

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого»

Институт компьютерных наук и кибербезопасности

Высшая школа технологий искусственного интеллекта

Направление: 02.03.01 «Математика и компьютерные науки»

Лабораторная работа №1
«Изучение технологии создания реалистического объекта в
среде Blender 3D»
по дисциплине
«Компьютерная графика»

Студент,

группы 5130201/20102

_____ Тищенко А. А.

Преподаватель

_____ Курочкин М. А.

«_____» _____ 2025г.

Санкт-Петербург, 2025

Содержание

Введение	4
1 Постановка задачи	5
2 Описание функциональных возможностей пакета Blender	6
2.1 Возможности программы	6
2.1.1 3D-моделирование	6
2.1.2 Цифровой скульптинг	7
2.1.3 Анимация и риггинг	7
2.1.4 Рендеринг	7
2.1.5 Текстурирование и UV-развертка	7
2.1.6 Физическая симуляция	8
2.1.7 Композитинг и постобработка	8
2.1.8 Видеомонтаж (VSE - Video Sequence Editor)	8
2.1.9 Программирование и автоматизация (Python API)	8
3 Описание объектов моделирования	9
3.1 Объект моделирования №1	9
3.2 Объект моделирования №2	11
3.3 Объект моделирования №3	13
4 Описание технологии разработки моделей	15
4.1 Объект моделирования №1	15
4.1.1 Реальные размеры изделия	15
4.1.2 Моделирование	15
4.1.3 Текстурирование	22
4.1.4 Освещение и камера	25
4.1.5 Рендеринг финальных изображений	27
4.2 Объект моделирования №2	29
4.2.1 Реальные размеры изделия	29
4.2.2 Моделирование	29
4.2.3 Текстурирование	36
4.2.4 Освещение и камера	39
4.2.5 Рендеринг финальных изображений	41
4.3 Объект моделирования №3	43
4.3.1 Реальные размеры изделия	43

4.3.2	Моделирование	43
4.3.3	Текстурирование	51
4.3.4	Освещение и камера	55
4.3.5	Рендеринг финальных изображений	57
Заключение		60
Список литературы		61

Введение

3D-моделирование — это процесс создания трёхмерной модели объекта.

В современном мире 3D-моделирование играет важную роль. Трёхмерная 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. Примером использования компьютерной графики является реставрация янтарной комнаты.

Одной из задач 3D-моделирования является построение реалистических моделей объектов реального мира.

Реалистичность модели определяется следующими параметрами:

1. Соответствие формы объекта реальной форме.
2. Соответствие материала объекта особенностям объекта: цвет, текстура, шероховатость, отражаемость и другие.

Программные пакеты, позволяющие моделировать объекты виртуальной реальности и создавать на основе этих моделей изображения, очень разнообразны, и различаются по функционалу, сложности, аппаратным требованиям, цене и так далее.

В данной работе будет рассматриваться программный пакет Blender 4.3.

1 Постановка задачи

В данной работе необходимо:

1. Ознакомиться с возможностями пакета Blender, которые позволяют создавать реалистическую модель;
2. Выбрать три объекта реального мира и построить их визуализации в пакете Blender с учётом уникальных особенностей моделируемого объекта;
3. Отразить характерные особенности объекта, такие как:
 - Геометрическая форма
 - Текстура и материал
 - Цвет
 - Освещение
4. Предоставить пошаговое руководство пользователя по получению результата.

2 Описание функциональных возможностей пакета Blender

Blender — это мощный и универсальный пакет для 3D-моделирования, анимации, рендеринга, скульптинга, композитинга и видео-монтажа. Он является бесплатным и с открытым исходным кодом, что делает его доступным для профессионалов и любителей.

Blender используется в различных областях:

- 3D-моделирование — создание и редактирование трехмерных объектов.
- Анимация — разработка движущихся персонажей, эффектов и сцен.
- Рендеринг — визуализация изображений с использованием движков Cycles и Eevee.
- Скульптинг — цифровая лепка сложных форм.
- Текстурирование и UV-развертка — нанесение текстур на 3D-объекты.
- Физическая симуляция — моделирование воды, дыма, огня, тканей и т. д.
- Композитинг и постобработка — редактирование изображений и видео.
- Монтаж видео — встроенный видеоредактор для базового монтажа.
- Программирование (Python API) — создание аддонов и автоматизация процессов.

2.1 Возможности программы

2.1.1 3D-моделирование

Blender предлагает широкий набор инструментов для моделирования:

- Полигональное моделирование — редактирование вершин, рёбер и граней.
- NURBS и кривые — моделирование с использованием кривых Безье.
- Метаболлы — создание органических форм.
- Booleans (булевы операции) — вычитание, объединение и пересечение объектов.
- Модификаторы — неразрушающее изменение геометрии (Subdivision Surface, Mirror, Array и др.).
- Ретопология — оптимизация сетки для анимации и рендеринга.

