

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

## **ТРЕХМЕРНАЯ МОДЕЛЬ ПОДЗЕМНОГО ЛАБОРАТОРНОГО КОМПЛЕКСА**

Выпускная квалификационная работа  
По направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и  
технологии  
профилю подготовки «Информационные технологии в медиаиндустрии»

Идентификационный номер ВКР: 035

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»  
Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра информационных систем и технологий

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ  
Заведующий кафедрой ИС  
\_\_\_\_\_ И. А. Сулова  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
**ТРЕХМЕРНАЯ МОДЕЛЬ ПОДЗЕМНОГО ЛАБОРАТОРНОГО**  
**КОМПЛЕКСА**

Исполнитель:

обучающаяся группы ИТм-403

К. М. Хрусталёва

Руководитель:

ст. преподаватель каф. ИС

А. Г. Окуловская

Нормоконтролер:

ст. преподаватель каф. ИС

Н. В. Хохлова

Екатеринбург 2019

## **АННОТАЦИЯ**

Выпускная квалификационная работа состоит из 3D-модели подземного лабораторного комплекса и пояснительной записки на 66 страницах, содержащей 57 рисунков, 32 источника литературы, а также 1 приложение на 2 страницах.

Ключевые слова: 3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ, 3D-МОДЕЛИ, 3D-СЦЕНА

**Хрусталёва К. М.**, Трехмерная модель подземного лабораторного комплекса: выпускная квалификационная работа / К. М. Хрусталёва; Рос. гос. проф.-пед. ун-т, Ин-т инж.-пед. образования, Каф. информ. систем и технологий. — Екатеринбург, 2019. — 66 с.

В работе описан процесс создания трехмерной модели в редакторе 3Ds Max.

Цель работы — создание трехмерной сцены подземного лабораторного комплекса. Для осуществления поставленной цели были нарисованы эскизы, выбрано подходящее программное обеспечение, созданы модели и наложены текстуры. На выходе получена готовая 3D-модель в формате \*.max и \*.fbx.

# СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Аналитическая часть.....	6
1.1 Анализ и общая характеристика предметной области .....	6
1.2 Анализ существующих разработок .....	20
1.3 Анализ средств разработки и выбор технологии проектирования .....	24
1.4 Общий алгоритм реализации проекта .....	33
2 Проектная часть.....	35
2.1 Характеристика потенциальной аудитории потребителей проекта....	35
2.2 Постановка задачи проекта.....	35
2.2.1 Актуальность проекта.....	35
2.2.2 Цель и назначение проекта .....	36
2.2.3 Требования к проекту .....	36
2.2.4 Входные данные к проекту .....	37
2.2.5 Характеристики оборудования для реализации проекта .....	38
2.3 Жизненный цикл проекта .....	38
2.3.1 Этап эскизного проектирования.....	38
2.3.2 Этап разработки элементов дизайна проекта.....	42
2.3.3 Этап моделирования .....	48
2.3.4 Этап наложения материалов .....	50
2.3.5 Этап постановки освещения и визуализации.....	55
2.3.6 Этап видеосъемки .....	57
2.4 Технические требования к проекту .....	58
2.5 Калькуляция проекта.....	59
Заключение .....	60
Список использованных источников .....	61
Приложение .....	65

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время компьютерные технологии являются одной из быстро развивающихся отраслей. За последние десятилетия прогресс в этой области достиг внушительных размеров. Если раньше компьютеры и телефоны, какими мы знаем сейчас, являлись редкостью, фильмы снимались без спецэффектов, а игры и вовсе не представлялись в цифровом виде, то сейчас невозможно представить себе современные области производства, науки, культуры, спорта и экономики, где не применялись бы компьютеры.

Одной из значимых областей компьютерных технологий является компьютерная графика, в частности ее раздел — трехмерная графика, или 3D-моделирование. Главная задача 3D-моделирования — это показать визуальное объемное представление какого-либо объекта: уже существующего или же только задуманного. Без моделирования тяжело представить нашу жизнь: архитектурная визуализация вылилась в специальное направление в жизни архитекторов; инженеры при помощи систем автоматизированного проектирования (так называемых САПР) быстрее и эффективнее справляются со своими задачами (такими как планирование, проектирование, испытания, подготовка к производству и так далее); в медицине также выделяются отдельные направления: точечная томография и конструирование и создание протезов. Трудно не согласиться, что процесс моделирования, который захватывает все больше и больше областей промышленности и науки, идет только на пользу развития общества.

Трехмерная графика также получила большое признание в кинематографе и компьютерных играх. И если раньше в фильмах частично и прибегали к 3D-моделированию, то сейчас выходят фильмы, в которых большая часть сделана с помощью компьютерной обработки, к примеру «Аватар», «Валериан и город тысячи планет», киноэпопея «Звездные войны», фильмы

студии Марвел. В области мультфильмов трехмерная анимация вытесняет классическую двумерную — сейчас большая часть мультфильмов выполнена в технике 3D. Из последних мультфильмов можно привести в пример «Моана», «Суперсемейка 2», «Гринч», «Как приручить дракона». А игры из-за быстрого развития трехмерной графики по степени схожести с реальностью на данный момент практически не отстают.

Также трехмерные модели очень широко используются на телевидении и в рекламе. Например, 3D-модели можно увидеть в рекламе сотового оператора Мегафон, в рекламе магазина М-Видео, в рекламах автомобилей, аптечных средств, продуктов питания, а также в заставках к телепередачам.

Поэтому изучение процесса построения трехмерной графики и непосредственно моделирование объектов является актуальной темой для выпускной квалификационной работы, поскольку сфера применения 3D-моделей огромна.

Объектом исследования являются 3D-технологии, с помощью которых реализуется проект моделирования подземного лабораторного комплекса.

Предмет исследования — трехмерная модель подземного лабораторного комплекса.

Целью выпускной квалификационной работы является трехмерная сцена подземного лабораторного комплекса.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Изучить литературу по теме трехмерного моделирования.
2. Сформулировать сюжет сцены и создать эскизы.
3. Изучить программное обеспечение и выбрать наиболее подходящее для реализации цели.
4. Создать трехмерную модель подземного лабораторного комплекса.
5. На готовую модель наложить материалы, поставить освещение. Произвести визуализацию. Снять видеоролик трехмерной сцены.

# 1 АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## 1.1 Анализ и общая характеристика предметной области

Трёхмерная графика — раздел компьютерной графики, совокупность приемов и инструментов (как программных, так и аппаратных), призванных обеспечить пространственно-временную непрерывность получаемых изображений. Больше всего применяется для создания изображений в архитектурной визуализации, кинематографе, телевидении, компьютерных играх, печатной продукции, а также в науке [7].

Чтобы получить трёхмерное изображение, следует пройти два этапа:

- этап моделирования;
- этап рендеринга.

Моделирование — это процесс создания математической модели сцены и располагающихся в ней объектов. Пример приведен на рисунке 1.



Рисунок 1 — 3D-модель танка

Рендеринг (что с английского переводится как «визуализация») в компьютерной графике — процедура получения изображения модели с помощью

компьютерной программы. В данном контексте, модель — это описание любых объектов или явлений на каком-либо из языков программирования или же в виде структуры данных. Говоря про описание, имеется в виду геометрические данные, положение точки наблюдателя, информация об освещении и прочее [5].

Ниже на рисунке 2 показана модель танка, полученная в процессе рендера.



Рисунок 2 — Визуализированная модель танка

Сцена — виртуальное пространство моделирования, на котором располагаются объекты. В программах трехмерной графики сцены могут быть разного масштаба. Например, если это модель одного объекта, то сцена будет небольшой. Если же это большая модель, много объектов, то размер сцены может быть очень огромен.

На рисунке 3 показана сцена: как она выглядит до рендера (слева), а как после (справа).

Моделирование подразделяется на несколько видов, и далее будет представлена классификация моделирования. И начинается классификация с самых популярных методов.





Рисунок 3 — Разница между черновой сценой и сценой визуализированной

### **Полигональное моделирование**

Полигональное моделирование появилось тогда, когда для определения местонахождения точки вручную вводились ее координаты по трем осям XYZ. Если все три точки координат задать как вершины и соединить их ребрами, то получится треугольник, который в 3D-моделировании называют полигоном. Любой 3D-объект имеет сетку, которая состоит из вершин, ребер, граней. Сам полигон состоит из граней, но в системах, поддерживающих многосторонние грани, полигоны и грани будут равнозначны. Пример полигонального моделирования приведен на рисунке 4.

Моделирование с помощью полигонов дает возможность совершать различные манипуляции с сеткой 3D-объекта. Этот способ является самым первым и одновременно основным видом моделирования — можно создать объект любой сложности путем соединения групп полигонов.

Этот метод является самым популярным методом моделирования.

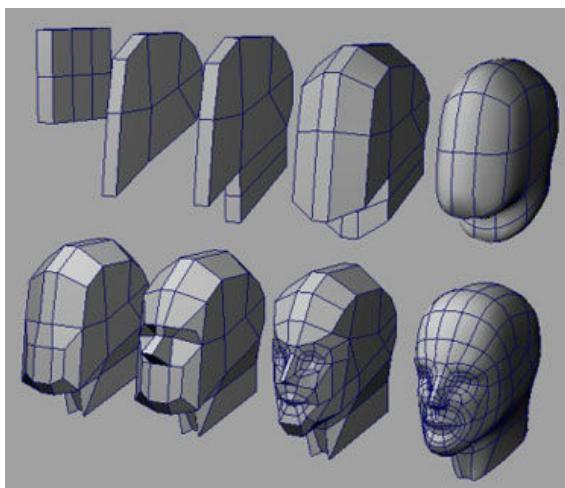


Рисунок 4 — Моделирование головы человека методом полигонов

Полигональное моделирование делится на три типа:

1. Низкополигональное моделирование, или Low-Poly, предназначено для создания объектов с небольшим числом полигонов. Обычно это позволяет экономить ресурсы, если нет необходимости в высокой детализации.

2. Среднеполигональное моделирование, или Mid-Poly, направлено на необходимый результат при рендеринге; полигональная сетка не оптимизируется или изменения минимальны.

3. Высокополигональное моделирование, или High-Poly, позволяет создавать объект с огромным числом полигонов, что значительно увеличивает компьютерную производительность [3].

### **Сплайновое моделирование**

Сплайновое моделирование представляет собой создание 3D-объектов при помощи сплайнов — кривых линий. Сплайны — это линии различной формы: прямоугольники, окружности, дуги, текст и так далее. Объекты при этом могут быть как грубой, так и плавной формы, что позволяет создавать органические модели, например, растения или живые существа. Главное преимущество сплайнового моделирования — гибкость изменения формы сплайна. Это хорошо видно из рисунка 5.

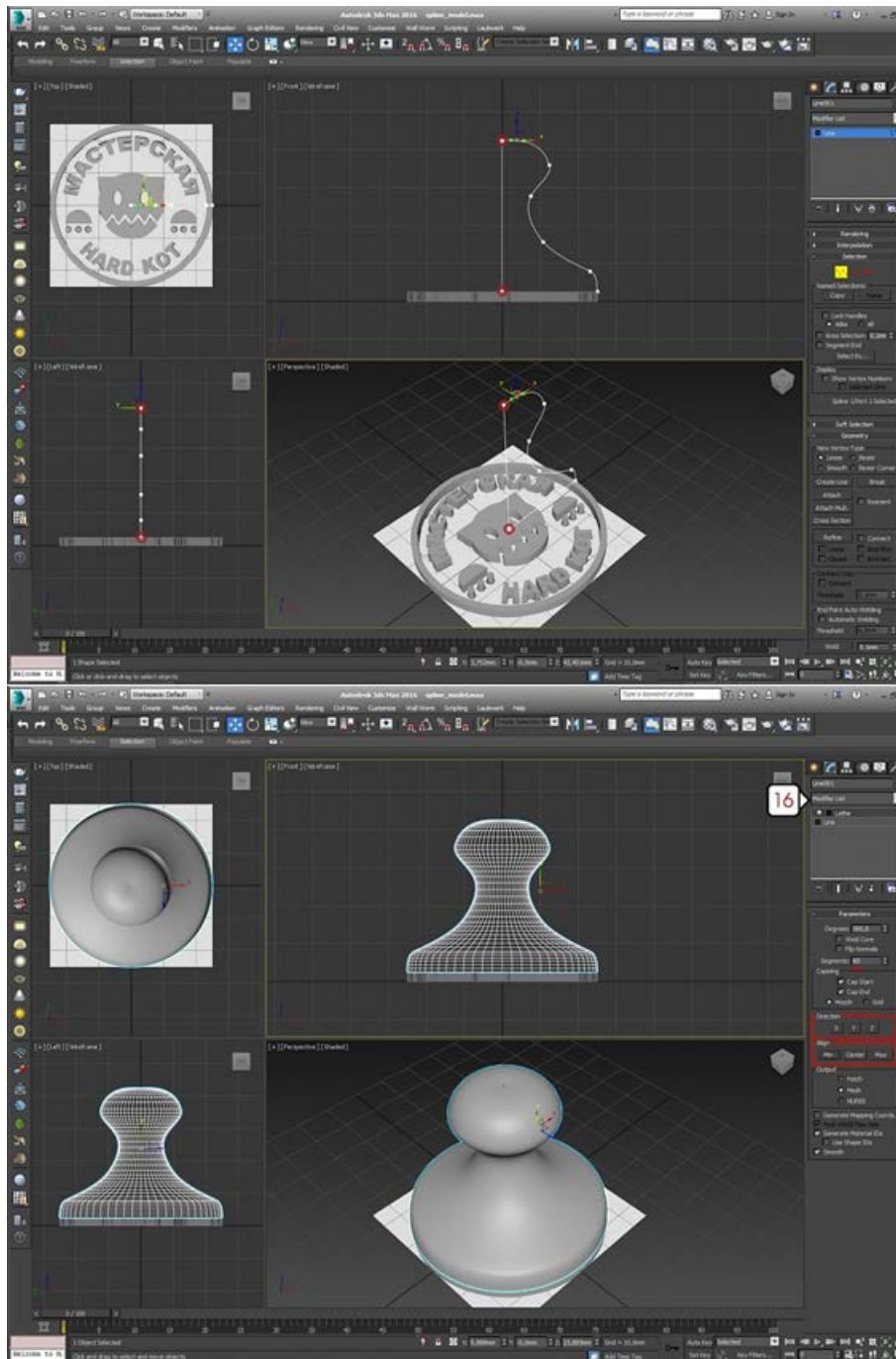


Рисунок 5 — Модель штампа путем сплайнового моделирования

Данный вид моделирования нередко сравнивают с полигональным, как векторную графику с растровой. В векторной графике при увеличении объекта его качество не изменяется, в отличие от растрового, где становятся видны пиксели. Так же и при увеличении объекта, созданного сплайнами, его качество останется неизменным, а при полигональном моделировании будут уже видны полигоны.

Отсюда следуют следующие преимущества сплайнового моделирования:

- возможность в любой момент изменить форму конкретного сплайна, то есть даже готовый объект отредактировать несложно;
- сохранение качества при масштабировании, и именно из-за этой причины предпочтение сплайновому моделированию отдается все чаще и чаще, особенно при разработке трехмерных игр.

Получается, если нужно создать объект, который будет сохранять свое качество при приближении, нужно выбрать именно этот способ.

Из-за своей специфики сплайновое моделирование популярно при создании компьютерных игр [17, 20].

### **NURBS моделирование**

Non-Uniform Rational B-Spline (NURBS) представляет собой технологию создания 3D-объектов при помощи специальных кривых, которые называются B-сплайнами. Некоторые специалисты выделяют данный вид моделирования в отдельный, а некоторые — в подвид сплайнового моделирования.

Принцип моделирования состоит в следующем: при помощи B-сплайнов, расположенных по вертикали и горизонтали, строится нужная форма объекта, а затем все это соединяется при помощи полигонов.

Существуют две разновидности этого моделирования, которые отображены на рисунке 6:

- при помощи P-кривых (Point), форму которых можно изменять при помощи вершин, которые расположены непосредственно на самой линии;
- при помощи CV-кривых (Control Vertex), форму которых можно изменять при помощи вершин, которые расположены за пределами линии.

Стоит отметить, что принцип построения таких кривых лежит в использовании определённых математических формул.

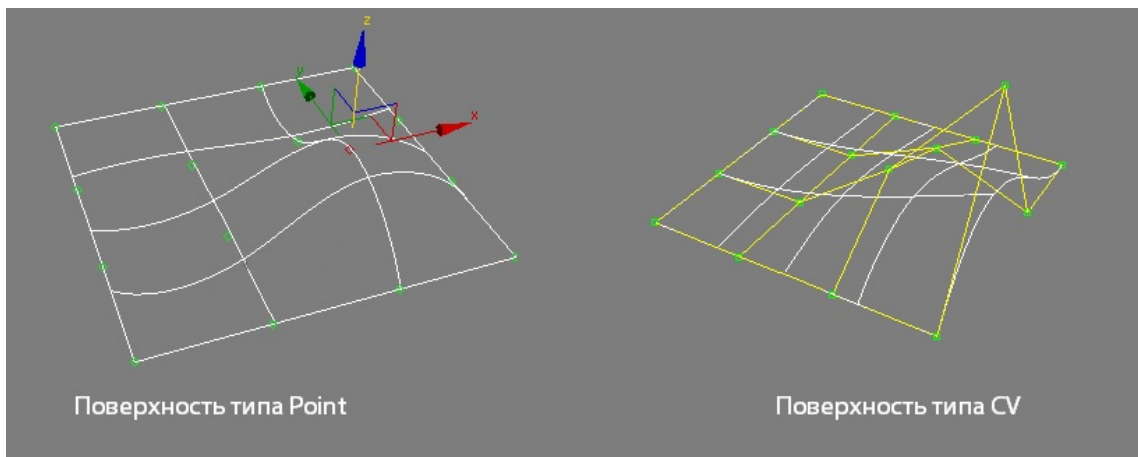


Рисунок 6 — Разновидности моделирования В-сплайнами

Non-Uniform Rational B-Splines переводится как «неоднородный рациональный В-сплайн». И главное преимущество этой технологии состоит в том, что она предназначена для создания плавных органических форм и моделей, основана на сложном математическом аппарате. 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 так далее. 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 [31, 4].

