

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

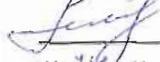
Гуманитарный институт

институт

информационных технологий в креативных и культурных индустриях  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 М. А. Лаптева  
«24» 06 2016 г.

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

09.03.03.14 «Прикладная информатика в области искусства и гуманитарных наук»

код – наименование направления

Прототип мобильного приложения «Карта Сибирского федерального

тема

университета». Создание трехмерных моделей кампуса

Руководитель

 24.06.2016

подпись, дата

ст. преподаватель

должность, ученая степень

Пиков Н.О.

инициалы, фамилия

Выпускник

 24.06.2016

подпись, дата

Свиридова Л.Е.

инициалы, фамилия

Красноярск 2016

Продолжение титульного листа бакалаврской работы по теме Прототип  
мобильного приложения «Карта Сибирского федерального университета».  
Создание трехмерных моделей кампуса

Консультанты по  
разделам:

1.2 3D-моделирование Терминал,  
помещений, техники моделирования  
наименование раздела

  
подпись, дата 24.06.2016.

И.Н. Рудоб  
инициалы, фамилия

\_\_\_\_\_  
наименование раздела

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

\_\_\_\_\_  
инициалы, фамилия

\_\_\_\_\_  
наименование раздела

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

\_\_\_\_\_  
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

  
подпись, дата 24.06.2016.

Н.О. Пиков  
инициалы, фамилия

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 3D-моделирование .....	6
1.1 Программное обеспечение для 3D моделирования. История трехмерной графики.....	6
1.2 3D-моделирование. Термины, понятия, техники моделирования .....	15
1.3 Методы оптимизации 3D моделей под мобильные устройства.....	20
2 Разработка трехмерных моделей.....	26
2.1 Моделирование объектов.....	26
2.2 Создание разверстки и текстурирование объектов. ....	37
2.3 Экспортирование моделей для дальнейшего внедрение в игровой движок Unity.....	42
3 Обзор программного обеспечения, использованного для создания трехмерных моделей.....	47
Заключение .....	50
Список использованных источников .....	51

## ВВЕДЕНИЕ

Интерактивная карта – это электронная карта, работающая в режиме двухстороннего диалогового взаимодействия человека (пользователя) и компьютера и представляет собой визуальную информационную систему [1]. Сегодня уже ни у кого не вызывают сомнения важность и актуальность географической информации.

Интерактивная геолокация становится все более востребованной в связи широким распространением информационных технологий. Однако, в большинстве случаев, потребность в карте возникает «на месте», поэтому навигаторы и смартфоны с картографическими приложениями становятся все более популярными.

Многие университеты имеют собственные мобильные приложения, среди которых также встречаются мобильные географические системы. Создание мобильного приложения с картой кампуса университета, это хороший способ облегчить нахождение в университете абитуриенту. Есть ряд примеров, как российских, так и зарубежных, с использованием собственного приложения, в которое интегрирована карта. Довольно часто она представляет собой аналог печатной версии карты, без возможности интерактивности.

Проект «Прототип мобильного приложения «Карта Сибирского федерального университета». Создание трехмерных моделей кампуса» представляет собой набор из трехмерных объектов кампуса СФУ, который в дальнейшем будет использован для создания прототипа мобильного приложения «Карта Сибирского федерального университета».

Данный проект в основном адресован как студентам и преподавателям, так и абитуриентам, желающим познакомиться с инфраструктурой внутри университета.

Объект исследования: трехмерные модели для мобильных устройств.

Предмет исследования: трехмерные модели для прототипа мобильного приложения «Карта Сибирского федерального университета».

Цель: Разработать трехмерные модели для прототипа мобильного приложения «Карта Сибирского федерального университета».

Задачи:

- анализ терминов, понятий 3D моделирования, разбор техник моделирования;
- изучение программного обеспечения для 3D моделирования;
- разработка трехмерных моделей для прототипа мобильного приложения «Карта Сибирского федерального университета».

## **1 3D-моделирование**

### **1.1 Программное обеспечение для 3D моделирования. История трехмерной графики**

Что такое трехмерная графика? Определений этого понятия существует достаточно много. Трёхмерная графика – раздел компьютерной графики, охватывающий алгоритмы и программное обеспечение для оперирования объектами в трёхмерном пространстве, а также результат работы таких программ [2].

Одним из отцов компьютерной графики специалисты называют Ивана Сазерленда, который, будучи аспирантом, написал программу Sketchpad, позволявшую создавать простенькие трехмерные объекты [3].

В 1969 году Сазерленд и Дэвид Эванс открыли первую компанию, которая занималась производством компьютерной графики, назвали просто – «Evans & Sutherland». Изначально компьютерная графика и анимация использовалась преимущественно в рекламе и на телевидении. К примеру, компьютерной компании MAGI принадлежит заслуга в создании первой в истории коммерческой компьютерной анимации: вращающийся логотип IBM на одном из мониторов в офисе компании появился в начале 70-х годов.

Компания Mathematics Application Group, Inc была открыта в 1966 году группой ученых-физиков, которые собирались изучать радиационное поле. Позднее их программное решение Synthavision, изначально ориентированное именно для изучения радиационных лучей, будет адаптировано и применено в области рендеринга, в качестве фундаментальной системы для технологии ray-tracer. Именно MAGI разработала метод «трассировки лучей» («ray-tracing»), суть которого заключается в отслеживании обратного хода попадаемого в камеру луча, проложенного от каждого элемента изображения. Этим методом хорошо просчитываются отражения, тени, блики, геометрические объекты и т.д.

Отметим также систему моделирования, разработанную компанией MAGI. Система моделирования являлась процедурной – модели создавались путем комбинирования 25 геометрических фигур, имевшихся в библиотеке программы. Из простейших фигур, вроде пирамиды, сферы и цилиндра создавались более сложные, которые впоследствии становились основой для конечной 3D-модели. Программа Synthavision разрабатывалась в течение пяти лет и была использована при создании знаменитого киношедевра «Трон» (1982 г).

В 1962 году была открыта компания TripleI, которая также внесла огромный вклад в развитие 3D технологий. Изначально она специализировалась на производстве оборудования для сканирования видеоматериала. В 1975 году руководство компании открывает отделение компьютерной графики и анимации. В отличие от компании MAGI, использовавшей геометрические фигуры, Triple-I задействовала в качестве простейших единиц треугольники и квадраты. Такой метод моделирования получил название «полигонального». Компания Triple-I также принимала участие в работе над фильмом «Трон».

Сегодняшний рынок 3D пакетов отличается большим разнообразием. Цены на софт упали в десятки раз, поэтому лицензионное программное решение могут позволить себе многие. Изначально не было комплексных программных решений, которые бы соединяли в себе функции по моделированию, анимации и рендерингу. Одним из первых комплексных пакетов для моделирования и рендеринга был Lightwave 3D, выпущенный в 1990 году для компьютеров серии Amiga. Специалисты компании соединили два программных пакета: Aegis Modeler (моделирование) и Videoscape (рендеринг и анимация). Изначально Lightwave 3D был приложением программного комплекса Video Toaster. Полноценная и независимая версия была выпущена в 1994 году.

Очень интересным и мощным коммерческим программным решением следует признать PowerAnimator от Alias. Именно PowerAnimator является

одним из предков Maya. PowerAnimator представлял собою дорогостоящий программный комплекс, работавший на графических станциях SGI под операционной системой Irix. PowerAnimator впервые был использован на проекте «Бездна». О существовании этого пакета в середине девяностых в нашей стране слышали немногие, а работали – и вовсе единицы. Явление народу программы Maya 1.0 произошло в феврале 1998 года. Maya 1.0 соединила в себе достоинства трех следующих программных пакетов: The Advanced Visualizer (визуализация), Thomson Digital Image (моделирование) и Power Animator (анимация). Объединение Alias и Wavefront в 1995 году стало возможным благодаря покупке обеих компаний концерном SGI. После выхода программного пакета Maya, руководство приняло решение прекратить выпуск PowerAnimator и сконцентрировать свои силы на производстве и раскрутке нового бренда. На сегодняшний день Maya является наиболее востребованным программным решением в сфере развлекательной индустрии [4]. За восемь лет компания Alias|Wavefront выпустила семь версий своего ведущего программного решения. В этом году компания Alias была приобретена более крупным разработчиком софта компанией Autodesk. Покупка обошлась 3D индустрии в 197 миллионов долларов.

3Ds Max компании Autodesk появился в 1996 году, а «выросла» программа из 3D Studio для DOS [5]. Разработка началась в 1993 году с образования отделения Kinetix в недрах монстра Autodesk. Позднее Autodesk объединит Kinetix с Discreet Logic и сформирует отдел Autodesk & Media Entertainment. Новорожденный коллектив лишь через три с лишним года представил на суд общественности новый пакет для работы с графикой, отличавшийся от предыдущих версий не только приставкой MAX в названии. Был разработан новый интерактивный 32-разрядный интерфейс, программа лишилась характерных для досовских версий ограничений, кроме того, максимально расширились возможности пакета. Так было положено начало отсчета - народ тут же позабыл обо всех предыдущих версиях и начал считать

«с нуля», точнее, с единицы. На сегодняшний день выпущено восемь версий популярного решения.

В последние несколько лет устойчивыми лидерами в области моделирования и анимации являются всем известные коммерческие продукты, такие как Maya, Lightwave, 3D's Max, XSI и Houdini. Тем не менее, уверенно набирают популярность и открытые продукты, распространяемые бесплатно, например, полнофункциональный пакет Blender3D (позволяет производить модели с последующим рендерингом) и Wings3D. Производители прекрасно понимают, что совместимость с максимально большим количеством программ и приложений способствует росту продаж, поэтому появляющиеся программные решения не имеют проблем с интеграцией.

Следует отметить также усилившуюся тенденцию к выпуску узконаправленных программ, вроде Renderman и Mental Ray в качестве плагинов для универсальных 3D пакетов. В любом случае место под солнцем найдется для всех, потому что мир окончательно и бесповоротно попал в 3D сеть технологического прогресса.

Программные пакеты, позволяющие создавать трёхмерную графику, то есть моделировать объекты виртуальной реальности и создавать на основе этих моделей изображения, очень разнообразны. Последние годы устойчивыми лидерами в этой области являются коммерческие продукты, такие, как:

- Autodesk 3D's Max. Полнофункциональная профессиональная программная система для создания и редактирования трёхмерной графики и анимации, доработанная компанией Autodesk [6]. Содержит самые современные средства для художников и специалистов в области мультимедиа. Работает в операционных системах Windows и Windows NT (как в 32-битных, так и в 64-битных). В марте 2014 года выпущена версия 17.0 этого продукта под названием Autodesk 3D's Max 2015. Написана на C# (WPF), также использует библиотеку Developer Express (DevExpress).

- Autodesk Maya. Autodesk Maya – инструментальная система трёхмерной графики и компьютерной трёхмерной анимации, обладающая также

функционалом мощного редактора трехмерной графики. В настоящее время широко применяется в кинематографии, телевидении. Первоначально разработана для ОС Irix (платформа SGI), затем была портирована в ОС Linux, Microsoft Windows и Mac OS X. В настоящее время существуют как 32, так и 64-битные версии Maya. (Последние релизы Maya доступны только для 64-битных систем.)

Важная особенность Maya – её открытость для сторонних разработчиков, которые могут преобразовать её в версию, оптимальную для каждой студий, предпочитающей писать код, специфичный для своих нужд. Даже невзирая на присущую Maya мощь и гибкость, эта особенность достаточна для того, чтобы повлиять на выбор пользователя. Скриншот из программы Autodesk Maya находится на рисунке 1.

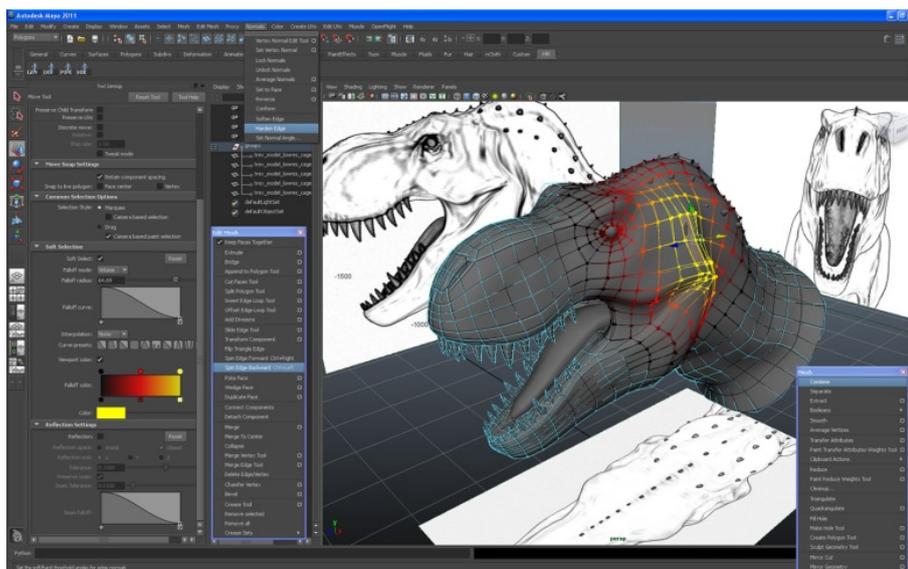


Рисунок 1 – Скриншот из программы Autodesk Maya

- Autodesk Softimage. Autodesk Softimage, или просто Softimage (ранее также Softimage|XSI) – полнофункциональный редактор трёхмерной графики, принадлежащий Autodesk, включающий в себя возможности 3D моделирования, анимации и создания спецэффектов. Это программное обеспечение преимущественно используется при создании кино, видеоигр, а

также в рекламной индустрии для создания персонажей, объектов и окружения. Скриншот из программы Autodesk Softimage находится на рисунке 2.

