

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА
ВЕЛИКОГО»

Институт компьютерных наук и кибербезопасности

Высшая школа технологий искусственного интеллекта

Отчёт по дисциплине «Алгоритмические основы компьютерной графики»

Лабораторная работа №1

«Технологии построения реалистических моделей в
Blender»

Студент: _____

Салимли Айзек Мухтар Оглы

Преподаватель: _____

Курочкин Михаил Александрович

«____»_____ 20__ г.

Санкт-Петербург, 2025

Содержание

Введение	3
1 Постановка задачи	4
2 Описание функциональных возможностей пакета Blender	5
3 Описание объектов моделирования	6
3.1 Первый моделируемый объект	6
3.2 Второй моделируемый объект	6
3.3 Третий моделируемый объект	8
4 Процесс моделирования	10
4.1 Процесс моделирования 1-го объекта	10
4.2 Процесс моделирования 2-го объекта	19
4.3 Процесс моделирования 3-го объекта	26
5 Результаты и сравнение с фотографией объекта	36
5.1 Результат и сравнение 1-ой модели с фотографией объекта	36
5.2 Результат и сравнение 2-ой модели с фотографией объекта	36
5.3 Результат и сравнение 3-ой модели с фотографией объекта	37
Заключение	38
Список литературы	39

Введение

Компьютерная графика позволяет создавать максимально реалистичные модели объекта. Сегодня 3D-моделирование используется в проектировании зданий, в ландшафтном дизайне, дизайне интерьеров, а также в компьютерных играх и программах, в промышленности и медицине, а также во многих других сферах. Важную роль 3D-моделирование играет при проведении презентации и демонстрации какого-либо продукта или услуги. Также 3D моделирование, анимация и визуализация объектов играет важную роль в современном мире при реализации различных бизнес-процессов и успешном взаимодействии с заказчиком. Требования к созданию 3D модели, на данный момент, очень высоки. Трехмерное моделирование дает очень точную модель, максимально приближенную к реальности.

Современные программы помогают достичь высокой детализации. При этом значительно увеличивается наглядность проекта. Выразить трехмерный объект в двухмерной плоскости не просто, тогда как 3D визуализации дает возможность тщательно проработать и что самое главное, просмотреть все детали. Это более естественный способ визуализации. Профессиональные программы дают множество преимуществ и изготовителю.

Из трехмерной модели легко можно выделить чертеж каких-либо компонентов или конструкции целиком. Несмотря на то, что создание трехмерной модели довольно трудозатратный процесс, работать с ним в дальнейшем гораздо проще и удобнее чем с традиционными чертежами. В результате значительно сокращаются временные затраты на проектирование, снижаются издержки.

Проблемой является алгоритмическая сложность при учёте всех физических законов, которые влияют на внешнее восприятие действительности. Основные влияющие факторы: распределения световой энергии в пространстве, её диффузии и отражении от тел, проявление свойств интерференции, дифракции света, и прочее. В зависимости от требований к качеству изображения предъявляются и требования к качеству визуализации и могут учитываться различные физические законы.

Для создания 3D моделей была выбрана среда Blender. Blender — профессиональное свободное и открытое программное обеспечение для создания трёхмерной компьютерной графики, включающее в себя средства моделирования, скульптуинга и анимации.

1 Постановка задачи

В лабораторной работе №1 требуется:

1. Ознакомится с возможностями пакета Blender, которые позволяют создавать реалистичные модели реальный объектов.
2. Выбрать три объекта реального мира и построить их реалистичную модель в пакете Blender с учетом уникальных особенностей моделируемого объекта
3. Отразить характерные особенности объекта, такие как:
 - Геометрическая форма
 - Материал
 - Текстура
 - Царапины и иные особенности объекта
4. Предоставить пошаговое руководство пользователя по получению результата

2 Описание функциональных возможностей пакета Blender

Функции пакета

- Поддержка разнообразных геометрических примитивов, включая полигональные модели, систему быстрого моделирования в режиме subdivision surface (SubSurf), кривые Безье, поверхности NURBS, metaballs (метасфера), 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 сечочная 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.
- Базовые функции нелинейного видео и аудио монтажа.
- Композитинг видео, работа с хромакеем.
- Трекинг камеры и объектов.
- Real-time контроль во время физической симуляции и рендеринга.
- Процедурное и node-based текстурирование, а также возможность рисовать текстуру прямо на модели.

Отличительные особенности интерфейса пользователя

- Режимы редактирования. Два основных режима Объектный режим (Object mode) и Режим редактирования (Edit mode), которые переключаются клавишей Tab. Объектный режим в основном используется для манипуляций с индивидуальными объектами, в то время как режим редактирования — для манипуляций с фактическими данными объекта. К примеру, для полигональной модели в объектном режиме мы можем перемещать, изменять размер и вращать модель целиком, а режим редактирования используется для манипуляции отдельных вершин конкретной модели. Также имеются несколько других режимов, таких как Sculpting, Texture Paint, Vertex Paint и UV Face select.
- Широкое использование горячих клавиш. Большинство команд выполняется с клавиатуры. До появления 2.x и особенно 2.3x-версии, это был единственный путь выполнять команды, и это было самой большой причиной создания репутации Blender'у как сложной для изучения программы. Новая версия имеет более полное графическое меню.
- Управление рабочим пространством. Графический интерфейс Blender-a состоит из одного или нескольких экранов, каждый из которых может быть разделён на секции и подсекции, которые могут быть любой частью интерфейса Blender'a. Графические элементы каждой секции могут контролироваться теми же инструментами, что и для манипуляции в 3D-пространстве, для примера можно уменьшать и увеличивать кнопки инструментов тем же путём, что и в 3D-просмотре.

3 Описание объектов моделирования

3.1 Первый моделируемый объект

- Наименование объекта: Карандаш.
- Особенности:
 1. Материал: ДСП
 2. Цвета: кончик - черный, кантовка - белый, корпус - белый, головка - древесный, стержень - графитовый
 3. Заточка
 4. Потертая надпись
 5. Вмятина на конце корпуса

Фото моделируемого объекта:

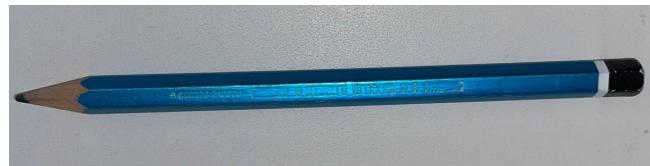


Рис. 1: Фронтальная часть карандаша (потертая запись)

3.2 Второй моделируемый объект

- Наименование объекта: Колпак от авторучки.
- Особенности:
 1. Материал: Пластик
 2. Цвета: Синий
 3. Согнутый держатель
 4. Надпись
 5. Усеченный кончик держателя

Фото моделируемого объекта:



Рис. 2: Колпак от авторучки с согнутым держателем.



Рис. 3: Надпись на колпаке от авторучки.



Рис. 4: Задняя часть колпака от авторучки.

3.3 Третий моделируемый объект

- Наименование объекта: Игрушечный динозавр.
- Особенности:
 1. Материал: Пластик
 2. Цвета: Фронтальный вид: Черный + белые кости, Задний вид: светло-зеленый
 3. Потертости сзади
 4. Потертость на голове динозавра
 5. Объект находится в единственном экземпляре и сделан собственноручно

Фото моделируемого объекта:



Рис. 5: Передняя часть динозавра.



Рис. 6: Задняя часть динозавра.

4 Процесс моделирования

4.1 Процесс моделирования 1-го объекта

4.1.1 Построение геометрической модели

Шаг 1: Открываем меню Добавить объект *Shift + A -> Mesh -> Cylinder.*

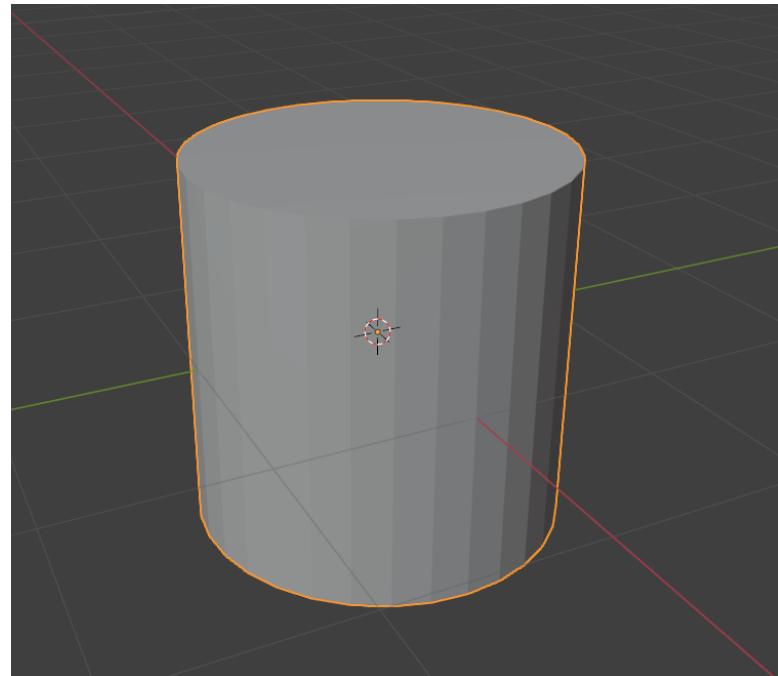


Рис. 7: Шаг 1

Шаг 2: Задаём ему следующие параметры, чтобы придать форму карандаша.

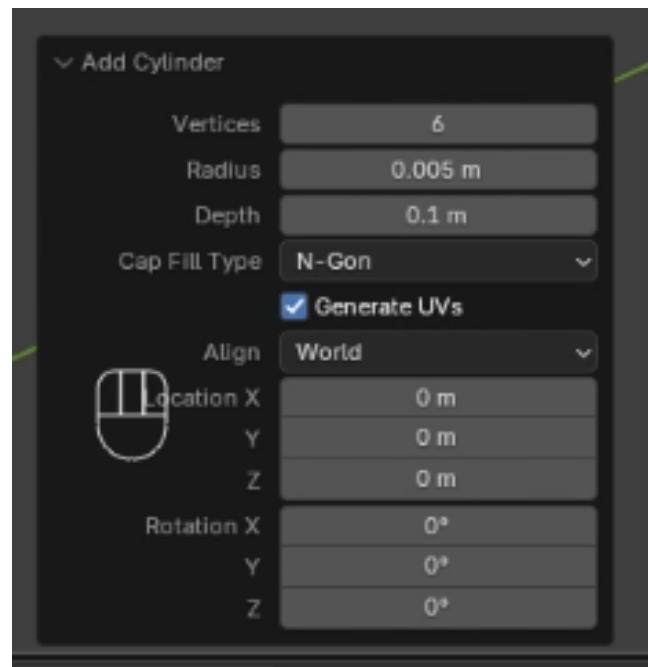


Рис. 8: Шаг 2

Шаг 3: Выбираем грани фигуры и с помощью инструмента Subdivide (*ПКМ -> Subdivide*)

добавляем рёбро для ограничения деревянной части карандаша.

Параметры Subdivide:

- Number of Cuts: 1
- Smoothness: 0

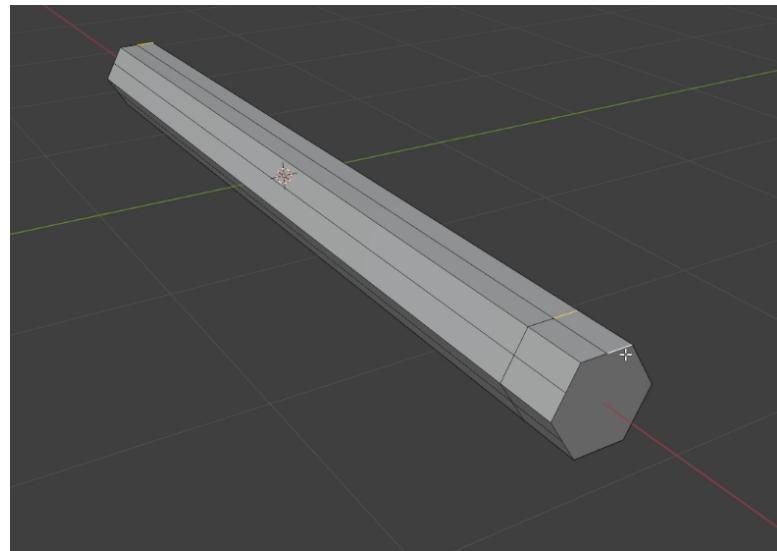


Рис. 9: Шаг 3

Шаг 4: Выделяем все крайние вершины у деревянной части и с помощью инструмента Merge (*клавиша M*) соединяем их.