### **3D-скульптинг**

3D-скульптинг, он же «цифровая скульптура», показанный на рисунке 7, представляет собой имитацию процесса «лепки» 3D-модели, то есть деформирование ее полигональной сетки специальными инструментами — кистями. Можно провести аналогию с лепкой фигур руками из пластилина или глины. Только в программах 3D-моделирования пальцы заменены на инструмент «кисть», а «пластилином» является полигональная сетка.

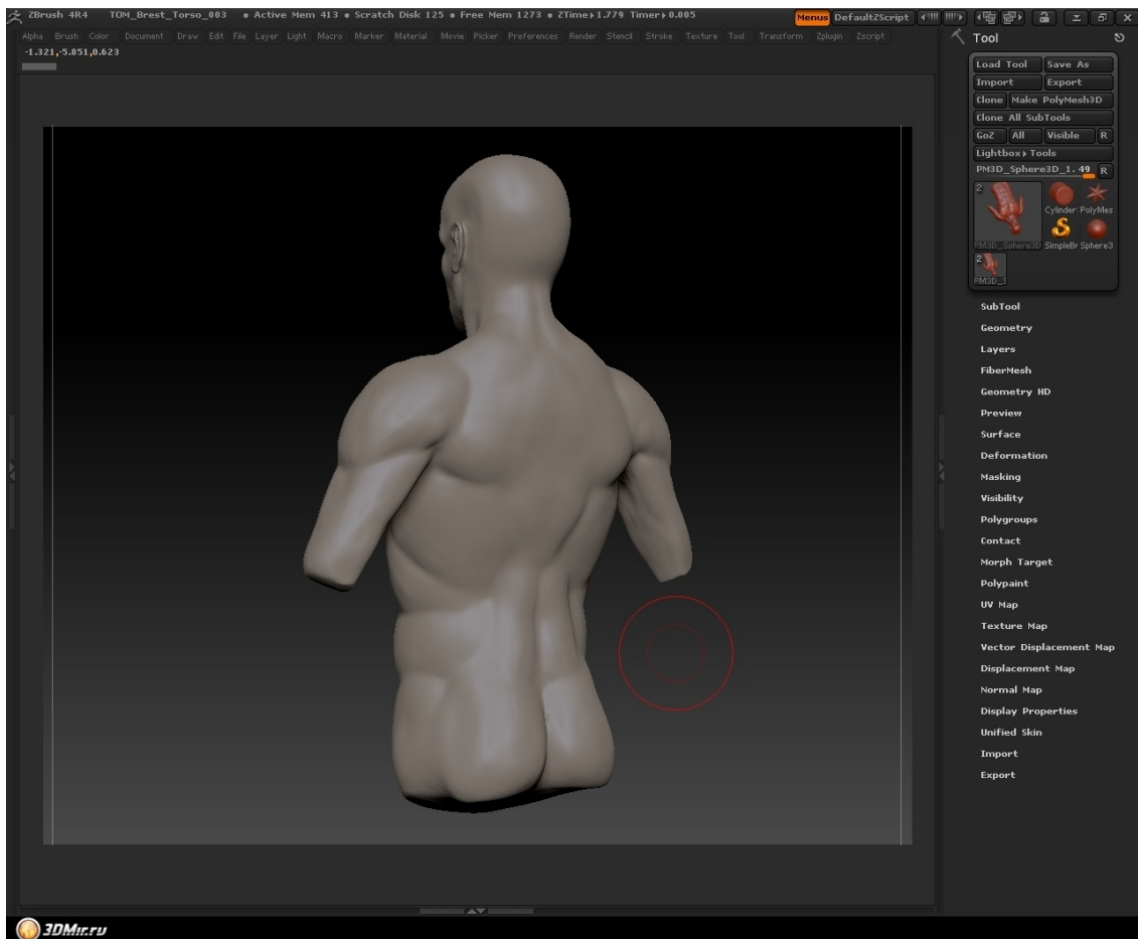


Рисунок 7 — 3D-скульптура

3D-скульптинг оказал большое влияние на следующие ключевые сферы 3D-моделирования:

1. Непосредственно само моделирование. Скульптинг упростил множество моментов, а также привнес много удобства в процесс создания сложных по структуре форм.
2. Текстурирование. Теперь можно рисовать и редактировать текстурные карты прямо на поверхности 3D-объектов.
3. Низкополигональное моделирование. Теперь низкополигональную сетку можно строить, создавать прямо на поверхностях высокополигональных объектов — ретопология. Либо же программы скульптинга при экспорте в другие пакеты автоматически переводят hi-poly на более низкое разрешение — автоматическая ретопология [26].

## Промышленное моделирование

Промышленность — сфера, в которой 3D-моделирование предметов, узлов и их функциональности наиболее актуально. Ошибки проектирования, неизбежно возникающие при воплощении механизма с чертежа или схемы, наглядно отображаются на мониторе. Внося поправки в цифровую модель можно тут же видеть результаты этих коррективов, добиваясь максимальной работоспособности и эстетичности. Для бизнеса эти технологии — огромная экономия. Эту же проекцию можно использовать для изготовления точной копии образца, чтобы оценить ее еще полнее или продемонстрировать потенциальным инвесторам. Отдельные виды производств полностью перешли на массовый выпуск продукции с электронной модели: и это не только сувениры, игрушки или декоративные аксессуары, но и сегменты механизмов и высокотехнологичной аппаратуры [13].

Использование 3D-моделирования для решения задач промышленного предприятия дает некоторые преимущества:

- снижение затрат на изготовление каких-либо изделий;
- очень быстрая разработка новых изделий;
- простота использования готовых изделий.

Для создания 3D-моделей промышленного назначения применяют системы автоматизированного проектирования (САПР) или по-английски Computer-Aided Design (CAD), что показано на рисунке 8. Они предназначены для создания точных копий реальных объектов.

При данном виде моделирования учитываются не только малейшие зазоры, но и свойства материала моделируемого объекта. В связи с чем данный вид моделирования нашел широкое применение в инженерном деле. Особенность этого моделирования в том, что для создания модели используют не полигоны, а цельные формы.

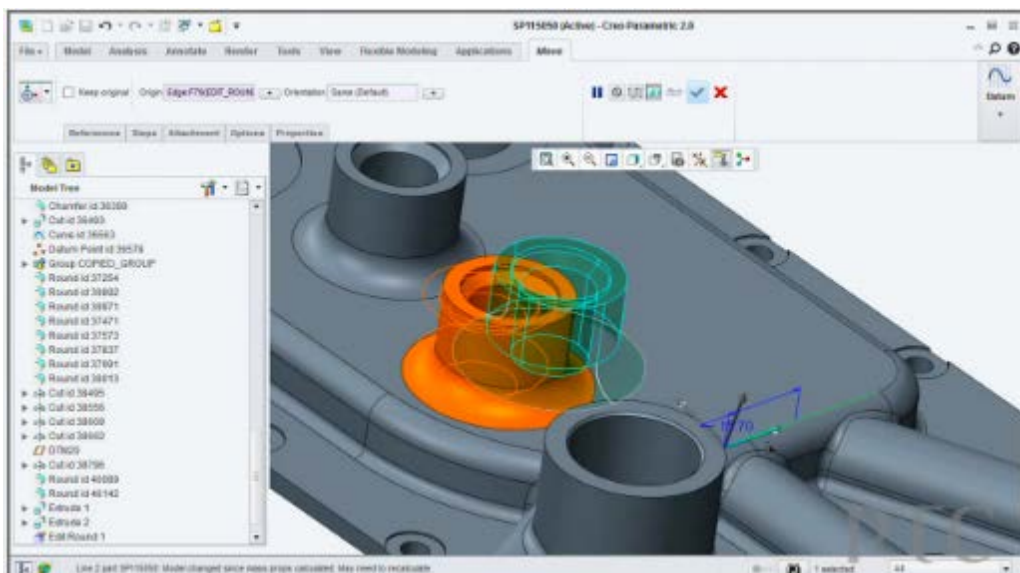


Рисунок 8 — 3D-модель промышленного назначения

## Параметрическое моделирование

Параметрическое моделирование на рисунке 9 осуществляется путем введения требуемых параметров элементов модели, а также соотношения между ними. Иными словами, создается математическая модель с нужными параметрами, изменяя которые можно создать различные комбинации модели и тем самым избежать ошибок, внося необходимые корректировки.

Является достаточно старым и самым простым способом проектирования промышленных деталей и механизмов.

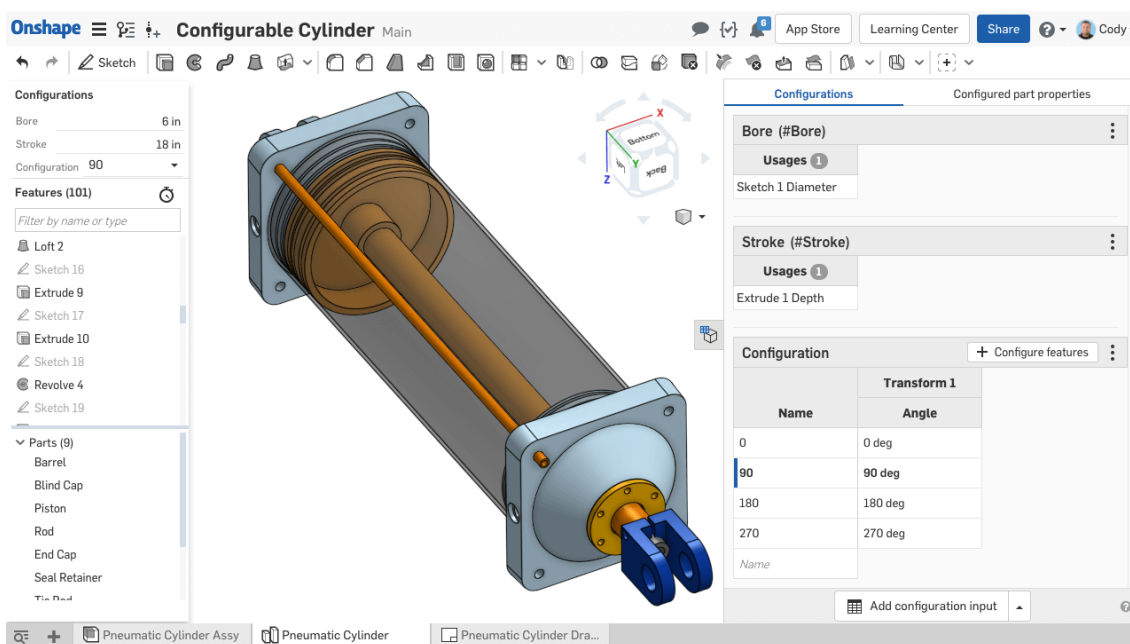


Рисунок 9 — Параметрическое моделирование в системе OnShape



Параметрическое трехмерное, или его еще называют двумерным моделированием, существенно отличается от обычного черчения или 3D-моделирования. В случае с параметрическим моделированием создается математическая модель с параметрами, изменение которых влечет за собой изменение абсолютно всей конфигурации детали, перемещение деталей в сборке и прочие похожие трансформации.

Идея создать параметрическое моделирование появилась достаточно давно, но, к сожалению, воплощение в жизнь было невозможно из-за недостаточной производительности компьютеров. 1989 год стал датой рождения параметрического моделирования, так как именно в этом году были выпущены первые САПРы с функциями параметризации.

Формирование и внедрение зависимостей и манипуляции с ними по сути являются процессом проектирования. Поэтому, как уже было сказано, параметрическое моделирование является самым простым, удобным способом проектировать объекты, так как именно данная технология предоставляет специалисту полный доступ к контролю зависимостей. Параметризация как метод проектирования объектов для специалистов является таким же легким способом как редактирование текста в MS Word [12, 19].

### **Твердотельное моделирование**

Если при полигональном моделировании куб разрезать пополам, то там внутри будет пустота. При твердотельном моделировании, как на рисунке, если разрезать куб, то там не будет пустоты, как если бы разрезали реальный твердый предмет.

При построении модели работают сразу со всей оболочкой, а не с отдельными поверхностями. Сначала создается простая форма оболочки, например, сферы, а затем к ней применяют различные операции: резка, объединение с другими телами, булевы операции, как на рисунке 10, и другие.

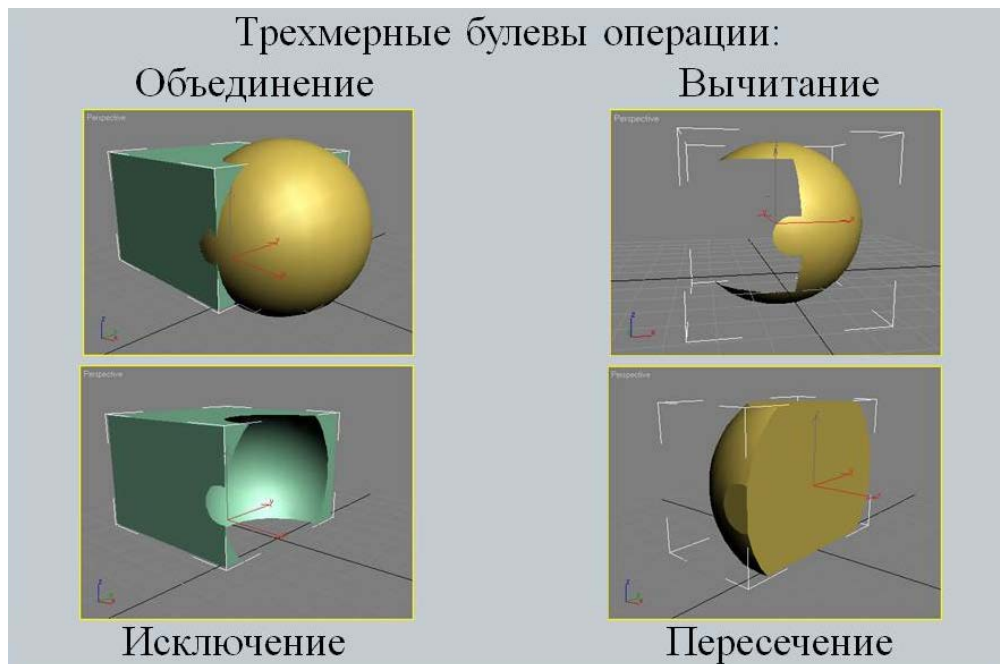


Рисунок 10 — Пример булевых операций при твердотельном моделировании

Твердотельное моделирование идеально подходит для создания твердых 3D-моделей несложной формы: шестеренок, двигателей, и так далее, но не применим к созданию мягких: мятой одежды, животных и так далее.

Преимущества твердотельного моделирования:

1. Лучшая визуализация и восприятие созданной модели. Трехмерная модель с применением современных технологий выглядит более чем реалистично.
2. Автоматическое формирование чертежей — одно из самых главных преимуществ данной технологии. Построение модели и формирование чертежей по ней с использованием твердотельного моделирования — дело нескольких секунд.
3. Быстрота и легкость в процессе внесения изменений и корректировок в модель — не нужно заново формировать чертеж, достаточно изменить нужные пункты и обновить программу. Также можно использовать шаблоны, что значительно сократит время на выполнение работы.

4. Объединение с различными дополнительными приложениями — интеграция позволяет сократить время, используя сразу полученные результаты на последующих стадиях работы.

5. Скорость при проектировании — твердотельное моделирование сокращает срок выполнения проектирования объекта. Быстрота моделирования позитивно влияет на скорость возвращения вложенных инвестиций.

Создание твердотельных моделей как никогда сегодня актуально. Важно не только быстро создавать объект, но и так же быстро редактировать его. Твердотельное моделирование обладает данными качествами, поэтому оно считается самой совершенной технологией. Методы представлений, а именно граничный и конструктивный обеспечивают максимально реалистичные модели.

Обладая такими существенными преимуществами, твердотельное моделирование признано самым быстрым, качественным и эффективным методом при проектировании сложных объектов.

### **Поверхностное моделирование**

Поверхностное моделирование, обычно, используется для создания поверхностей сложных форм: автомобилей, самолетов и т.д. Пример приведен на рисунке 11.

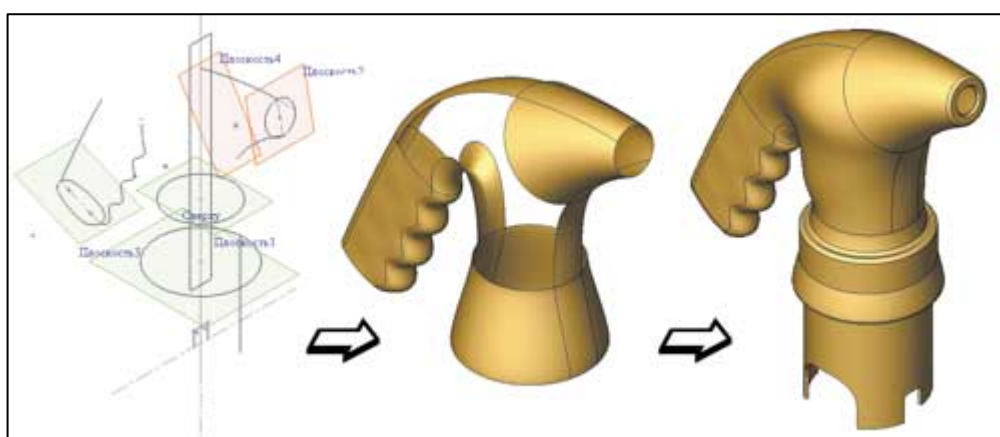


Рисунок 11 — Поверхностное моделирование в программе SolidWorks

Модель строится из различных поверхностей, которым придают нужную форму, а затем соединяют между собой, например, плавными перехода-

ми, а лишнее обрезают. Таким образом, форма нужной оболочки объекта собирается из нескольких поверхностей.