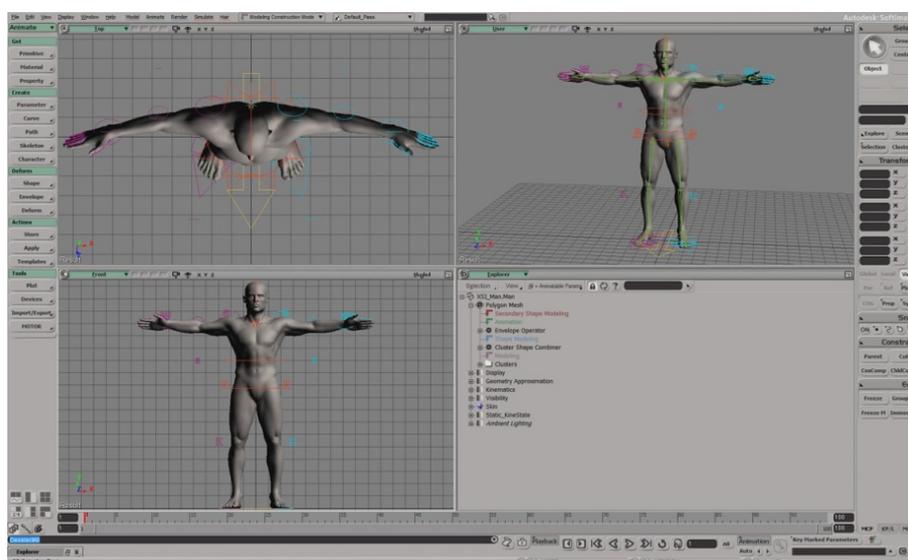


Рисунок 2 – Скриншот из программы Autodesk Softimage

- Blender. Blender – свободный, профессиональный пакет для создания трёхмерной компьютерной графики, включающий в себя средства моделирования, анимации, рендеринга, постобработки и монтажа видео со звуком, компоновки с помощью «узлов» (Node Compositing), а также для создания интерактивных игр [7]. В настоящее время пользуется наибольшей популярностью среди бесплатных 3D редакторов в связи с его быстрым и стабильным развитием, которому способствует профессиональная команда разработчиков.

Характерной особенностью пакета Blender является его небольшой размер по сравнению с другими популярными пакетами для 3D-моделирования. В базовую поставку не входят развёрнутая документация и большое количество демонстрационных сцен. Скриншот из программы Blender находится на рисунке 3.

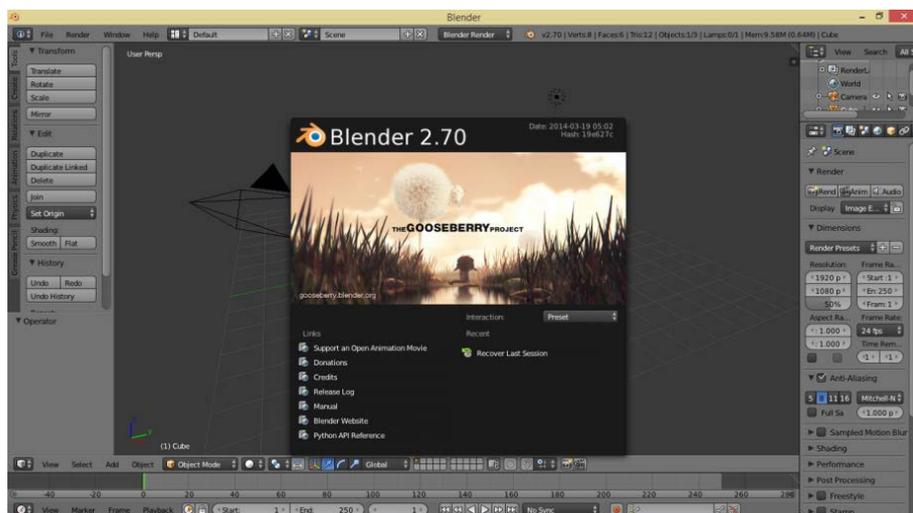


Рисунок 3 – Скриншот из программы Blender

- Cinema 4D является универсальной комплексной программой для создания и редактирования трехмерных эффектов и объектов [8]. Позволяет рендерить объекты по методу Гуро. Поддержка анимации и высококачественного рендеринга. Отличается более простым интерфейсом, чем у аналогов, и встроенной поддержкой русского языка, что делает её популярной среди русскоязычной аудитории. Скриншот из программы Cinema 4D находится на рисунке 4.



Рис. 4 – Скриншот из программы Cinema 4D

- Houdini. Houdini – профессиональный программный пакет для работы с трёхмерной графикой, разработан компанией Side Effects Software (Торонто,

Канада). Главное отличие данного пакета в том, что он является средой визуального программирования. Скриншот из программы Houdini находится на рисунке 5.

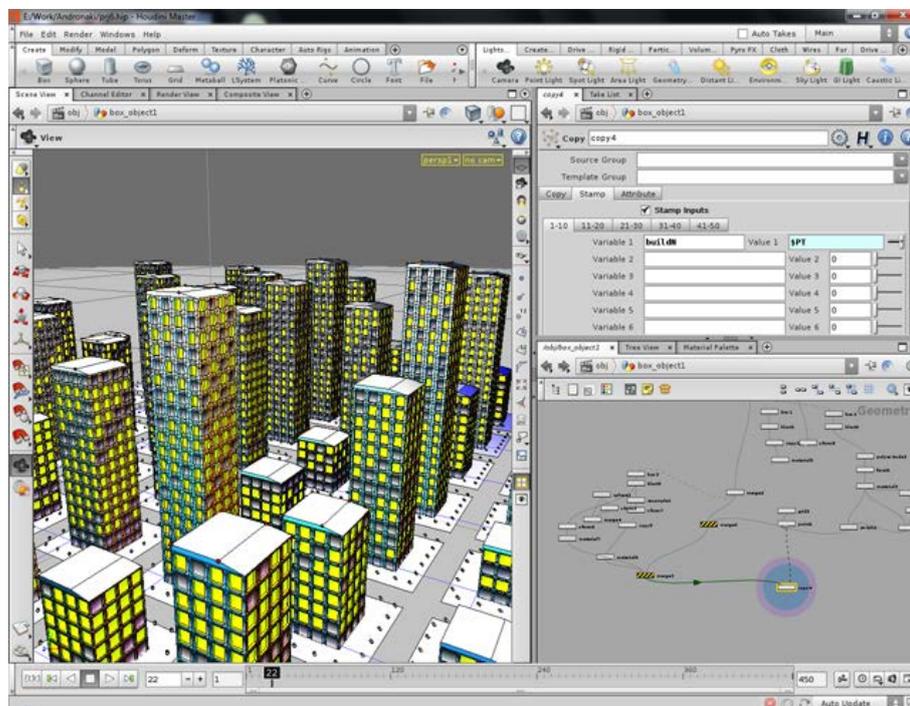


Рисунок 5 – Скриншот из программы Houdini

- MODO. MODO – программа трехмерного моделирования и рендеринга, разработанная Luxology, LLC. Программа работает в среде Mac OS X и Microsoft Windows. Скриншот из программы MODO находится на рисунке 6.

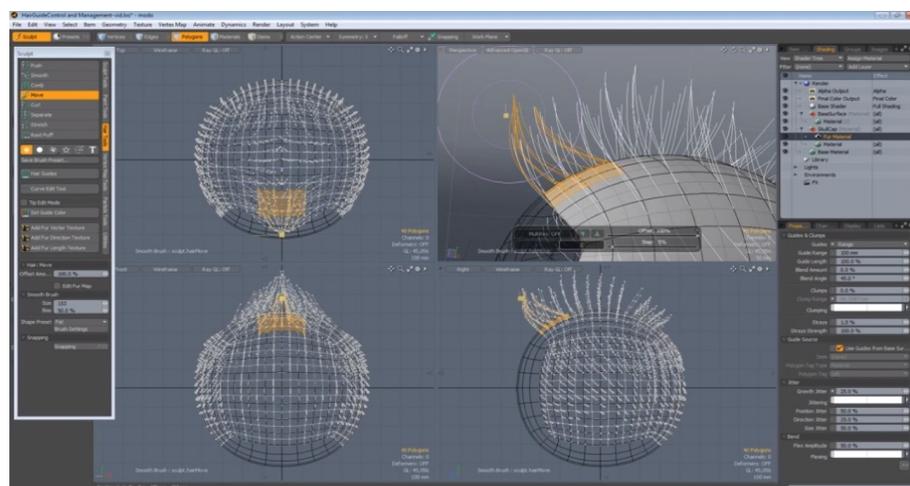


Рисунок 6 – Скриншот из программы MODO

- LightWave 3D. Популярный пакет для создания трёхмерной графики, широко применяемый в производстве видео, теле, кинопродукции [9]. Lightwave содержит мощную систему полигонального моделирования, которая также создает основанные на полигонах поверхности подразделения (polygon-based subdivision), которым фирма Newtek дала имя «MetaNURBS» (несмотря на название, Lightwave не поддерживает NURBS-моделирование, MetaNURBS является торговой маркой, используемой Newtek'ом для своих поверхностей разбиения). Скриншот из программы LightWave 3D находится на рисунке 7.

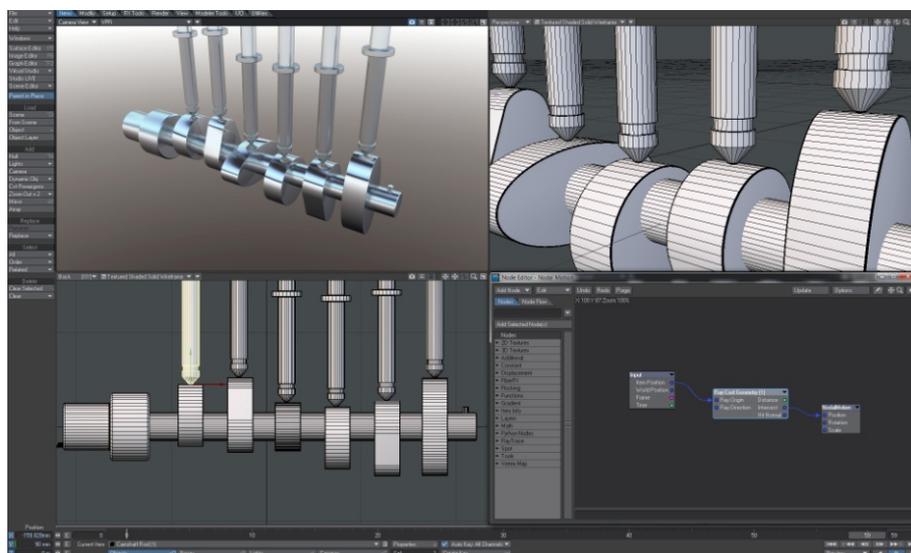


Рисунок 7 – Скриншот из программы LightWave 3D

- ZBrush. Отличительной особенностью данного ПО является имитация процесса «лепки» трёхмерной скульптуры, усиленного движком трёхмерного рендеринга в реальном времени, что существенно упрощает процедуру создания требуемого трёхмерного объекта. Каждый пиксель содержит информацию не только о своих координатах XY и значениях цвета, но также и глубине Z, ориентации и материале [10]. Это значит, что вы не только можете «лепить» трёхмерный объект, но и «раскрасить» его, рисуя штрихами с глубиной. То есть вам не придётся рисовать тени и блики, чтобы они выглядели естественно – ZBrush это сделает автоматически. Также быстро работает со стандартными 3d объектами, используя кисти для модификации геометрии

материалов и текстур. Позволяет добиться интерактивности при большом количестве полигонов. Используя специальные методы, можно поднять детализацию до десятков, а то и сотен миллионов полигонов. Также имеется множество подключаемых модулей (работа с текстурами, геометрией, множество новых кистей, быстрая интеграция с профессиональными пакетами 2d графики и многое другое). Среди открытых продуктов, распространяемых свободно, числится пакет Blender (позволяет создавать 3D модели, анимацию, различные симуляции и др. с последующим рендерингом), K-3D и Wings3D. Скриншот из программы ZBrush находится на рисунке 8.



Рисунок 8 – Скриншот из программы ZBrush

## 1.2 3D моделирование. Термины, понятия, техники моделирования

Трёхмерная графика (3D (от англ. 3 Dimensions – «3 измерения») Graphics, Три измерения изображения) – раздел компьютерной графики, совокупность приемов и инструментов (как программных, так и аппаратных), предназначенных для изображения объёмных объектов [11]. Пример трехмерной графики на рисунке 9.

