

Министерство транспорта Российской Федерации  
Федеральное агентство железнодорожного транспорта  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный государственный университет путей сообщения»  
Естественно-научный институт  
Кафедра «Вычислительная техника и компьютерная графика»

# МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНОЙ ТРЕХМЕРНОЙ СЦЕНЫ С ФОТОРЕАЛИСТИКОЙ (ПО ВАРИАНТАМ)

Курсовая работа

КР .09.03.03.Т.01.07-БО941ПРИ

Исполнитель  
студент, гр. БО941ПРИ \_\_\_\_\_ Д. Е. Дуда

Руководитель  
старший преподаватель \_\_\_\_\_ М.С. Исаев

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Теоретические сведения .....	4
1.1 История 3D.....	4
1.2 Blender .....	5
2 Практическая часть .....	8
2.1 Теоретическое планирование сцены .....	8
2.2 Построение объектов в Blender .....	9
2.3 Наложение материалов и подготовка сцены к рендеру .....	13
Заключение .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
Список использованных источников .....	19

## ВВЕДЕНИЕ

Целью данной курсовой работы является получение профессиональных умений и навыков в области 3D моделирования и разработка сложной трехмерной сцены с фотореалистикой. В процессе выполнения задания приобретаются навыки пользования программой для создания 3D моделей – Blender, в частности, с инструментами моделирования, текстурирования и рендера.

Работа выполняется по вариантам. Для каждого варианта произвольно выбирается некоторое изображение, которое требуется преобразовать в трехмерную сцену, удовлетворяющую следующим условиям:

- сцена должна обладать геометрией достаточной сложности;
- на сцене должно быть установлено освещение;
- объекты сцены должны быть текстурированы.

Кроме того, сцена должна в достаточной мере отражать референсное изображение или изображения, то есть, быть узнаваемой относительно изначально выбранного содержания.

В ходе выполнения данного курсового проекта выделены следующие основные задачи:

- моделирование основной модели главной сцены;
- моделирование окружения сцены;
- создание сцены из смоделированных объектов;
- текстурирование моделей;
- рендер.

В заключении представлены основные выводы по проделанной работе.

# 1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

## 1.1 История 3D

Одним из отцов компьютерной графики специалисты называют Ивана Сазерленда, который, будучи аспирантом, написал программу Sketchpad, позволявшую создавать простенькие трехмерные объекты. После защиты диссертации на тему "Наука компьютерной графики" Иван и доктор Дэвид Эванс открывают в университете города Юты первую кафедру компьютерной графики. Молодые и амбициозные друзья-коллеги ставят перед собой благородную цель - привлечение талантливых ученых-энтузиастов для разработки перспективной области высоких технологий.

В 1969 году Сазерленд и 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. Среди многочисленных сотрудников компании упоминания заслуживают Евгений Трубецкой и Карл Людвиг – они внесли наибольший вклад в разработку технологии ray-tracer. На сегодняшний день Карл Людвиг возглавляет отдел R&D

студии Blue Sky, а Евгений Трубецкой руководит кафедрой компьютерной графики при Колумбийском университете.

## **1.2 Blender**

Blender был разработан как рабочий инструмент голландской анимационной студией NeoGeo (не имеет отношения к игровой консоли Neo-Geo). Название Blender произошло от одноимённой песни группы Yello, из альбома Baby, которую NeoGeo использовали в своём шоурил. В июне 1998 года автор Blender'a, Тон Розендаль (Ton Roosendaal), основал компанию Not a Number (NaN) с целью дальнейшего развития и сопровождения Blender. Программа распространялась по принципу shareware.

В настоящее время Blender является проектом с открытым исходным кодом и развивается при активной поддержке Blender Foundation.

Blender – профессиональное свободное и открытое программное обеспечение для создания трёхмерной компьютерной графики, включающее в себя средства моделирования, скульптинга, анимации, симуляции, рендеринга, постобработки и монтажа видео со звуком, компоновки с помощью «узлов» (Node Compositing), а также создания 2D-анимаций. В настоящее время пользуется большой популярностью среди бесплатных 3D-редакторов в связи с его быстрым стабильным развитием и технической поддержкой.

Blender располагает обширными средствами для создания разнообразных по форме и сложности трёхмерных компьютерных моделей с использованием разнообразных техник и механизмов.

Функции пакета:

- поддержка разнообразных геометрических примитивов, включая полигональные модели, систему быстрого моделирования в режиме subdivision surface (SubSurf), кривые Безье, поверхности NURBS, metaballs (метасферы), скульптурное моделирование и векторные шрифты;
- универсальные встроенные механизмы рендеринга и интеграция с внешними рендерерами YafRay, LuxRender и многими другими;

- инструменты анимации, среди которых инверсная кинематика, скелетная анимация и сеточная деформация, анимация по ключевым кадрам, нелинейная анимация, редактирование весовых коэффициентов вершин, ограничители;
- динамика мягких тел (включая определение коллизий объектов при взаимодействии), динамика твёрдых тел на основе физического движка Bullet;
- система частиц включающая в себя систему волос на основе частиц;
- модификаторы для применения неразрушающих эффектов;
- язык программирования Python используется как средство определения интерфейса, создания инструментов и прототипов, системы логики в играх, как средство импорта/экспорта файлов (например, COLLADA), автоматизации задач;
- real-time контроль во время физической симуляции и рендеринга;
- процедурное и node-based текстурирование, а также возможность рисовать текстуру прямо на модели;

Моделирование на основе стандартных объектов, как правило, является основным методом моделирования и служит отправной точкой для создания объектов сложной структуры, что связано с использованием примитивов в сочетании друг с другом как элементарных частей составных объектов.

Визуализация является заключительным этапом работы над моделируемой сценой. Дело в том, что в подавляющем большинстве случаев работа со сценой производится в упрощенном виде: размер текстур маленький, тени и источники света, различные свойства материалов (например, отражения) отключены, сложная геометрия и различные эффекты не отображаются. Только после визуализации становятся видны все свойства материалов объектов и проявляются эффекты внешней среды, применённые в составе сцены. Для вывода конечного изображения на экран выбирают необходимый модуль визуализации (МВ), который с помощью математических алгоритмов произведет вычисление внешнего вида сцены со всеми требуемыми эффектами. При этом, время расчета может варьироваться от доли секунды до нескольких месяцев, в зависимости от сложности задачи. Большинство МВ являются отдельными программами, встраиваемыми

как дополнение в 3ds Max. Для достижения наилучшего результата необходимо, чтобы единицы измерения сцены были выставлены правильно. Если модель имеет размеры, соответствующие реальности, то и освещение будет наиболее реалистичным. Модуль, используемый для визуализации данной работы – V-Ray.