Преимущества поверхностного моделирования:

- достоверное представление любого по сложности объекта;
- контроль взаимно расположенных деталей;
- подготовка управляющих программ для станков.

Примерами программ для промышленного моделирования являются: «Compas-3D», «SolidWorks», «Solid Edge» и тому подобные.

### **Моделирование метасферами**

Так же следует упомянуть о таком моделировании как «Metaball», то есть моделирование метасферами.

На рисунке 12 показаны процесс моделирования метасферами.

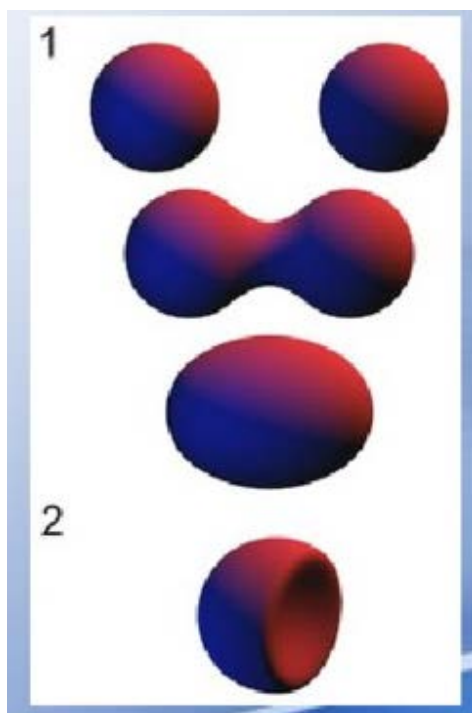


Рисунок 12 — Метод моделирования метасферами

Аналогично сплайновому или NURBS моделированию данный вид позволяет создавать модели сглаженной формы. Его особенность в том, что модель строится из 3D-объектов сглаженной замкнутой формы (метасфер), которые при соприкосновении друг с другом автоматически сливаются ча-

стями соприкасающихся поверхностей. Метасферы как бы притягиваются друг к другу подобно каплям воды или ртути.

При помощи «Metaball» легко создавать, например, капли росы на листьях деревьев, различные кочки или прыщи на коже персонажа [20].

Примером программы, в которой возможно моделирование метасферами, является Blender.

## 1.2 Анализ существующих разработок

Для анализа существующих 3D-моделей были выбраны не только отдельные готовые модели, находящиеся в прямом доступе из сети Интернет, но также модели и сцены из компьютерных игр.

Анализ проводится по трем пунктам:

- соответствие реальному объекту;
- проработка модели;
- качество детализации (рендера модели).

Первой для анализа идет модель установки электронно-лучевой литографии на рисунке 13 [22].

Первым делом хочется отметить качество визуализации, поскольку сразу достаточно сложно отличить рендер модели от настоящей фотографии электронно-лучевой установки.

Затем нужно обратить внимание на проработку всей модели — не только модели в целом, но и различных проводов, кабелей, механических деталей установки. Проработка таких деталей может показаться на первый взгляд легким процессом, но это не так, поскольку на детальное изучение установки и саму проработку уходит много времени.

Отсюда следует вывод, что выполнена работа на качественном профессиональном уровне. И к тому же, нет сомнений, что эта модель соответствует настоящей модели установки электронно-лучевой литографии.



Рисунок 13 — Модель установки электронно-лучевой литографии

Далее анализируется модель оружия — автомат Н&К G36С на рисунке 14 [1].

Здесь видно, как хорошо проработаны детали автомата, в том числе дополнительные модули: прицелы разного вида, глушитель, патроны, фонарик. Эта модель полностью соответствует настоящему автомату, в этом можно убедиться, сравнив модель с рисунком 15 [2]. Визуализация данной 3D-модели на таком же высоком уровне: текстуры отличного качества и лежат на модели хорошо.



Рисунок 14 — Компьютерная модель автомата Н&К G36С



Рисунок 15 — Настоящий автомат Н&К G36С

Последним анализируется окружение научно-исследовательского комплекса из одной спецоперации компьютерной игры Warface на рисунке 16.

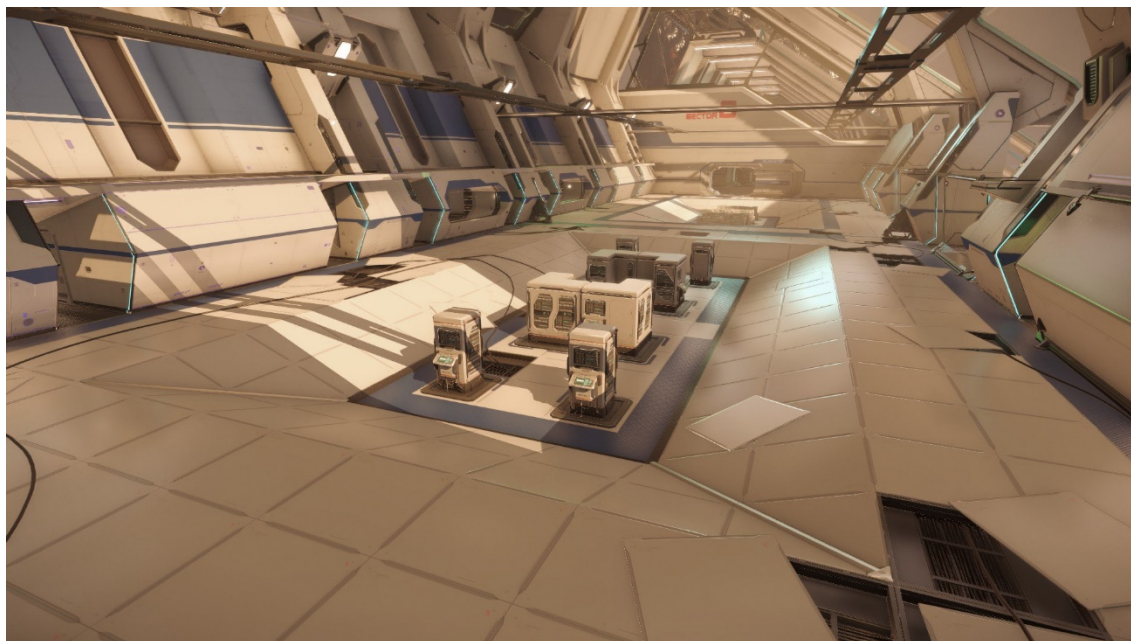


Рисунок 16 — Окружение из спецоперации «Вулкан» игры Warface

На этом кадре видно, как хорошо смоделировано помещение в футуристическом стиле. Само окружение, двери, различные компьютерные установки профессионально смоделированы.

В этой игре, как и в большинстве других, есть возможность изменять качество графики. И даже на самом низком качестве модели (а именно, текстуры, которые на них наложены) смотрятся довольно неплохо, как на рисунке 17.



Рисунок 17 — Модель пушки из игры Warface



На высоких настройках графики текстуры выглядят идеально. Это является существенным плюсом для бесплатной игры, ведь часто в таких играх качество моделей и текстур заметно хуже.

Таким образом, были проанализированы различные 3D-модели и выявлены их достоинства. И ни на одной модели не обнаружены недостатки, что говорит об успехах в области трехмерного моделирования.

### **1.3 Анализ средств разработки и выбор технологии проектирования**

#### **Blender**

Blender — профессиональное свободное и открытое программное обеспечение для создания трехмерной компьютерной графики, включающее в себя средства моделирования, анимации, рендеринга, постобработки и монтажа видео со звуком, компоновки с помощью «узлов» (Node Compositing), а также для создания интерактивных игр. В настоящее время пользуется наибольшей популярностью среди бесплатных 3D-редакторов в связи с его быстрым и стабильным развитием, которому способствует профессиональная команда разработчиков [28].

Одним из преимуществ для широкого пользователя, в том числе работающего на любительском уровне, будет то, что он распространяется свободно. Но это не означает, что программа подходит новичкам и является простой для профессионалов. Blender 3D использовали в некоторых фильмах, таких как «Человек паук 2», «Хардкор», «Мир дикого запада», а также программа полностью использовалась при создании некоторых мультфильмов и компьютерных играх, которые выпускали сами разработчики софта для раскрытия достоинств и недостатков Blender 3D.

На рисунке 18 показана рабочая среда программы и уже смоделированный объект.

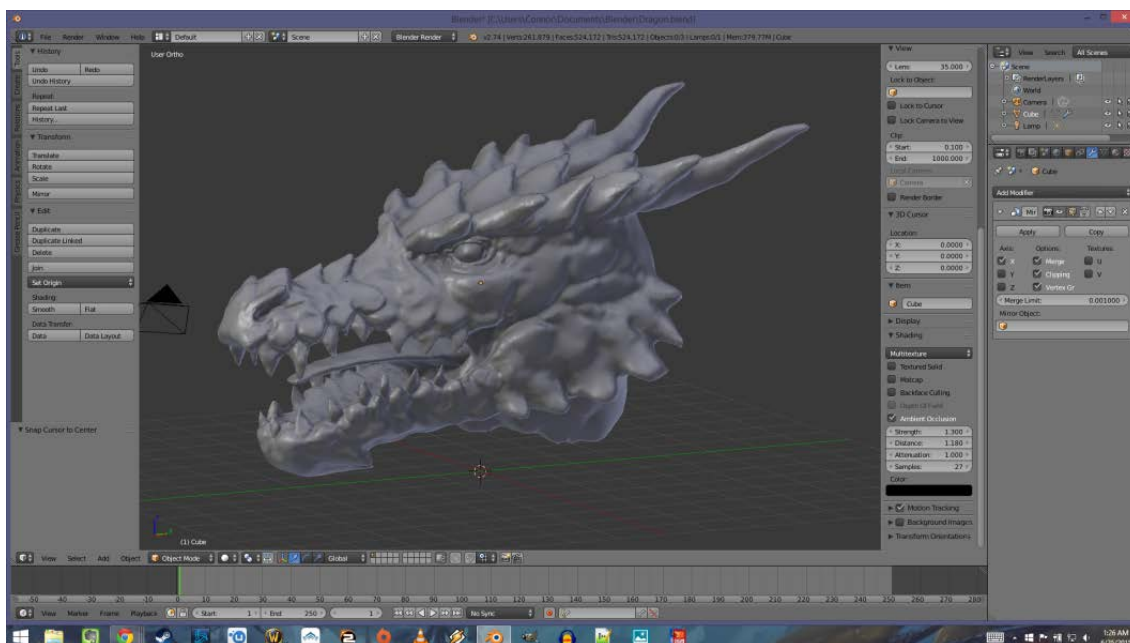


Рисунок 18 — Рабочая среда программы Blender 3D

Инструмент предоставляет своим пользователям следующие возможности:

- рендеринг;
- моделирование;
- создание анимации;
- монтаж и обработка видео.

Эту среду активно используют профессиональные разработчики для создания интерактивных игр. Изображения при этом получаются максимально реалистичными и эффектными.

Профессиональная команда разработчиков данного обеспечения постоянно работает над его совершенствованием, что обеспечивает популярность данного пакета у пользователей по всему миру.

Blender 3D основан на открытом коде. А это значит, что теоретически любой имеет возможность поучаствовать в его совершенствовании и развитии, если владеет дополнительно навыками программирования. В создании этой программной среды принимают участие коды, написанные на языках программирования Python, C, C++.

## Maya

Maya — программа для 3D-анимации, моделирования и визуализации, предоставляет мощный интегрированный инструментарий, который можно использовать для создания анимации, сред, графики движения, виртуальной реальности и персонажей [8]. Пример показан на рисунке 19.

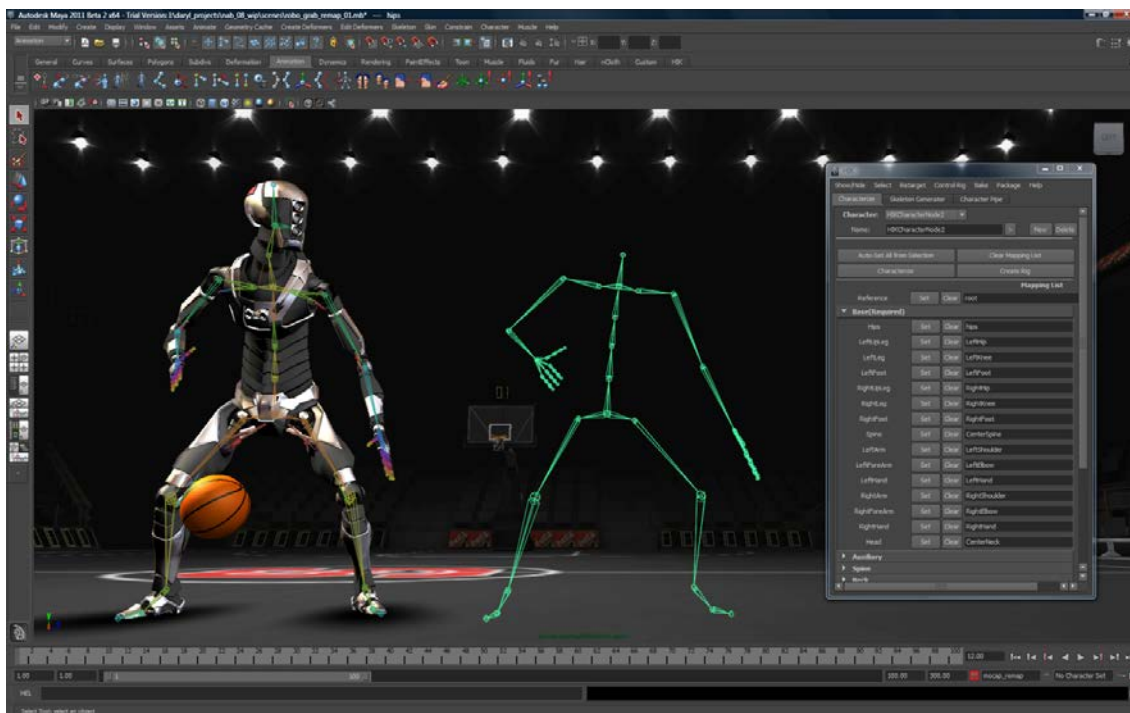


Рисунок 19 — Рабочая среда Autodesk Maya

В первую очередь — это мощное оружие 3D-аниматоров, работников киноиндустрии и телевидения. Maya ценится за огромный набор инструментов для анимации, текстурирования, а также создания разнообразных спецэффектов. Это серьезный редактор трехмерной графики, широко применяемый в профессиональных кругах. В ней грамотно реализована функция визуализации готовых моделей: программа оснащена четырьмя встроенными визуализаторами, к тому же есть возможность установки различных плагинов, в том числе V-Ray.

По методу работы Autodesk Maya приближена к другому продукту компании — 3Ds Max. Но сравнительно с ним в Майе функции анимации реализованы более основательно. Вдобавок программа интересна возможностью работы с динамикой твердых и мягких тел, простотой наложения тек-

стур и удобному UV-маппингу. Если говорить о построении 3D-моделей для 3D-печати, стоит отметить, что Autodesk Maya на это совершенно не ориентирована. Однако разнообразие ее возможностей позволяет использовать программу в этих целях.

Autodesk Maya оснащена разноплановыми инструментами для качественной и удобной работы с трехмерной графикой. В ней можно найти все, что угодно требовательному моделлеру, а также подобрать собственный алгоритм действий. Короткий перечень того, что предлагает приложение:

- работа с кривыми, в том числе NURBS;
- полигональное моделирование, возможность ретопологии;
- несколько способов наложения материалов, текстур, а также удобный UV-маппинг (то есть развертку);
- в версии Autodesk Maya 2016 имеются инструменты для скульптинга, подобные кистям Zbrush, причем скульптинг здесь применим также для моделирования простого ландшафта;
- ряд инструментов для создания анимации высокого качества, есть возможность проанимировать даже отдельную прядь волос;
- динамика твердых и мягких тел;
- уникальные инструменты для создания реалистичных волос и шерсти;
- симуляция жидкости;
- создание спецэффектов (дым, облака, атмосферные эффекты);
- визуализация как с помощью встроенных инструментов, так и дополнительных плагинов, к примеру, плагин V-ray позволяет добиться фотореалистичной визуализации.

Что касается обучения работе с программой, это дело не из легких. Что, впрочем, не мешает массе энтузиастов изучать Autodesk Maya самостоятельно и добиваться значительных успехов. Всемирная сеть предлагает достаточно бесплатных обучающих материалов в текстовом, а также видео-формате.

Единственным препятствием может стать тот факт, что большая часть из них на английском языке. Но желающим стать настоящими профессионалами 3D-моделирования это не станет помехой. Тем более, что английский сегодня многие знают на достаточном уровне, чтобы усвоить простые инструкции [8].

### 3Ds Max

Autodesk 3Ds Max (ранее 3D Studio MAX) — профессиональное программное обеспечение для 3D-моделирования (рисунок 20), анимации и визуализации при создании игр и проектировании. В настоящее время разрабатывается и издается компанией Autodesk [27].

На данный момент программа 3Ds Max является самой популярной среди разработчиков, как профессионалов, так и любителей. И более того, она предоставляет студентам возможность бесплатно пользоваться программным обеспечением в течение трех лет.