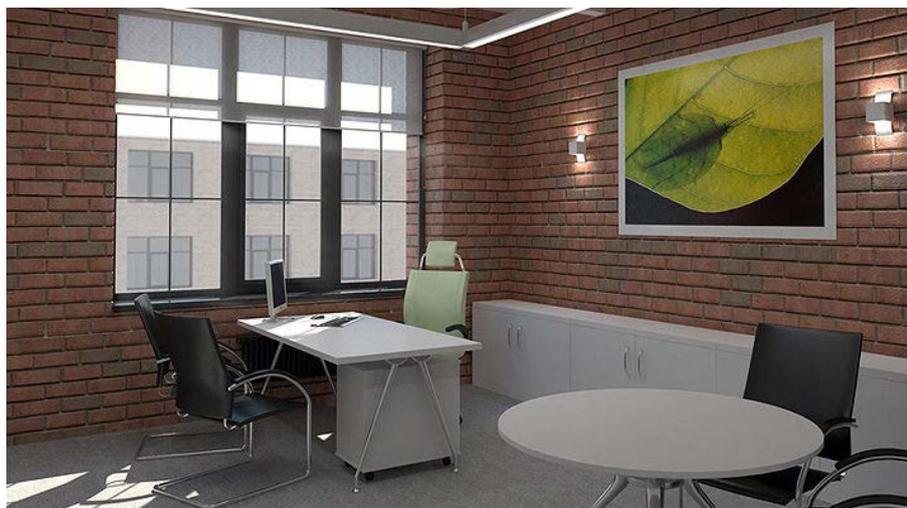


Рисунок 9 – Пример трёхмерной графики

Трёхмерное изображение на плоскости отличается от двумерного тем, что включает построение геометрической проекции трёхмерной модели сцены на плоскость (например, экран компьютера) с помощью специализированных программ.

Однако, с созданием и внедрением 3D-дисплеев и 3D-принтеров, трёхмерная графика не обязательно включает в себя проецирование на плоскость. При этом модель может как соответствовать объектам из реального мира (автомобили, здания, ураган, астероид), так и быть полностью абстрактной (проекция четырёхмерного фрактала).

Трёхмерная модель – модель объекта в трёхмерной графике, представляющая собой совокупность вершин и рёбер, которая определяет форму отображаемого многогранного объекта [12].

Существует 3 метода создания 3D моделей:

- Poly/Mesh (Полигональное моделирование);
- Shapes and Spline;
- NURBS.

При полигональном моделировании объект разбивается на полигоны. Пример модели, выполненной методом полигонального моделирования, представлена на рисунке 10. Полигон – это треугольник, задаваемый в пространстве координатами трех точек. Моделирование сводится к

редактированию вершин и ребер полигонов, какого-нибудь стандартного примитива. Например, для создания модели автомобиля можно сделать стандартный примитив box (куб), сконвертировать его в Editable Poly и редактируя вершины и ребра полигонов, добавляя новые вершины, ребра и полигоны, и постепенно добиться необходимой формы. С помощью данного метода моделирования делают модели различной сложности: начиная простыми и заканчивая очень сложными. Полигональное моделирование универсальное средство. С его помощью, создается большинство моделей, начиная от простых ювелирных изделий и заканчивая высокодетализированными моделями персонажей, людей, техники [13].

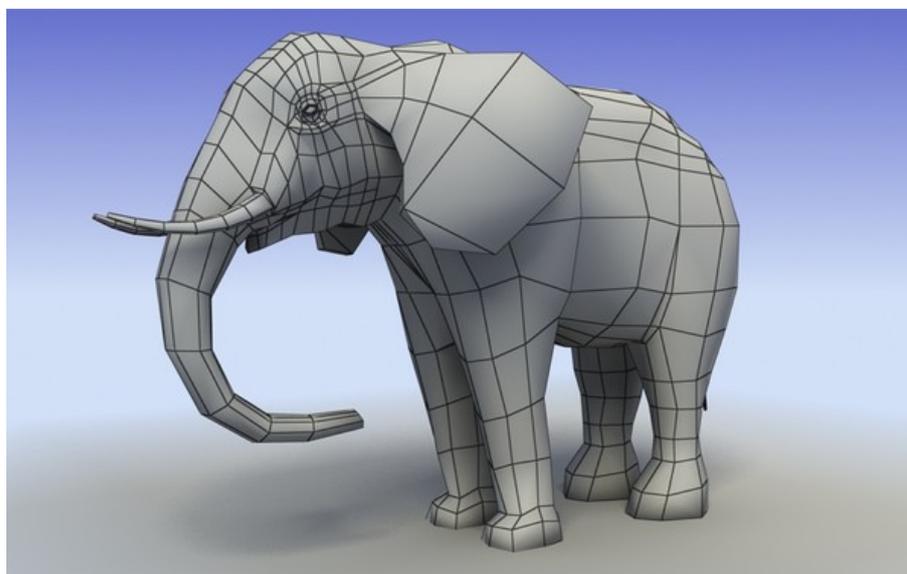


Рисунок 10 – Модель выполнена методом полигонального моделирования

Следующий метод моделирования – это Shapes and Spline (формы и сплайны). Работая в 3D, часто приходится сталкиваться с плоскими двухмерными объектами. Самые элементарные двухмерные объекты – сплайны. Сплайн (Spline) – это особая кривая, которая описывается некоторыми математическими уравнениями [14]. Сплайновые формы – это так или иначе различного рода линии. В 3D сплайны используются для создания всех видов фигур, в частности окружностей, эллипсов, прямоугольников, которые и являются двухмерными фигурами. При помощи различных

модификаторов на основе сплайновых форм можно получать по заданным законам разные объекты, имеющие визуализируемую поверхность. Чаще всего к сплайнам применяются модификаторы Extrude (Выдавливание) или Lathe (Вращение). Пример действия модификатора представлен на рисунке 11. В основном, с помощью сплайнового моделирования создаются предметы с гладкой поверхностью: бокалы, пули, вазы и т.д., а так же различного рода декоративные элементы. Чаще всего сплайновый метод моделирования используется как вспомогательный для полигонального моделирования.

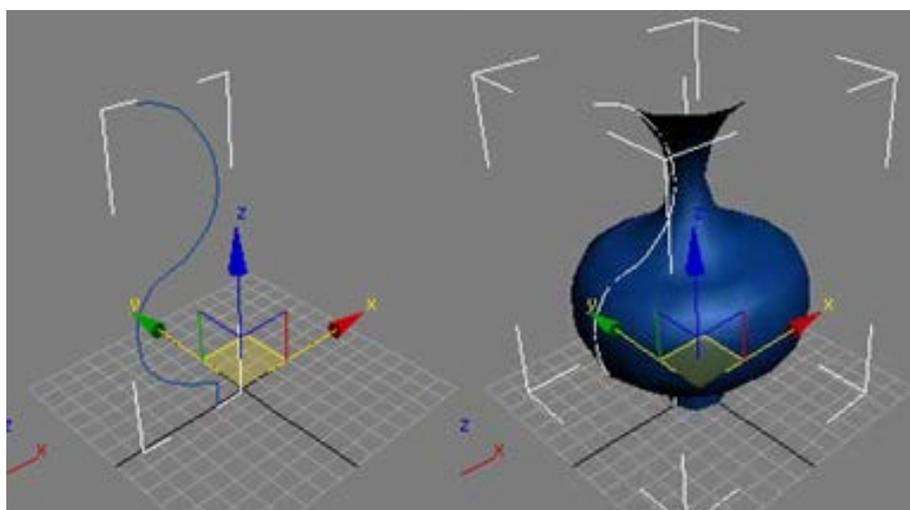


Рисунок 11 – Модификатор Lathe действует на сплайновую форму

Последний способ моделирования – это NURBS (Non-Uniform Rational B-Splines) переводится как «неоднородный рациональный B-сплайн». Это особая технология, предназначенная для создания плавных органических форм и моделей, основанная на сложном математическом аппарате [15]. Всего существует около 1500 уравнений для описания всех геометрических элементов, от простейших кривых до сложных поверхностей. Из-за особенности строения NURBS, поверхности всегда гладкие (у них нет острых краев, присущих полигонам), поэтому они широко используются в органическом моделировании (подобном созданию растительных форм), для создания моделей животных, людей, машин и т. д.

NURBS поверхности не состоят из сетки прямоугольников, разбиение поверхностей на многоугольники происходит лишь на этапе рендеринга и предполагает использование оптимального алгоритма для сохранения гладкости. Поэтому при любом приближении соблюдается гладкость поверхности. NURBS-кривая на рисунке 12.

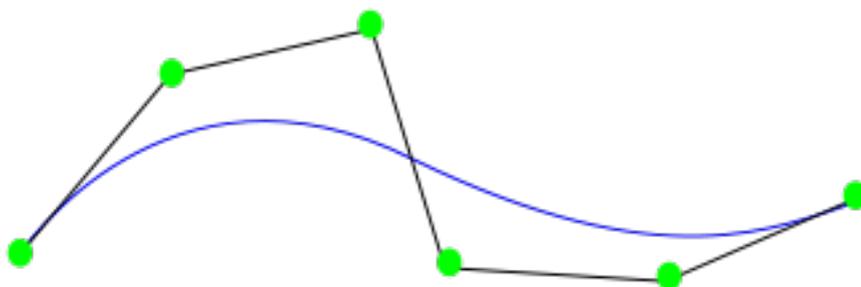


Рисунок 12 – NURBS-кривая

### 1.3 Методы оптимизации 3D моделей под мобильные устройства

На современном этапе развития 3D редакторов и средств моделирования стало достаточно легко создавать детализированные 3D модели для использования в различных приложениях работающих с трехмерной графикой [16]. Особенно активно высоко детализированные модели используются в производстве спецэффектов для кинофильмов или в играх. Однако при попытке использовать эти модели в интерактивных приложениях для мобильных устройств, симуляторах и ГИС возникают проблемы. Основные препятствия заключаются в необходимости выделения большого объема вычислительных ресурсов, сложности обработки объектов. Также наличие большого числа полигонов в сцене или в модели ограничивает возможность запуска приложения на устройствах с низкой вычислительной мощностью [17]. Таким образом, существует проблема, требующая оптимизации уже готовых трехмерных детализированных моделей для использования в приложениях на устройствах с низкой вычислительной мощностью.

Целью параграфа является обзор нескольких методов оптимизации высоко детализированных 3D моделей.

Алгоритмы удаления невидимых граней и линий [18]. Выделяют три класса таких алгоритмов:

- алгоритмы, работающие в пространстве экрана. Они основаны на расчете попадания граней в зону видимости наблюдателя из определённой точки.

- алгоритмы, работающие непосредственно в пространстве объектов (сцены). Зачастую в моделях существуют грани, которые располагаются внутри объекта, или на обратной стороне скрытой от наблюдателя. Для вычисления видимых поверхностей используется сравнение и расчет расположения всех объектов находящихся в сцене и удаление всех невидимых граней.

- алгоритмы, со списком приоритетов. Являются гибридной модификацией первых двух и работают используя оба алгоритма попеременно.

К достоинствам алгоритмов удаления невидимых граней и линий можно отнести высокий уровень оптимизации и отсутствие потерь качества видимого для наблюдателя. Недостатками же является низкая скорость обработки, высокое потребление вычислительных ресурсов и отсутствие возможности обработки в реальном времени на большинстве устройств. Пример использования алгоритмов удаления граней невидимых для пользователя в обычном режиме на рисунке 13.



Рисунок 13 – Пример использования алгоритмов удаления граней невидимых для пользователя в обычном режиме

Алгоритмы редукции полигонов (Polygon Reduction). Редукция – процесс упрощения 3D модели путем уменьшения количества полигонов. Принцип работы метода заключается в замещении группы полигонов одним, наиболее близким к исходной группе по расположению вершин. Большинство 3D редакторов имеют возможность задавать интенсивность редукции, что позволяет выбрать нужное соотношение между уровнем проработки модели и экономией вычислительной мощности. Метод редукции полигонов на примере персонажа и выбор оптимальной конфигурации на рисунке 14.

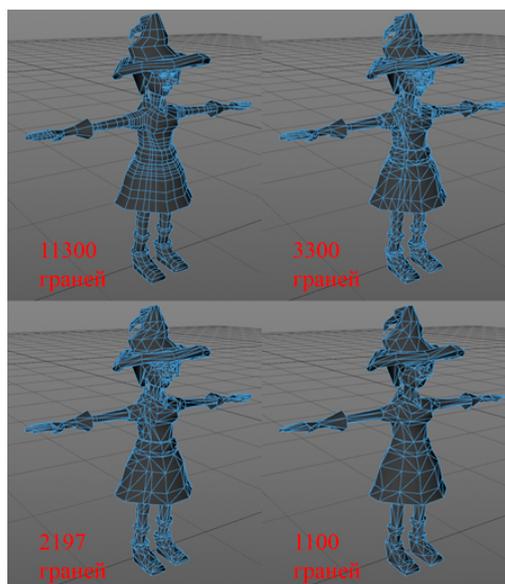


Рисунок 14 – Метод редукции полигонов на примере персонажа и выбор оптимальной конфигурации

К достоинствам относят легкость использования и высокую скорость обработки. Однако недостатками является искажение модели при сильном или неправильном применении метода и необходимость перерисовки текстур, если на первичную модель уже была наложена текстура.

Алгоритмы ручного создания низкополигональных моделей. Низкополигональные (low-poly) модели используются, когда не требуется высокая детализация, если приемлемое качество изображения можно получить, с помощью проработанных текстур, карт нормалей и других визуальных эффектов. Чаще всего такие модели используются для экономии вычислительных ресурсов в 3D приложениях, где есть необходимость отображения моделей и анимации в режиме реального времени.