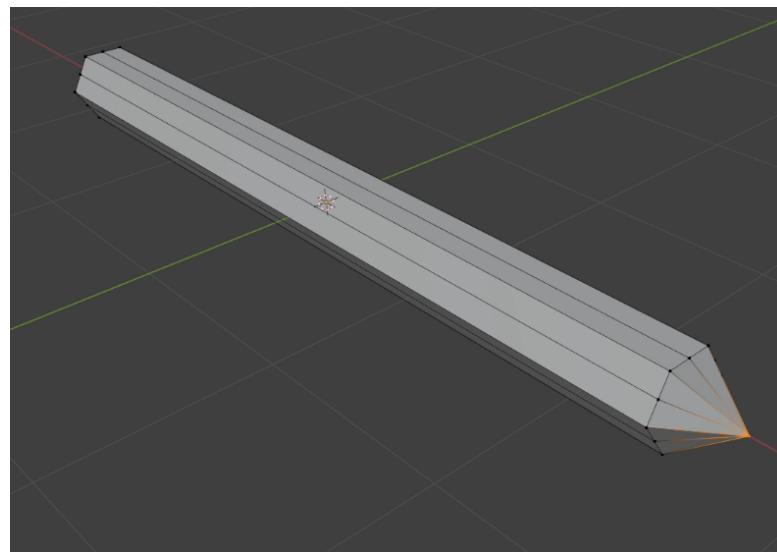


Рис. 10: Шаг 4

Шаг 5: Выделяем вершины на деревянной части карандаша. Для снятия фаски с этих вершин необходимо нажать комбинацию клавиш *Ctrl+B* и задать следующие параметры:

- Width: 2m
- Segments: 20
- Shape: 0.5

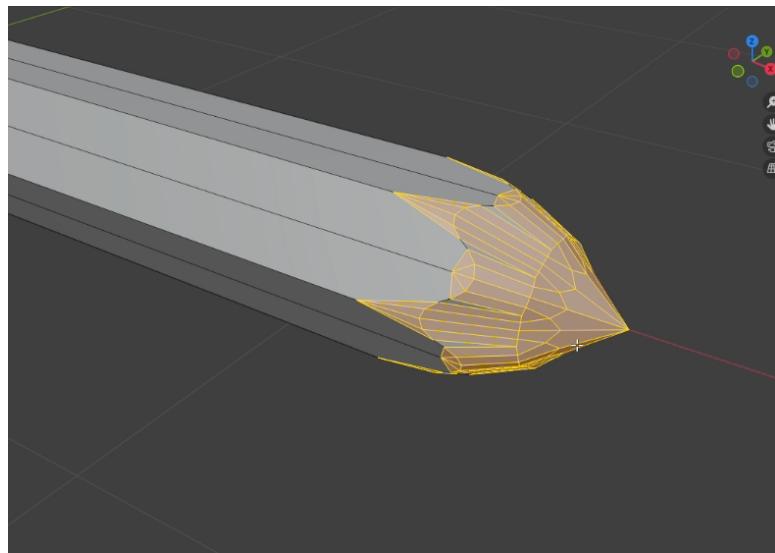


Рис. 11: Шаг 5

Шаг 6: Выбираем грани фигуры и с помощью инструмента Subdivide (*ПКМ -> Subdivide*) добавляем 2 ребра для ограничения части карандаша чёрного цвета.

Параметры Subdivide:

- Number of Cuts: 2
- Smoothness: 0

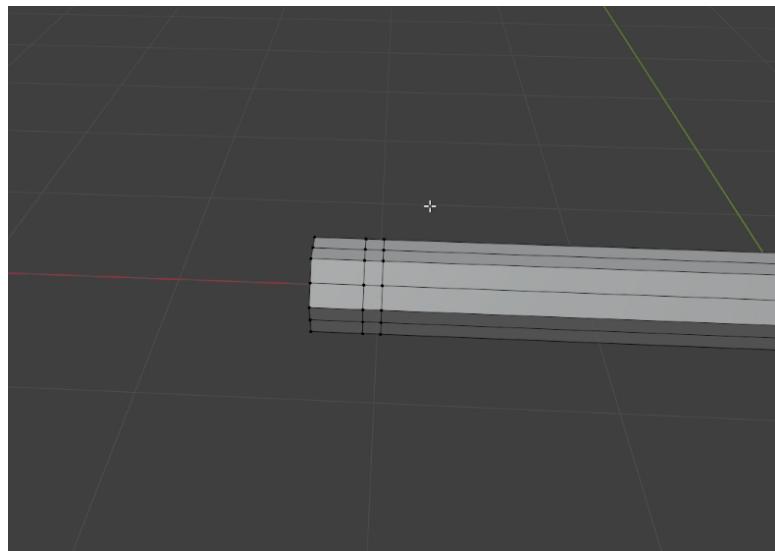


Рис. 12: Шаг 6

Шаг 7: Выделяем вершины на крайней части карандаша. Для придания более плавных форм и снятия фаски с этих вершин необходимо нажать комбинацию клавиш *Ctrl+B* и задать следующие параметры:

- Width: 1m
- Segments: 10
- Shape: 0.5

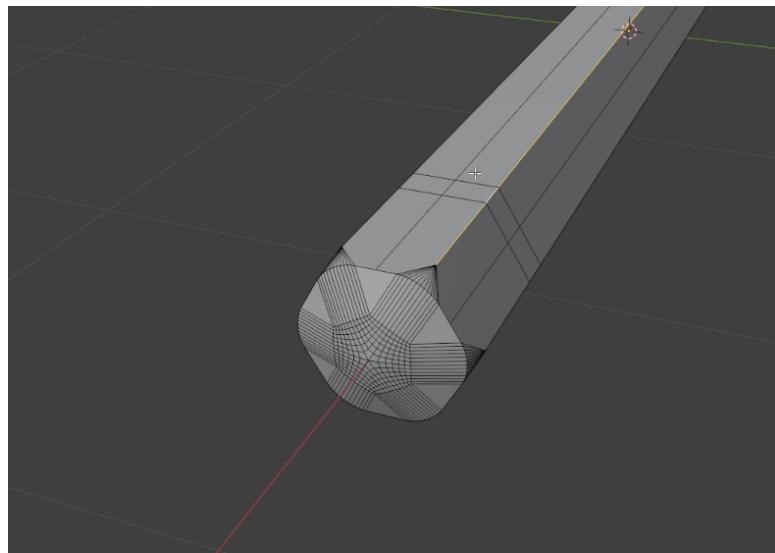


Рис. 13: Шаг 7

Шаг 8: Выделяем боковые грани карандаша. Для снятия фаски с этих ребёр необходимо нажать комбинацию клавиш *Ctrl+B* и задать следующие параметры:

- Width: 0.5m
- Segments: 5
- Shape: 0.5

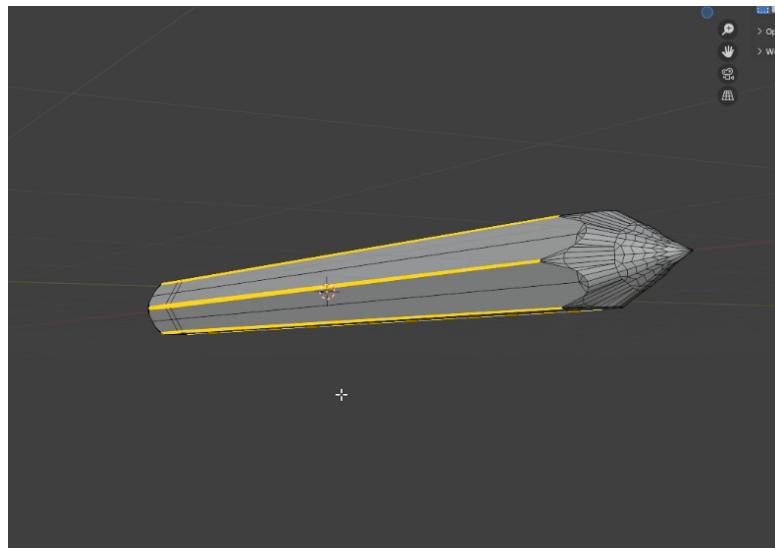


Рис. 14: Шаг 8

Шаг 9: Для добавления надписи на карандаш необходимо открыть меню Добавить объект *Shift + A -> Text*. Задаём текст «8 690823 210000». Перемещаем надпись к верхней грани карандаша с помощью комбинации клавиш *G+Z*.



Рис. 15: Шаг 9

Шаг 10: Для придания тексту объёма применяем на него модификатор Extrude (клавиша *E*).

Параметры модификатора:

- Move X: 0
- Move Y: 0
- Move Z: 0.1m

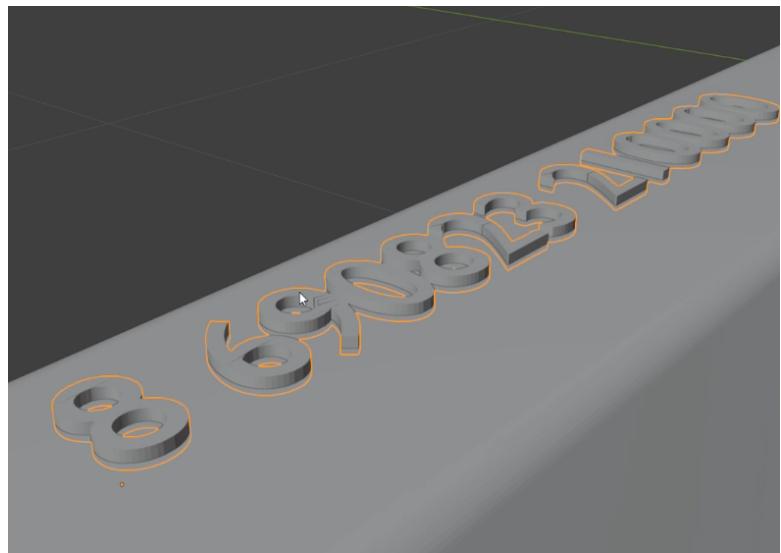


Рис. 16: Шаг 10

Шаг 11: Для создания объёмной надписи на карандаше необходимо применить к тексту и карандашу модификатор Boolean (Difference).