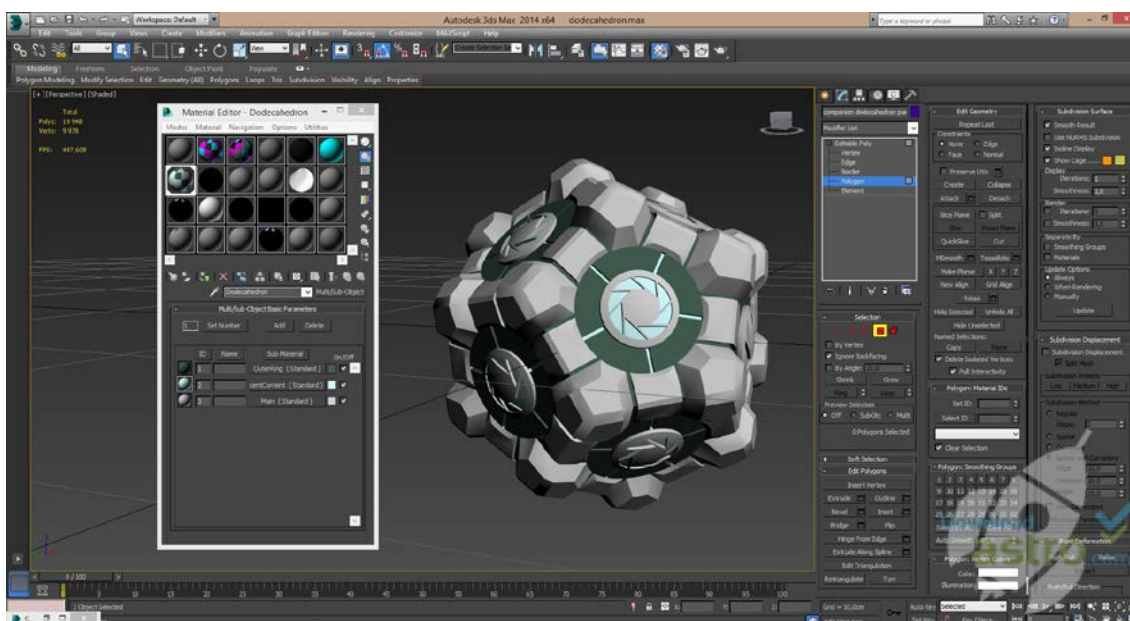


Рисунок 20 — Рабочая среда Autodesk 3Ds Max

В 3Ds Max имеется достаточно большая библиотека трехмерных примитивов как стандартных, так и расширенных. Построение таких геометрических форм, как куб, цилиндр, пирамида, призма, капсула не отнимает много времени — нужно всего лишь выбрать примитив и ввести его параметры,

например, высоту и радиус. Имеются инструменты для работы со сплайнами, которые тоже легки в изучении. Не составляет труда освоение полигонального моделирования. Возможность редактирования сетчатых поверхностей на уровнях вершины или ребер облегчает работу со сложными поверхностями и позволяет добиться максимальной наглядности в их представлении.

В программу встроен простой и удобный редактор материалов. Создание стеклянных или зеркальных поверхностей займет считанные секунды. Любой материал легко настраивается, поскольку редактор имеет множество параметров, и даже есть возможность создавать его из одного и более материалов.

На рисунке 21 приведен пример наложения материалов к объекту.

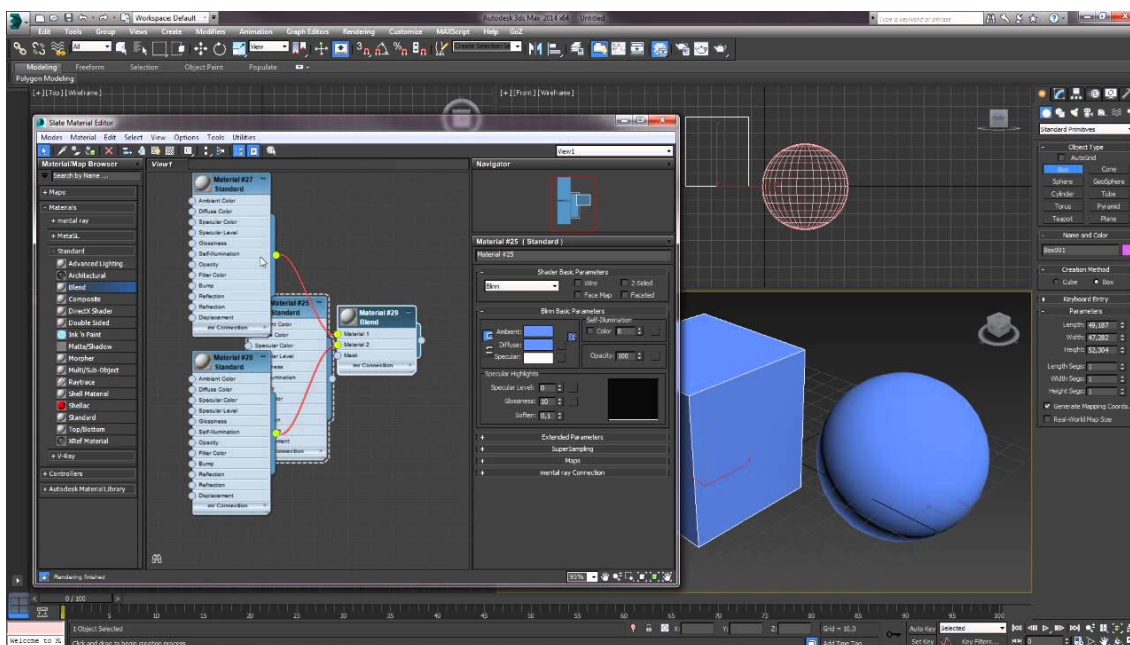


Рисунок 21 — Пример наложения материалов в 3Ds Max

Чтобы достичь эффекта реалистичности, применяются различные средства и методы визуализации. Например, в программе используется метод трассировки лучей, с помощью которого формируется правдоподобное отражение и преломление света. Можно создавать атмосферные эффекты (такие, как туман и огонь), эффекты естественного и искусственного фотореалистичного освещения. И говоря о системах рендеринга, имеется возможность использовать либо встроенный в 3Ds Max визуализатор (такой как

Arnold), либо сторонние визуализаторы, созданные независимыми разработчиками (например, Mental Ray от NVIDIA).

В 3Ds Max достаточно дружелюбный интерфейс — на рабочей панели располагается минимальное количество кнопок, нужных в работе. Также можно добавлять и удалять кнопки или же вовсе создавать свою рабочую среду или выбрать из уже имеющихся.

Большое внимание уделяется развитию инструментария для создания анимации. Анимация по ключевым кадрам, процедурная анимация, ограниченная анимация — это неполный список всех возможных вариантов заставить объекты двигаться. Имеются возможности управления скелетной деформацией, создания быстрой анимации двуногих существ, управления физическими силами, действующими на персонажей. И чего стоит возможность создания поведенческой модели толпы для анимации сразу сотен объектов.

В 3Ds Max содержится огромное количество модификаторов. Объекты можно сглаживать, скручивать, создавать фаску, отражать, накладывать шум, редактировать сетку на уровне полигонов, проводить различные деформации и так далее. Более того, каждый модификатор позволяет изменять собственные параметры, что открывает невероятный простор для творчества и реализации любой идеи.

3Ds Max содержит модули для работы с различными системами частиц, будь то снег или брызги. В основу управления их характеристиками и динамикой положены реальные физические законы. Сама же среда 3Ds Max позволяет не только моделировать персонажей, но и создавать весьма реалистичные предметы одежды. Причем кроме создания и дизайна одежды, специальные встроенные модули позволяют анимировать любые объекты одежды, создавая при этом требуемые визуальные эффекты (создание складок и деформаций на сгибах, эффект мокрой или липкой одежды, различные механические повреждения). Также программа имеет модификаторы для имитации волосяного и мехового покрова. Возможности создания эффектов

стрижки и причесывания, движения в соответствии с заданными параметрами жесткости, влажности и так далее, а каждую сцену при анимации могут сопровождать звуковые эффекты. Причем программа поддерживает различные звуковые форматы [24].

### **Cinema 4D**

Cinema 4D (сокращенный вариант C4D), что на рисунке 22, — это универсальная комплексная программа трехмерного моделирования, позволяющая создавать и редактировать трехмерные объекты и эффекты. Она позволяет проводить визуализацию объектов по методу Гуро. Это метод закрашивания (затенения), который предназначен для создания иллюзии гладкой криволинейной поверхности, описанной в виде полигональной сетки с плоскими гранями, путем интерполяции цветов примыкающих граней [30].

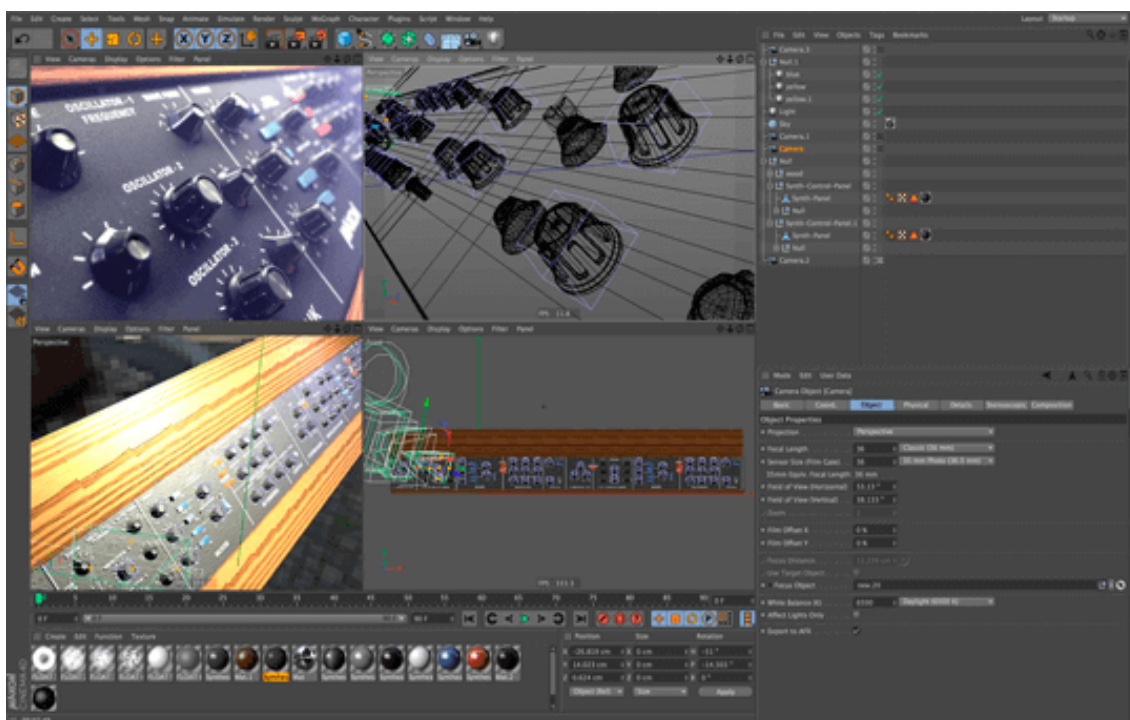


Рисунок 22 — Рабочая среда Cinema 4D

Интуитивные и простые для понимания функции Cinema 4D и логически организованный интерфейс помогут начинающим овладеть контролем. Профессиональные пользователи никогда не перестают удивляться насколько легко работает в Cinema 4D. Бесчисленные уроки и глобальное, высоко-



квалифицированное сообщество играют важную роль в повышении профессионального уровня начинающих пользователей.

Cinema 4D является основой рабочего процесса пользователей. Поэтому разработчики с самого начала стараются, чтобы новые функции работали интуитивно и находились именно там, где пользователи ожидали бы их найти. Компоновка Cinema 4D может быть с легкостью изменена для точного соответствия нуждам пользователя и сохранена для дальнейшего использования.

Cinema 4D предоставляет бесчисленные опции для неструктурной работы: параметрическое моделирование, процедурные шейдеры, текстуры и другое. А система дублей Cinema 4D позволяет сохранять и управлять множеством версий сцены в одном единственном файле.

Cinema 4D является идеальным пакетом для всех художников трехмерной графики, которые хотят добиваться захватывающих результатов быстро и без проблем. Начинающие, наравне с опытными профессионалами, могут воспользоваться широким набором инструментов и функций Cinema 4D для быстрого достижения потрясающих результатов. Легендарная надежность Cinema 4D делает ее отличным приложением для требовательной и быстро меняющейся сферы 3D. А ассортимент разных пакетов с привлекательными ценами соответствует любым требованиям художников [11].

Также Cinema 4D поддерживает высококачественный рендеринг и анимацию.

Проанализировав наиболее популярные программы для моделирования, можно сделать общий вывод и определиться с выбором программного обеспечения.

Blender — это одна из тех программ, которая доказывает, что необязательно бесплатный продукт может быть плохим. Он достаточно хорош и функционален, некоторые компании и даже киностудии используют Blender в своей работе. Maya и 3Ds Max — являются лидерами на рынке трехмерной

графики и, безусловно, зарекомендовали себя как хорошее достойное программное обеспечение для моделирования. Единственное отличие, это то, что Maya больше предназначена для анимации, а 3Ds Max — для архитектурной визуализации. Cinema 4D также является популярной программой и одним из конкурентов продуктов компании Autodesk, но он больше адаптирован под операционную систему Mac.

Таким образом, было решено использовать в работе над выпускной квалификационной работе программу 3Ds Max, на это повлиял тот факт, что ранее уже был опыт ознакомления с этим редактором в университете в рамках изучения дисциплины «3D-Моделирование», поэтому никаких трудностей возникнуть не должно.

#### **1.4 Общий алгоритм реализации проекта**

Любой проект начинается с идеи. Чтобы перейти непосредственно к моделированию сцены, был придуман некий сюжет.

Идея этого проекта — подземный лабораторный комплекс. По задумке, этот комплекс скрыт от глаз людей глубоко под землей, здесь разрабатывается секретное оружие. И для осуществления этой идеи будет смоделирована часть подземного лабораторного комплекса из трех этажей, который должен включать в себя несколько лабораторий с оборудованием, компьютерное помещение, огромный склад с контейнерами, лифты, коридоры.

Чтобы создать полноценную трехмерную сцену, следует придерживаться алгоритма [24], состоящего из таких этапов, как:

- создание трехмерной сцены;
- работа с материалами;
- настройка параметров освещения;
- визуализация сцены.

Самый главный и основной этап — это моделирование всей сцены, всех моделей. Этот этап включает в себя разработку моделей различного масштаба. Из простых моделей это помещения, коридоры, лифты, столы, стулья, двери, лестницы. Более сложные модели — это разного вида лабораторные оборудования, микроскопы, лампы, вентиляционные трубы, цистерны, пробирки и колбы, бочки, канцелярия, папки с бумагами, компьютеры. Это самый долгий и трудный этап, требующий внимательности и упорства.

Не менее важный этап — это применение материалов, ведь минуя его, не добиться реалистичности сцены. Сюда также входит наложение отдельных текстур и создание разверток для сложных моделей.

Последние два этапа взаимосвязаны, так как в программе изначально настроен один источник освещения. И во время визуализации сцены свет будет некорректно отображаться.

В проекте используется программное обеспечение Autodesk 3Ds Max версии 2018 на основе студенческой лицензии, это демонстрирует рисунок 23.

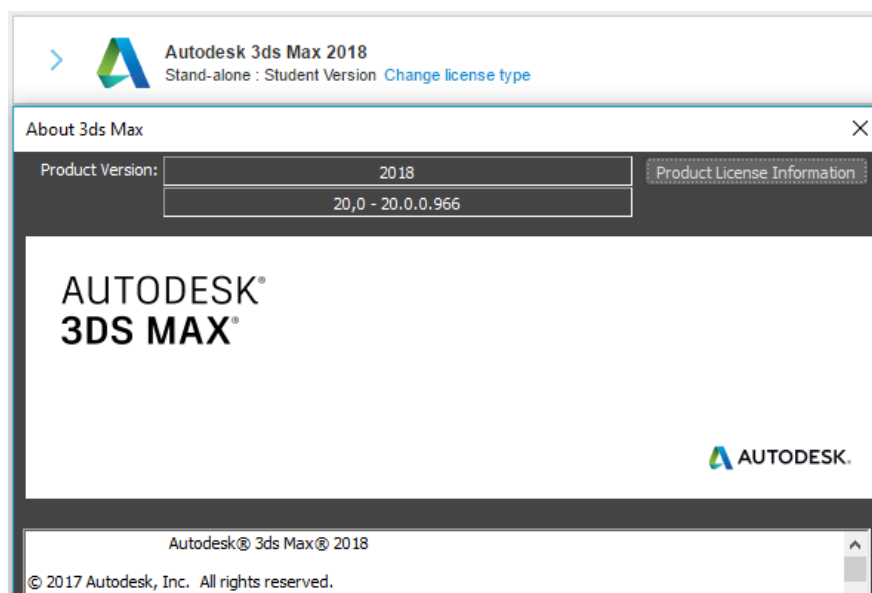


Рисунок 23 — Лицензионная студенческая версия Autodesk 3Ds Max

Теперь, на основе эскизов и алгоритма реализации проекта, можно приступать к этапам разработки подземного лабораторного комплекса.

## **2 ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ**

### **2.1 Характеристика потенциальной аудитории потребителей проекта**

Сегодня 3D-моделирование находит множество областей применения и чаще всего в двух крупных индустриях развлечений: это киноиндустрия и видеоигры. Создаваемый проект можно будет использовать в компьютерных играх, и в большей степени, согласно статистике играющих людей в России, сюда попадают молодые люди, в возрасте до 30–35 лет.

Более того, этот проект ориентирован не только на людей, играющих в компьютерные игры, а также на тех, кто в целом интересуется игровой индустрией и 3D-технологиями. Под эти категории попадают и те, кто увлекается трехмерным моделированием, и те, кто непосредственно занимается разработкой 3D-моделей: профессиональные 3D-моделлеры, аниматоры, художники, дизайнеры.