При создании низкополигональных моделей следует стремиться за минимально возможное количество вершин и ребер создать модель объекта достаточно похожую на реальный прототип. Существует несколько способов создания визуального представления трехмерного объекта с минимальными потерями качества:

- задание оптимального количества полигонов (достаточное для сохранения формы объекта, но не излишнее). Следует учитывать область

применения модели и доступные ресурсы вычислительной техники. Пример на рисунке 15;

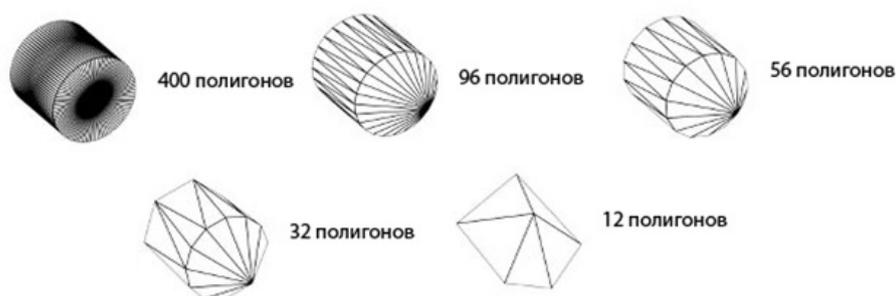


Рисунок 15 – Примеры задания примитива различными количествами ПОЛИГОНОВ

- слияние соседних близких вершин. В ряде случаев модель может иметь несколько вершин сосредоточенных на малом расстоянии друг от друга или находящихся на одной прямой [19]. Самым оптимальным решением в данном случае будет объединение всех вершин в одну, что уменьшит количество нефункциональных полигонов. Пример использования метода «Слияние вершин» на рисунке 16;

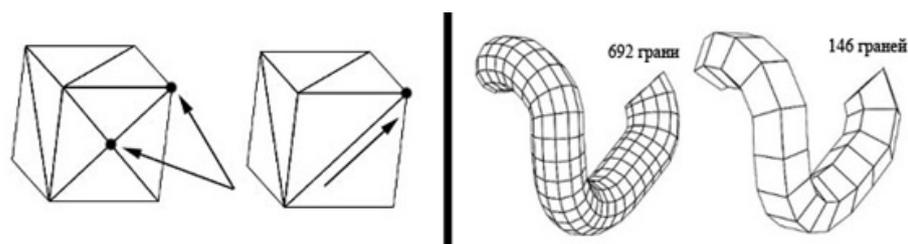


Рисунок 16 – Примеры использования методов «Слияния вершин» и «Закругления»

- «Закругление» путем снижения количества граней на сторонах цилиндрических объектов. Некоторые сцены с использованием таких объектов не подразумевают необходимости высокой детализации самой поверхности цилиндра. Именно в таких случаях следует применять скругление так как

визуальное восприятие цилиндра слабо зависит от его граней. Пример использования метода «Закругления» на рисунке 16.

- использование треугольных полигонов для моделирования сфер. Несмотря на более сложное расположение полигонов в сравнении со сферой из четырехугольных полигонов, сфера из треугольников позволяет обойтись меньшим числом полигонов при меньшей степени аппроксимации. Пример метода на рисунке 17.

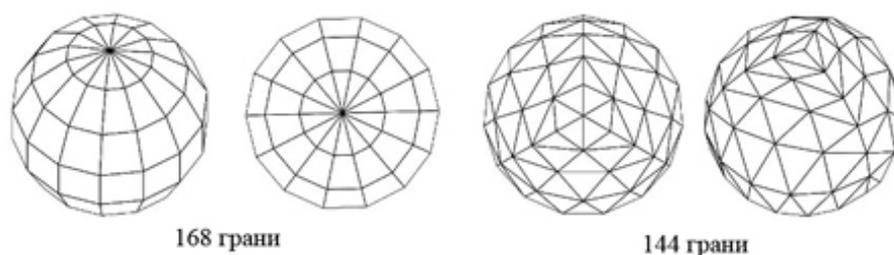


Рисунок 17 – Демонстрация различия сфер из треугольных и четырехугольных полигонов

К достоинствам ручного создания низкополигональных моделей относят очень высокое финальное качество и минимальное количество полигонов [20]. Ключевыми недостатками является высокая трудоемкость и очень низкая скорость моделирования.

Реалистичность объекта в этом случае достигается за счет применения высококачественных текстур. В некоторых случаях, low-poly моделирование не будет соответствовать той степени точности, которая необходима. На рисунке 18 видна разница между высокополигональной моделью и низкополигональной.

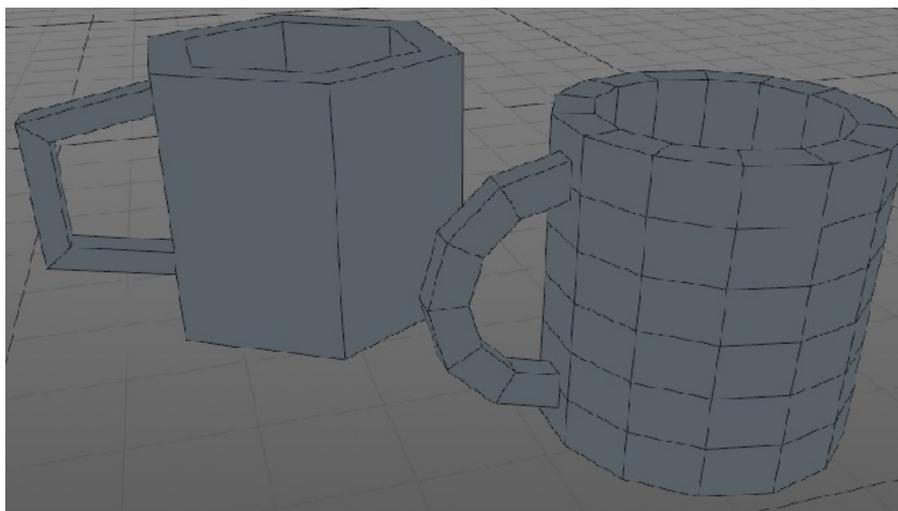


Рисунок 18 – Сравнение высокополигональной модели кружки (246 граней) и низкополигональной (50 граней)

На рисунке 19 можно видеть сцену, из разных типов объектов, к которым были применены описанные выше методы и алгоритмы.



Рисунок 19 – Оптимизированная сцена для запуска на устройствах с низким количеством вычислительных ресурсов

К примеру, к зданиям был применен алгоритм удаления невидимых граней и линий, для оптимизации персонажей использовался алгоритм редукции полигонов, а предметы интерьера были заново смоделированы с использованием техник создания низкополигональных объектов. Таким образом, удастся добиться значительного уменьшения количества полигонов в сцене.

## 2 Разработка трехмерных моделей

### 2.1 Моделирование объектов

Рассмотрим пошаговое моделирование одного из объектов на примере общежития №19. Из материалов – фотографии из интернета и скриншоты с портала Google maps.

Для создания 3D моделей был использован метод полигонального моделирования, с применением различных модификаторов. Модификатор-это инструмент по видоизменению 3D объекта.

После произведения запуска программы Autodesk 3D's Max. На экране появляется рабочая область в виде трех плоскостей: вид сверху (Top), вид слева (Left), вид фронт (Front). На рисунке 20 изображена рабочая область.

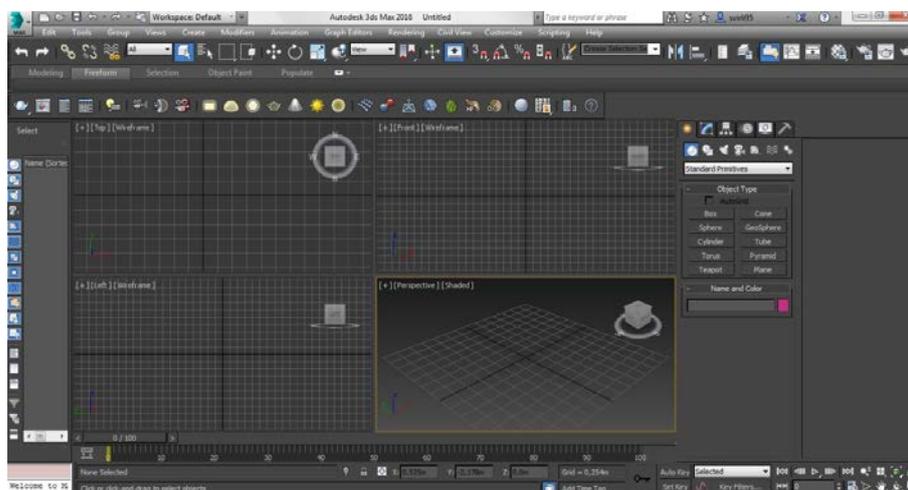


Рисунок 20 – Рабочая область Autodesk 3ds Max с видовыми окнами

Для работы необходимо импортировать скриншот в 3D's Max. Для этого во вкладке «Geometry» необходимо выбрать инструмент «Plane» и с помощью него, на фронтальном виде (Front), создать объект «Plane», с размерами идентичными размерам чертежа. После чего открыть «Material editor» и добавить чертёж в один из слотов материала. После чего выставить его

отображения и присвоить материал с чертежом к, ранее созданному, объекту «Plane». На рисунке 21 результат операции.

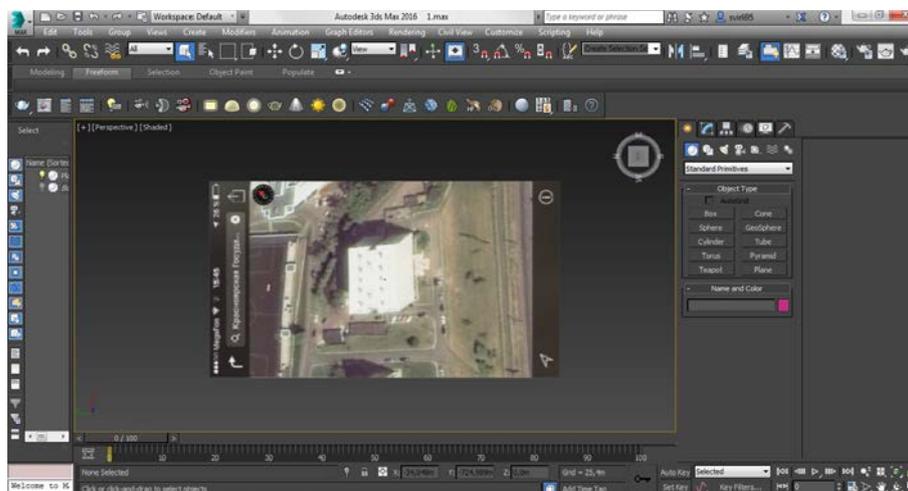


Рисунок 21 – Объект «Plane» с применённой к нему текстурой чертежа

После чего к этому объекту можно применить «Freeze selection», из контекстного меню, чтобы, в дальнейшем, предотвратить его случайное редактирование.

Дальше необходимо создать ещё один объект «Box» размером в один этаж фасада общежития. На рисунке 22 объект «Box» размером в один этаж фасада общежития.

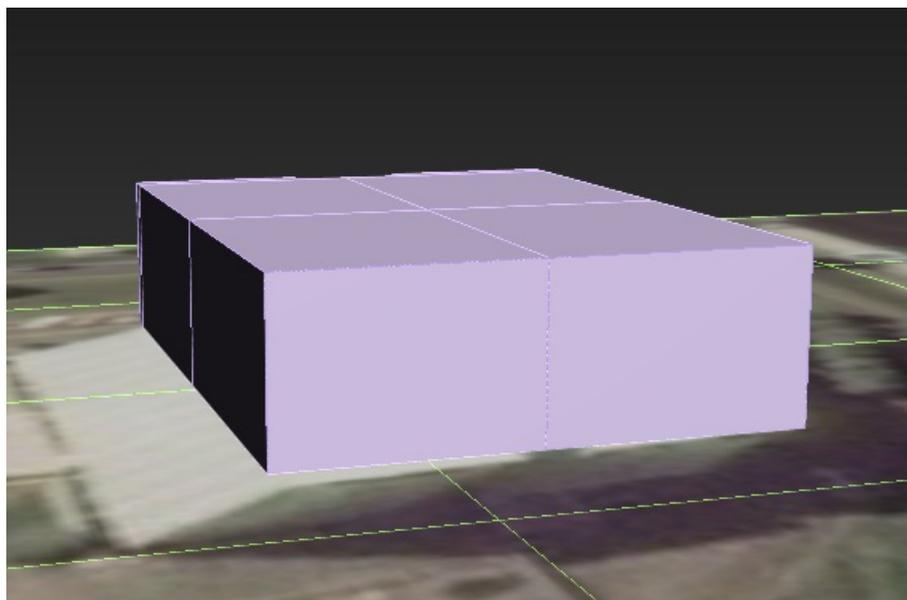


Рисунок 22 – Объект «Вох» размером в один этаж фасада общежития

После нужно преобразовать объект «Вох» в «Editable Poly», для чего из контекстного меню выбрать вкладку «Convert to» и из всплывающего меню выбрать «Convert to Editable Poly». Редалируемый полигон (Editable poly) позволяет более точно контролировать процесс моделирования, чем редактируемая сеть (Editable Mesh).