V-Ray – высококачественный фотореалистичный визуализатор, спроектированный в качестве плагина для 3ds Max. Популярнейший в русскоязычном пространстве внешний визуализатор компании Chaos Group. Очень часто используется профессионалами, часто заменяя стандартный Scanline и mental ray. Имеет собственные материалы, камеры, источники освещения и атмосферные эффекты. Также в него встроена «система дневного света»: V-Ray Physical Camera, V-Ray Sky и V-Ray Sun (физическая камера, небо и солнце), использование которых в совокупности позволяет получить хорошие результаты даже при стандартных настройках.

## 2 ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Теоретическое планирование сцены

За основу для построения сцены принято изображение (рисунок 1)



Рисунок 1 – Референсное изображение

Задача по моделированию сцены требует разбиения на части и их поэтапного выполнения. В первую очередь требовалось выполнить теоретическое планирование сцены, то есть выяснить объем работы и разбить сцену на составляющие элементы.

Следующим шагом в работе является моделирование объектов, выделенных на этапе теоретического планирования сцены, объекты моделировались в Blender.

Третьим и заключительным этапом работ является построение сцены и наложение текстур на объекты, а также настройка рендера и композитинга для получения нужного результата.

Создание моделей началось с разбиения сцены на отдельные составляющие. В процессе планирования выделены следующие элементы:

- главная модель сцены;
- окружающие главную модель здания;
- строения на заднем плане;
- источники света;
- фон.



## 2.2 Построение объектов в Blender

Создание 3D сцены начинается с основного объекта, он был разбит на части для удобства моделирования.

Основная часть главного здания была выполнена из примитива «цилиндр», геометрия которого изменялась инструментами выдавливания и масштабирования, так же геометрия разбивалась на части использованием инструмента «Loop Cut».

Результат создания основы здания представлен на рисунке 2.

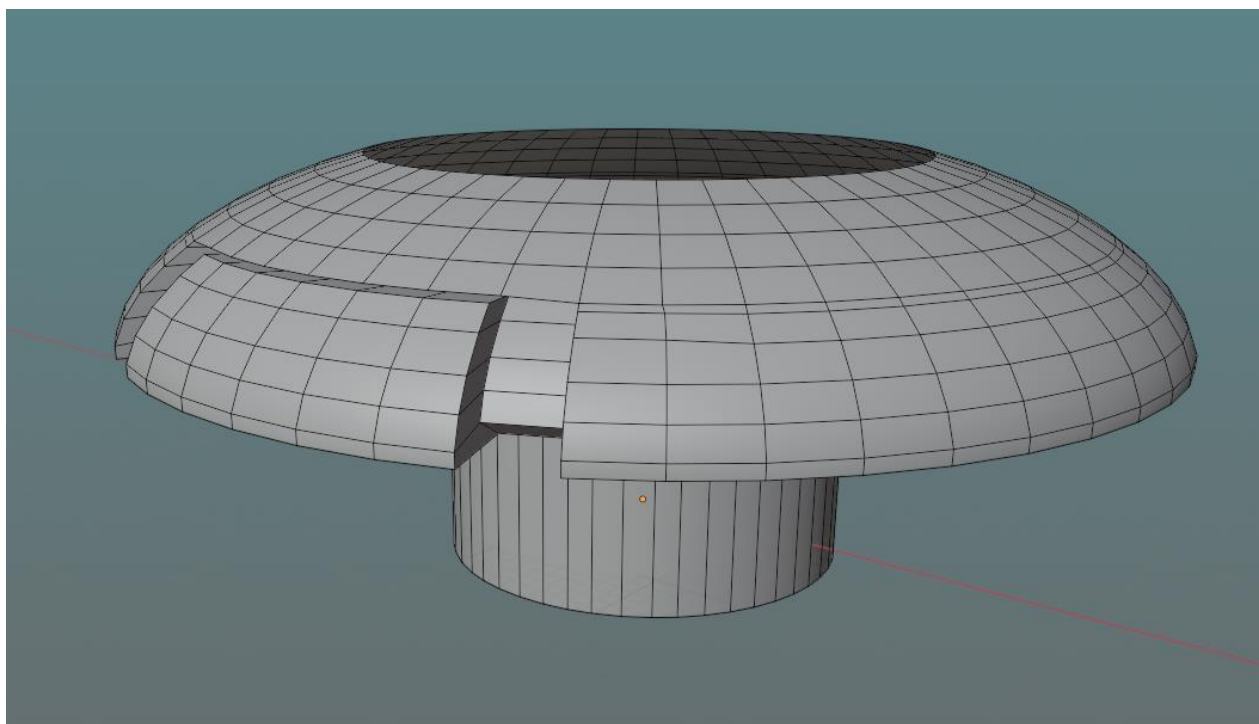


Рисунок 2 – Основа главного здания

Далее создается верхняя часть здания, она состоит из 3 элементов, крыши и 2 частей, расположенных по контуру. Контур создавался из плоскостей и куба, крыша выполнена из цилиндра, а замкнутого сверху

Результат создания верхней части здания представлен на рисунке 3.

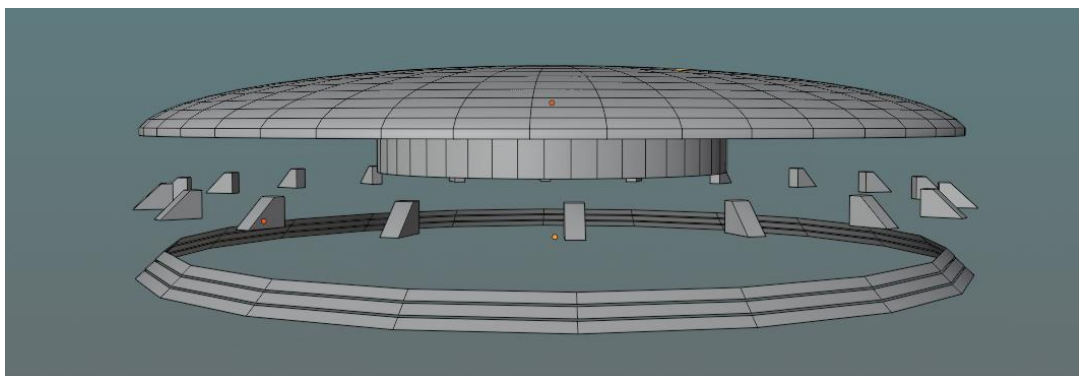


Рисунок 3 – Верхняя часть здания

Следующим шагом создаются декоративные на стенах здания и окна. Декоративные элементы и окна размещались по кругу с использованием инструмента «Spin Duplicates».