### **2.2 Постановка задачи проекта**

#### **2.2.1 Актуальность проекта**

Трехмерное моделирование на настоящий момент пользуется большим спросом, ведь, как было сказано ранее, любой проект, профессионально выполненный в программе 3D-моделирования, высоко ценится на рынке киноиндустрии, игровой индустрии, анимации и других.

Проект, разрабатываемый в рамках данной выпускной квалификационной работы, актуален, так как может быть хорошо интегрирован в игровой

движок, позволяющий создавать игры, или в программы 3D-анимации, с помощью которых создаются мультипликационные произведения.

### **2.2.2 Цель и назначение проекта**

Целью проекта является демонстрация возможностей трехмерного моделирования. Создаваемая 3D-модель подземного лабораторного комплекса может быть интегрирована в среду разработки компьютерных игр или в мультипликационные проекты и, таким образом, это дает возможность лучше оценить атмосферу созданной лаборатории.

### **2.2.3 Требования к проекту**

Трехмерная сцена подземного лабораторного комплекса должна выглядеть правдоподобно и выполнена в современном стиле. С точки зрения графики сцена должна выглядеть просто, без глубокой детализации и без приближения к реальности [32].

Моделирование сцены и объектов должно идти согласно эскизам и на основе подобранных референсов.

Проект может быть выложен на платформу публикации, продажи и покупки 3D-контента и может являться своеобразной локацией для мультфильмов или компьютерных игр, поэтому его нужно экспортировать в формате \*.fbx.

Основными цветами должны быть темно-серый и светло-серый, желтый и оранжевый, черный, синий, белый.

Более подробно это будет изложено далее в этапах создания трехмерной сцены.

## 2.2.4 Входные данные к проекту

Для разработки большинства моделей было использовано около 200 референсов.

На рисунке 24 представлены некоторые референсы.



Рисунок 24 — Часть используемых в проекте референсов

## **2.2.5 Характеристики оборудования для реализации проекта**

Разработка ведется на компьютере со следующими техническими характеристиками:

- тип: Компьютер на базе x64;
- процессор: Intel(R) Core (TM) i3-4005U CPU @ 1.70GHz, 1696 МГц, ядер: 2, логических процессоров: 4;
- операционная система (ОС): Майкрософт Windows 10 Домашняя;
- установленная оперативная память (RAM): 6 Гб;
- версия среды выполнения DirectX: 12.0;
- видеокарта: NVIDIA GeForce 920M;
- выделенная видеопамять: 1024 Мб DDR3.

Компьютер с приведенными выше характеристиками позволяет в щадящем режиме использовать ресурсы программы 3Ds Max. Основываясь на рекомендациях фирмы Autodesk, технические характеристики компьютера удовлетворяют минимальным требованиям программы: 64-разрядная операционная система, 4-ядерный процессор Intel, минимум 4 Гб оперативной памяти, 1 Гб видеопамяти, видеокарта NVIDIA.

## **2.3 Жизненный цикл проекта**

### **2.3.1 Этап эскизного проектирования**

Прежде чем приступать к моделированию подземного лабораторного комплекса, необходимо пройти этап эскизирования. Далее будут представлены эскизы и подробное описание к ним.

Если на рисунке 25 за точку отсчета взять лифт, показанный на рисунке 26, то выходя из него, мы попадаем в коридор, наброски которого так же отображены на рисунке 26, с двумя небольшими помещениями слева и справа.

ва с ящиками и бочками. Пройдя через дверь, наброски которой изображены на рисунке 26, мы проходим по коридору, поворачиваем направо и заходим на огромный склад.

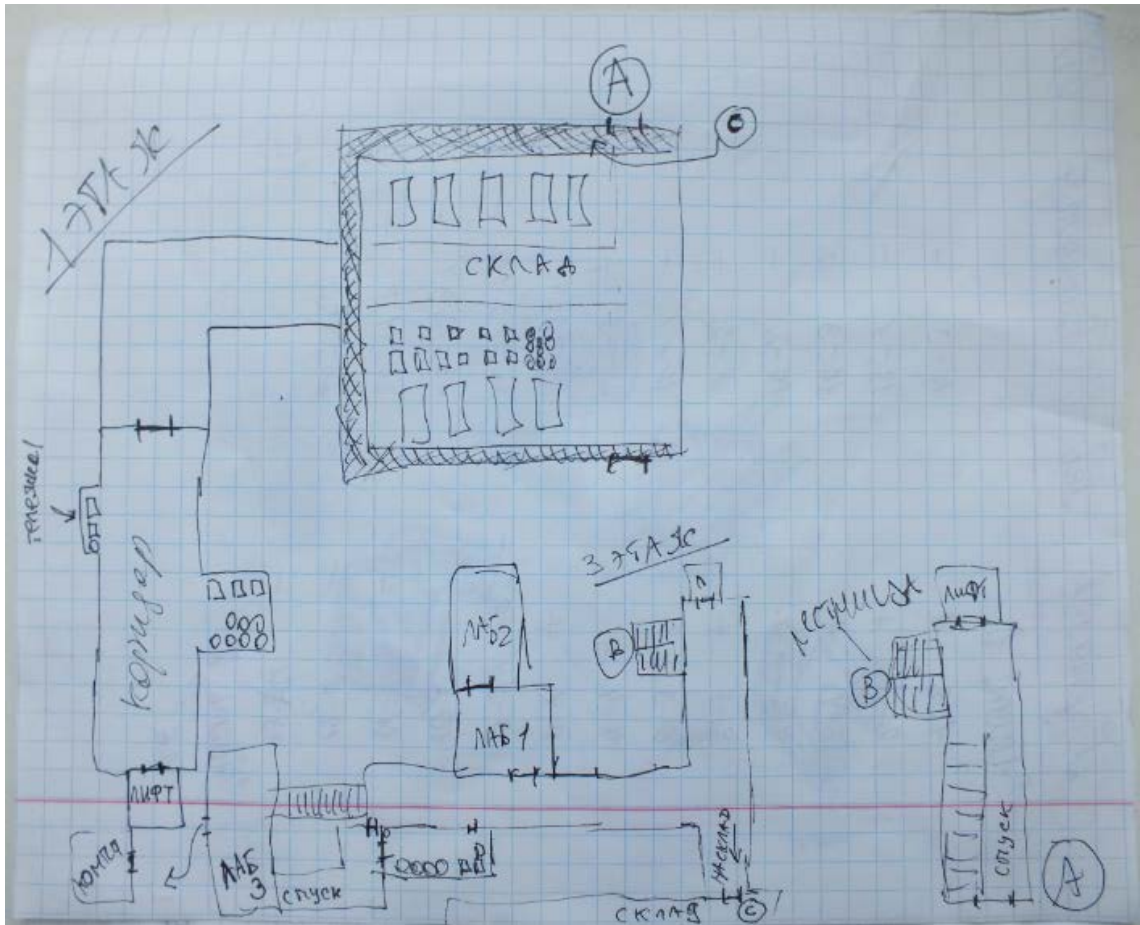


Рисунок 25 — Эскиз всего лабораторного комплекса, вид сверху

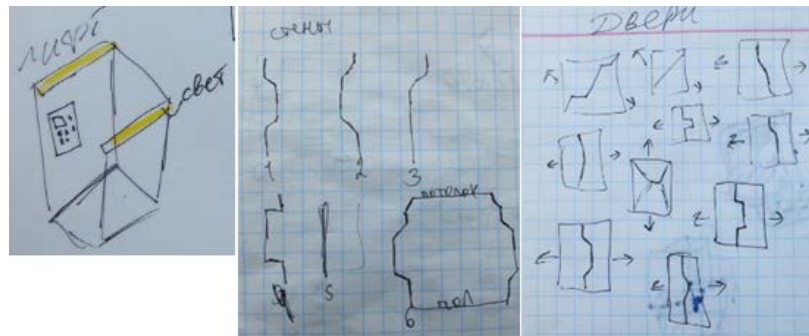


Рисунок 26 — Эскизы лифта, стен, дверей

Если смотреть прямо из коридора на склад, то в конце склада на стене написано большими буквами название лаборатории — Underground Laboratory «INFERNO», варианты этой надписи на рисунке 27.



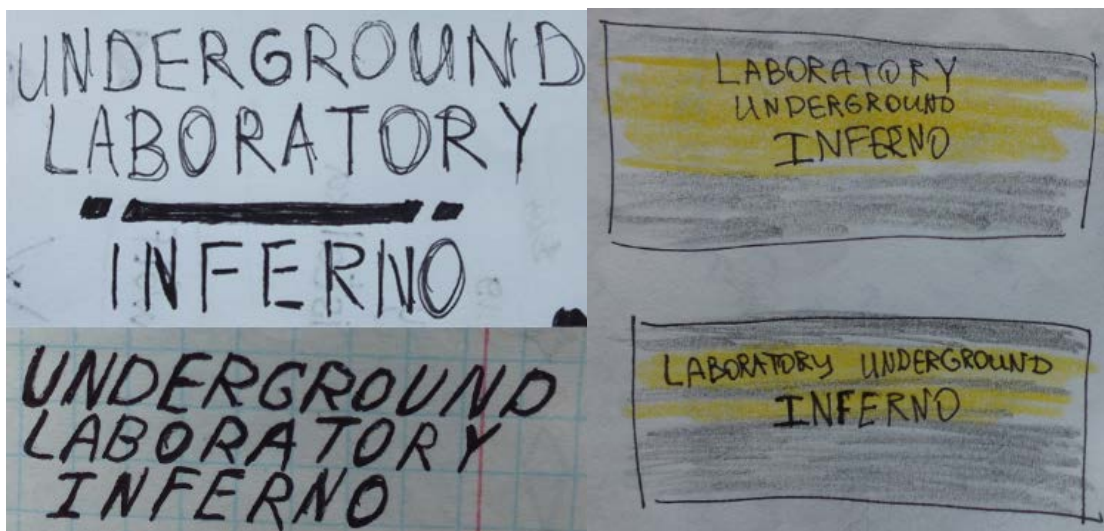


Рисунок 27 — Эскиз надписи лаборатории

Склад высокий в высоту девять метров. На уровне третьего этажа можно обходить склад по металлической конструкции в виде решетки, огорожена она забором. Это сделано в целях безопасности. На складе находится множество контейнеров. Все это отображено на рисунке 28.

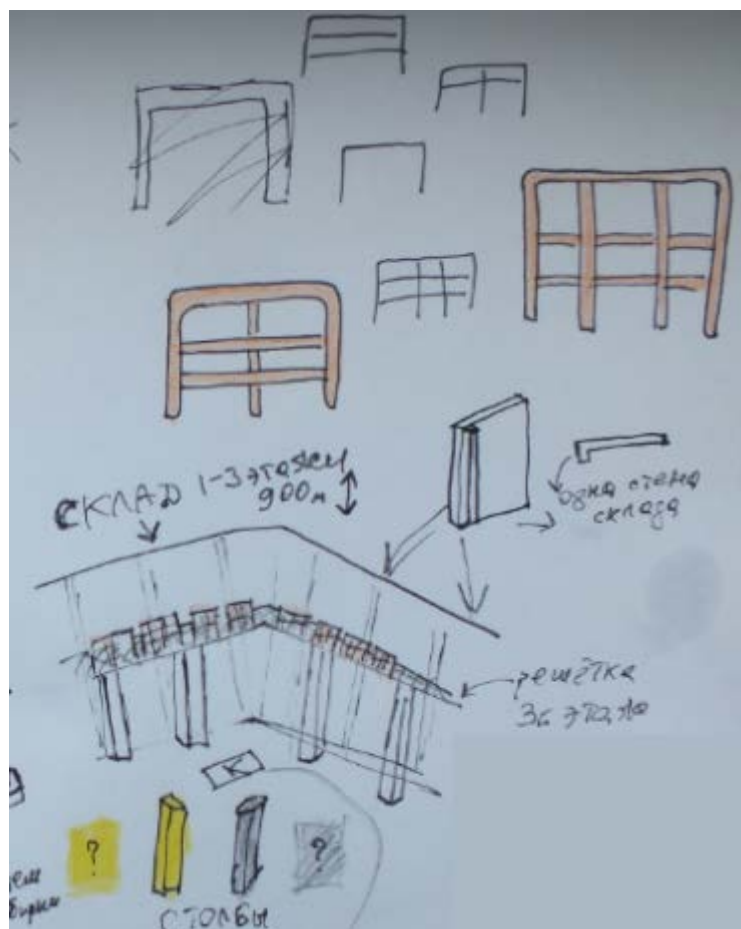


Рисунок 28 — Эскиз склада, ограждений

Возможно, один из контейнеров открыт и в нем стоят ящики и бочки. Идя по той же траектории, в конце справа можно увидеть две большие двери (по задумке оттуда выезжает ричстакер — погрузчик контейнеров), а слева — выход в другой коридор. В конце коридора — лифт и лестничная площадка, как показано на рисунке 29, а сам он находится под небольшим углом, поэтому ходить по нему можно либо по ступенькам, либо по небольшому спуску (подразумевается, что по этому спуску возят ящики и бочки на тележке из лифта на склад и обратно).

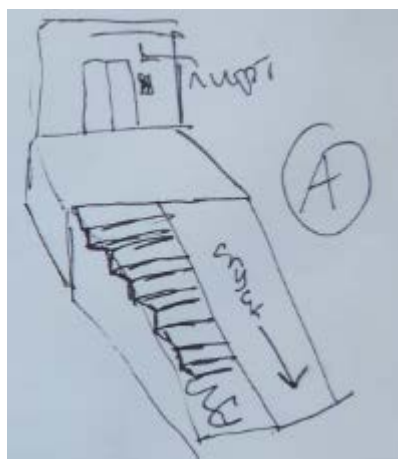


Рисунок 29 — Эскиз второго коридора

Дальше можно зайти на лестничную площадку и подняться на третий уровень. Выходим с лестничной площадки в следующий коридор, поворачиваем направо. Этот коридор ведет к лабораториям (справа) и выходу на третий уровень склада (прямо). Из рисунка 25 видно, что справа стоят двери, здесь располагается две лаборатории, а чуть дальше слева также есть небольшое помещение, в нем находятся бочки и ящики, и прямо по коридору находится еще одна лестница, показанная на рисунке 30, ведущая в другие помещения.

Пройдя по лестнице, мы попадаем в еще одну лабораторию, а если пройти сквозь нее, попадем в еще одно помещение — это аналитический центр.

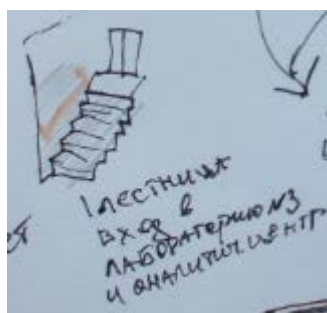


Рисунок 30 — набросок лестницы, ведущей в третью лабораторию

Таким образом, были нарисованы все эскизы к проекту.

### 2.3.2 Этап разработки элементов дизайна проекта

После того, как были нарисованы эскизы, наступал этап поиска референсов, анализ цветов.

Для того, чтобы смоделировать первый коридор, на основе эскизов на рисунках 26 и 31 были найдены референсы, некоторые из них приведены на рисунке 32.

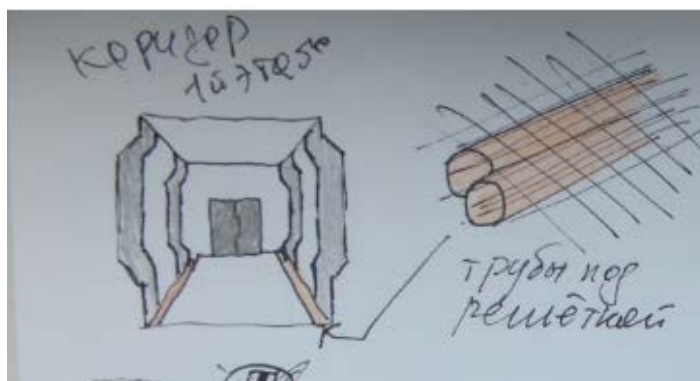


Рисунок 31 — Эскиз первого коридора

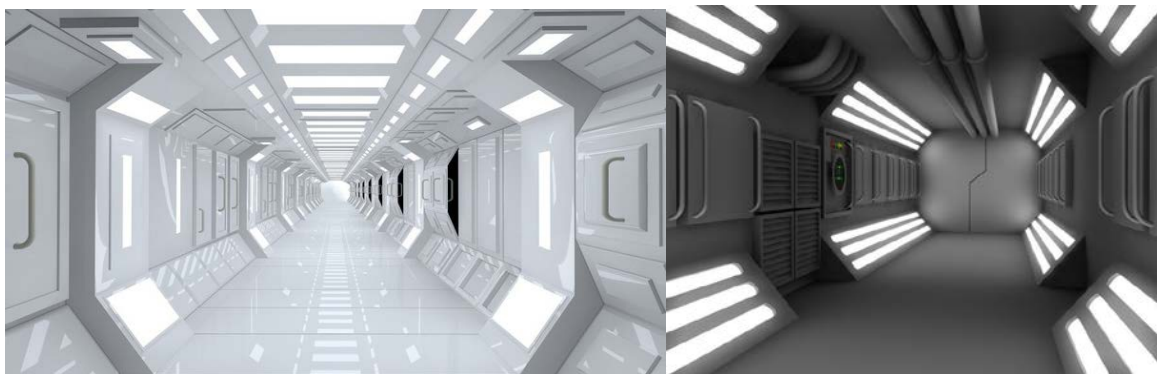


Рисунок 32 — Референс коридора и двери

Согласно описанию проекта, в лаборатории присутствуют ящики и бочки с неизвестным содержимым, предполагаемо — это разрабатываемое секретное оружие. Прежде были найдены референсы бочек, которые должны выглядеть футуристично — они показаны на рисунке 33. А затем, как показано на рисунке 34, был нарисован готовый эскиз бочки, а также ящика.