После чего, в правой части экрана, во вкладке «Modify», в закладке «Selection» выбирать инструмент «Edge» (ребро) и с помощью курсора мыши выбирать верхнее и нижнее ребро объекта. После чего, с помощью инструмента «Connect», создать ребра и с помощью «Select and Move» переместить их на места соответствующие выступающим, ориентируясь по фотографии изображенной на рисунке 23.



Рисунок 23 – Реальное изображение объекта, подлежащего моделированию

Теперь нужно выдавить стены, для этого требуется выбрать полигональный метод редактирования: в правом меню, в закладке «Selection» выбрать инструмент «Polygon». После чего выделить необходимые полигоны и применить к ним инструмент «Extrude», который находится в меню «Modify», в закладке «Edit Polygons», как это выполнено на рисунке 24.

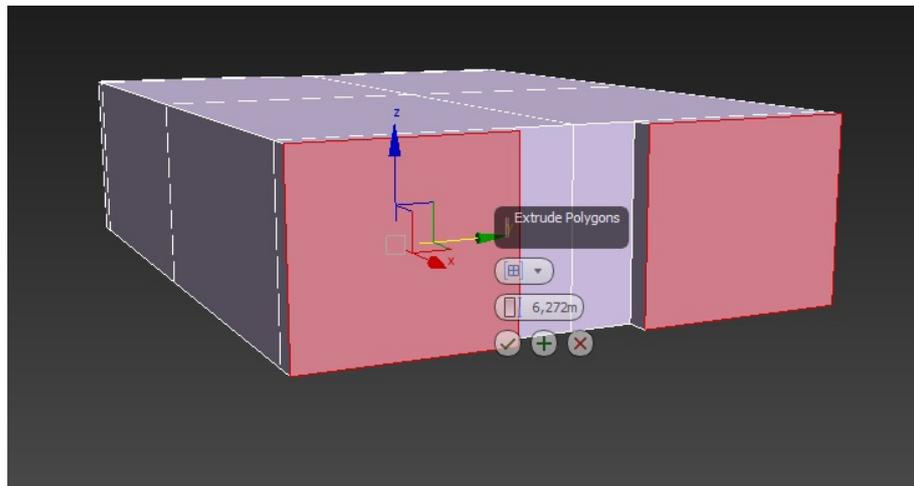


Рисунок 24 – Применение инструмента «Extrude», к выделенным полигонам

Так как общежитие является симметричным зданием, то моделируется только его четверть, которую, далее необходимо отразить. Результат на рисунке 25.

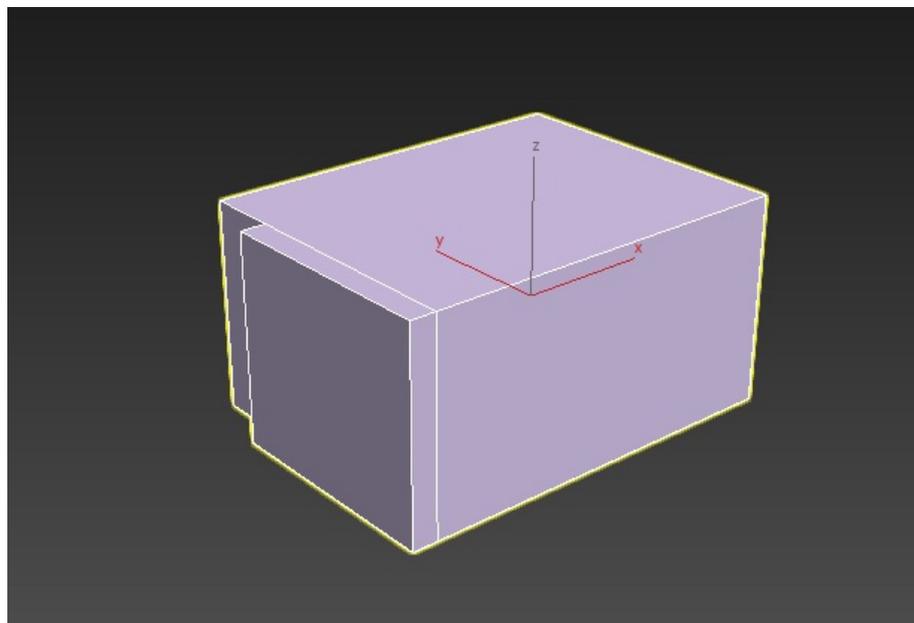


Рисунок 25 – «Четверть» общежития

Необходимо создать окна. По аналогии выше, таким же способом – выделением противоположных рёбер и инструментом «Connect», создать рёбра

соответствующие оконным проёмам. На рисунке 26 видно, что созданы рёбра (красным цветом) соответствующие оконным проёмам.

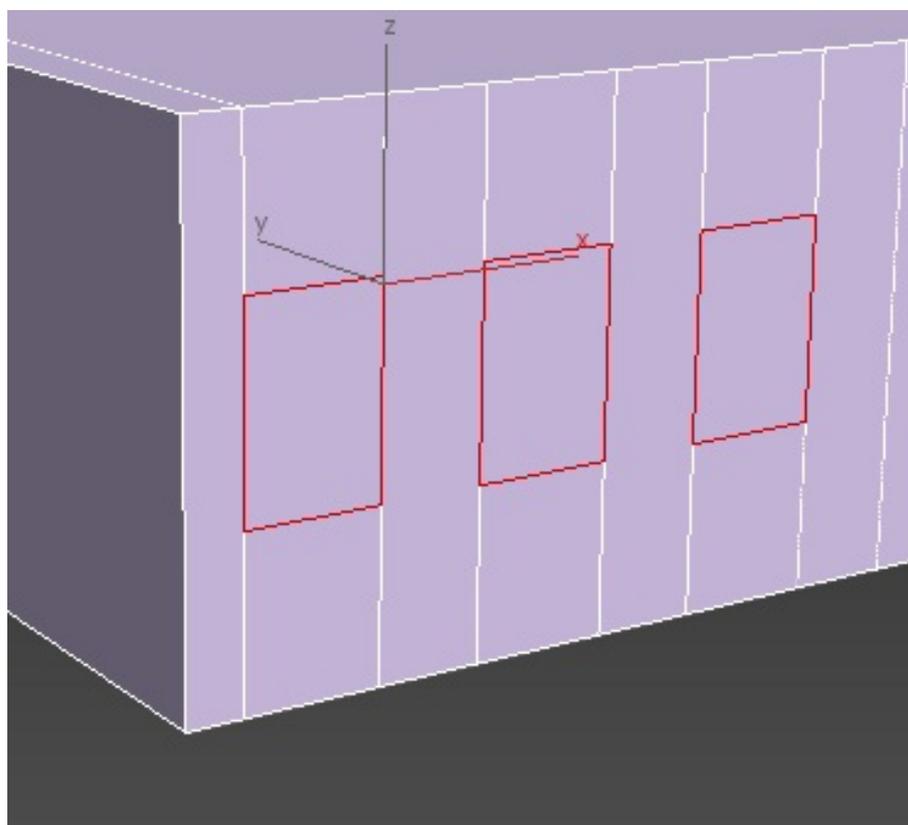


Рисунок 26 – Созданы рёбра (красным цветом) соответствующие оконным проёмам

Нужно создать первый этаж. Для этого следует выйти из режима редактирования полигонов и, с зажатой клавишей Shift, перетащить созданную часть фасада ниже, тем самым создав ещё одну копию объекта (этажа). На рисунке 27 видно, что таким образом, получилось два фасада. Нижний – это первый этаж общежития, верхний это остальные этажи.

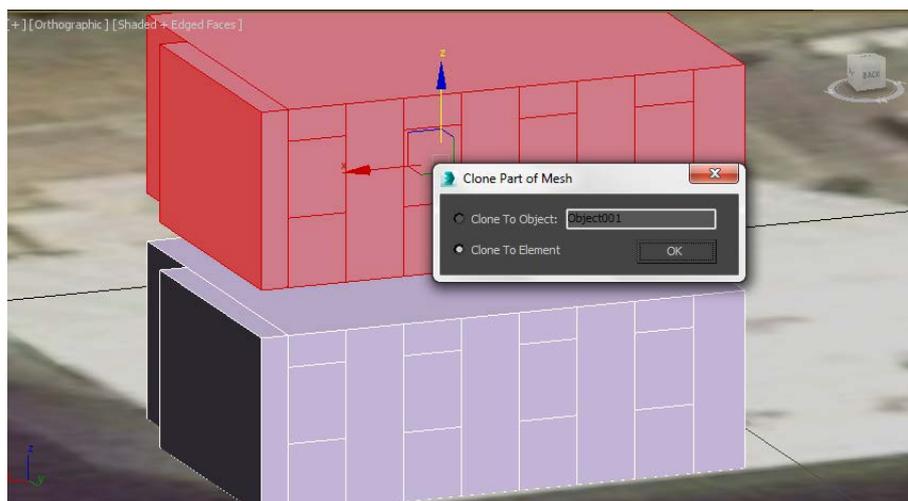


Рисунок 27 – Копирование объекта

Отличие первого и последующих этажей, состоит в том что на первом этаже есть двери. Чтобы добавить главное отличие этажа, перейти в режим редактирования точек «Vertex» и с помощью модификатора «Target Weld», сварить точки там, где требуются двери. На рисунке 28 показано расположение кнопки модификатора «Target Weld».

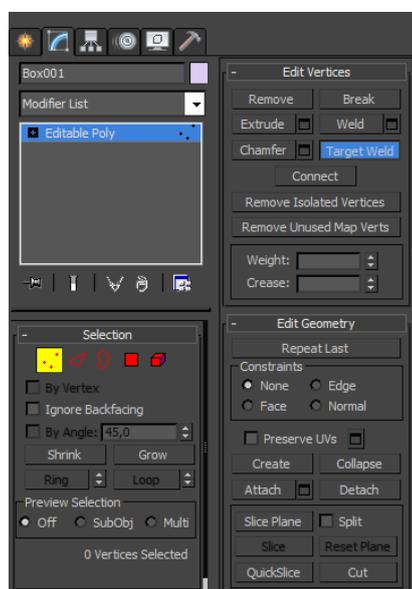


Рисунок 28 – Выбор инструмента «Target Weld»

Теперь, окнам необходима рама. Для этого требуется выбрать, в правом меню, в закладке «Selection», инструмент «Polygon». После чего выделить полигоны оконных проёмов и применить к ним инструмент «Bevel», который

находится в меню «Modify», в закладке «Edit Polygons». На рисунке 29 показано применение инструмента «Bevel», к выделенным полигонам.

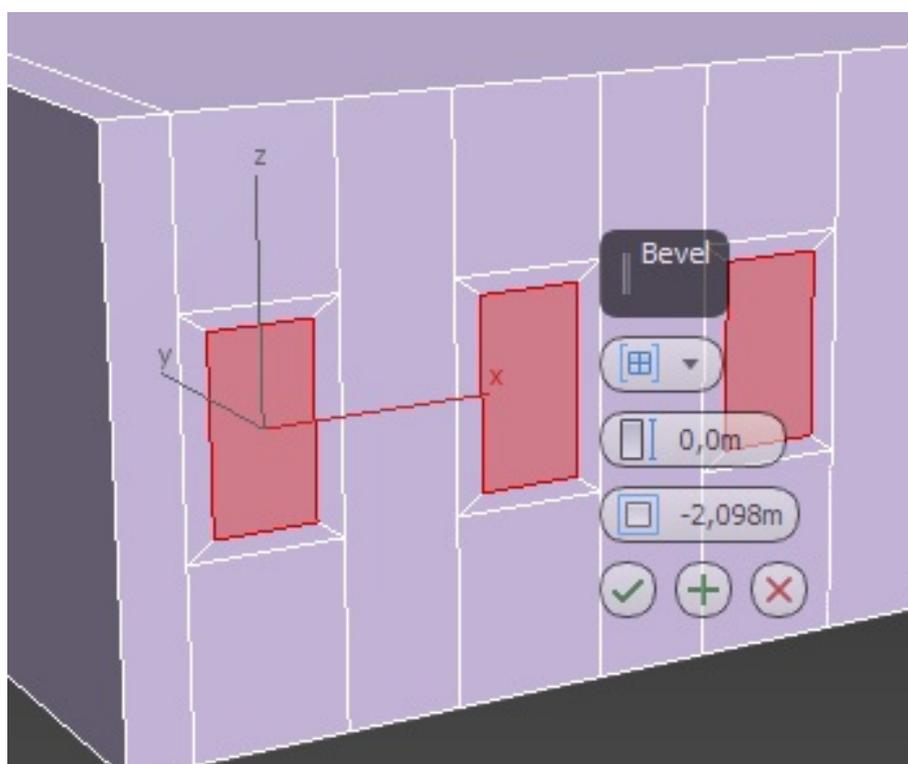


Рисунок 29 – Применение инструмента «Bevel», к выделенным полигонам

Теперь нужно придать оконным рамам объём, для этого также потребуется выбрать полигональный метод редактирования: в правом меню, в закладке «Selection» выбрать инструмент «Polygon». После чего выделить полигоны оконных рам и применить к ним инструмент «Extrude». На рисунке 30 показано применение инструмента «Extrude», к выделенным полигонам.