Параметры инструмента указаны на рисунке 3.

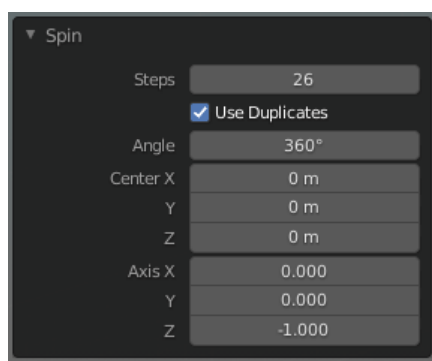


Рисунок 3 – Параметры инструмента Spin Duplicates

Результат создания элементов вокруг здания представлен на рисунке 4.

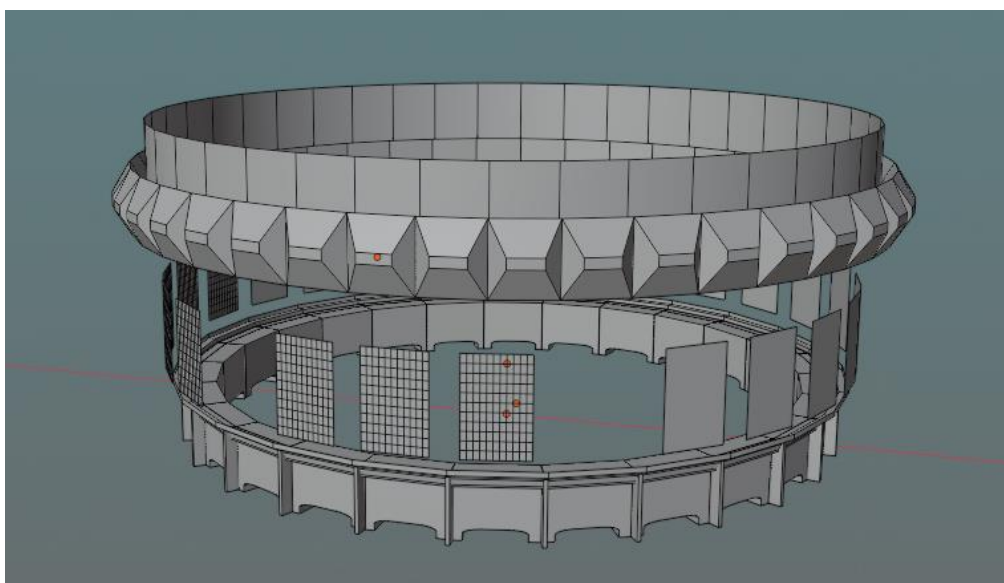


Рисунок 4 – Элементы вокруг здания

Для создания боковых вставок использовались примитивы куб и цилиндр. На некоторые грани этих объектов добавлена фаска инструментом «Bevel».

Результат создания боковых вставок представлен на рисунке 5.

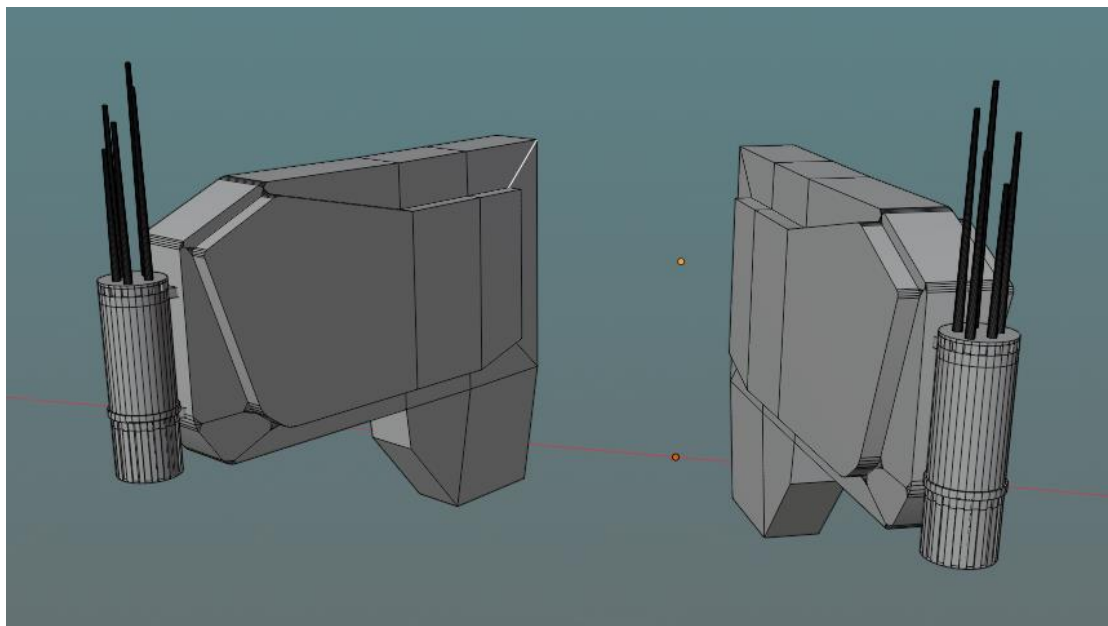


Рисунок 5 – Боковые вставки

Результат моделирования основного здания представлен на рисунке 6.