Рисунок 33 — Референс бочки

Также, согласно эскизу на рисунке 35, был нарисован контейнер, а затем найден референс с размерами настоящего контейнера, что показан на рисунке 36.

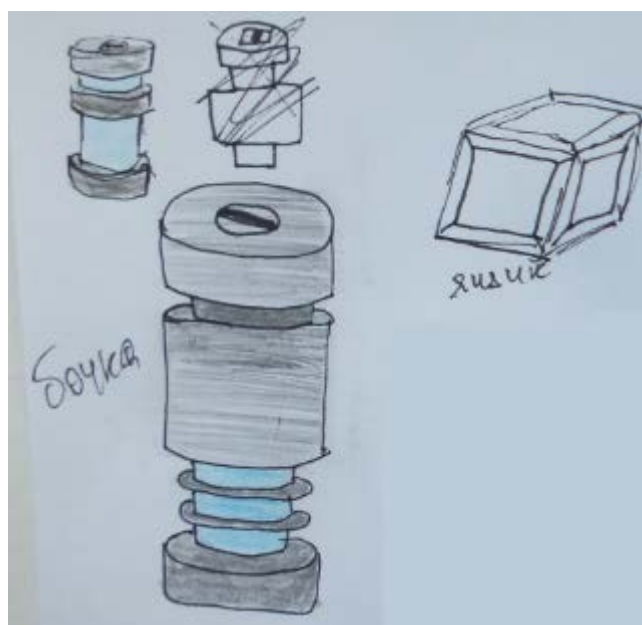


Рисунок 34 — Эскиз бочки и ящика



Рисунок 35 — Эскиз контейнера

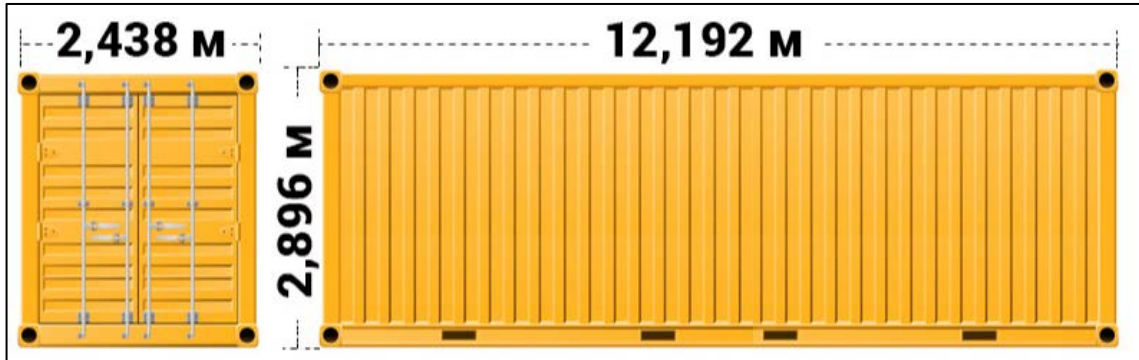


Рисунок 36 — Референс контейнера с размерами

Для построения лестничной площадки, соединяющей первый и третий этаж, была найдена схема, показанная на рисунке 37, благодаря которой легче смоделировать лестничную площадку.

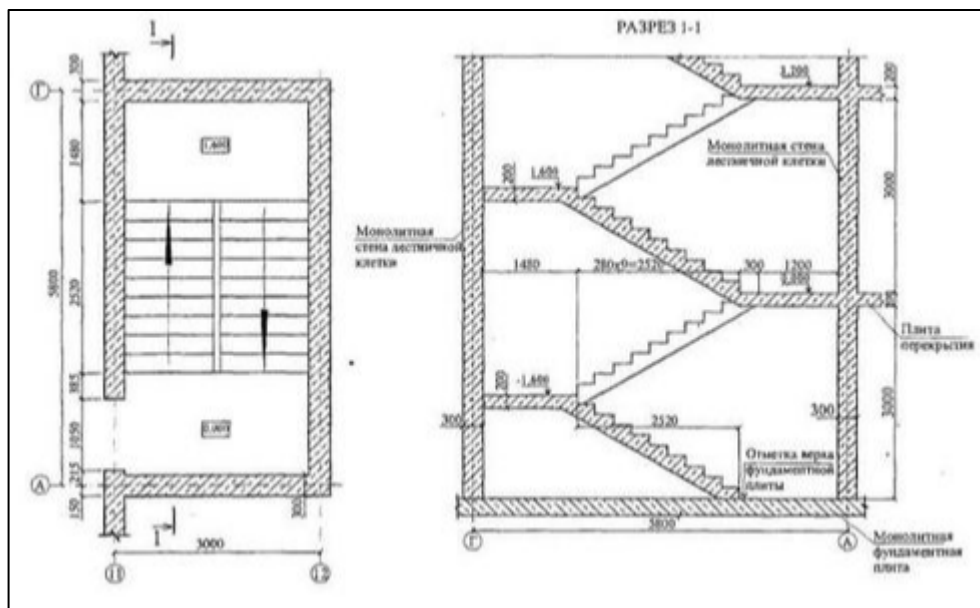


Рисунок 37 — Схема лестничной площадки

В лабораторных помещениях есть различное оборудование: пробирки, колбы, подставки под них, микроскоп и другое. Референсы этих объектов приведены на рисунке 38.



Рисунок 38 — Референсы небольших лабораторных оборудований

В лабораториях находится четыре лабораторные установки. Для построения первой сначала были найдены референсы, отображенные на рисунке 39, а затем нарисован эскиз, что показан на рисунке 40.



Рисунок 39 — Референсы для первого лабораторного оборудования

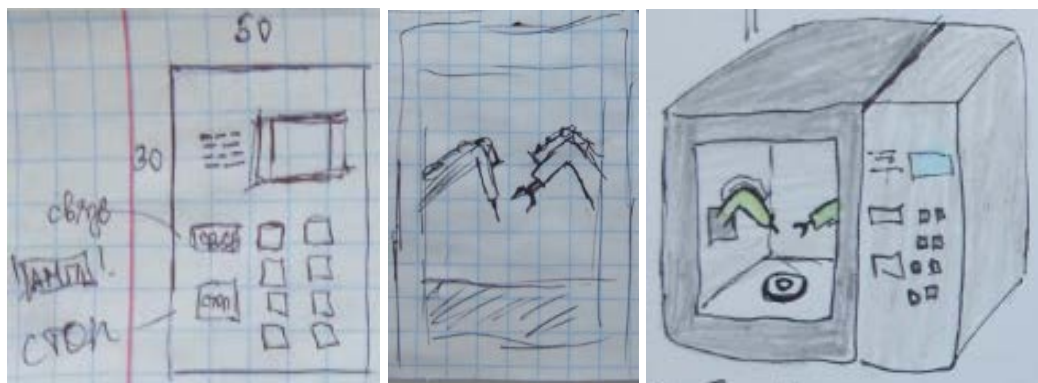


Рисунок 40 — Эскиз первого лабораторного оборудования

Эскизы второй и третьей лабораторных установок изображены на рисунке 41, а на рисунке указан референс 42, с которого почти полностью смоделирована четвертая лабораторная установка.

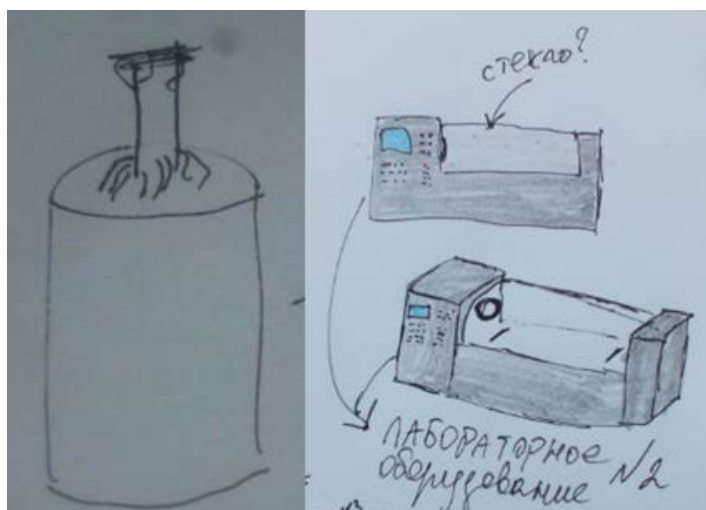


Рисунок 41 — Эскиз второго и третьего лабораторного оборудования



Рисунок 42 — Референс четвёртого лабораторного оборудования

Было решено в разрабатываемой трехмерной сцене использовать следующие цвета:

### **Серый цвет**

Используется три оттенка серого цвета: темный, средний и светлый. Сделано это потому, что применяется серый цвет почти везде — стены, пол и потолок, лабораторные установки, столы и стулья, компьютеры, лампы и

многое другое. И для того, чтобы отличать объекты друг от друга, используется три варианта серого цвета. К тому же, серый цвет означает сдержанность, власть, помогает сосредоточиться для решения важных задач, он делает человека более прагматичным и уравновешенным. Из-за своей универсальности этот цвет чаще используется для оформления деловых помещений. Так как серый хорошо стимулирует работу интеллекта, эта цветовая гамма чаще всего встречается в компаниях, связанных с информационными технологиями или другой умственной работой [17].

### **Желтый и оранжевый цвета**

Желтый цвет в основном используется на складе в качестве разметки на полу и на столбах, так как желтый цвет часто используется как предупредительный сигнал. Оранжевый цвет — это цвет труб на уровне пола в коридоре, на оградительном заборе на складе и в качестве перил лестниц. Используется он по тому же принципу, что и желтый цвет [15].

### **Белый и синий цвета**

Меньше всего используются белый цвет, в основном это цвет бумаги, часть разметки на полу склада, на бутылках в лаборатории и других мелочах. Синим цветом окрашены контейнеры на складе. Синий цвет способствует улучшению концентрации внимания во время работы, а белый цвет хорошо оттеняет любой цвет [16].

На рисунке 43 показаны основные используемые цвета.

Теперь становится понятно, почему для создания подземного лабораторного комплекса были выбраны именно эти цвета.



Рисунок 43 — Основные цвета подземного лабораторного комплекса



После создания эскизов и подбора референсов, начинается непосредственно этап моделирования.

### 2.3.3 Этап моделирования

Далее будут представлено несколько готовых моделей.

Ниже на рисунках 44 и 45 слева показан референс или эскиз объекта, а справа — готовая модель.



Рисунок 44 — Референсы и эскизы объектов (слева) и готовые модели (справа)

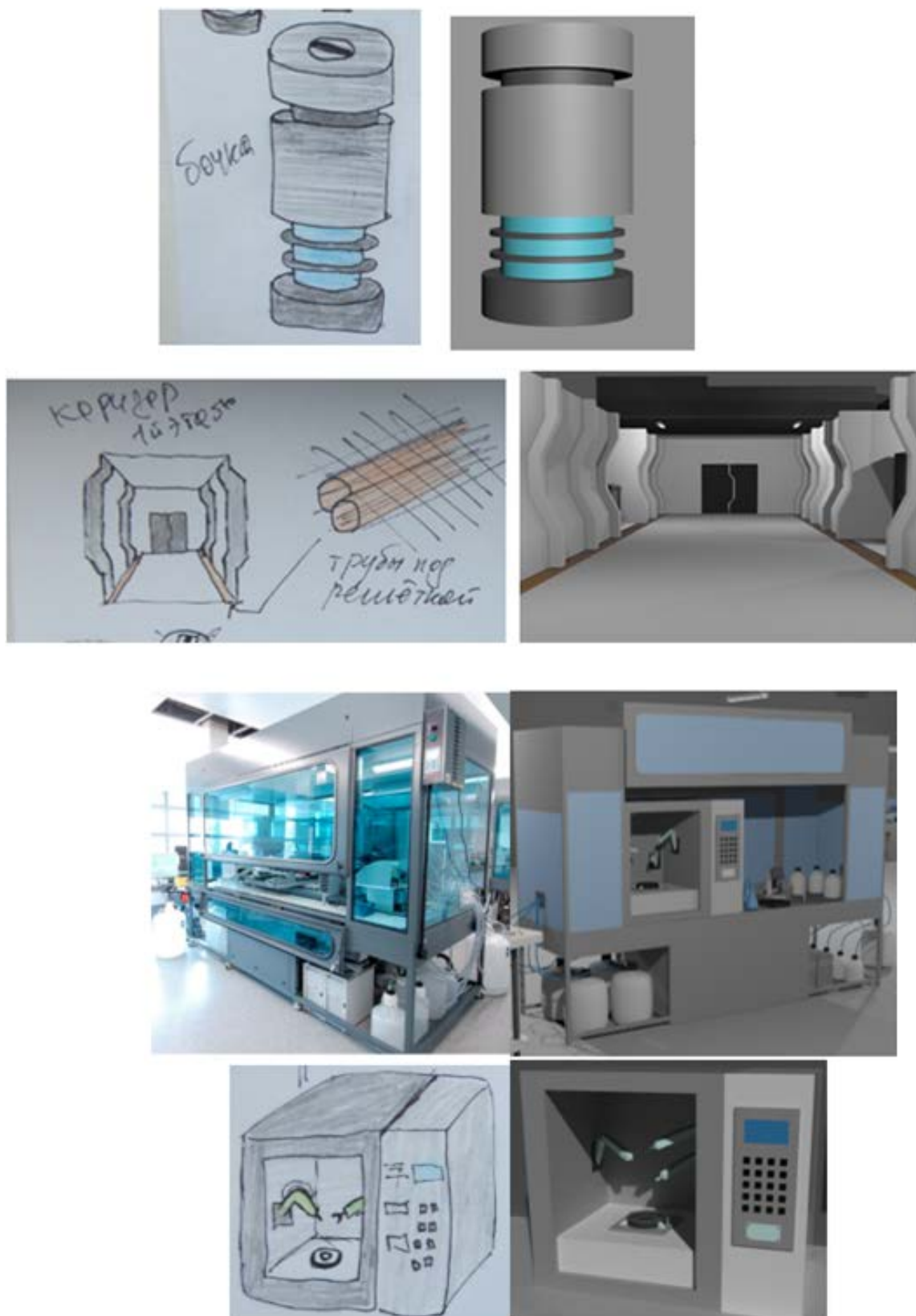


Рисунок 45 — Референсы и эскизы лабораторных приборов и готовые модели

Таким образом, согласно референсам и эскизам было смоделировано все, что было запланировано.

### 2.3.4 Этап наложения материалов

Чтобы модель выглядела правдоподобно при экспорте, например, в игровой движок или на сайт 3D-моделей, к ней нужно применять материалы, накладывая текстуры.

Для большинства моделей был наложен стандартный материал, который отличался друг от друга только цветом. На рисунке 46 показан пример наложения простых материалов.

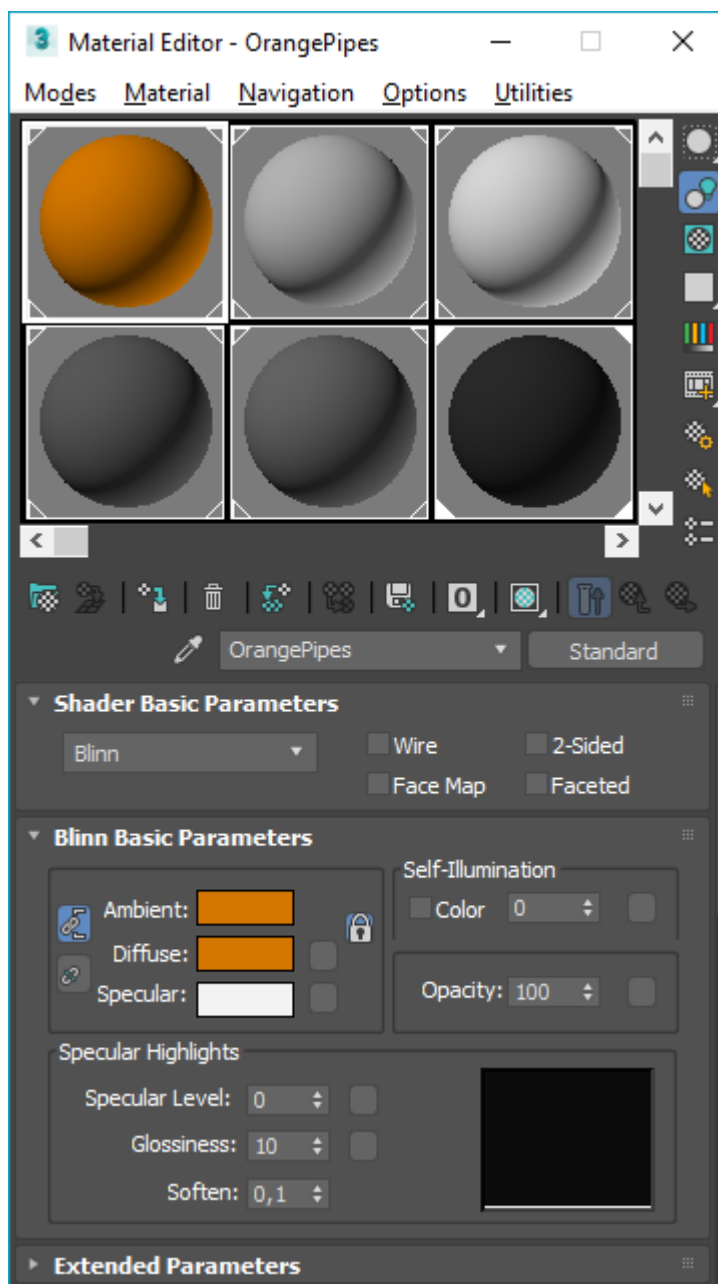


Рисунок 46 — Пример наложения материалов

В задачах проекта не стояла задача реалистичности сцены, к тому же для таких больших моделей нужны высокопроизводительные компьютеры, которыми обладают некоторые компании, киностудии, студии по разработке компьютерных игр.