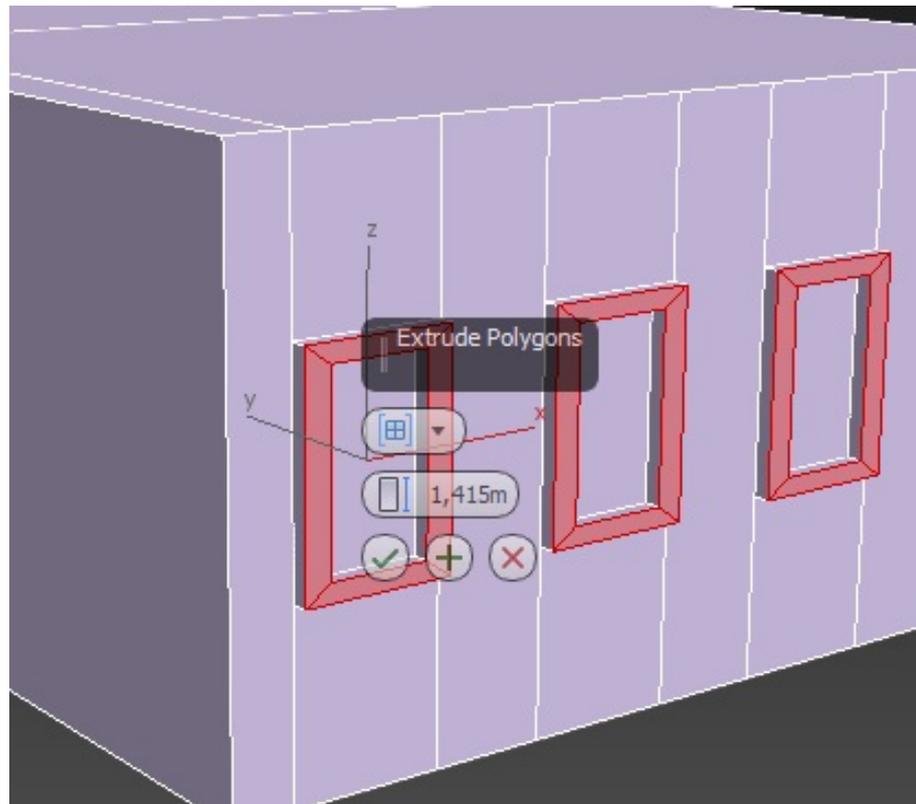


Рисунок 30 – Применение инструмента «Extrude», к выделенным полигонам

Следующий шаг – клонирование объекта. Повторить данную операцию согласно количеству этажей в здании. Для оптимизации моделей, стоит удалить грани, которые в дальнейшем видны не будут. Однако оставить дно у первого этажа, оно пригодится позже.

Выбрав инструмент «Vertex» (точка), выделить точки между этажами и применить к ним модификатор «Weld». Применение инструмента «Weld», к выделенным точкам, показано на рисунке 31.

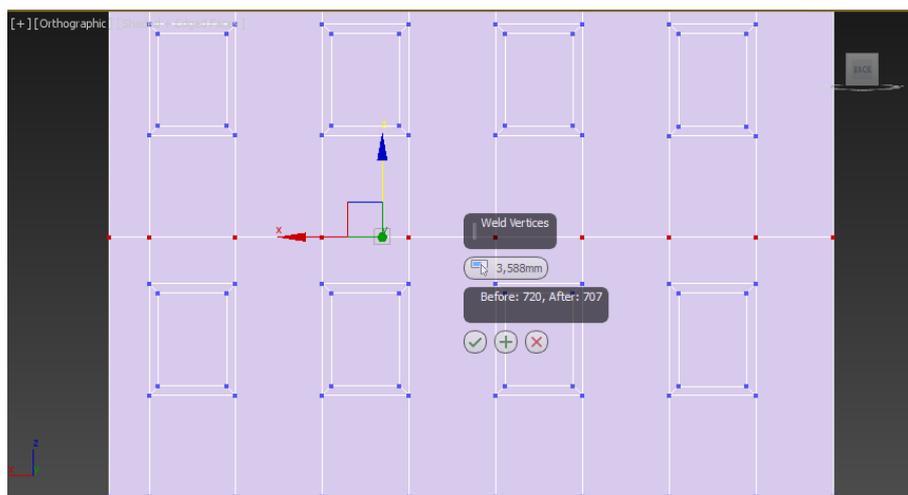


Рисунок 31 – Применение инструмента «Weld», к выделенным точкам

Перейти в режим редактирования объектов, выделить нужный объект и применить к нему модификатор «Mirror».

Полученный объект еще раз отразить, только в этот раз по оси Y.

Конвертировать объект в режим редактирования полигонов. После чего, как несколькими шагами ранее, необходимо применить модификатор «Weld», заранее выбрав инструмент «Vertex» (точка), выделив точки отраженными половинками здания.

Так как входные двери на первом этаже расположены с только с лицевой стороны, то с другой стороны фасада переделать из дверей окна.

Для создания крыши клонировать дно первого этажа и переместить на место крыши. Сварить вершины инструментом «Weld».

С помощью инструмента «Bevel» создать окантовку. На рисунке 32 можно увидеть применение инструмента «Bevel». Далее, не снимая выделения выдавить полигоны вниз, модификатором «Extrude».

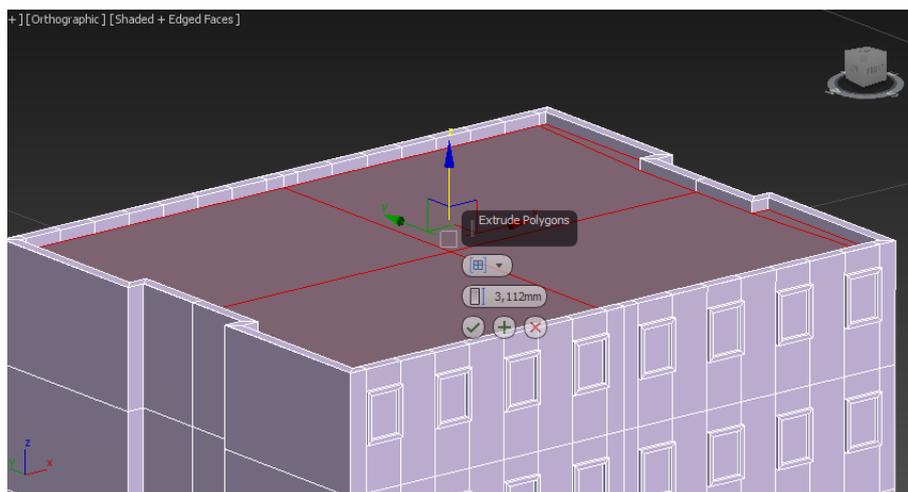


Рисунок 32 – Создание окантовки

Для большей реалистичности добавить дымоходы. Для этого, создать объект «Box» и сделать его похожим на дымоход, применяя использованные ранее инструменты. Снова выделить здание, выбрать инструмент «Attach» и нажать на дымоход. Распределить дымоходы по крыше. Результат представлен на рисунке 33.

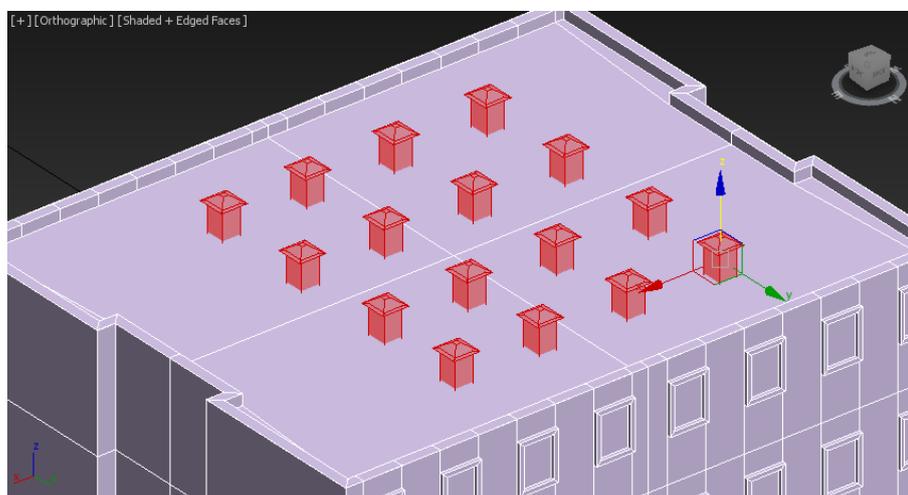


Рисунок 33 – Дымоходы

На этом, этап моделирования закончен, следующий этап – это создание разверстки и текстурирование модели.

## 2.2 Создание развертки и текстурирование объектов.

Текстурируем 3D-модель с помощью модификатора Unwrap UVW.

Unwrap UVW – модификатор развертки текстурных координат.

Для начала необходимо снять выделение объекта и применить модификатор «Unwrap UVW». После этого выделить нужные полигоны и нажать кнопку «Quik Peel», она показана на рисунке 34.



Рисунок 34 – Выбор инструмента «Quik Peel»

Откроется окно Edit UVWs, предназначенное для создания текстурной развертки. В окне, можно увидеть полигоны выделенные ранее на плоскости. Результат показан на рисунке 35. С остальными частями модели поступить так же.

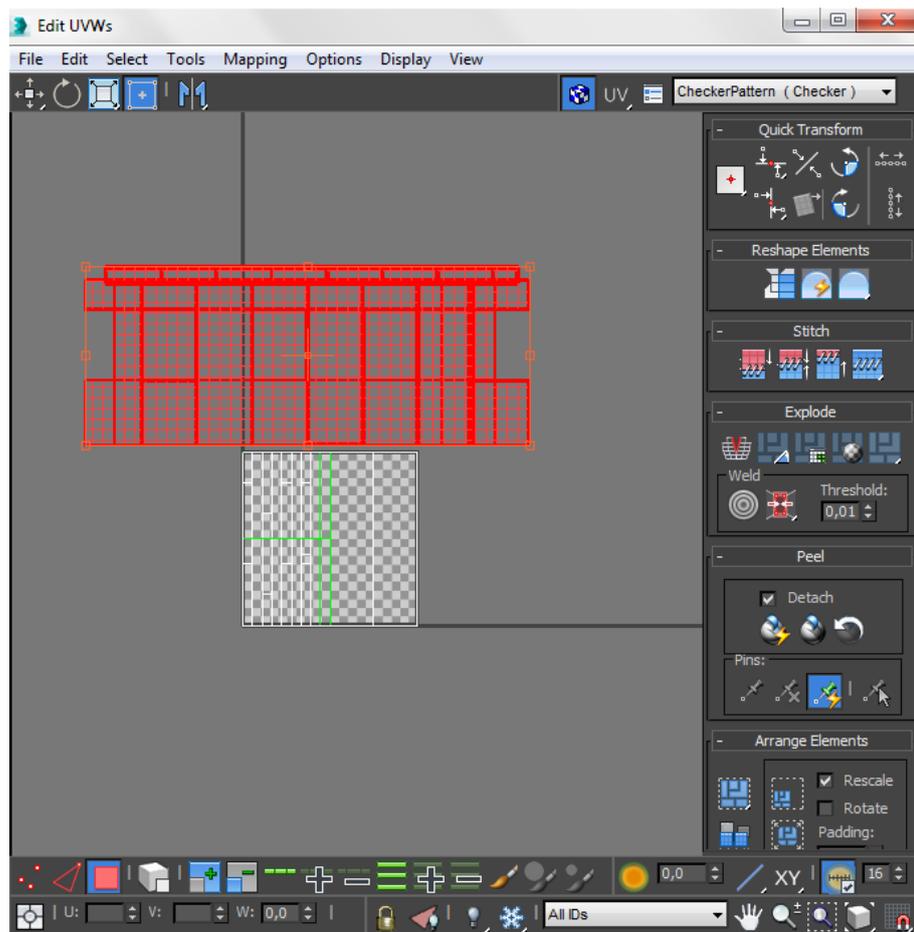


Рисунок 35 – Окно Edit UVWs

На рисунке 36 показано расположение элементов на развертке в окне Edit UVWs.