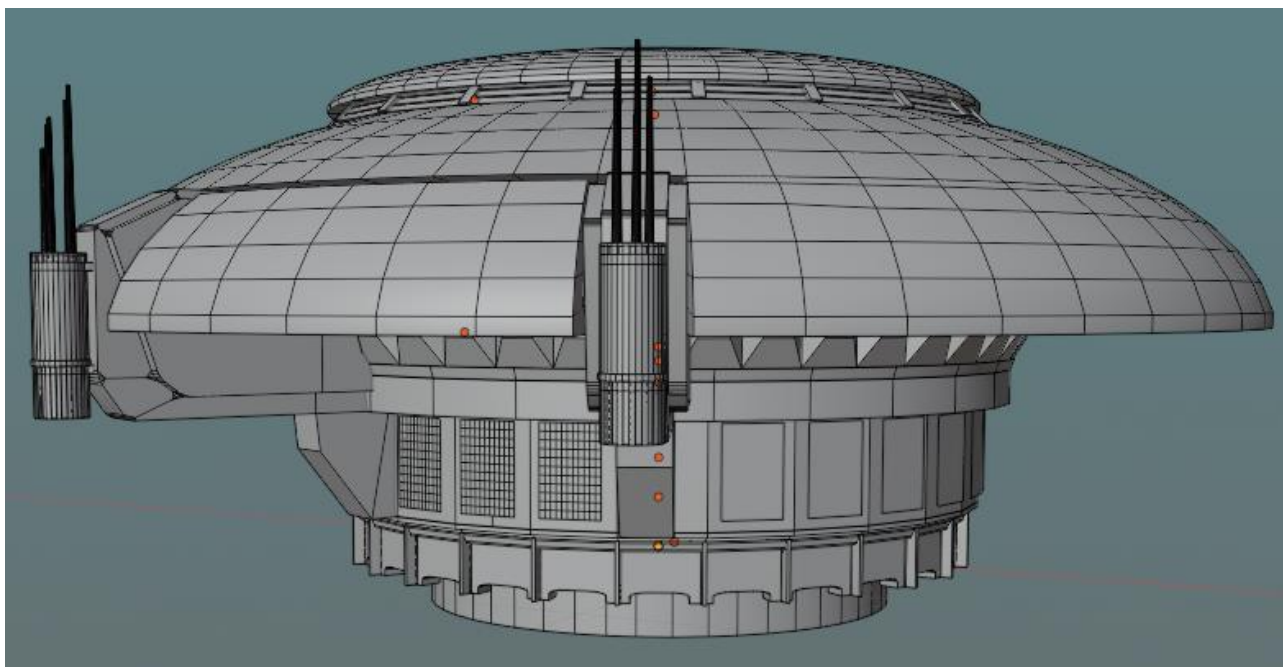


Рисунок 6 – 3D модель основного здания

Далее следует добавить окружение для основного здания, для этого использовались кубы, из которых инструментом «Extrude» создан паттерн, напоминающий густую застройку, этот паттерн был размещен на сцене вокруг основного здания.

Результат размещения застройки вокруг здания представлен на рисунке 7.

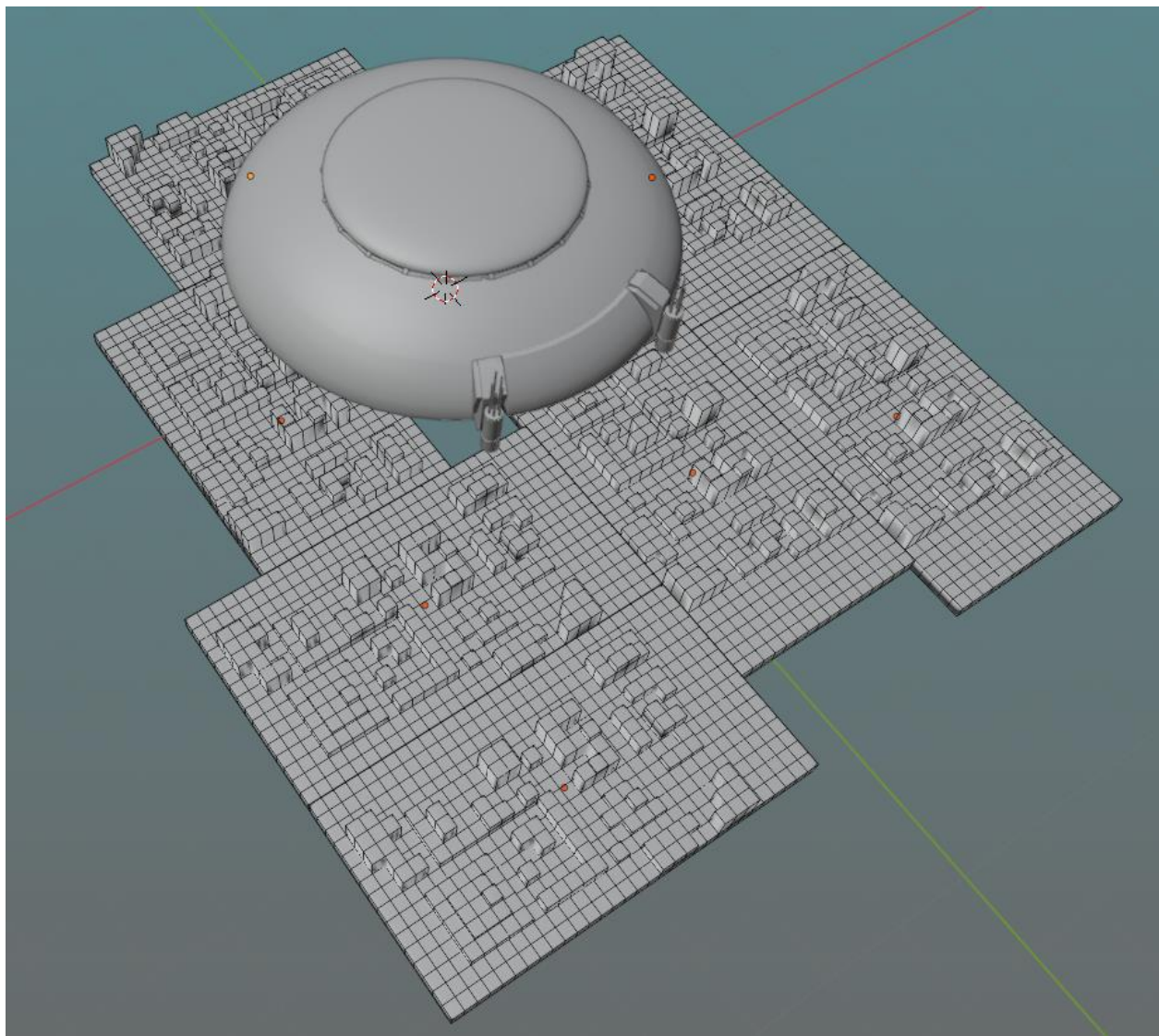


Рисунок 7 – Здание с застройкой вокруг

На задний план добавлены объекты, геометрия которых напоминает высотные здания. Также позади сцены размещена поверхность, на которую будет добавлено изображение неба.

