной графики, также типы источников света и методы освещения, такие как метод трех источников, общее освещение, одноточечный свет, круговое освещение, сфокусированные источники света.

#### 2. Алгоритм моделирования трехмерного плана помещения

На втором этапе обучаемые изучают основы проектирования на примере моделирования каркаса помещения и создания проемов в стенах. При этом описываются основные шаги создания каркаса помещения, проемов в стене в применении к любому графическому редактору. Приобретение навыков создания проемов является важным для дальнейшего моделирования окон и дверей.

#### 3. Алгоритм моделирования элементов интерьера

Третий этап это моделирование элементов интерьера. Раздел посвящен моделированию разнообразной мебели и других элементов интерьера, которые могут находиться в помещении.

#### 4. Алгоритм моделирования элементов декора

Четвертый этап посвящен созданию элементов декора. Здесь описываются основные принципы создания элементов декора, например, таких как одеяло, шторы, ковер, обои и т.д.

5. Алгоритмы построения трехмерных моделей по двумерным изображениям

Пятый раздел посвящён моделированию трехмерных объектов на основе двумерных изображений, таких как фотографии, чертежи и эскизы.

Данный раздел направлен на объединение всего выше изученного материала. Задания к этой главе позволят обучающим расширить или обновить исторические знания о старинных сооружениях и музейных экспонатов.

6. Алгоритм моделирования и создания анимации объекта низкополигональной модели

Последний раздел посвящен моделированию и созданию анимации объекта низкополигональной модели. Теоретический материал и пример практической реализации позволят научиться полигональному моделированию, с использованием инструментов деформации поверхности. Обучающие трехмерной графике в дальнейшем смогут разрабатывать визуальный образ желаемого объекта.

Данный подход при построении методического материала является результатом исследования возможностей и принципов создания универсального курса развивающего навыки не только работы в конкретном редакторе, но развития основных навыков моделирования и объемного мышления.

4 Задания для практических занятий по программированию

Для изучения трехмерного моделирования в соответствии со структурой предложенной в п.3 разработаны задания для практических занятий. Задания по каждой теме содержат 16 вариантов для того чтобы студент выполнял свое индивидуальное задание.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

3D моделирование является универсальным средством, так как его применение обосновано во всех областях, где требуется графическое отображение объектов, будь то объектная визуализация архитектуры, мебели, автомобилей, презентационных материалов.

В ходе выполнения работы были проанализированы современные трехмерные графические редакторы и разработан универсальный алгоритм моделирования и создания анимации объекта низкополигональной модели.

Полученные результаты, возможно, использовать в процессе обучения студентов по направлению «Информатика и вычислительная техника» в курсе «Системы мультимедиа».

Таким образом, поставленная цель и задачи бакалаврской работы полностью выполнены.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Трёхмерная графика [Электронный ресурс] : Википедия. Свободная энциклопедия / URL: [https:// ru.wikipedia.org/wiki/Трёхмерная\\_графика#](https://ru.wikipedia.org/wiki/Трёхмерная_графика#) (дата обращения 20.05.2017). Загл. с экрана. Последнее изменение этой страницы: 21:09, 7 ноября 2016 года. Яз. рус.
- 2 3DMax.ru [Электронный ресурс] - Компьютерная графика и анимация в деталях/ URL: <http://www.3dmax.ru/site/> (дата обращения 2.05.2017). Загл. с экрана. Яз. рус.
- 3 Autodesk 3ds Max [Электронный ресурс] : Википедия. Свободная энциклопедия / URL: [https:// ru.wikipedia.org/wiki/Autodesk\\_3ds\\_Max](https://ru.wikipedia.org/wiki/Autodesk_3ds_Max) (дата обращения 20.05.2017). Загл. с экрана. Последнее изменение этой страницы: 21:09, 7 ноября 2016 года. Яз. англ.
- 4 Autodesk [Электронный ресурс]: Технологии проектирования/ URL: <http://www.autodesk.ru/> (дата обращения 28.05.2017). Загл. с экран. Яз.рус.
- 5 Autodesk Maya [Электронный ресурс] : Википедия. Свободная энциклопедия / URL: [https:// ru.wikipedia.org/wiki/Autodesk\\_Maya](https://ru.wikipedia.org/wiki/Autodesk_Maya) (дата обращения 21.05.2017). Загл. с экрана. Последнее изменение этой страницы: 21:09, 7 ноября 2016 года. Яз. англ.
- 6 Blender [Электронный ресурс]: URL: <http://www.blender.org/> (дата обращения 23.05.2017). Загл. с экрана. Яз. англ.
- 7 Blender Украина [Электронный ресурс]: русскоязычное сообщество/ URL: <http://blender3d.org.ua/> (дата обращения 7.05.2017). Загл. с экрана. Яз. рус.