2.1.2 Цифровой скульптинг

Blender позволяет создавать детализированные модели с высокой точностью:

- Dynatopo (динамическая топология) — адаптивное деление сетки.
- Remesh — улучшение геометрии для дальнейшей работы.
- Маскировка — изоляция областей при скульптинге.
- Мультиразрешение — детализация сетки без потери формы.
- Кисти (Brushes) — набор инструментов для лепки (Clay, Inflate, Grab и др.).

2.1.3 Анимация и риггинг

Blender имеет мощные инструменты для анимации:

- Keyframe Animation — покадровая анимация с интерполяцией.
- Armature (Кости) — создание скелетов для персонажей.
- Inverse Kinematics (ИК) — автоматическое вычисление движения конечностей.
- Shape Keys (Формы ключей) — создание мимики и морфинга объектов.
- Graph Editor — контроль кривых анимации.
- Grease Pencil — 2D-анимация в 3D-пространстве.

2.1.4 Рендеринг

Blender поддерживает несколько рендер-движков:

- Cycles — физически точный рендерер с трассировкой лучей (поддерживает GPU/CPU).
- Eevee — рендеринг в реальном времени с использованием растеризации.
- Workbench — быстрый рендер для предпросмотра моделей.
- Freestyle — стилизованный рендер (например, для комиксов).

2.1.5 Текстурирование и UV-развертка

Blender предоставляет мощные инструменты для работы с текстурами:

- UV Mapping — развертка модели для наложения текстур.
- Texture Painting — рисование текстур прямо на модели.
- Shader Editor — создание сложных материалов с помощью узлов (nodes).
- Procedural Textures — генерация текстур на основе алгоритмов.

2.1.6 Физическая симуляция

Blender позволяет имитировать физические явления:

- Cloth Simulation — симуляция тканей.
- Fluid & Smoke Simulation — симуляция воды, дыма, огня.
- Soft Body — деформации мягких тел.
- Rigid Body — симуляция твердых тел.
- Particles — система частиц (пыль, искры, снег и т. д.).

2.1.7 Композитинг и постобработка

Blender включает узловую систему композитинга:

- Color Correction — корректировка цветов и уровней.
- Blur & Glare Effects — эффекты размытия и свечения.
- Depth of Field (DOF) — имитация фокусировки камеры.
- Green Screen (Chroma Key) — работа с хромакеем.

2.1.8 Видеомонтаж (VSE - Video Sequence Editor)

Blender также может использоваться как видеоредактор:

- Обрезка и склейка клипов.
- Добавление эффектов и переходов.
- Работа с аудиодорожками.

2.1.9 Программирование и автоматизация (Python API)

Blender позволяет создавать скрипты и аддоны:

- Автоматизация рутинных задач.
- Создание новых инструментов.
- Редактирование сцен и объектов через код.

3 Описание объектов моделирования

3.1 Объект моделирования №1

Объектом №1 является покерная фишка (Рис. 1-4).



Рис. 1. Объект моделирования №1, вид с лицевой стороны.



Рис. 2. Объект моделирования №1, вид с обратной стороны.



Рис. 3. Объект моделирования №1, вид на лицевую сторону под углом слева.



Рис. 4. Объект моделирования №1, вид на лицевую сторону под углом справа.

Форма: Покерная фишка представляет собой круглую плоскую дисковидную форму. На поверхности фишки есть небольшое колцевидное углубление.

Материал: Фишка изготовлена из пластика и покрыта белой краской. Номинал и узоры нанесены синей краской. Поверхность ближе к матовой.

Особенности: На фишке видны множественные дефекты покраски - отдельные точки и пятна синей краски, в особенности на лицевой стороне.

3.2 Объект моделирования №2

Объектом №2 является зажим от пакета с хлебом (Рис. 5-8).



Рис. 5. Объект моделирования №2, вид с лицевой стороны.



Рис. 6. Объект моделирования №2, вид с обратной стороны.



Рис. 7. Объект моделирования №2, вид сверху.



Рис. 8. Объект моделирования №2, развёртка для демонстрации надписи.

Форма: Зажим от пакета имеет форму деформированной плоскости с двумя цилиндрическими ободками сверху и снизу.

Материал: Зажим изготовлен из пластика и покрыта красной краской. Внутри ободков находятся кусочки проволоки, за счёт которых зажим запоминает приданную ему форму. Надпись со сроком годности нанесена белой краской.

Особенности: Объект имеет уникальную форму, которая была придана ему вручную специально для этой лабораторной работы. Также уникальной особенностью является надпись на объекте. В ней содержится срок годности и номер бригады – «09.03.25.2 - 1».

3.3 Объект моделирования №3

Объектом №3 является сломанная линейка (Рис. 9-12).