Результат создания заднего плана представлен на рисунке 8.

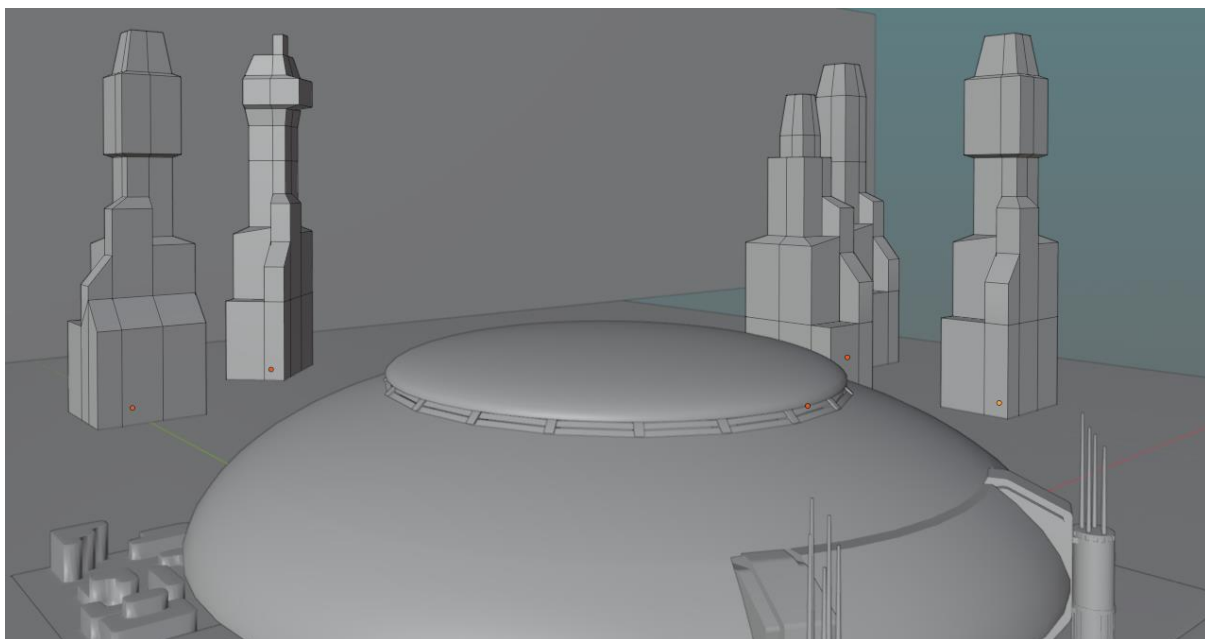


Рисунок 8 – Задний план сцены

Далее на устанавливается камера, настраивается ракурс. Вид из камеры для рендера представлен на рисунке 9.

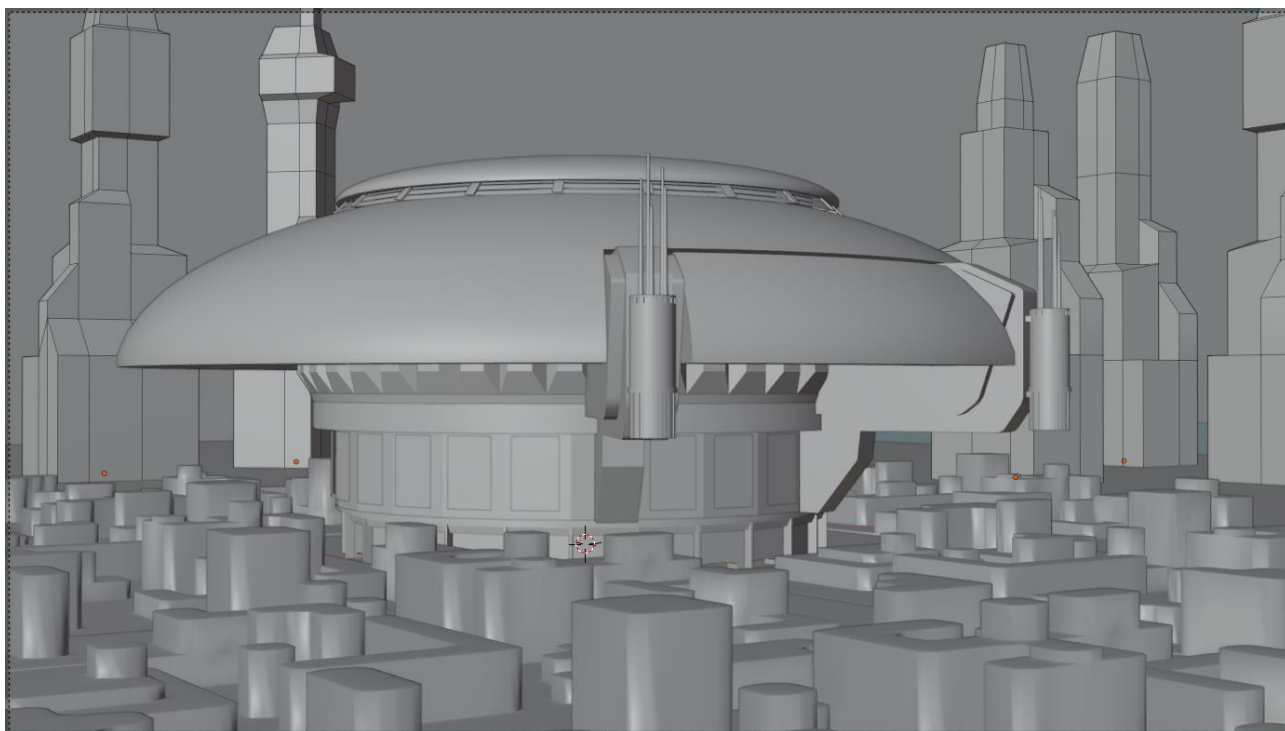


Рисунок 9 – Вид на сцену с камеры

### **2.3 Наложение материалов и подготовка сцены к рендеру**

Далее на все объекты необходимо наложить материалы. Пример настройки материалов для главного здания представлен на рисунке 10.