Но для большей правдоподобности, а в некоторых случаях это являлось необходимостью, на некоторые объекты были наложены специальные текстуры, а на некоторых сделана развертка.

Пол на складе по условию должен включать разметку, которая была нарисована в программе Adobe Photoshop и отображена на рисунке 47.

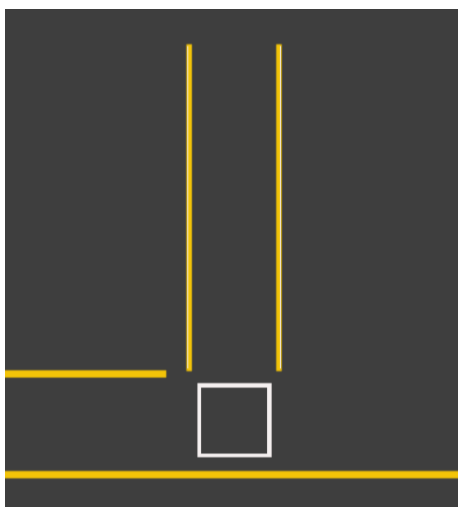


Рисунок 47 — Развертка пола склада

А затем это изображение было наложено на модель пола, а именно — на верхний полигон (плоскость) объекта Box («коробки», которая является полом). Теперь пол на складе стал с разметкой.

Таким же образом было наложено изображение с надписью названия лаборатории на центральную стену склада, что видно из рисунка 48, которое тоже было создано в программе Adobe Photoshop.



Рисунок 48 — Надпись названия лаборатории

Более трудной задачей являлось создание разверток. Выглядит оно следующим образом. С объекта считываются все полигоны и в виде плоскостей отображаются на квадратной картинке (как показано на рисунке 49), которая отдельно сохраняется в папку проекта.

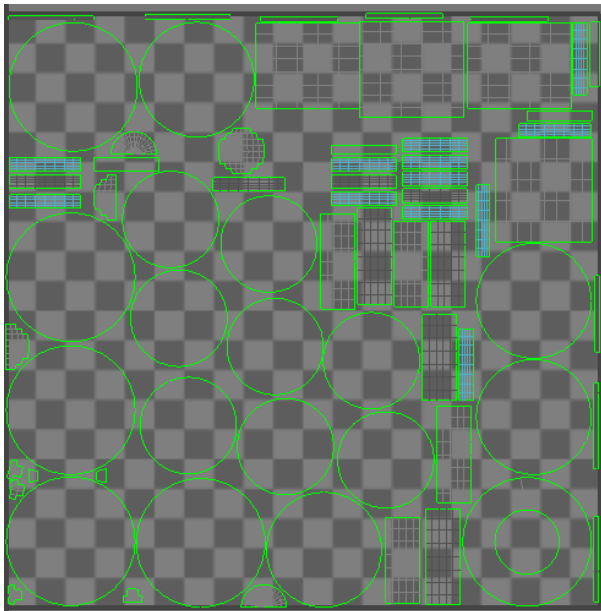


Рисунок 49 — Развертка для бочки

Затем это изображение нужно было в той же программе Adobe Photoshop закрасить, то есть каждому полигону присвоить нужный цвет (рисунок 50).

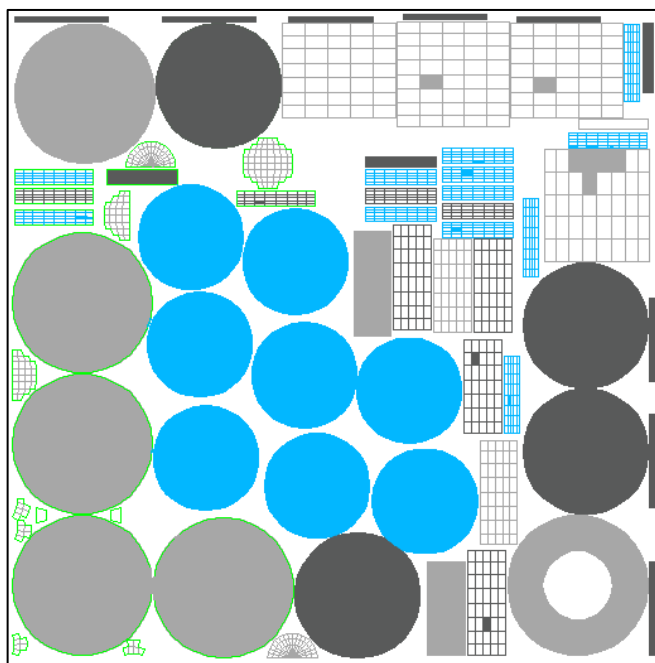


Рисунок 50 — Обработанная развертка бочки

А далее это сохраненное изображение сохраняется и применяется в качестве назначаемого объекту материала, как показано на рисунке 51.

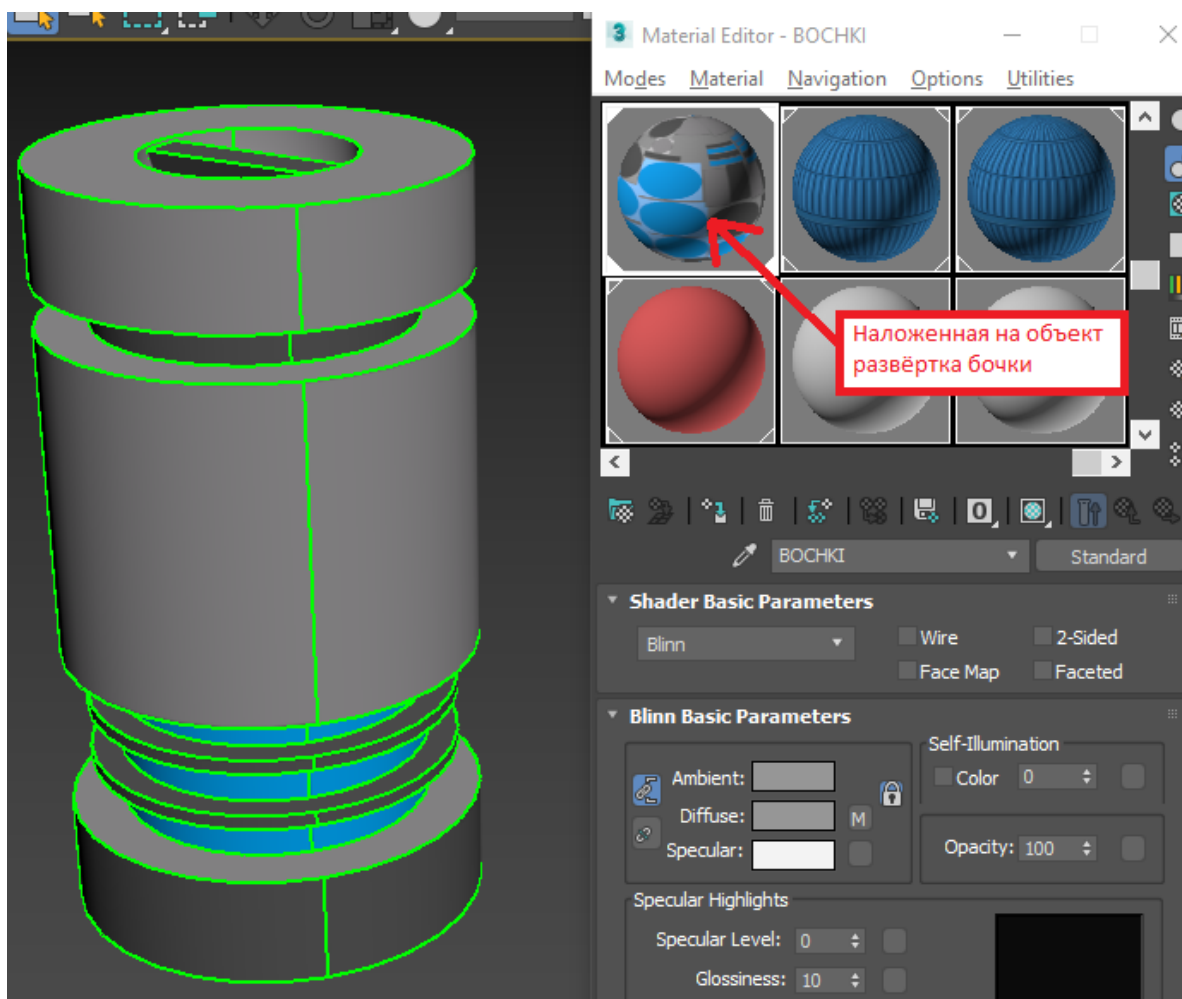


Рисунок 51 — Результат наложения развёртки

Точно также были деланы развёртки для центральных опорных столбов на складе, а также на контейнеры, и компьютеры. Это показано ниже на рисунке 52.

Для того, что создать развёртку контейнера и компьютера, были скачаны картинки в профиль и затем в редакторе Adobe Photoshop они были отредактированы и подогнаны под размеры модели.

Использование развёрток очень важно при разработке моделей, поскольку не всегда удастся наложить нужную текстуру на модель так, как она должна смотреться.

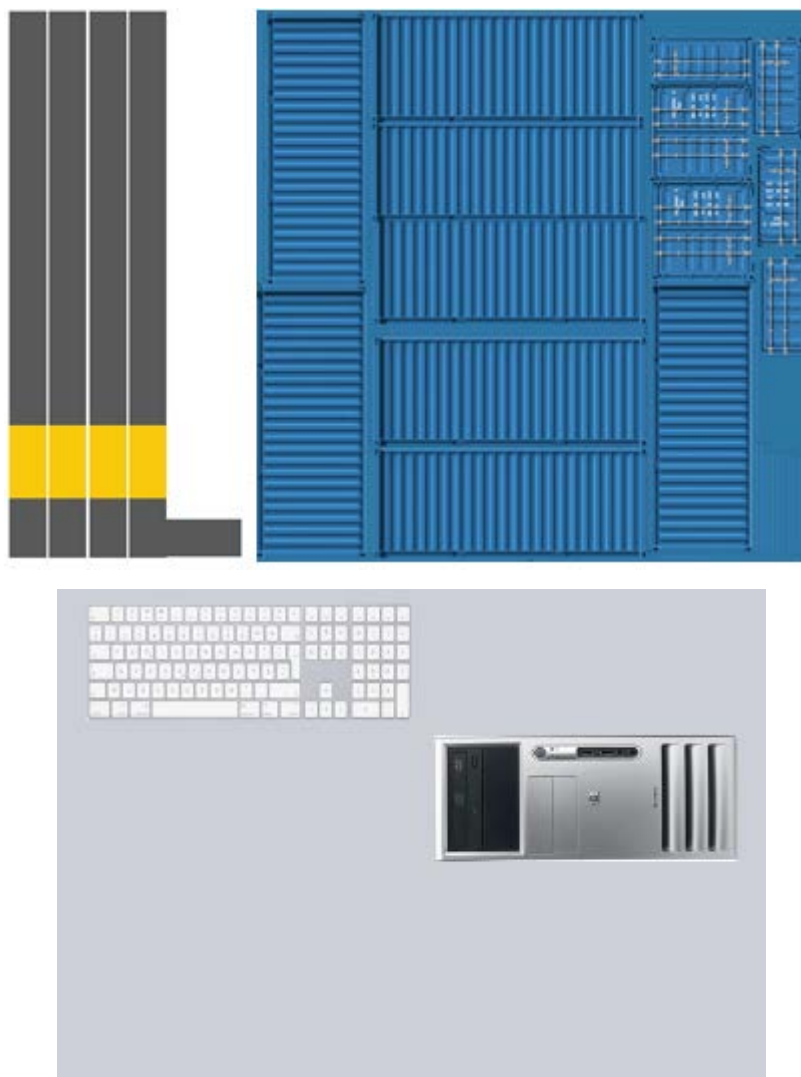


Рисунок 52 — Развертки для столбов, контейнеров, компьютеров

Отличие можно увидеть на рисунках 53 и 54, где рисунок 53 — это изображение склада до наложения материалов, а рисунок 54 — с уже примененными материалами, текстурами, развертками.

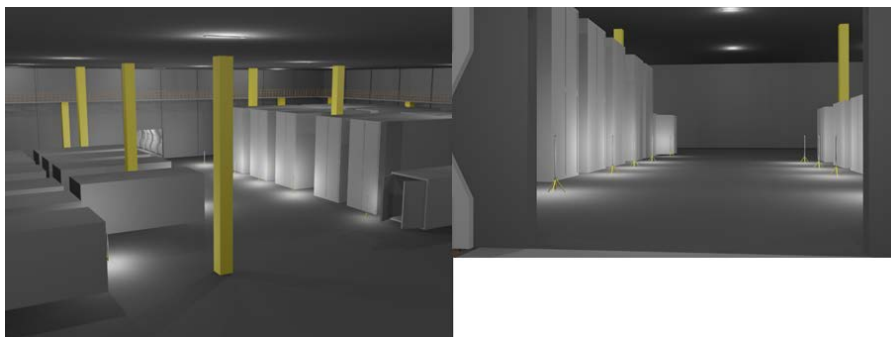


Рисунок 53 — Склад до наложения материалов и развертки

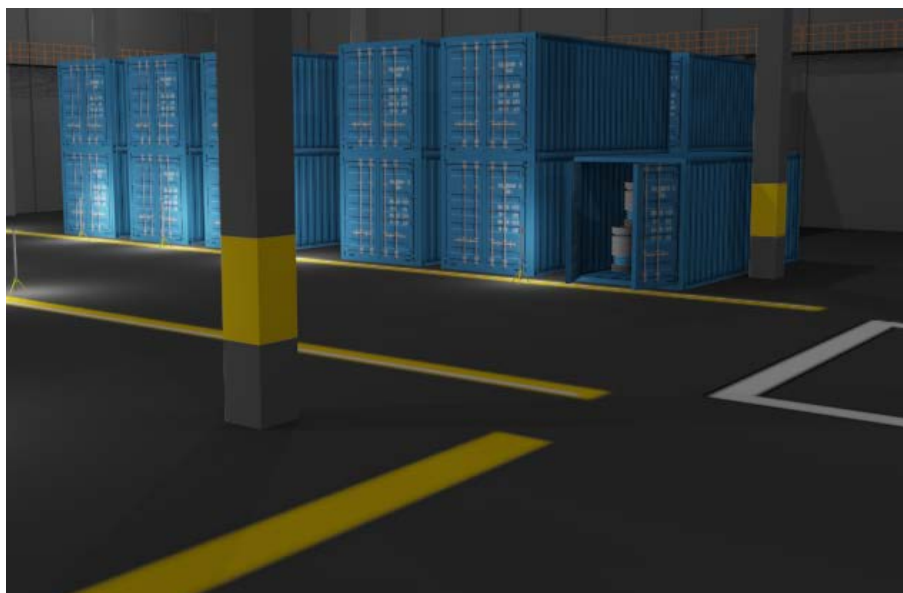


Рисунок 54 — Склад после наложения материалов и развертки

Теперь визуально сцена подземного лабораторного комплекса выглядит лучше и разнообразней.

### **2.3.5 Этап постановки освещения и визуализации**

Этап постановки освещения нужен для качественной и более реалистичной визуализации, иначе вся сцена будет неравномерно освещена.

Этап визуализации нужен для получения изображений с модели в определенных положениях. Визуализация не просто делает снимок с экрана, а дополнительно применяет все эффекты, улучшает отображение текстур и материалов, настраивает освещение. В зависимости от настроек сцены и визуализации, рендер может занимать от пары секунд до нескольких минут, часов и даже суток (в зависимости от технических характеристик компьютера и особенно если визуализируется анимация, видео).



На этапе постановки освещения были сделаны специально потолочные лампы и напольные светильники на складе. Затем на их место был поставлен источник света с минимальными настройками.

На этапе рендера была визуализирована сцена с разных сторон, чтобы лучше показать как помещения целиком, так и объекты отдельно. На рисунке 55 показана отрендеренная картинка одной из лабораторных помещений.



Рисунок 55 — Визуализация одной из лабораторий

На рисунке 56 приведен пример визуализации склада. Здесь лучше видно, как отображаются текстуры центральной стены склада и разметки на полу, наложенные развертки контейнеров и столбов. А также отчетливо видно, как расставлены источники освещения и насколько точно они передают направление света.