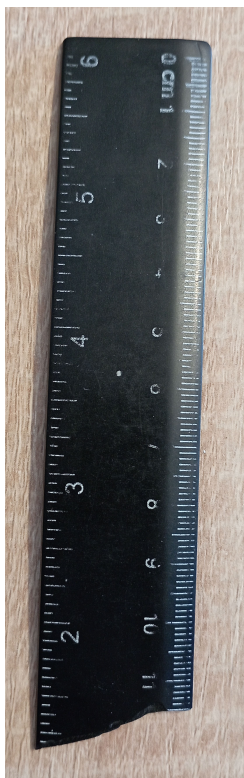


Рис. 9. Объект моделирования №3, вид с лицевой стороны.



Рис. 10. Объект моделирования №3, вид с обратной стороны.



Рис. 11. Объект моделирования №3, вид сбоку на лицевую сторону.



Рис. 12. Объект моделирования №3, вид сбоку на обратную сторону.

Форма: Линейка имеет форму удлинённой плоской пластины с прямыми параллельными краями. Торец, на котором нанесены измерительные деления, скошен.

Материал: Линейка изготовлена из пластика и покрыта чёрной краской. Измерительные деления и отметки нанесены белой краской.

Особенности: Линейка имеет уникальный излом. Также она слегка погнута по всей длине. Видны следы продолжительной эксплуатации – в некоторых местах стёрта краска, а в некоторых видны царапины.

4 Описание технологии разработки моделей

4.1 Объект моделирования №1

4.1.1 Реальные размеры изделия

Диаметр - 40 мм

Высота - 2 мм

Ложбинка - 0.4 мм

4.1.2 Моделирование

Нажимаем на цифру 7 на Num Pad, чтобы перейти на вид сверху. Затем нажимаем Shift + A и в разделе Image выбираем Reference. В открывшемся окне проводника выбираем изображение лицевой стороны покерной фишки и нажимаем Add Image (Рис. 13).

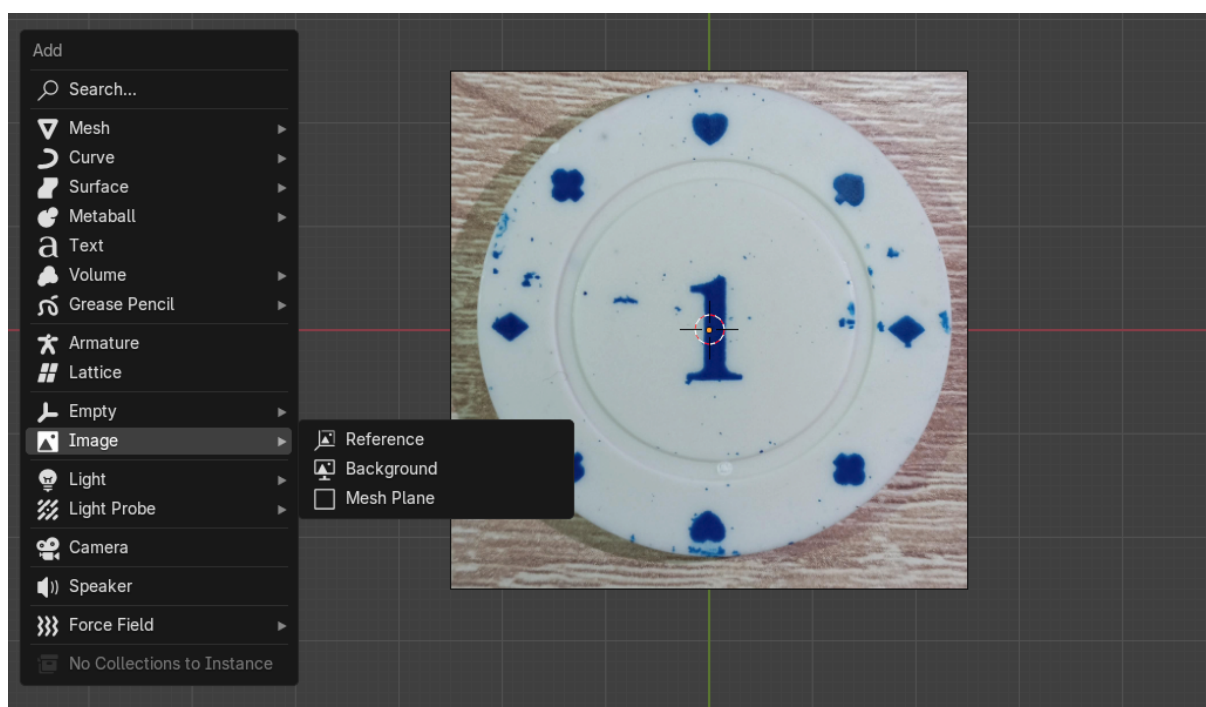


Рис. 13. Добавление изображения фишки.