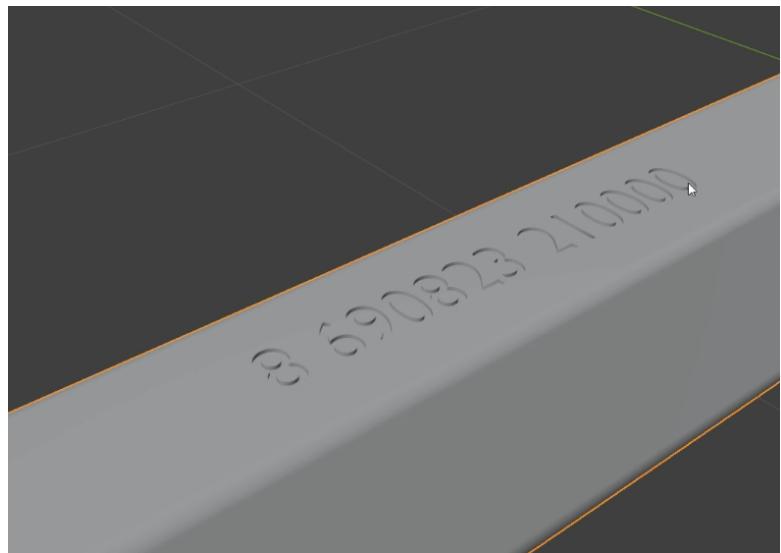


Рис. 17: Шаг 11

Шаг 12: Для работы со скульптингом данной модели необходимо перейти в режим отображения *Sculpting* и применить инструмент *Remesh* с целью уплотнения сетки со следующим параметром:

- Voxel Size: 0.003m

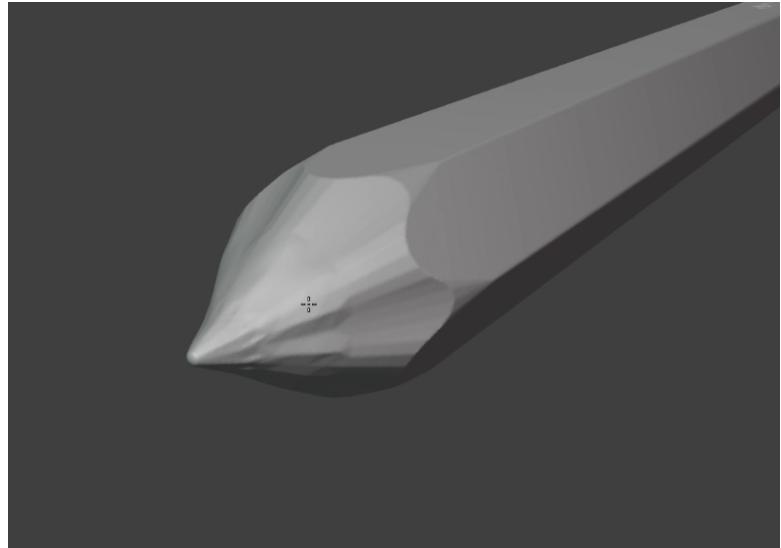


Рис. 18: Шаг 12

Шаг 13: Затем, для создания царапин на модели необходимо выбрать инструмент *Draw* с параметрами:

- Radius: 42px
- Strength: 0.257
- Direction: Add

и с помощью нажатий *ЛКМ* добавляем царапины на модель

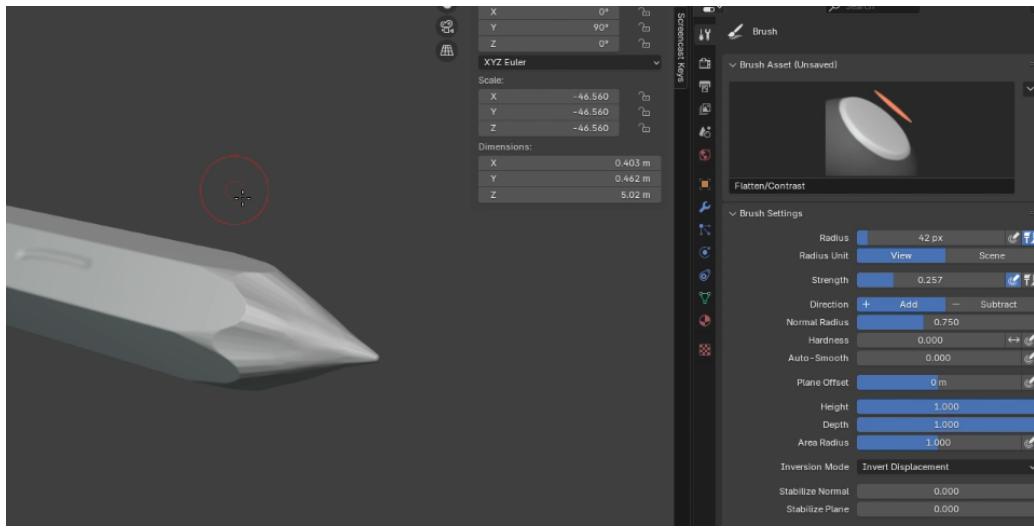


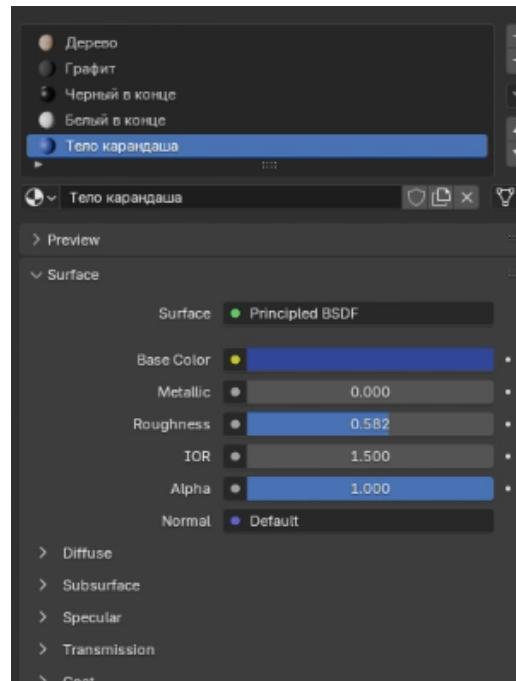
Рис. 19: Шаг 13

4.1.2 Добавление материала

Шаг 1: Выбираем режим отображения Shading для Blender, чтобы перейти в режим редактирования материалов. Для каждого отдельного материала необходимо задать цвет максимально приближенный к исходному и следующие параметры:

Тело карандаша

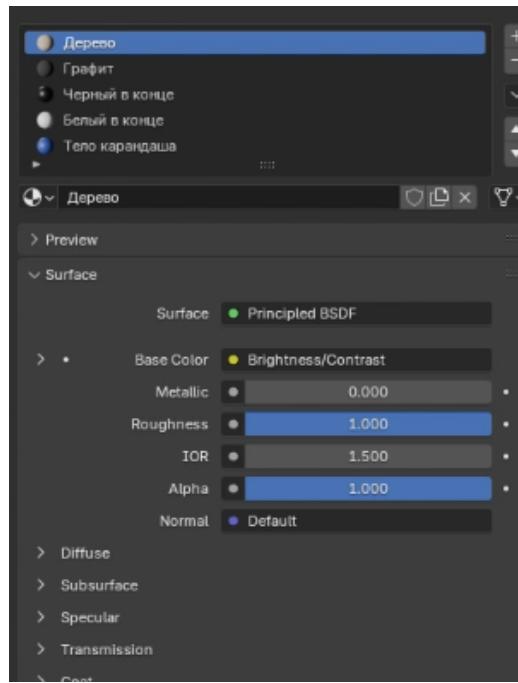
1. Metallic: 0.0
2. Roughness: 0.582
3. IOR: 1.5



Дерево

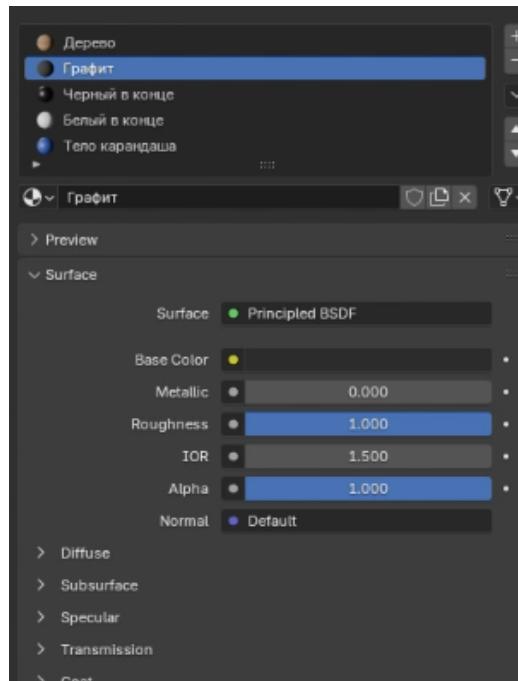
1. Metallic: 0
2. Roughness: 1

3. IOR: 1.5



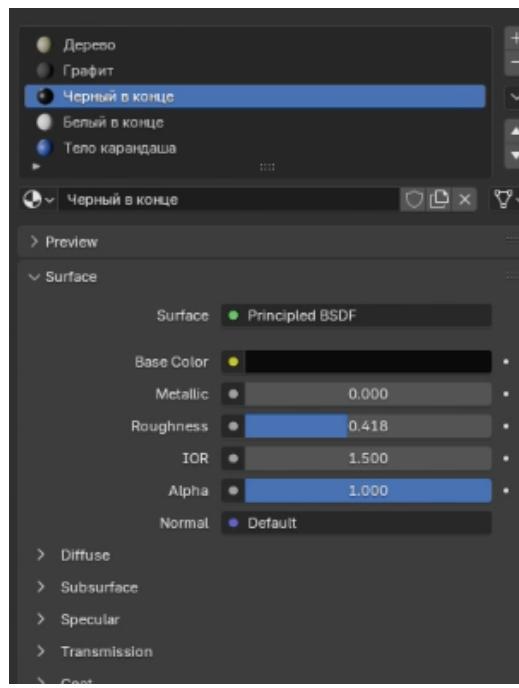
Графит

1. Metallic: 0
2. Roughness: 1
3. IOR: 1.5



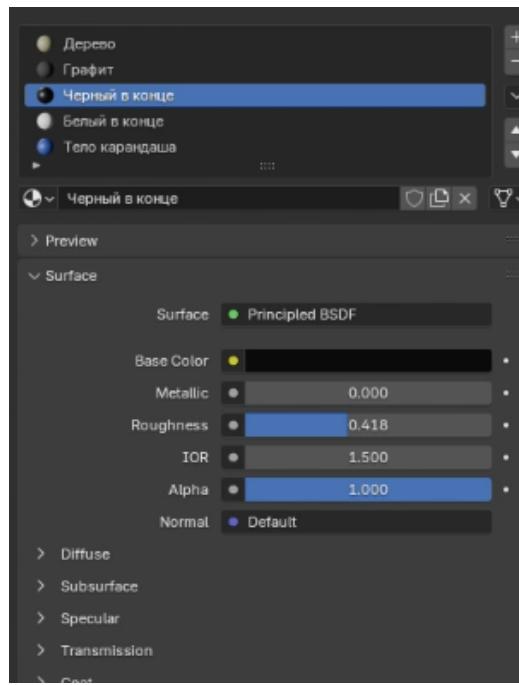
Черный в конце

1. Metallic: 0
2. Roughness: 0.418
3. IOR: 1.5



Белый в конце

1. Metallic: 0
2. Roughness: 0.514
3. IOR: 1.5



4.2 Процесс моделирования 2-го объекта

4.2.1 Построение геометрической модели

Шаг 1: Открываем меню Добавить объект *Shift + A -> Mesh -> Triangle.*

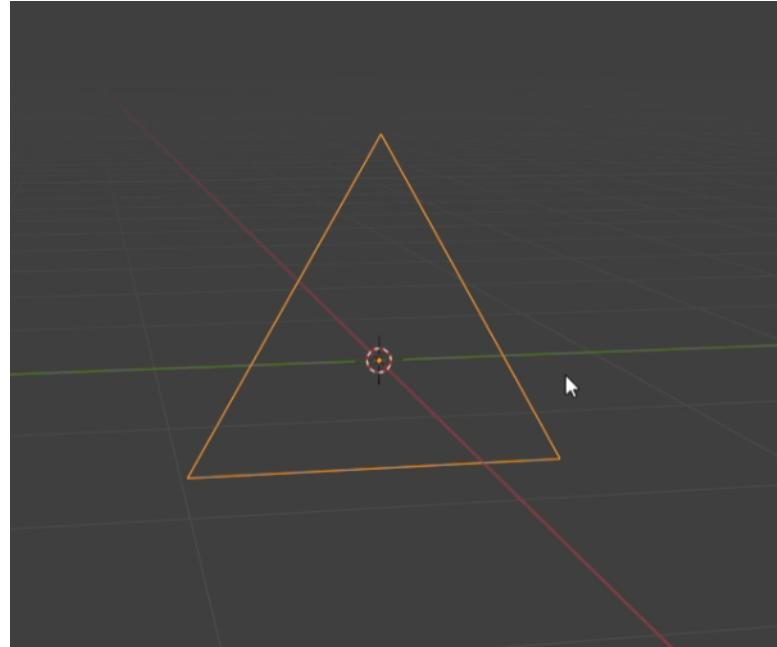


Рис. 20: Шаг 1

Шаг 2: Выделяем вершины треугольника. Для придания форму отверстия колпачка и снятия фаски с этих вершин необходимо нажать комбинацию клавиш *Ctrl+B* и задать следующие параметры:

- Width: 0.769m
- Segments: 16
- Shape: 0.5

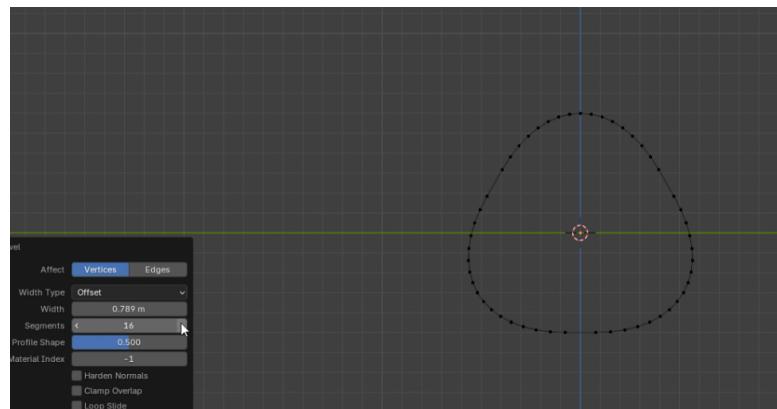


Рис. 21: Шаг 2

Шаг 3: Дважды применяем модификатор Extrude (клавиша *E*) для создания тела колпачка.