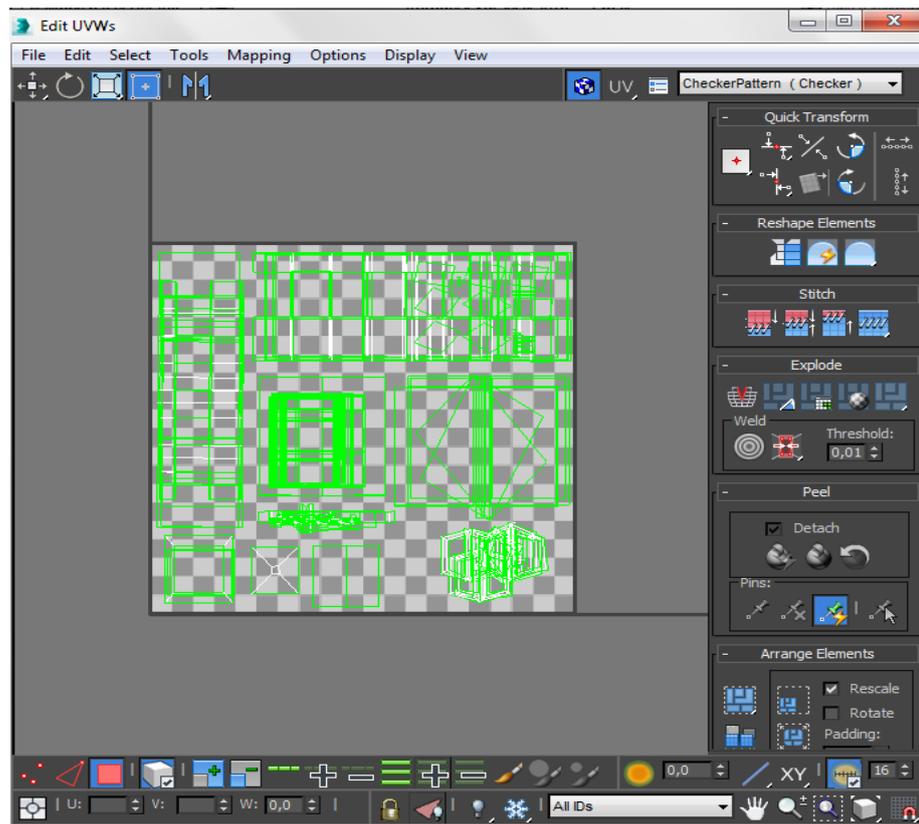


Рисунок 36 – Расположение элементов на разверстке в окне Edit UVWs

Для визуализации текстуры открыть меню «Tools» и выбрать опцию «Render UVW Template».

В открывшемся окне настроек рендера текстурной развертки, показанном на рисунке 37, можно установить цвета для изображения и размер создаваемой текстуры.

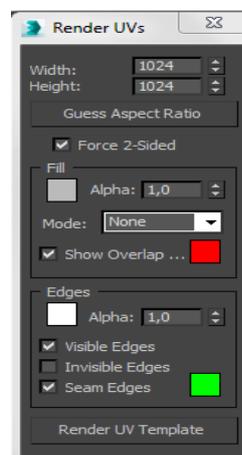


Рисунок 37 – Окно настроек рендера текстурной развертки

Установите разрешение 512 пикселей и визуализируйте изображение, нажав на кнопку «Render UV Template». Визуализированная текстурная карта представлена на рисунке 38.

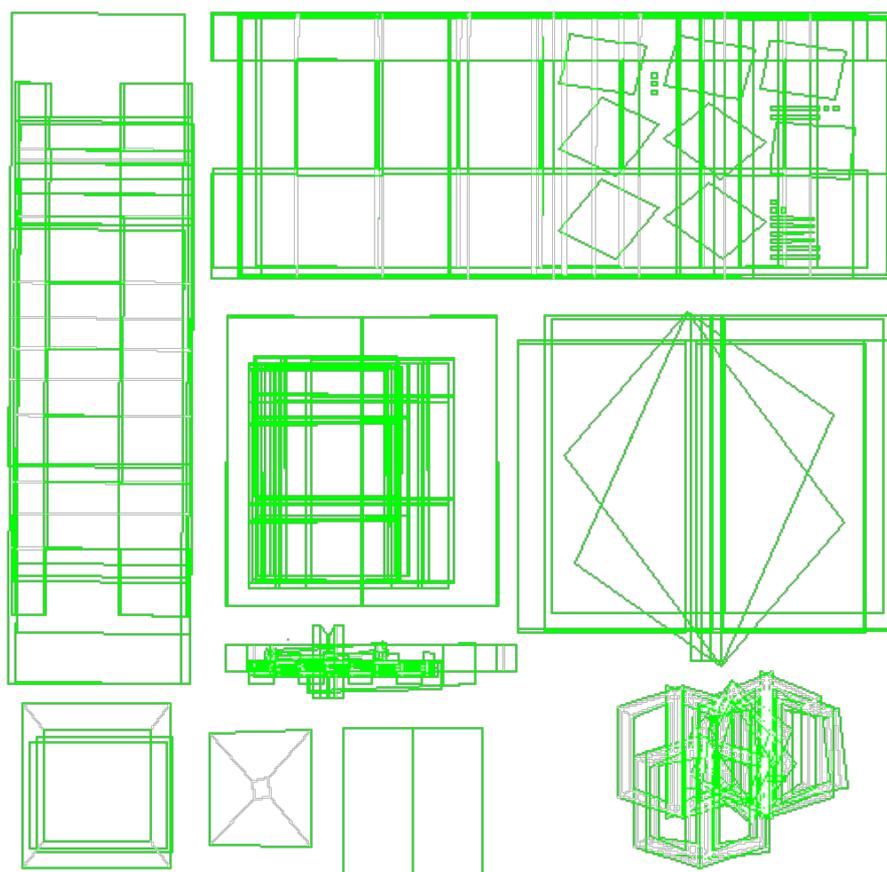


Рисунок 38 – Визуализированная текстурная карта

Сохраните полученное изображение на жесткий диск, после чего откройте его с помощью графического редактора Adobe Photoshop. Рабочая область редактора изображена на рисунке 39.

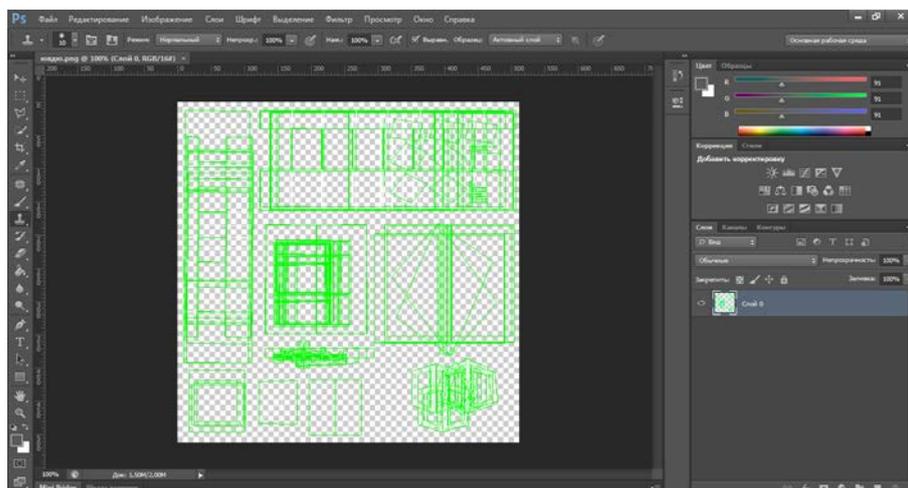


Рисунок 39 – Рабочая область графического редактора Adobe Photoshop

Не закрывая графический редактор, открыть редактор материалов, изображенный на рисунке 40, назначить новому материалу в качестве карты Diffuse данное изображение, для удобства работы.

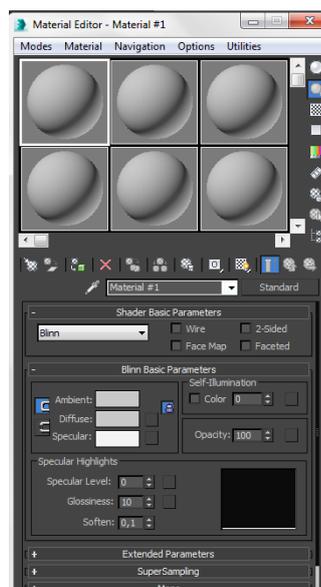


Рисунок 40 – Редактор материалов

Теперь вновь нужно поработать с материалом в графическом редакторе. Заполните полигоны нужными цветами. Сохраните новую текстуру, и установите ее в качестве карты Diffuse нового материала. Визуализированная модель представлена на рисунке 41.

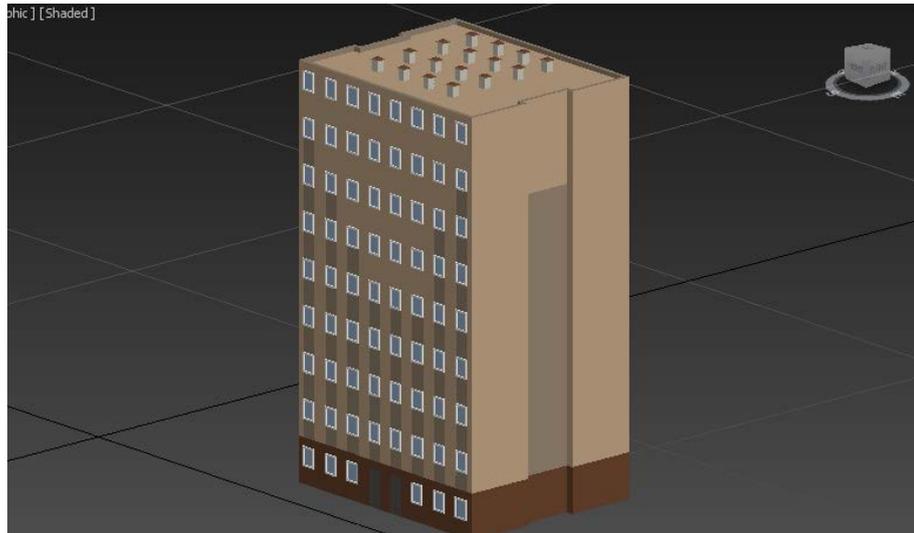


Рисунок 41 – Модель, с наложенной текстурой

### 2.3 Экспортирование моделей для дальнейшего внедрение в игровой движок Unity

Для удобства экспортирования и дальнейшего расставления объектов назначить положение «Pivot Point».

«Pivot Point» – это точка, являющаяся центром поворота и масштабирования объекта. Графическое отображение точки «Pivot Point» изображено на рисунке 42. По умолчанию расположена в середине основания объекта или геометрическом центре объекта или группы.

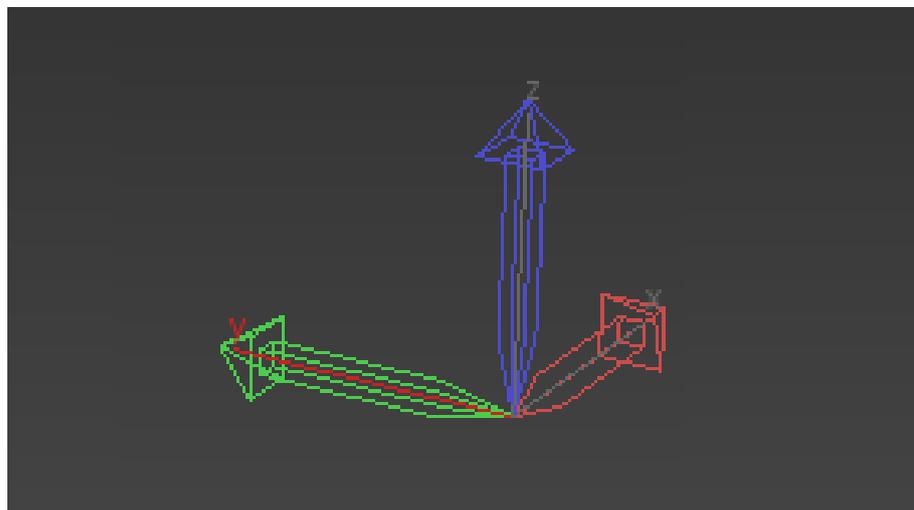


Рисунок 42 – Pivot Point

Для того, чтобы вращать объект вокруг какой-либо желаемой пользователем точки, необходимо в эту точку передвинуть Pivot.

Но Pivot Point и объект являют собой жёсткую сцепку. Чтобы управлять Pivot Point и изменить её положение относительно объекта, эту сцепку нужно разорвать, для чего необходимо перейти на вкладку Hierarchy и нажать кнопку Affect Pivot only (Влиять только на опорную точку). Расположение этой точки показано на рисунке 43.

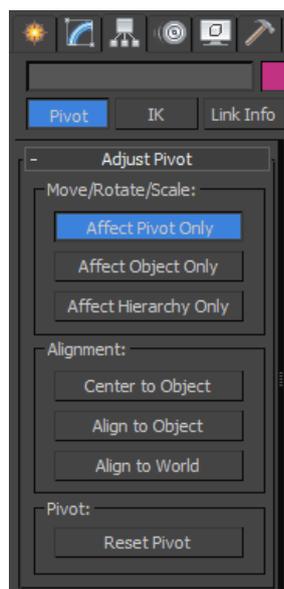


Рисунок 43 – Кнопка Affect Pivot only

Последовательность действий по изменению положения Pivot:

1. Выделить объект, опорную точку которого нужно переместить;
2. Перейти на панель Hierarchy;
3. Нажать кнопку Affect Pivot only, кнопка будет утоплена, на это время опорная точка станет отдельным объектом;
4. Включить команду Select and Move;
5. Переместить опорную точку;
6. Отпустить кнопку Affect Pivot only.

На рисунке 44 показано расположение точки «Pivot Point» – по центру и в нижней точке модели.