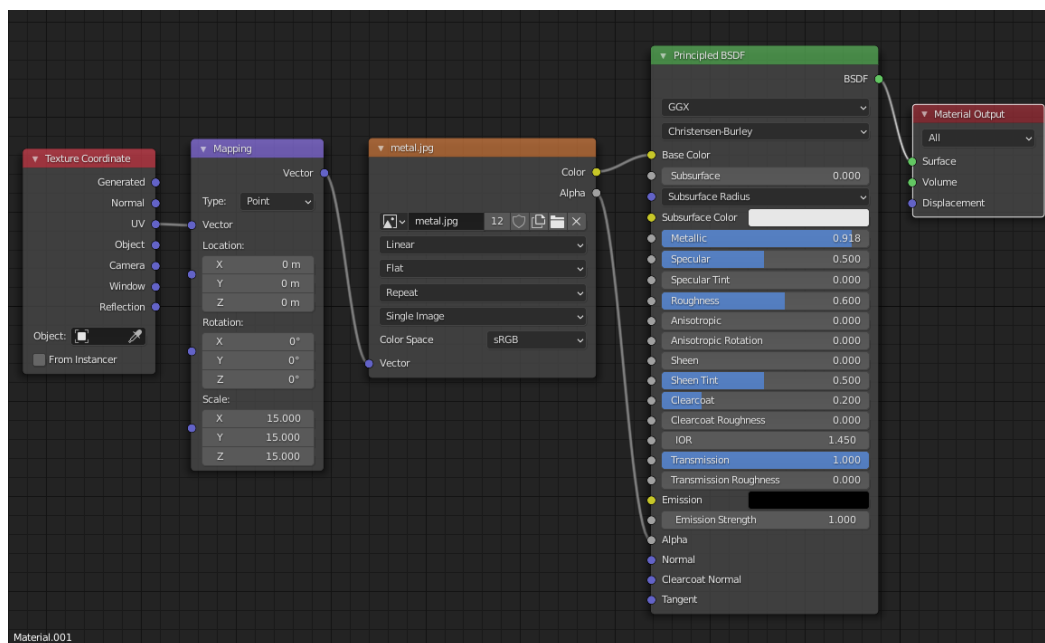


Рисунок 10 – Материал для здания

Для окружения применялись PBR материалы, для наиболее корректного отображения во время рендера. Пример настройки PBR материалов для главного здания представлен на рисунке 11.

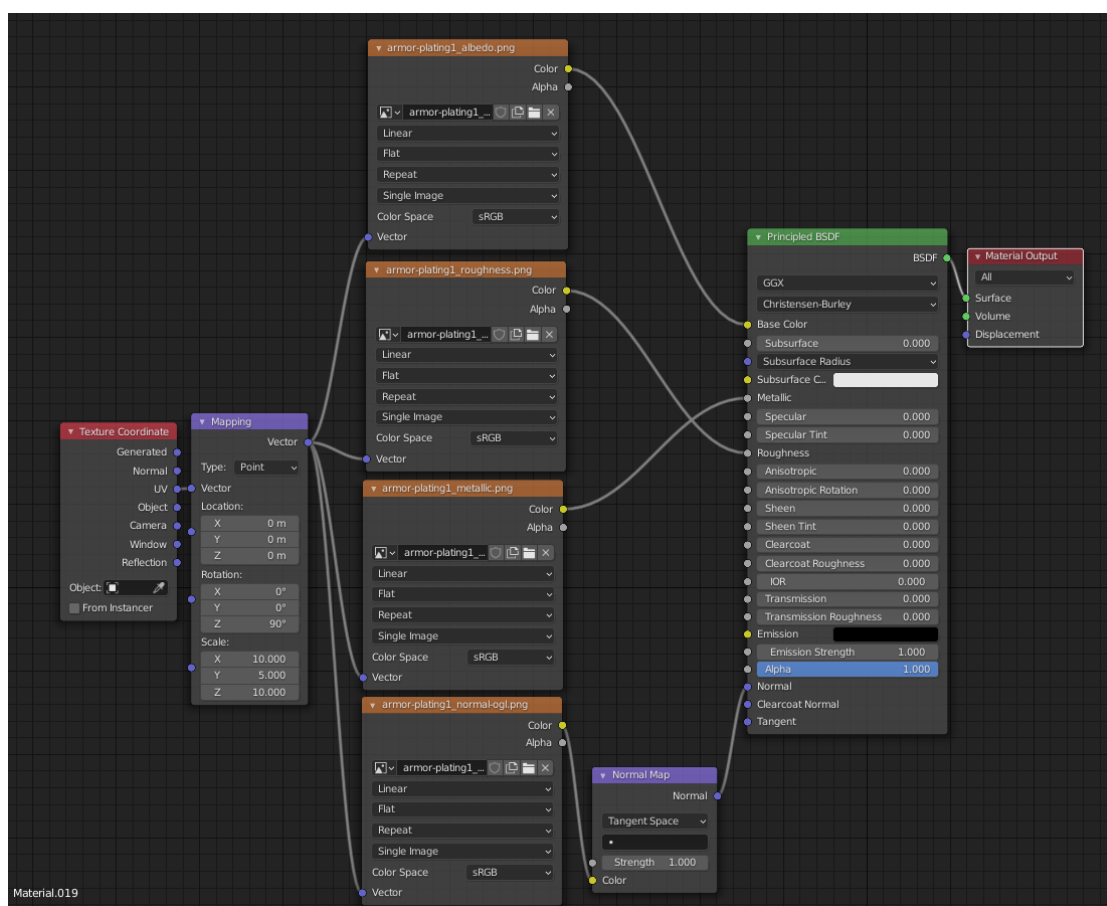


Рисунок 11 – PBR материал для окружения

Следующим шагом необходимо установить источник света. Типом источника света выбран Sun, а настройки представлены на рисунке 12. Также на сцену добавлен куб, материал которого эмитирует туман на сцене. Настройки материала представлены на рисунке 13.