Параметры 1-го модификатора:

- Move X: 2m
- Move Y: 0
- Move Z: 0

Параметры 2-го модификатора:

- Move X: 0.5m
- Move Y: 0
- Move Z: 0

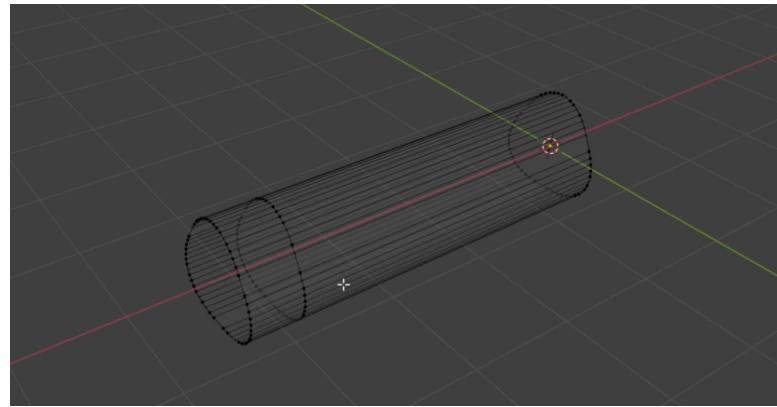


Рис. 22: Шаг 3

Шаг 4: Выделяем вершины со стороны короткого отрезка колпачка. Для сужения этой части необходимо применить Scale (*S*) и движением мыши уменьшить часть колпачка:

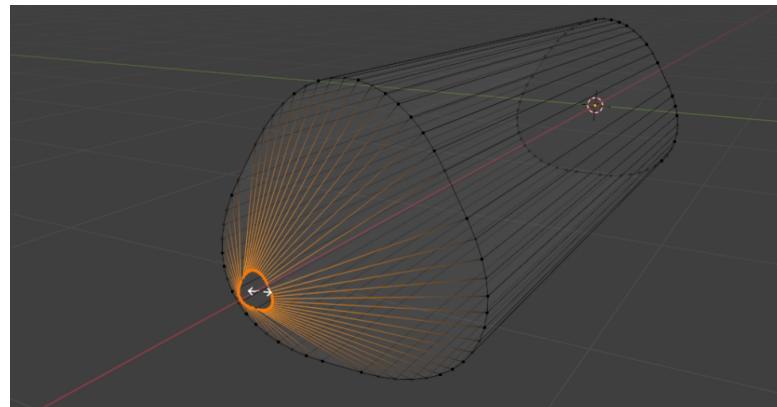


Рис. 23: Шаг 4

Шаг 5: Выделяем вершины в середине колпачка. Для снятия фаски с этих ребёр необходимо нажать комбинацию клавиш *Ctrl+B* и задать следующие параметры:

- Width: 0.487m
- Segments: 21
- Shape: 0.5

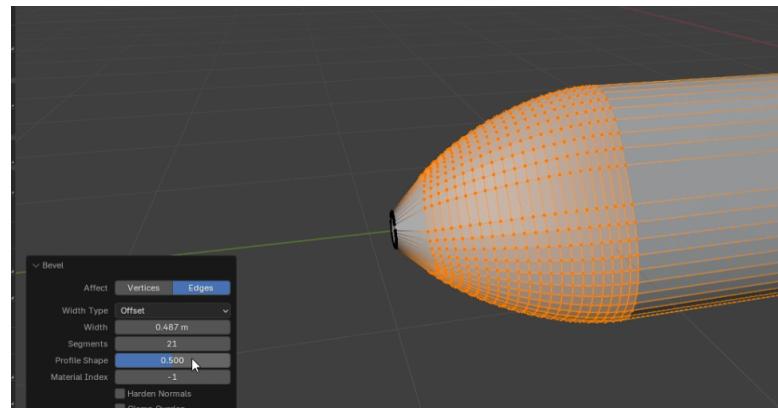


Рис. 24: Шаг 5

Шаг 6: Выделяем открытую узкую часть колпачка. Для закрытия этого отверстия применяем инструмент Fill (*Alt-F*):

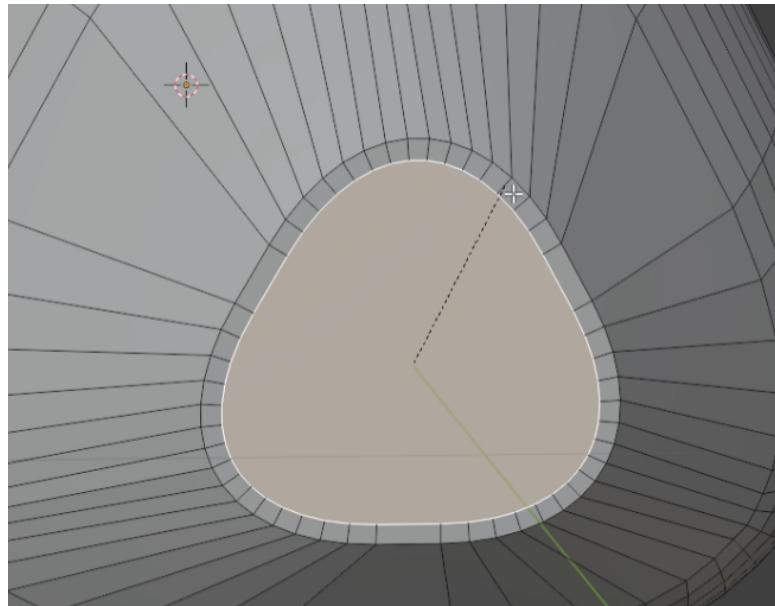


Рис. 25: Шаг 6

Шаг 7: Для создания отверстий в этой части колпачка создаём треугольник *Shift + A -> Mesh -> Triangle*. С одной из вершин снимаем фаску *Ctrl+B* и задать следующие параметры:

- Width: 0.04m
- Segments: 5
- Shape: 0.5

Затем располагаем его у узкой части колпачка



Рис. 26: Шаг 7

Шаг 8: С помощью дублирования (*Shift-D*) и вращения (*R*) создаём ещё 2 копии этой фигуры:

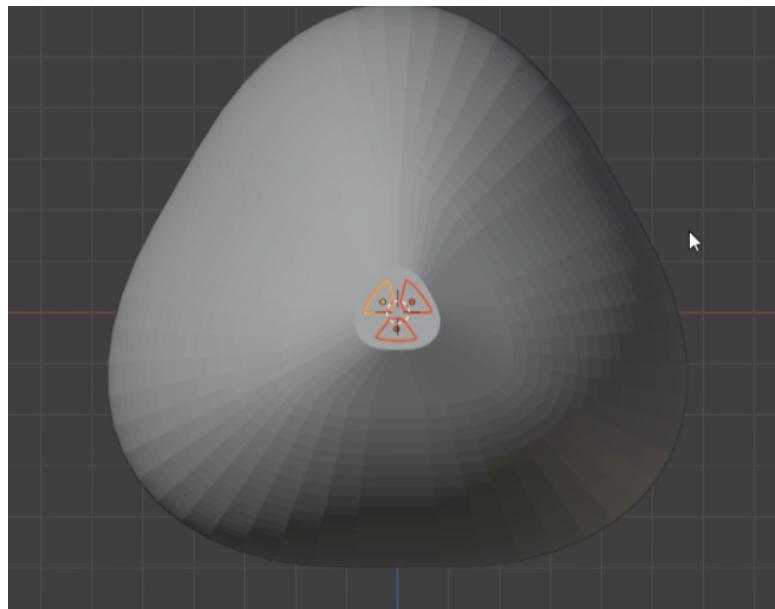


Рис. 27: Шаг 8

Шаг 9: Для создания отверстий в колпачке необходимо применить к треугольникам и колпачку модификатор Boolean (Difference).

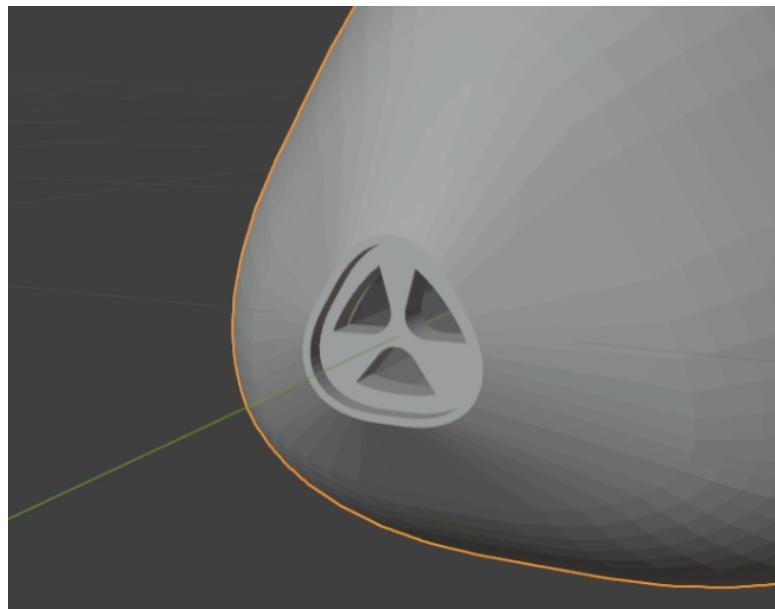


Рис. 28: Шаг 9

Шаг 10: Для создания изогнутого держателя колпачка создаём 2 кривые линии (*Shift + A -> Mesh -> Spline*).

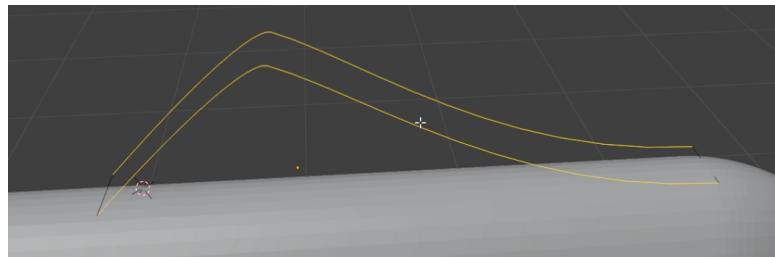


Рис. 29: Шаг 10

Шаг 11: Выделяем их обе и соединянем их поверхностью (*Menu -> Edge -> Bridge Edge Loops*).