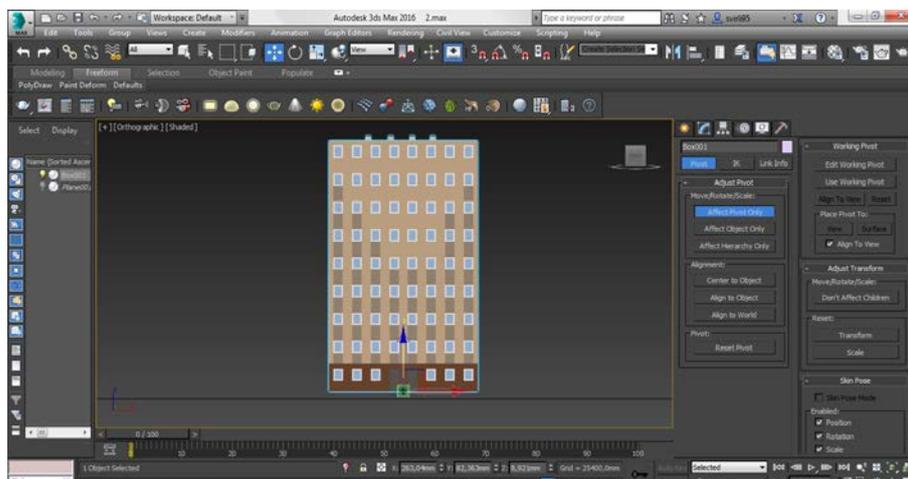


Рисунок 44 – Модель с настроенной опорной точкой

Также, следует не забыть поставить объект в начальную точку координат. Для этого выбрать инструмент «Select and Move» и назначить объекту нулевые координаты. Назначение нулевых координат показано на рисунке 45.

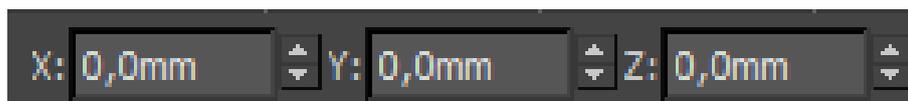


Рисунок 45 – Назначение нулевых координат

Часто, после экспорта модели в движок в ней могут появиться неприятные артефакты, такие как тёмные углы на ровных местах, двойные треугольники, щели и другие вещи. А если конкретнее, то это не склеенные точки, случайно скопированные трианглы и т.д. Для того чтобы найти и починить все эти вещи и нужен модификатор «STL Check». Модификатор STL-Check в состоянии находить некоторые наиболее общие ошибки, включая открытый край (Open Edge), двойные поверхности (Double Face), выступы (Spike) или раздвоенный край (Multiple Edge). Выступами называются выступающие поверхности с одним связанным краем. Вы можете выбрать как один, так и все возможные варианты. При обнаружении ошибки можно заставить модификатор выделить проблемные края (Select Edges) или поверхности (Select Faces) либо заменить номер материала (Change Mat-ID)

проблемной области. Необходимо просто наложить этот модификатор на модель, задать нужные флажки и нажать на галочку «check». Если нет никаких особенных требований, то достаточно будет проверки на Multiple Edges – это рёбра, принадлежащие не двум (как должно быть), а трём и более треугольникам. От этого на их точках неправильно считаются нормали. Модель может просто не загрузиться или «уронить» игру.

Следующий шаг – это экспорт модели. Нажать кнопку «Export», далее выбрать кнопку «Export Selected» или «Export». Процесс показан на рисунке 46. В открывшемся окне назначить папку сохранения, название и формат экспортируемой модели. В данном случае это Autodesk (\*.FBX).

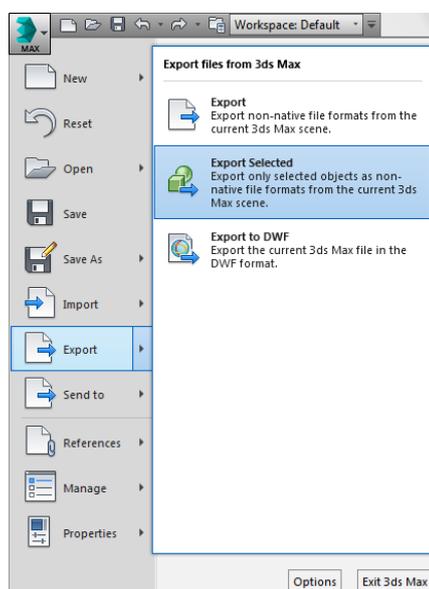


Рисунок 46 – Экспортирование модели

В новом, открывшемся окне экспорта, необходимо установить параметры экспорта. Параметры экспорта на рисунке 47.

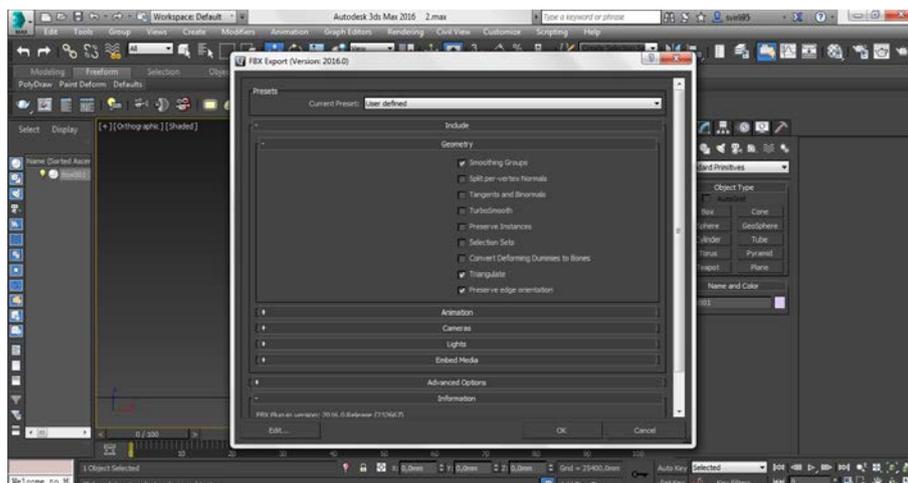


Рисунок 47 – Настройки экспорта модели

В конечном результате выполнения вышеописанной технологии были получены трехмерные модели кампуса, подготовленные к импорту в прототип мобильного приложения «Карта Сибирского федерального университета».

### **3 Обзор программного обеспечения, использованного для создания трехмерных моделей.**

Autodesk 3D's Max – полнофункциональная профессиональная программная система для создания и редактирования трёхмерной графики и анимации, разработанная компанией Autodesk. Содержит самые современные средства для художников и специалистов в области мультимедиа. Это комплексное решение для 3D-моделирования, анимации, рендеринга и композитинга, предназначенное для реализации творческого потенциала разработчиков игр, визуальных эффектов и графики, а также других специалистов этой области.

Мощные возможности 3D-моделирования – с помощью средств для полигонального моделирования и наложения текстур можно быстрее и эффективнее создавать персонажей, объекты и обстановку.

Передовые средства анимации персонажей – встроенный набор инструментов для анимации персонажей (CAT) представляет собой расширенную систему оснастки и анимации.

Ускоренный рендеринг – быстрое создание стилизованных и высокореалистичных изображений благодаря неограниченным возможностям пакетного рендеринга mental ray и Quicksilver при помощи интерактивного графического процессора с поддержкой технологии NVIDIA Iray.

Расширенная поддержка компонентов рабочего процесса – поддержка C++ и .NET позволяет осуществлять адаптацию и расширение 3ds Max, а также интеграцию с другими рабочими процессами.

Взаимодействие с решениями Adobe -Специалисты в области анимации и графики, использующие Adobe After Effects или Adobe Photoshop, смогут ощутить все преимущества взаимодействия, устанавливающего новые стандарты для обмена 2D/3D-данными.

3D's Max располагает обширными средствами для создания разнообразных по форме и сложности трёхмерных компьютерных моделей,

реальных или фантастических объектов окружающего мира, с использованием разнообразных техник и механизмов.

3D's Max дает возможность очень гибко управлять частицами, создавая самые разнообразные эффекты – от моделирования анимированных массивов объектов до имитации всевозможных природных явлений, таких как брызги накатывающихся волн, дым и т. д.

Графический редактор Adobe Photoshop предназначен для обработки растровых изображений. К таким изображениям можно отнести различные фотоснимки, слайды, видеокадры, кадры мультипликационной графики.

С помощью этой программы можно рисовать на экране любые композиции, комбинировать их со сканированными изображениями, использовать многочисленные способы трансформации, коррекции и монтажа изображений.

Adobe Photoshop работает с большинством форматов графических файлов благодаря наличию большого набора конверторов для разных форматов. Последние преобразуют графическую информацию из формата файла в собственный формат редактора Adobe Photoshop при чтении из файла. При записи в файл конверторы выполняют обратное преобразование.

Основные возможности, предоставляемые графическим редактором Adobe Photoshop:

- чтение и запись изображений в файлы в различных форматах хранения графической информации;
- масштабирование изображения для проработки деталей;
- тоновая и цветовая коррекция изображений;
- устранение дефектов в изображении (ретушь);
- рисование от руки с помощью набора кистей;
- рисование с помощью векторных графических примитивов;
- использование разнообразных способов заливки фрагментов изображения;
- использование для рисования и заливки произвольных красок;

- вырезание, перемещение, копирование, склеивание, стирание произвольных фрагментов изображения;
- вращение, зеркальное отображение, произвольная трансформация фрагментов изображения;
- создание многослойной структуры изображения, перемещение, удаление слоев;
- применение визуальных эффектов и фильтров к фрагментам изображения (свечения, объема, тени, пространственного искажения, художественного письма и т.п.);
- добавление к изображениям текста.

Quixel Suite – это пакет плагинов для Adobe Photoshop, основанный на PBR текстурировании. Содержит следующие утилиты: NDO Painter, DDO Painter и 3DO Baker. Предназначен для автоматизации общих задач текстурирования, в частности для игровых моделей, что делает процесс легким, особенно в тех случаях, когда нужно работать с большим количеством материалов.

Программа импортирует набор стандартных типов карт и автоматически собирает их, а затем позволяет пользователю применять эффекты для всех или для отдельных частей текстуры.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ориентация на местности – это огромная проблема для иногородних студентов. Именно поэтому, карта кампуса – это необходимый инструмент для первого знакомства с университетом.

Актуальность данной работы состоит в том, что с обширным распространением информационных технологий, а также с широкой доступностью смартфонов, мобильные интерактивные карты становятся все более востребованными. Сейчас многие университеты обзаводятся собственными мобильными приложениями для навигации. Это способствует усилению интереса к учебному заведению и узнаваемости его среди абитуриентов.

В процессе работы над данной темой выполнено несколько задач:

- анализ терминов, понятий 3d моделирования, разбор техник моделирования;
- изучение программного обеспечения для 3D моделирования;
- разработка трехмерных моделей для прототипа мобильного приложения «Карта Сибирского федерального университета».

Итогом проделанной работы является набор из трехмерных объектов кампуса СФУ, который в дальнейшем будет использован для создания прототипа мобильного ГИС-приложения «Карта Сибирского федерального университета».

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Что такое трехмерная графика / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/641413>
2. Иванов, В.П. Трёхмерная компьютерная графика/ В. П. Иванов, А. С. Батраков; под ред. Г. М. Полищука – М.: Радио и связь, 1995. – 224 с.
3. Урок 3D истории / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://render.ru/book/285>
4. Графические пакеты в контексте развлекательной индустрии / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://cpu3d.com/grhist/graficheskie-pakety-v-kontekste-razvlekatelnoy/>
5. 3ds Max: причины популярности / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.mir3d.ru/articles/915/>
6. 3ds Max | Программа для 3D-моделирования, анимации и визуализации / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.autodesk.ru/products/3ds-max/overview>
7. Blender – пакет по созданию 3D-графики / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://biblprog.org.ua/ru/blender/>
8. Обзор самых популярных 3D редакторов / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://videosmile.ru/lessons/read/obzor-samyih-populyarnyih-3d-redaktorov.html>
9. Основные типы трехмерных редакторов/ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://infopedia.su/4x7aef.html>
10. Программы для создания 3D-моделей / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://blog.3dprintus.ru/programmy-dlya-sozdaniya-3d-modelej/>
11. Сиденко, Л. А.. Компьютерная графика и геометрическое моделировании/ Сиденко Л. А – Издательский дом" Питер", 2013.
12. Watt, A. H. 3D computer graphics/ А.Н. Watt – Addison-Wesley, 2000. – Т. 2.

13. Основы полигонального моделирования / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://3dtutorials.ru/uroki-maya-maya/1051-osnovy-poligonalnogo-modelirovaniya.html>

14. Моделирование сплайнов / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.williamspublishing.com/PDF/5-8459-0960-0/part.PDF>

15. Виды 3Д моделирования / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://koloro.ua/blog/3d-texnologii/vidy-3d-modelirovaniya-poligonalnoe-splajnovoe-i-nurbs-modelirovanie.html>

16. Как создать Хорошую Игровую Модель / [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://unreal-level.ru/uploads/Tutorials/DenFiles/Kak\\_sozdat\\_horoshuyu\\_igrovuyu\\_model/Kak\\_sozdat\\_horoshuyu\\_igrovuyu\\_model.pdf](http://unreal-level.ru/uploads/Tutorials/DenFiles/Kak_sozdat_horoshuyu_igrovuyu_model/Kak_sozdat_horoshuyu_igrovuyu_model.pdf)

17. Алгоритмы удаления невидимых линий и поверхностей / [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.astro.tsu.ru/KGaG/text/5\\_6.html](http://www.astro.tsu.ru/KGaG/text/5_6.html)

18. Методы оптимизации высокополигональной модели / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://brainy.pro/blog-en?start=15>

19. Low-poly models / Понятие низко-полигональных моделей / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.loonygames.com/content/1.6/totb/index5.php>

20. Low Poly Tricks, Tips & Techniques / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.gamedev.ru/art/terms/lowpoly>