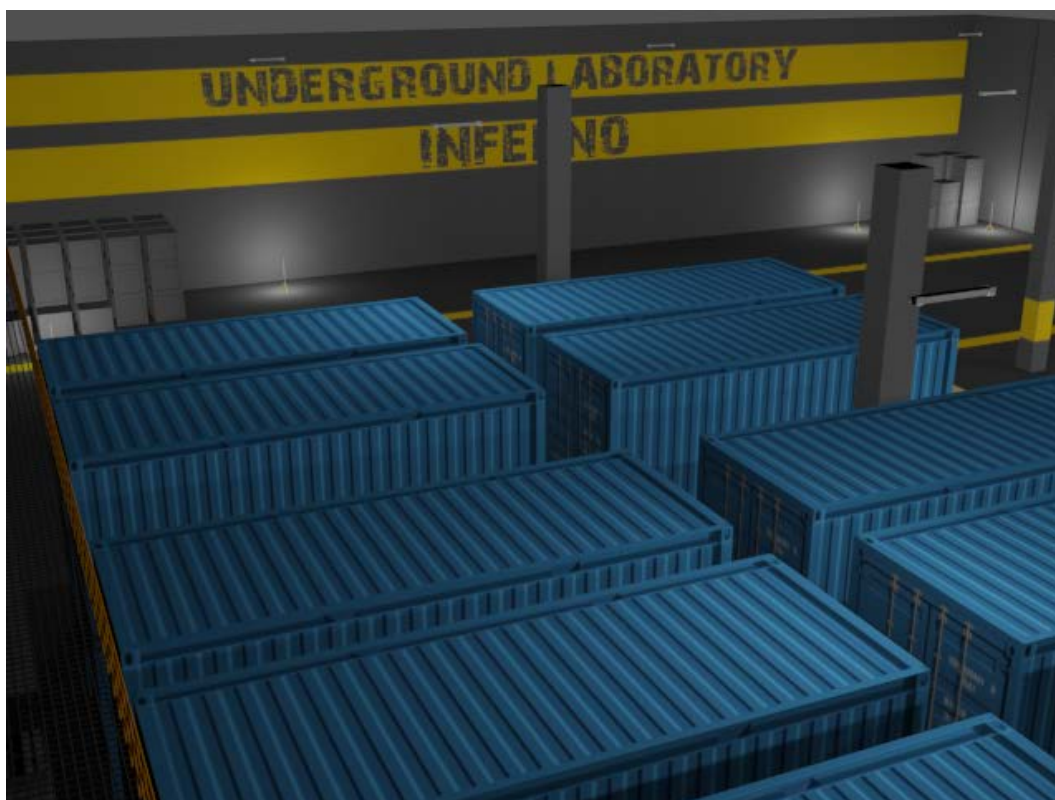


Рисунок 56 — Визуализация склада

Теперь процесс создания трехмерной сцены подземного лабораторного комплекса завершен и можно переходить к этапу видеосъемки.

### **2.3.6 Этап видеосъемки**

Этап видеосъемки необходим для демонстрации смоделированной сцены. Демонстрировать сцену можно разными способами, помимо видеосъемки можно перенести сцену в игровой движок или показать визуализированные картинку. Последний способ плох тем, что на картинках далеко не все может быть понятно. А в игровом движке желательно настраивать различные анимации для большей естественности, например открывание дверей, а это только усложнит и удлинит весь процесс. Поэтому было решено снять видеоролик, в котором видны все созданные модели, помещения, освещение, хорошо должно быть показано, как лежат текстуры и развертки на моделях.

Для создания видеоролика на сцену была поставлена камера и применена к ней анимация движения, это показано на рисунке 57.

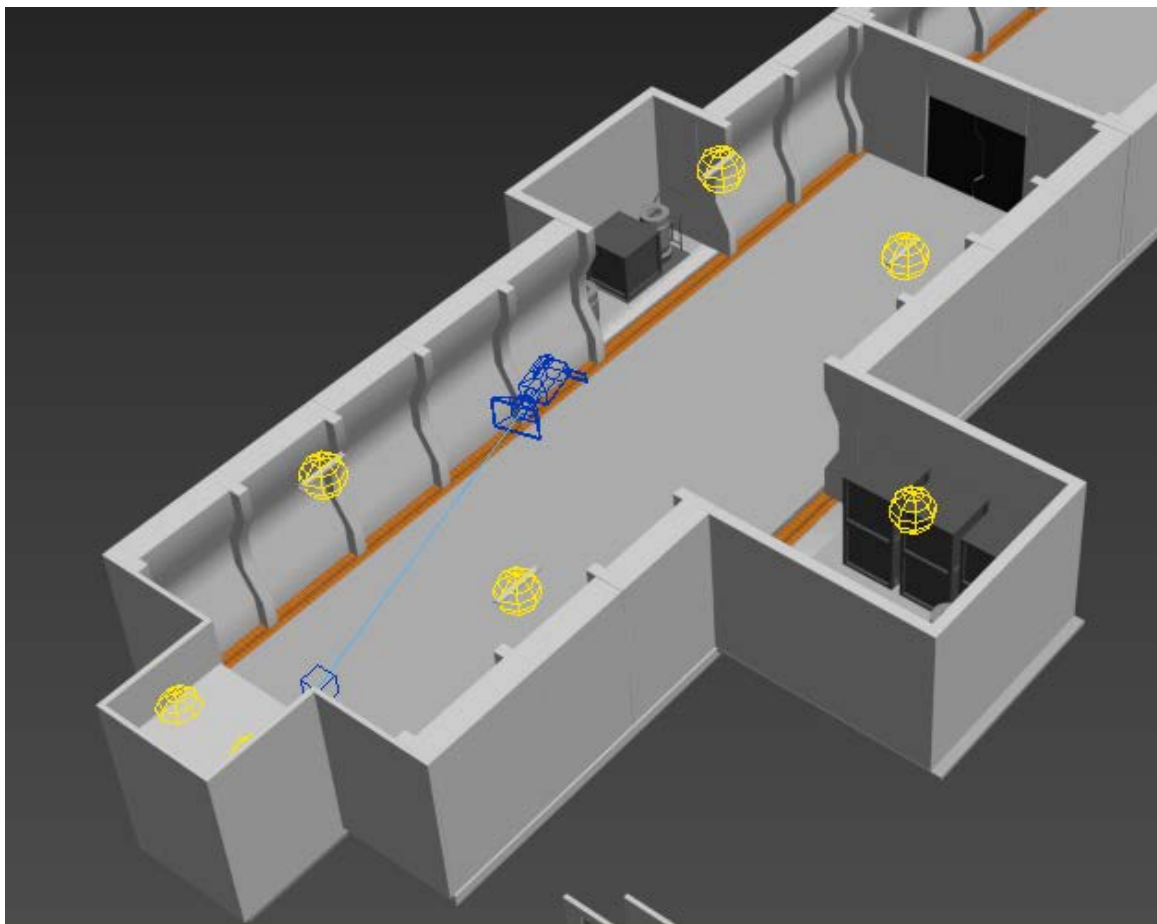


Рисунок 57 — Камера на сцене лабораторного комплекса

Эта камера облетала помещение и показывала его со всех сторон. Запись велась частями, то есть снималось одно помещение, затем другое. Это сделано потому, что если снимать всю сцену целиком, то рендер занимает более 27 часов, и после исправления недочетов или положения камеры приходится снова визуализировать 27 часов.

## 2.4 Технические требования к проекту

Модель подземного лабораторного комплекса должна быть сохранена в формате \*.max и экспортирована в формат \*.fbx, чтобы эту модель можно

было посмотреть на компьютере при помощи 3D-редакторов или открыть в программе трехмерного моделирования.

Для сохранения всех путей к текстурам проект должен быть заархивирован.

## **2.5 Калькуляция проекта**

Непосредственно перед разработкой моделей был проведен поиск подходящих референсов, часть из них отображена на рисунке 24. Всего было сохранено 629 референсов. Из них около 200 изображений было использовано при создании подземного комплекса.

В ходе разработки выпускной квалификационной работы в программе 3Ds Max было создано около 50 объектов с внушительным для моделей весом в 624 Мб. Ни одна модель не была скачана из Интернета.

Всего же в сцене находится 1 117 объектов и состоит она из 2 467 230 полигонов и 1 688 856 вершин.

Рендер изображений и видео, в том числе пробных, в сумме занял более 108 часов. Было визуализировано более 60 изображений и 14 видео. Весь процесс разработки от этапа эскиза до этапа видеосъемки и получения готового продукта ушло около 280 часов работы и примерно 127 дней работы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С каждым годом сфера 3D-индустрии все больше и больше увеличивается, что говорит об актуальности разработанного проекта. Сейчас популярные различные проекты, в которых используют 3D-технологии: киноиндустрия, индустрия анимации, индустрия видеоигр, телевидение, рынок продаж 3D-моделей, 3D-печать.

В рамках выпускной квалификационной работы в полном объеме выполнена поставленная цель: в программе трехмерного моделирования была создана 3D-модель подземного лабораторного комплекса. Была изучена литература и различные интернет-источники, касающиеся тем трехмерного моделирования. Был выбран редактор от компании Autodesk для трехмерного моделирования 3Ds Max, с помощью которого были созданы все модели, наложены все материалы. Некоторые из материалов, в частности текстуры и развертки, были нарисованы и обработаны в редакторе Adobe Photoshop. Для создания демонстрационного ролика была использована программа Adobe Premiere Pro и непосредственно программа 3Ds Max.

В результате были выполнены все поставленные задачи:

1. Изучена литература по теме трехмерного моделирования.
  2. Сформулирована идея сцены и нарисованы эскизы.
  3. Изучено разное программное обеспечение и выбрано наиболее подходящее для реализации поставленной цели.
  4. Создана трехмерная модель подземного лабораторного комплекса.
  5. На готовую модель наложены материалы, поставлено освещение.
- Также была произведена визуализация сцены. Снят видеоролик для демонстрации трехмерной сцены.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Автомат Н&К G36С [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://3Dddd.ru/3Dmodels/show/avtomat\\_h\\_k\\_g36c\\_1](https://3Dddd.ru/3Dmodels/show/avtomat_h_k_g36c_1) (дата обращения: 15.04.2019).
2. База знаний Warface. Автомат Н&К G36С [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://wf.mail.ru/wiki/index.php/Н%26К\\_G36С](https://wf.mail.ru/wiki/index.php/Н%26К_G36С) (дата обращения: 15.04.2019).
3. Виды 3D-моделирования [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://3D-modeli.net/uroki-3D/6175-vidy-3D-modelirovaniya.html> (дата обращения: 05.03.2019).
4. Виды 3D-моделирования: полигональное, сплайновое и NURBS моделирование. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://koloro.ua/blog/3D-tehnologii/vidy-3D-modelirovaniya-poligonalnoe-splajnovoe-i-nurbs-modelirovanie.html> (дата обращения: 09.03.2019).
5. Визуализация — как это делается [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://mariasolovyova.com/portfolio/70/> (дата обращения: 27.02.2019).
6. Голованов Н. Н. Геометрическое моделирование [Текст]: учебное пособие / Н. Н. Голованов. — Москва, Инфра-М, Курс, 2016. — 400 с.
7. Интернет-курс «3D-графика» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://www.e-biblio.ru/book/bib/design/3D\\_graphics/3D.html](http://www.e-biblio.ru/book/bib/design/3D_graphics/3D.html) (дата обращения: 12.02.2019).
8. Краткий обзор программы Autodesk Maya [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://3Ddevice.com.ua/blog/3D-printer-obzor/autodesk-maya-obzor/> (дата обращения: 02.05.2019).
9. Маслов К. Ю. 3D моделирование в промышленной сфере [Текст]: Спецвыпуск / К. Ю. Маслов, М. Ю. Похорукова // Молодой ученый. — 2016. — №11.3. — С. 19–22.

10. Миловская О. 3Ds Max 2017. Дизайн интерьеров и архитектуры [Текст]: Руководство / О. Миловская. — Санкт-Петербург: Питер, 2017. — 416 с.
11. Почему Cinema 4D? [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.maxon.net/ru/produkty/cinema-4d/obzor/> (дата обращения: 07.05.2019).
12. Представляем параметрическое моделирование 2.0 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://isicad.ru/ru/articles.php?article\\_num=19650](http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=19650) (дата обращения: 10.03.2019).
13. Промышленное моделирование [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://itvm3D.ru/3D-modelirovanie/promyshlennoe/> (дата обращения: 10.03.2019).
14. Простое сплайновое моделирование в 3Ds Max. Создаем штампель (штамп) со своим рисунком. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://3Dtoday.ru/blogs/notjes/simple-spline-modeling-in-3Ds-max-create-a-stamp-stamp-with-his-design/> (дата обращения: 09.03.2019).
15. Психология желтого цвета [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://junona.pro/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=1460> (дата обращения: 20.05.2019).
16. Психология цвета. Белый цвет [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://junona.pro/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=1269> (дата обращения: 20.05.2019).
17. Психология цвета: серый цвет [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://junona.pro/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=1466> (дата обращения: 20.05.2019).
18. Свобода творчества с программой для создания анимации Maya [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.autodesk.ru/products/maya/overview> (дата обращения: 01.05.2019).

19. Система автоматизированного проектирования. Параметрическое, поверхностное и твердотельное моделирование [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://koloro.ua/blog/3D-tehnologii/sistema-avtomatizirovanogo-proektirovaniya.-parametricheskoe-poverhnochnoe-i-tverdotelnoe-modelirovanie.html> (дата обращения: 18.03.2019).

20. Сплайновое моделирование или полигональное? [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://3D.incredibleart.ru/blog/splajnovoe-modelirovanie-ili-poligonalnoe/> (дата обращения: 09.03.2019).

21. Статистика о состоянии игровой индустрии в России [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://security.mosmetod.ru/internet-zavisimosti/statistika> (дата обращения: 12.05.2019).

22. Установка электронно-лучевой литографии. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://3Dddd.ru/3Dmodels/show/ustanovka\\_eliektronno\\_luchievoi\\_litoghrafii\\_ebpg5000plus\\_es](https://3Dddd.ru/3Dmodels/show/ustanovka_eliektronno_luchievoi_litoghrafii_ebpg5000plus_es) (дата обращения: 15.04.2019).

23. Что такое 3D-моделирование [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.zwsoft.ru/stati/chto-takoe-3D-modelirovanie> (дата обращения: 12.02.2019).

24. 3D Studio Max. Все о легендарном пакете трехмерного моделирования [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://esate.ru/uroki/3D-max/informatsiya\\_o\\_3D\\_studio\\_max/3D-Studio-Max/](http://esate.ru/uroki/3D-max/informatsiya_o_3D_studio_max/3D-Studio-Max/) (дата обращения: 02.05.2019).

25. 3Ds Max, Maya, Cinema 4D, Blender — кто лучше? [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://3Dmaster.ru/blog/voprosy/> (дата обращения: 07.05.2019).

26. 3D-скульптинг [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.kv.by/content/332065-3D-skulpting> (дата обращения: 10.03.2019).

27. Autodesk 3ds Max [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Autodesk\\_3Ds\\_Max](https://ru.wikipedia.org/wiki/Autodesk_3Ds_Max) (дата обращения: 02.05.2019).



28. Blender [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Blender> (дата обращения: 28.04.2019).

29. Blender, 3DS Max, Maya — что выбрать? [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://www.playground.ru/blogs/other/blender\\_3Ds\\_max\\_maya\\_что\\_vybrat-70968/](https://www.playground.ru/blogs/other/blender_3Ds_max_maya_что_vybrat-70968/) (дата обращения: 28.04.2019).

30. CINEMA 4D — лучшая 3D программа! [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://videosmile.ru/lessons/read/cinema-4d.html> (дата обращения: 07.05.2019).

31. NURBS-моделирование: введение [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://esate.ru/uroki/3D-max/kurs\\_modelirovaniya/3D\\_max\\_urok\\_7\\_1/](http://esate.ru/uroki/3D-max/kurs_modelirovaniya/3D_max_urok_7_1/) (дата обращения: 10.03.2019).

32. Portal 2. Обзор игры [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.ferra.ru/review/games/111130.htm> (дата обращения: 24.05.2019).

# ПРИЛОЖЕНИЕ

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра информационных систем и технологий  
Направление подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии  
Профиль подготовки «Информационные технологии в медиаиндустрии»

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой

И. А. Сулова

подпись

и.о. фамилия

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

## ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы бакалавра

студента (ки) 4 курса группы ИТМ-403  
Хрусталёвой Кристины Максимовны  
фамилия, имя, отчество полностью

1. Тема Трёхмерная модель подземного лабораторного комплекса

утверждена распоряжением по институту от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г. № \_\_\_\_

2. Руководитель Окуловская Анастасия Георгиевна  
фамилия, имя, отчество полностью

нет нет. ст. преподаватель РГППУ  
ученая степень ученое звание должность место работы

3. Место преддипломной практики ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет»

4. Исходные данные к ВКР Эскизы и наброски, референсы, идея трёхмерной сцены.

5. Содержание текстовой части ВКР (перечень подлежащих разработке вопросов)

Задачи выпускной квалификационной работы включают в себя создание эскизов, выбор программного обеспечения, создание моделей, наложение материалов, постановку освещения, визуализацию сцены и запись демонстрационного видеоролика.

6. Перечень демонстрационных материалов выполненная презентация в MS Power Point, обзорный видеоролик трехмерной модели, визуализированные кадры трехмерной модели, трехмерная модель.

7. Календарный план выполнения выпускной квалификационной работы

№ п/п	Наименование этапа дипломной работы	Срок выполнения этапа	Процент выполнения ВКР	Отметка руководителя о выполнении
1	Сбор информации по выпускной квалификационной работе		5%	подпись
2	Выполнение работ по разрабатываемым вопросам и их изложение в пояснительной записке:		5%	подпись
2.1	Анализ предметной области		10%	подпись
2.2	Анализ существующих разработок, обоснование выбора технологии проектирования		10%	подпись
2.3	Разработка трехмерной модели подземного лабораторного комплекса		10%	подпись
2.4	Наложение материалов, постановка освещения		10%	подпись
2.5	Визуализация сцены, монтаж видео		20%	подпись
3	Оформление текстовой части ВКР		10%	подпись
4	Выполнение демонстрационных материалов к ВКР		5%	подпись
5	Нормоконтроль		10%	подпись
6	Подготовка доклада к защите в ГЭК		5%	подпись

8. Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Наименование раздела	Консультант	Задание выдал		Задание принял	
		подпись	дата	подпись	дата

Руководитель \_\_\_\_\_  
подпись                      дата

Задание получил \_\_\_\_\_  
подпись студента                      дата

9. Дипломная работа и все материалы проанализированы.

Считаю возможным допустить Хрусталёву К. М. к защите выпускной квалификационной работы в государственной экзаменационной комиссии.

Руководитель \_\_\_\_\_  
подпись                      дата

10. Допустить Хрусталёву К. М. к защите выпускной квалификационной работы  
фамилия и. о. студента

в государственной экзаменационной комиссии (протокол заседания кафедры от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., № \_\_\_\_\_)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
подпись                      дата