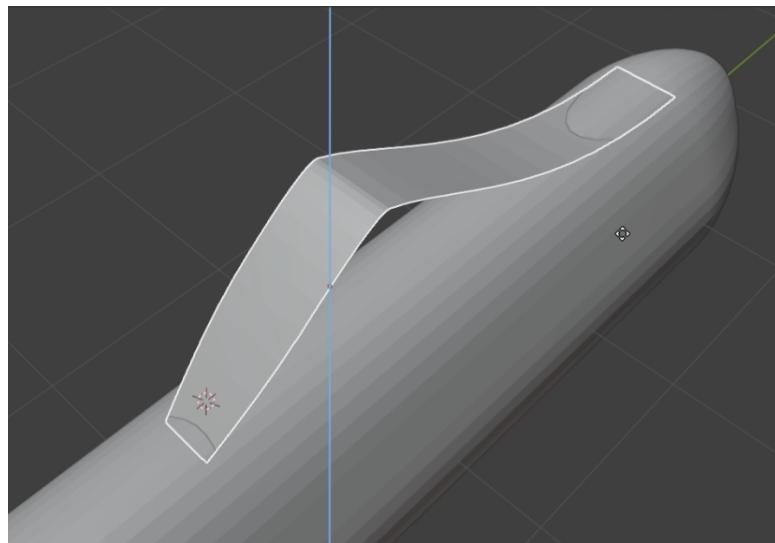


Рис. 30: Шаг 11

Шаг 12: Для создания искривления у держателя выделяем половину полигонов и поворачиваем их (R).

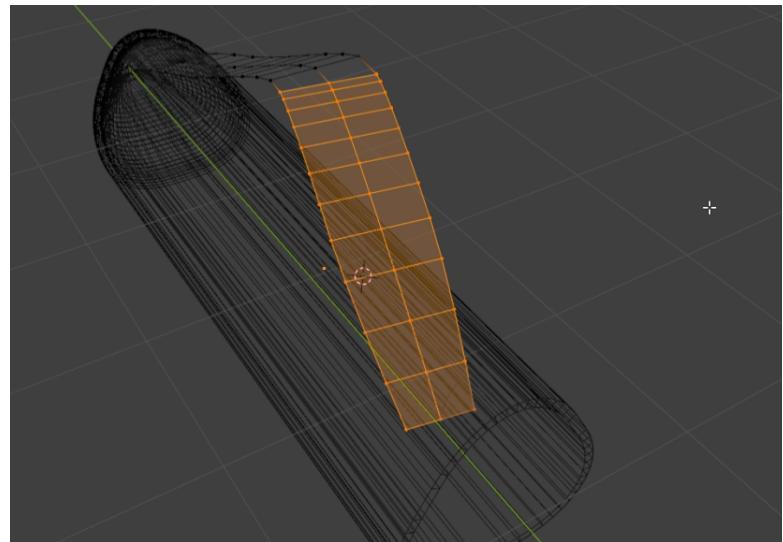


Рис. 31: Шаг 12

Шаг 13: Для добавления надписи на колпачок необходимо открыть меню Добавить объект $Shift + A \rightarrow Text$. Задаём текст «ErichKrause®». Перемещаем надпись к боковой грани колпачка с помощью комбинации клавиш $G+X$.

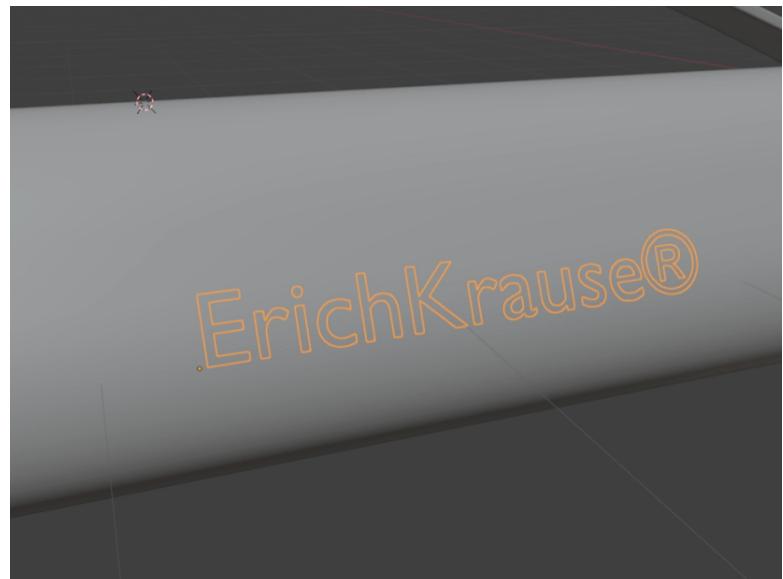


Рис. 32: Шаг 13

Шаг 14: Для придания тексту объёма применяем на него модификатор Extrude (E).

Параметры модификатора:

- Move X: 0
- Move Y: 0
- Move Z: 0.2m

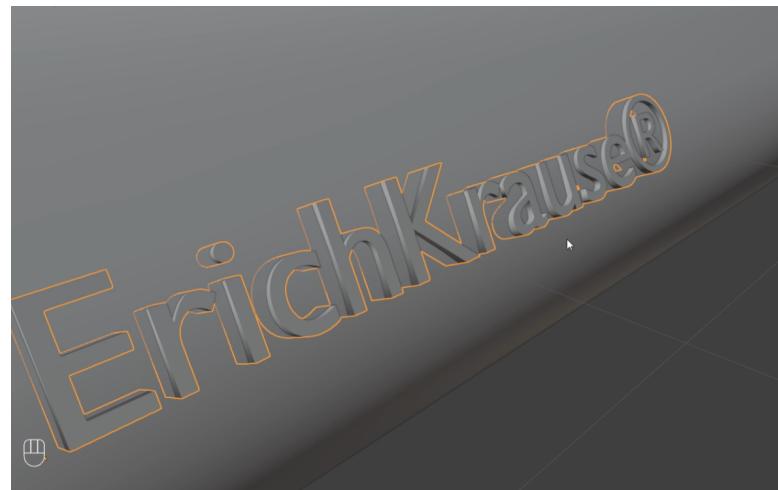
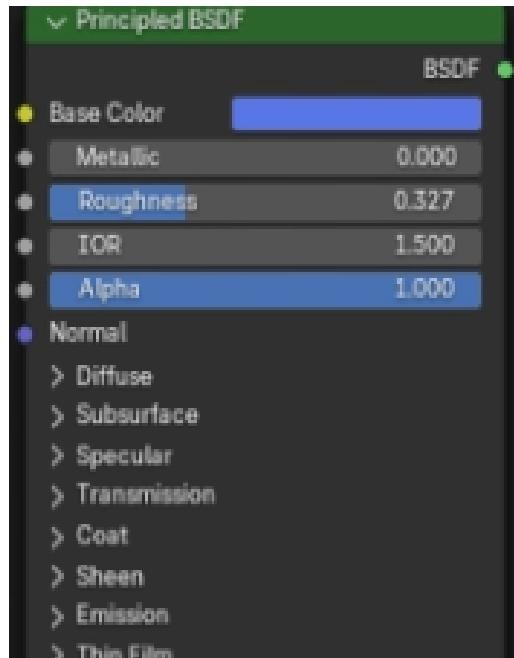


Рис. 33: Шаг 14

4.2.2 Добавление материала

Шаг 1: Переходим в «Material properties» на панели инструментов → во вкладку «surface» → «Base color» → в поле «Set color» выберем из представленных наиболее похожий цвет на оригинальный цвет объекта, и следующие параметры:

1. Metallic: 0.
2. Roughness: 0.327
3. IOR: 1.5



4.3 Процесс моделирования 3-го объекта

4.3.1 Построение геометрической модели

Шаг 1: Добавляем в проект фотографию динозавра, которая послужит основой для моделирования. Для этого просто перетаскиваем фотографию из внешней папки в пространство проекта.

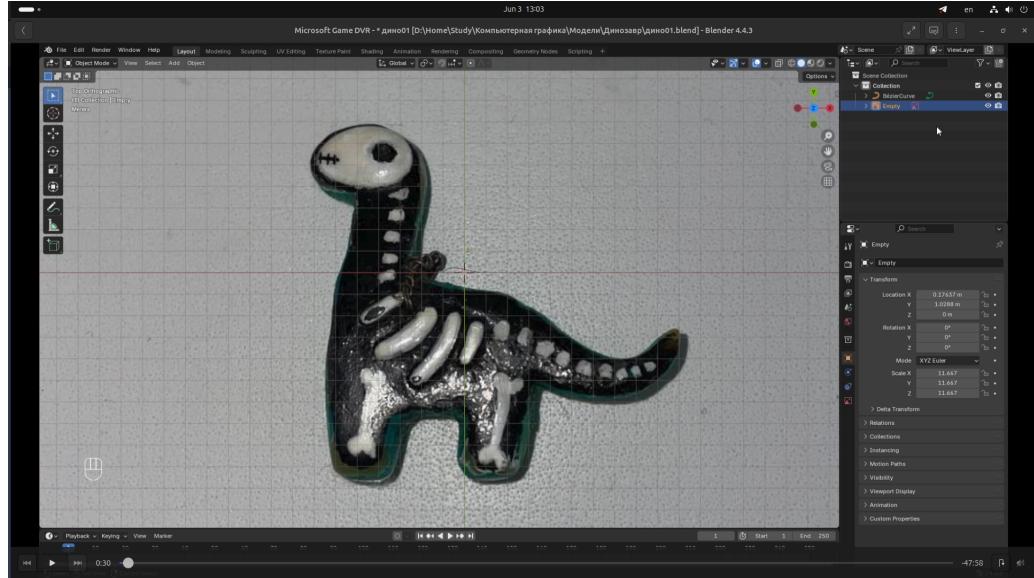


Рис. 34: Шаг 1

Шаг 2: Для создания основы для формы динозавра создаём линию ($Shift + A \rightarrow Mesh \rightarrow Spline$) с параметром 'Vertex=18'. Затем необходимо расположить вершины ($G+X+Y$) этой линии на местах изменения кривизны изначальной фигуры, что облегчит дальнейшую работу.

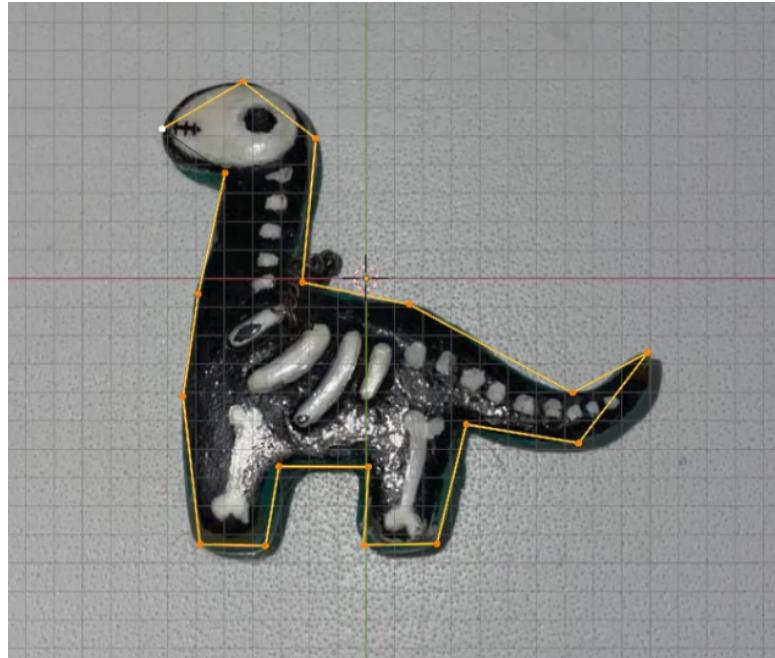


Рис. 35: Шаг 2

Шаг 3: Выделяем все вершины ($1+A$) и изменяем тип Spline на Bezier ($ПКМ \rightarrow Set Spline Type \rightarrow Bezier$), что изменит линию с ломаной на кривую.