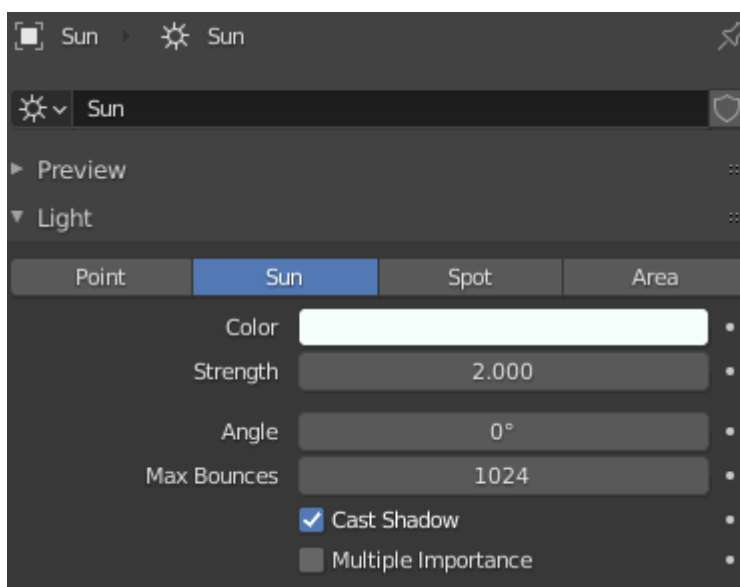


Рисунок 12 – Настройки источника света

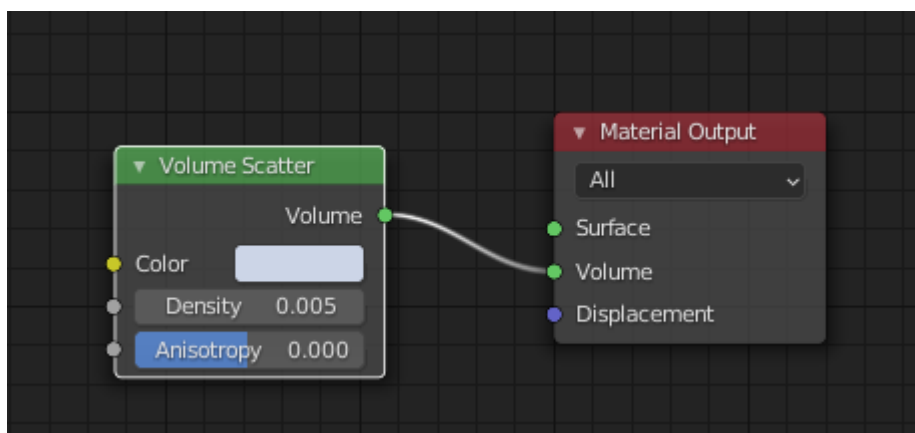


Рисунок 13 – Настройки материала, имитирующего туман

Также для свечения окон их поверхность разбита на секции, часть секций выбрана при помощи инструмента Select Random (рисунок 14).

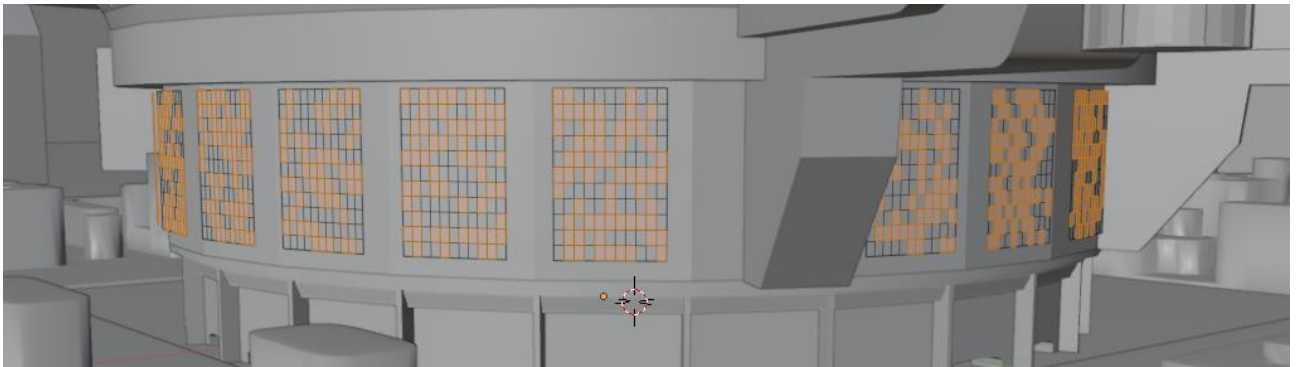


Рисунок 14 – Случайно выделенные секции окон

Выделенные вершины добавлены в отдельный Vertex Group, это сделано для того, чтоб у данной группе точек применить материал, имитирующий источник света. Настройки материала представлены на рисунке 15.

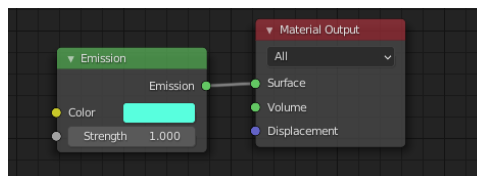


Рисунок 15 – Материал на светящихся секциях окон

Рендер выполнялся с использованием Cycles. Результат рендера представлен на рисунке 16.