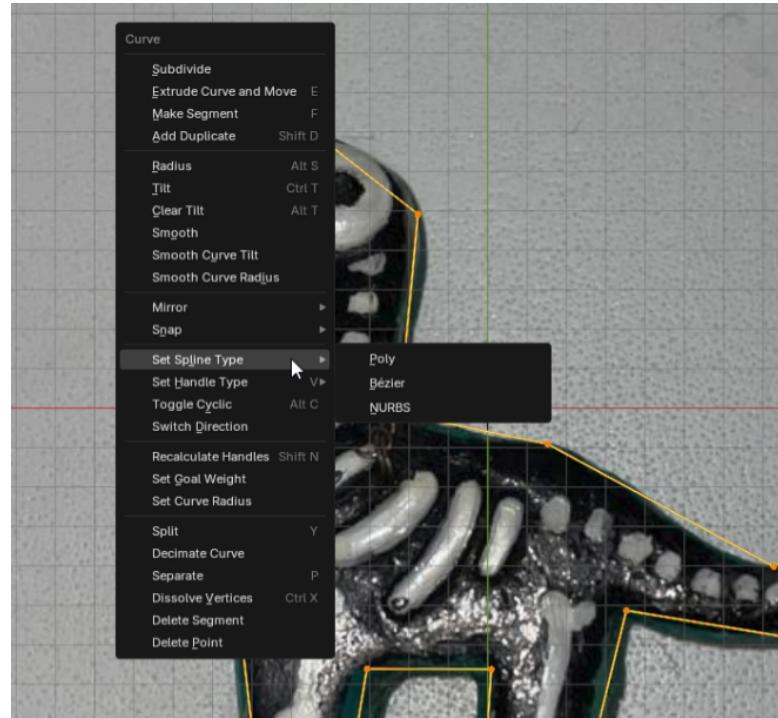


Рис. 36: Шаг 3

Шаг 4: Вручную можно подкорректировать кривизну в отдельных вершинах (*перемещение через ЛКМ*) для получения формы, максимально приближенной к форме фигурки.

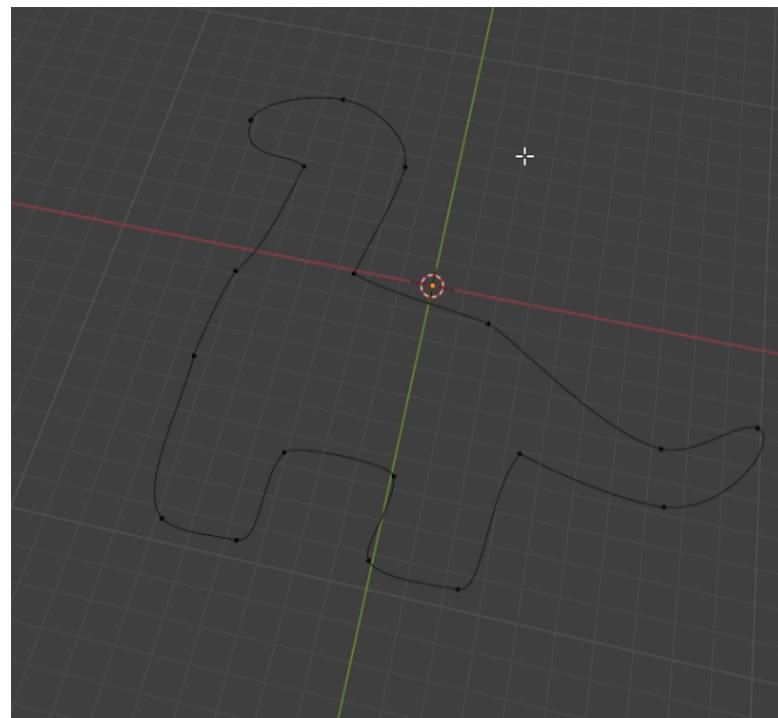


Рис. 37: Шаг 4

Шаг 5: Для получения поверхности из полученной замкнутой кривой необходимо применить New Face from Edges (*F*).

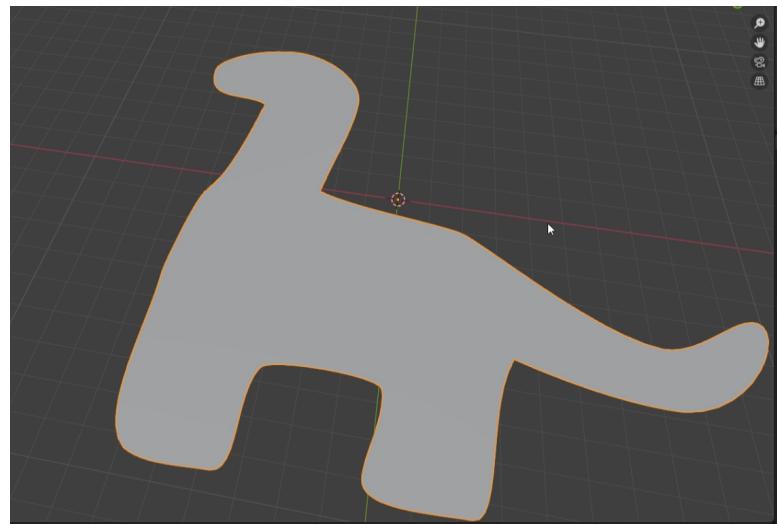


Рис. 38: Шаг 5

Шаг 6: Для придания фигуре объёма применяем на него модификатор Extrude (*E*).

Параметры модификатора:

- Move X: 0
- Move Y: 0
- Move Z: 0.5m

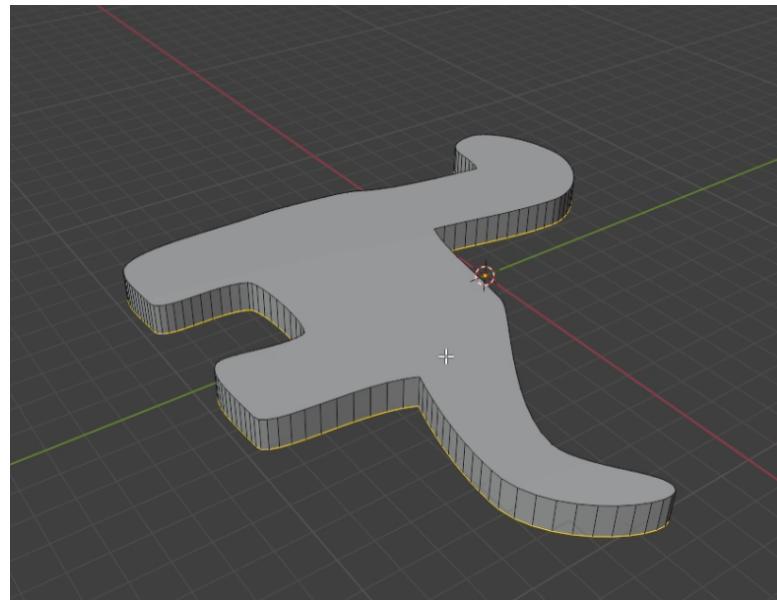


Рис. 39: Шаг 6

Шаг 7: Выделяем верхние и нижние рёбра фигуры. Для придания более плавных форм и снятия фаски с этих вершин необходимо нажать комбинацию клавиш *Ctrl+B* и задать следующие параметры:

- Width: 0.112m
- Segments: 11
- Shape: 0.5

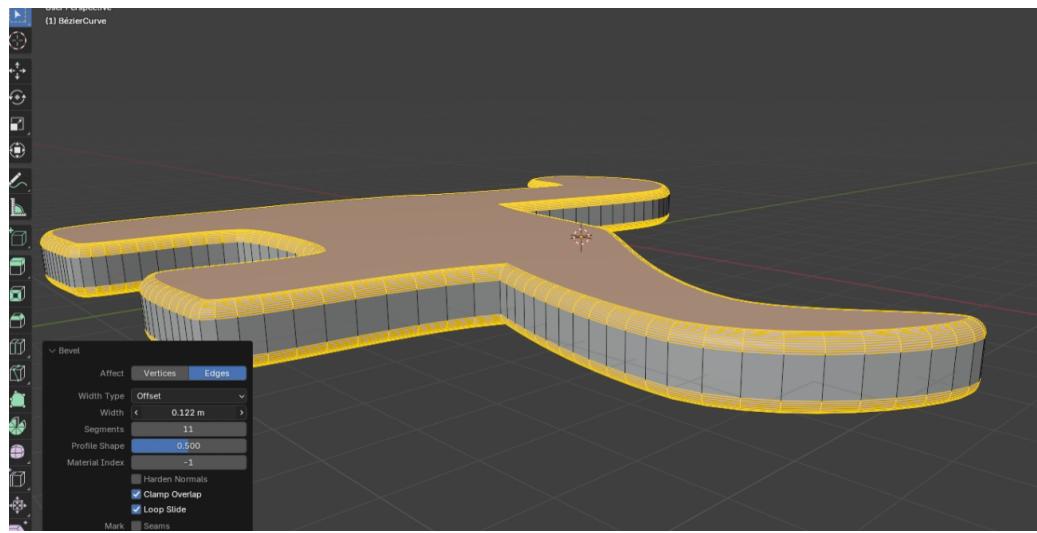


Рис. 40: Шаг 7

Шаг 8: Открываем меню Добавить объект *Shift + A -> Mesh -> Cylinder* для создания отверстия для цепочки.

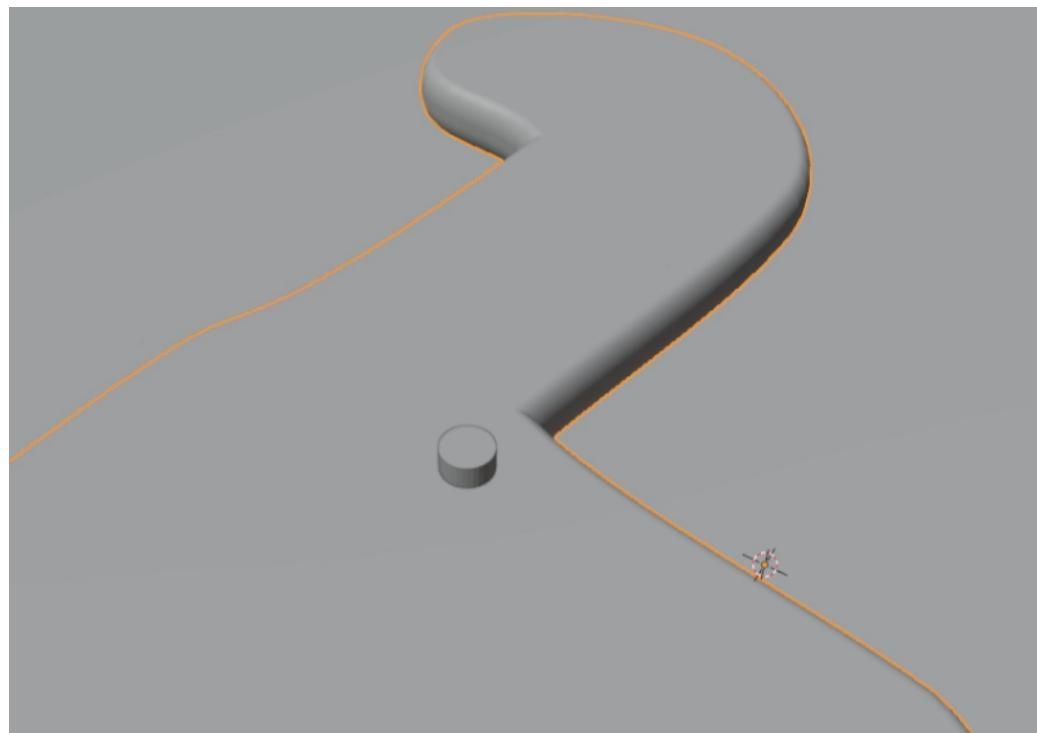


Рис. 41: Шаг 8

Шаг 9: Для отверстия необходимо применить к фигурке и цилиндру модификатор Boolean (Difference).

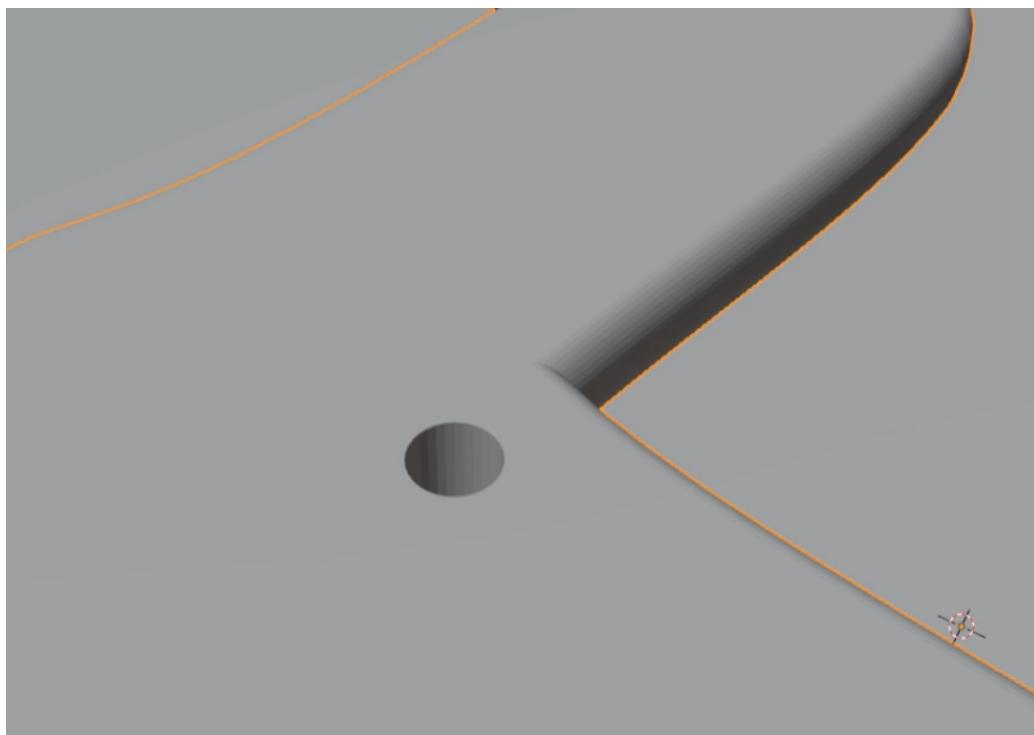


Рис. 42: Шаг 9

Шаг 10: Для создания основы для цепочки, которая будет проходить через отверстие, создаём линию (*Shift + A -> Mesh -> Spline*) с параметром 'Vertex=10'. Затем необходимо расположить вершины (*G+Z*) этой линии так, как бы вы хотели чтобы цепочка висела.

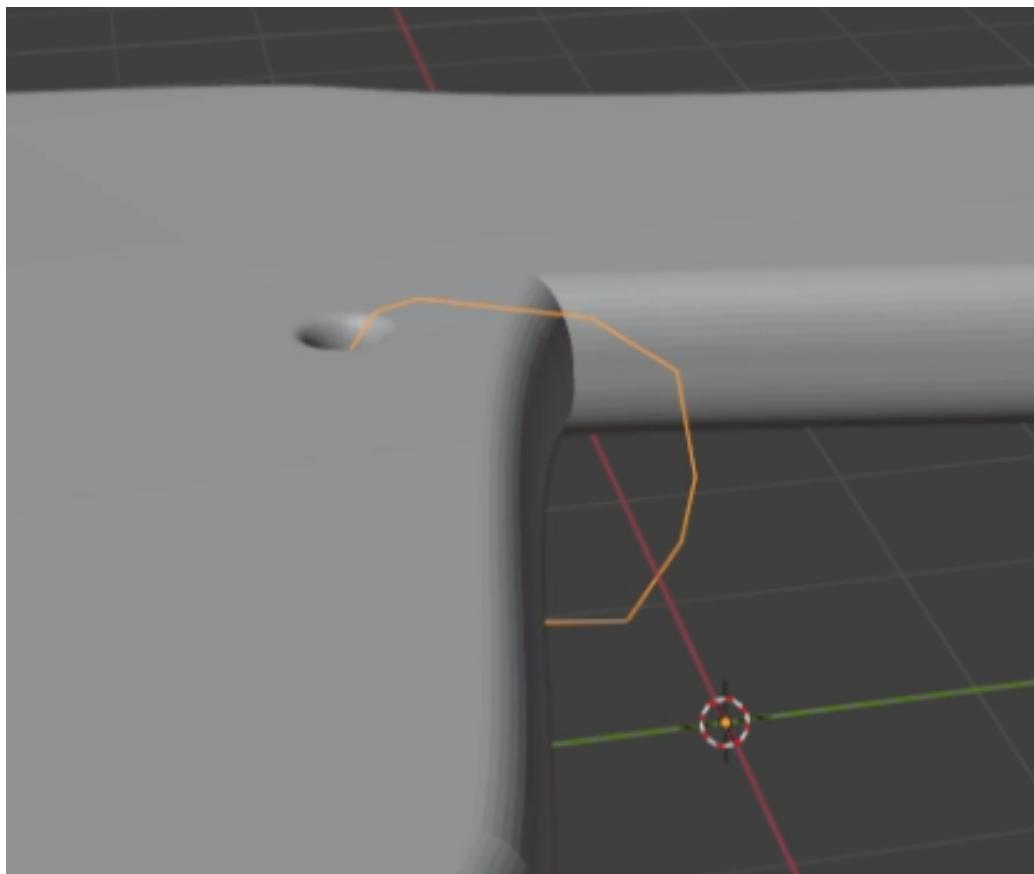


Рис. 43: Шаг 10

Шаг 11: Для создания звена цепочки необходимо добавить объект Тор. Открываем меню Добавить объект *Shift + A -> Mesh -> Torus* с параметрами

- Major Segments: 125
- Minor Segments: 40
- Major Radius: 1m
- Minor Radius: 0.3m

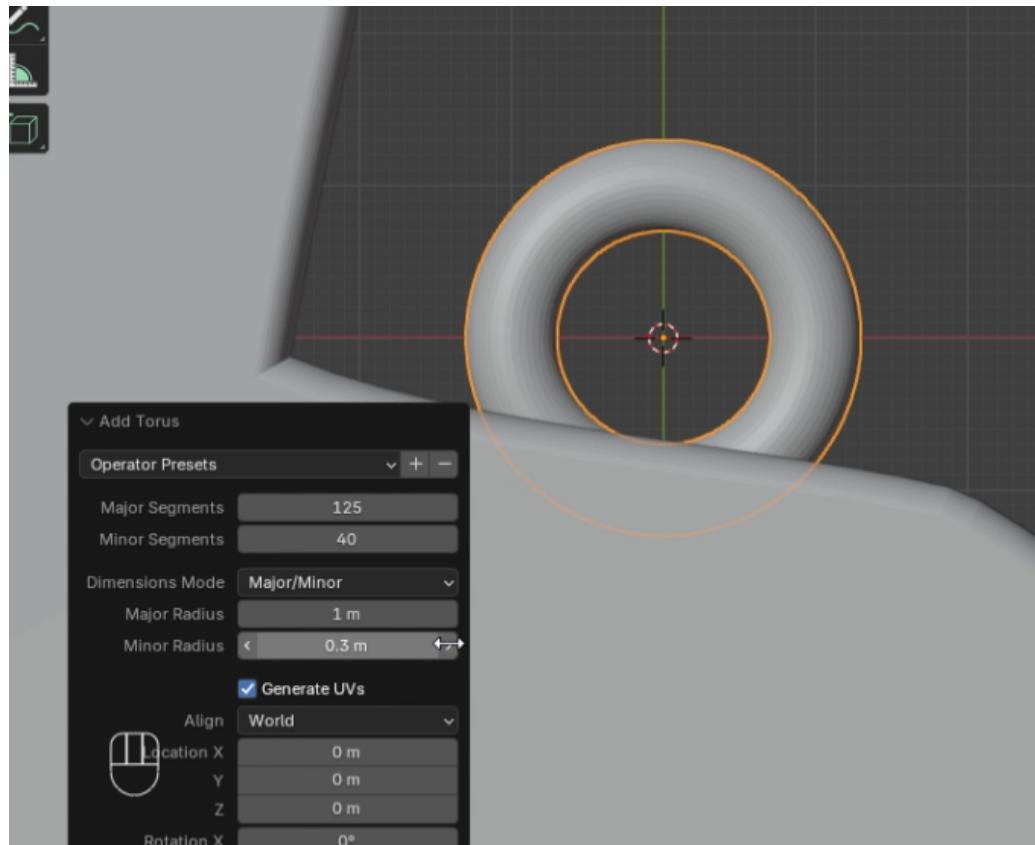


Рис. 44: Шаг 11

Шаг 12: Для создания звена необходимо выделить половину полигонов и переместить их (*G+X*)

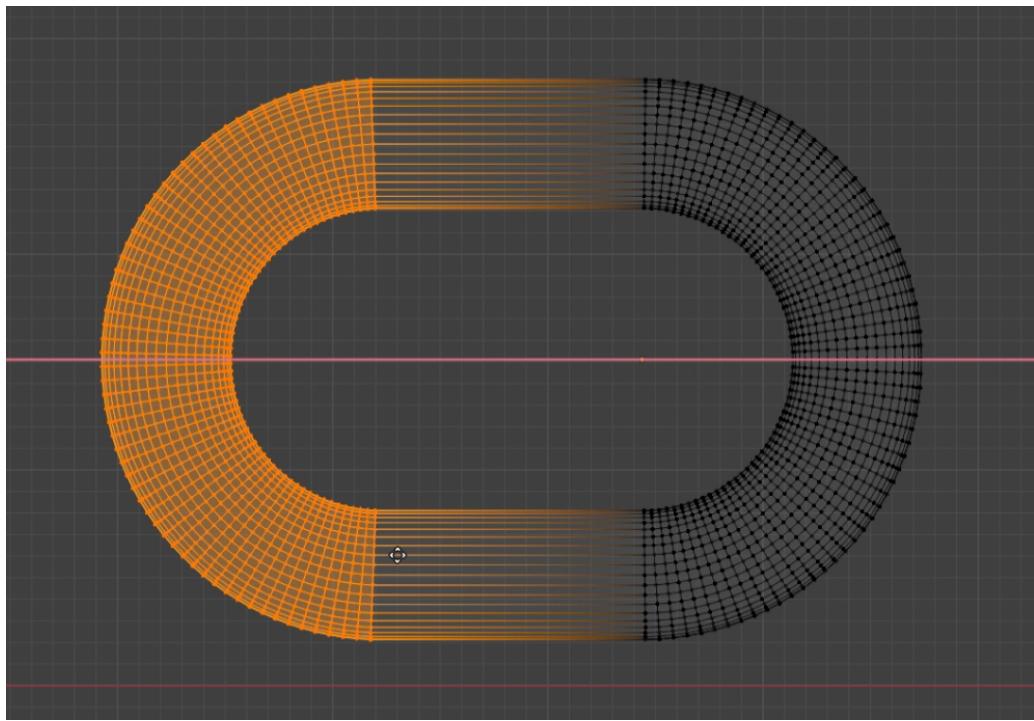
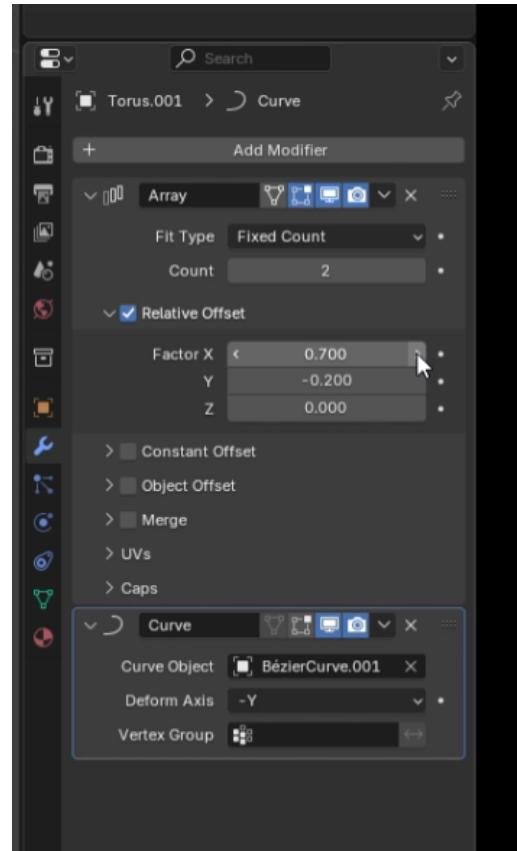


Рис. 45: Шаг 12

Шаг 13: Для создания цепочки необходимо к звену цепи применить модификаторы Array и Curve со следующими параметрами:



Обязательно необходимо выбрать кривую, по которой будут располагаться звенья цепи!