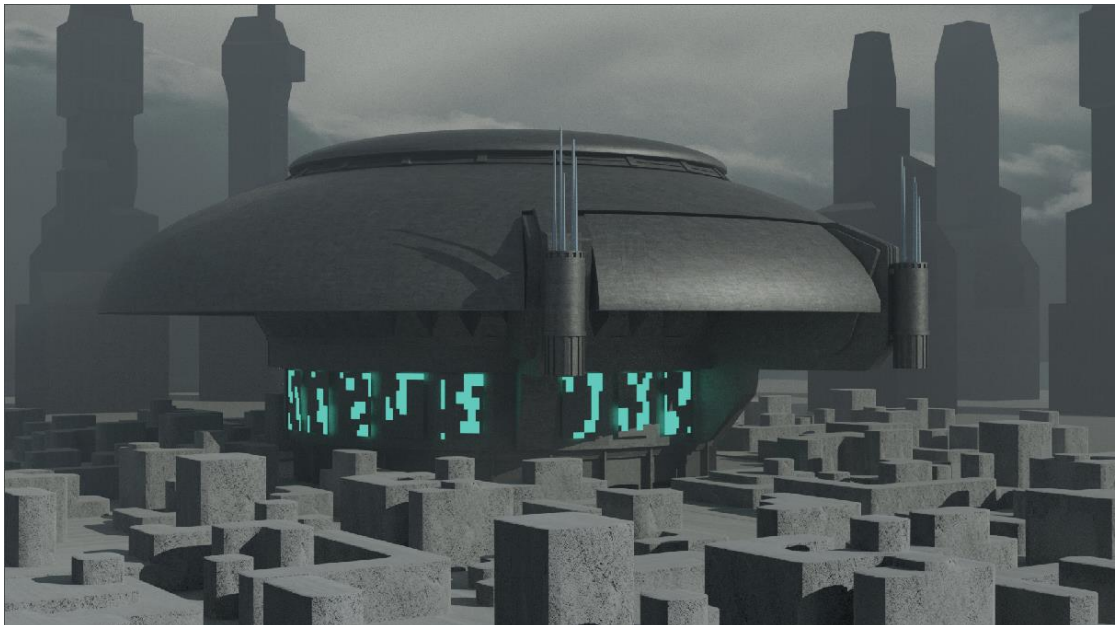


Рисунок 16 – Результат рендера

Так как при рендере с помощью Cycles отсутствует настройка Bloom, а для более реалистичного изображения необходимо добиться размытия источников



света, принято решение использовать композитинг, настройки которого представлены на рисунке 17.



Рисунок 17– Настройки композитинга

На изображение наложено 2 эффекта Glare с разными настройками, данные эффекты применяются только на пиксели, яркость которых выше определенного значения, в результате получен эффект бликов. Результат композитинга представлен на рисунке 18.

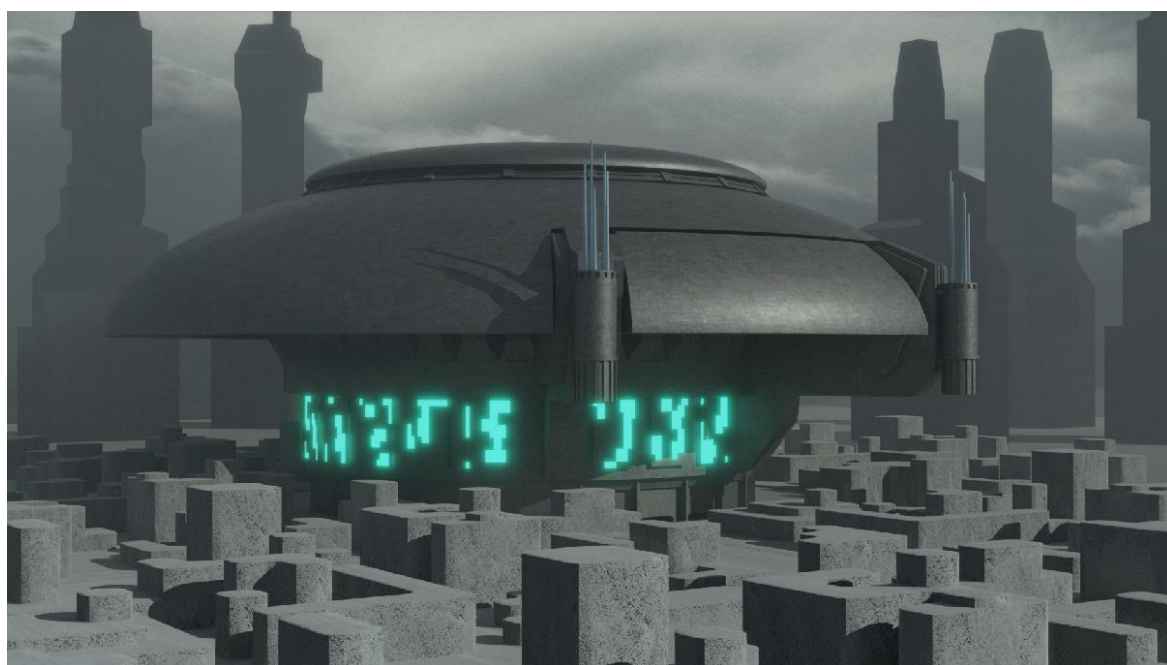


Рисунок 18 – Результат применения композитинга

В результате рендера созданной сцены получено фотореалистичное изображение здания.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения данного курсового проекта получены основные теоретические и практические знания в области 3D моделирования с и визуализации с фотореалистикой в среде Blender, а также закреплены полученные навыки на практике.

В первом разделе представлены теоретические сведения об использованном в процессе работы над проектом программном обеспечении и историческая справка о компьютерной графике. А именно были описаны все необходимые для моделирования и визуализации инструменты, описан подробный ход работы.

Во втором разделе работы рассмотрен пошаговый процесс разработки сложно трехмерной сцены с фотореалистикой: от построения основных элементов сцены до наложения текстур и установки освещения.

Конечный результат работы – качественное фотореалистичное изображение, соответствующее исходным референсным изображениям и целям и задачам представленной работы.

При выполнении поставленных задач было использовано бесплатное программное обеспечение с открытым исходным кодом – Blender.

Работа имеет высокую актуальность и ценность для изучения дисциплины «Технологии трехмерного моделирования и анимации», поскольку обобщает знания, полученные за курс дисциплины и позволяет реализовать их в одном проекте.

Данная курсовая работа выполнена в соответствии с общими требованиями и правилами оформления [1].

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Выпускная квалификационная работа. Общие требования и правила оформления: методическое пособие / В. Н. Гопкало, О. А. Графский – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2014. – 46 с.
2. История 3D – Программные продукты [электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.interface.ru/home.asp?artId=30152> (дата обращения 19.03.2022).
3. История Blender'a – Blender Manual [электронный ресурс] – Режим доступа: [https://docs.blender.org/manual/ru/2.79/getting\\_started/about/history.html](https://docs.blender.org/manual/ru/2.79/getting_started/about/history.html) (дата обращения 19.03.2022).
4. Моделирование в Blender – Blender Manual [электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.blender.org/manual/ru/2.79/modeling/introduction.html> (дата обращения 19.03.2022).
5. Уроки по Blender [электронный ресурс] – Режим доступа: <https://blender3d.com.ua/> (дата обращения 10.01.2022).
6. История 3D моделирования [электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.hse.ru/news/communication/150125816.html> (дата обращения 19.03.2022).
7. Tutorials – Blender Guru [электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.blenderguru.com/tutorials> (дата обращения 19.03.2022).
8. Blender Modifiers Tutorial [электронный ресурс] – Режим доступа: <https://renderguide.com/blender-modifiers-tutorial/> (дата обращения 19.03.2022).