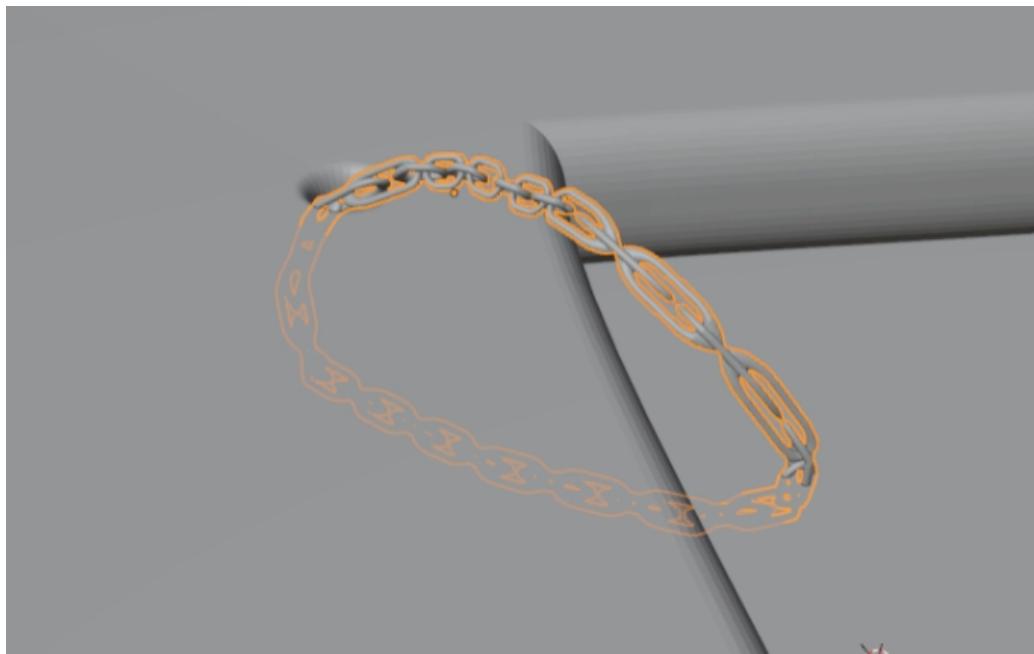


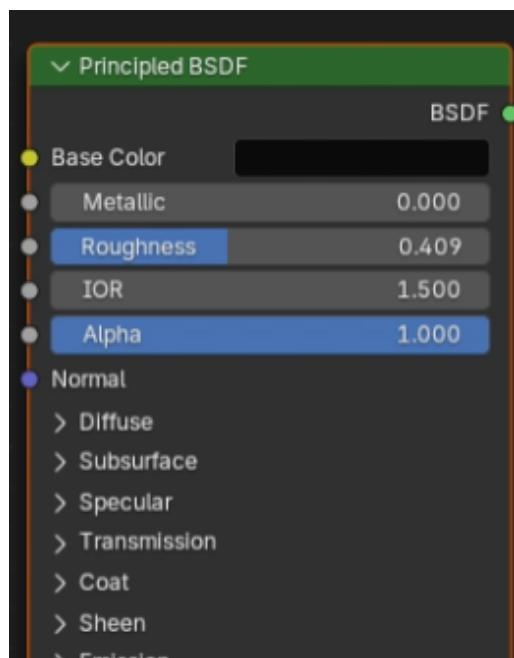
Рис. 46: Шаг 13

4.3.2 Добавление материала

Шаг 1: Переходим в «Material properties» на панели инструментов → во вкладку «surface» → «Base color» → в поле «Set color» выберем из представленных наиболее похожий цвет на оригинальный цвет объекта, и следующие параметры:

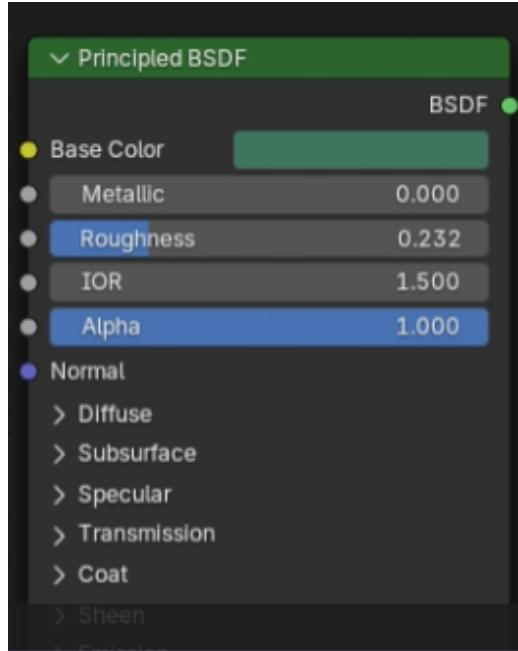
Черная часть динозавра

1. Metallic: 0.0
2. Roughness: 0.409
3. IOR: 1.5



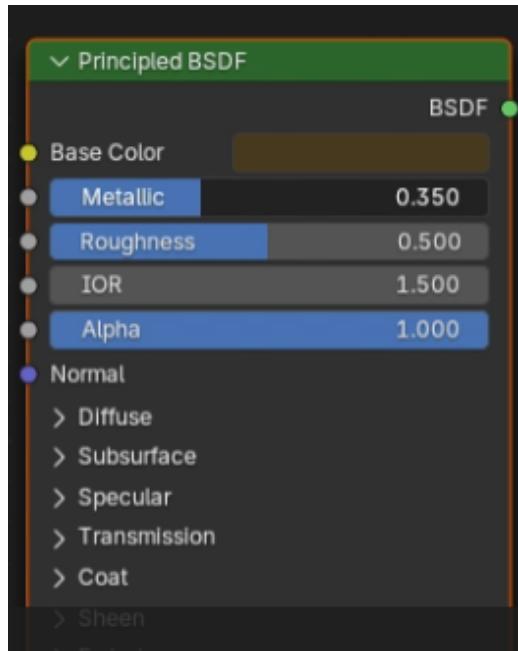
Зелёная часть динозавра

1. Metallic: 0.0
2. Roughness: 0.232
3. IOR: 1.5

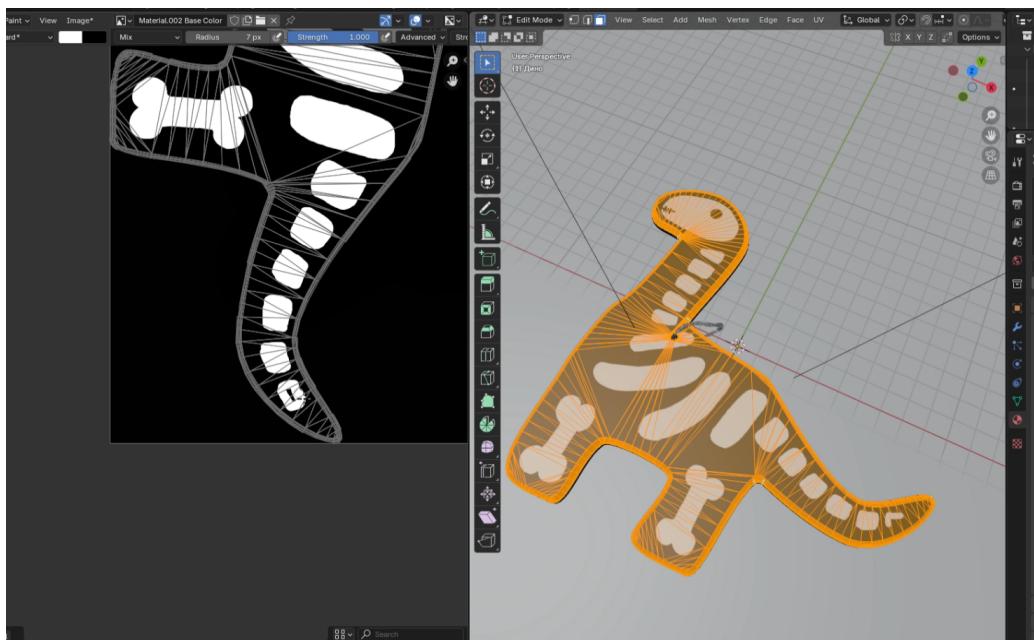


Цепь

1. Metallic: 0.350
2. Roughness: 0.5
3. IOR: 1.5



Шаг 2: Для добавления рисунка на модели необходимо во вкладке *Shading* перейти в режим *Paint* на отображении UV развёртки текстуры Объекта. Где с помощью инструмента *Кисть* необходимо нарисовать белым цветом рисунок.



5 Результаты и сравнение с фотографией объекта

5.1 Результат и сравнение 1-ой модели с фотографией объекта

На рисунке 47 представлена фотография потертой надписи на карандаше. На рисунке 48 представлена смоделированная часть карандаша (потертая надпись).



Рис. 47: Часть карандаша (потертая надпись)

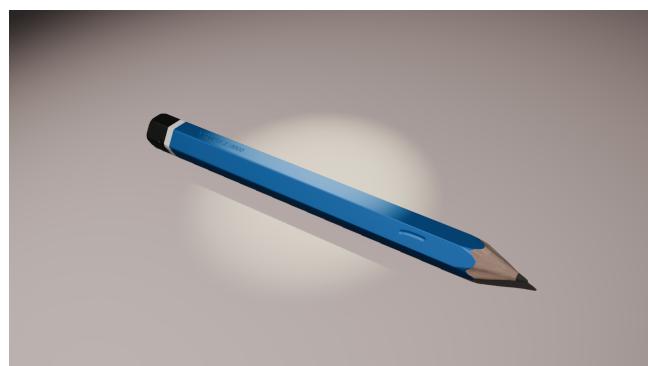


Рис. 48: Смоделированная часть карандаша (потертая надпись)

5.2 Результат и сравнение 2-ой модели с фотографией объекта

На рисунке 49 представлена фотография согнутого держателя колпака от авторучки. На рисунке 50 представлена смоделированная часть колпака от авторучки (согнутый держатель).



Рис. 49: Часть колпака от авторучки (согнутый держатель)



Рис. 50: Смоделированная часть колпака от авторучки (согнутый держатель)

5.3 Результат и сравнение 3-ой модели с фотографией объекта

На рисунке 51 представлена фотография игрушечного динозавра. На рисунке 52 представлена смоделированная часть динозавра (игрушка сделана собственноручно).



Рис. 51: Часть динозавра (игрушка сделана собственноручно)



Рис. 52: Смоделированная часть динозавра (игрушка сделана собственноручно)

Заключение

В результате работы было сделано:

- Получен навык работы с программным продуктом Blender.
- Были созданы трехмерные модели, повторяющие реальные объекты: Игрушечный динозавр, Колпак от авторучки, Карандаш.
- Была изучена технология построения реалистической модели конкретных экземпляров

Список литературы

1. Болсуновская М.В. Компьютерная графика: Blender 3D: учеб. пособие / М.В. Болсуновская, А.А Любченкова, В.В. Ракова. – СПб., 2021. – 118 с.