Нажимаем Shift + A и в разделе Mesh выбираем Cylinder (Рис. 14).

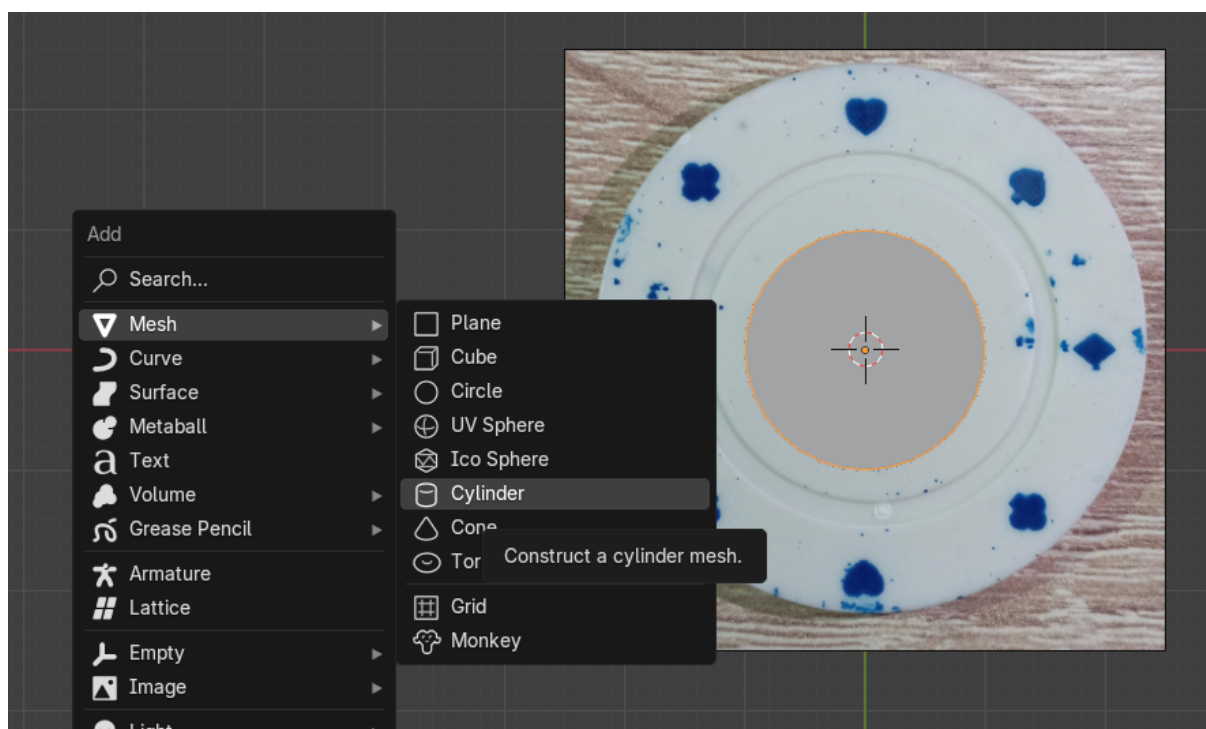


Рис. 14. Добавление цилиндра.

Нажимаем Alt + Z, чтобы перейти в режим прозрачности и видеть изображение фишки сквозь цилиндр.

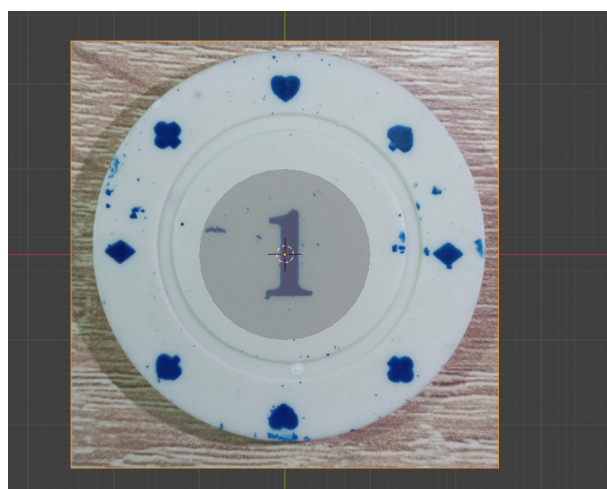


Рис. 15. Режим прозрачности.

Выбираем изображение, а затем с помощью масштабирования (клавиша S) и сдвига (клавиша G) выравниваем центр цилиндра с центром фишки на изображении. Перемещаем курсор с зажатой клавишей Shift для более точного позиционирования. Результат на Рис. 16.



Рис. 16. Результат подгонки изображения под размер цилиндра.

Нажимаем на цилиндр и переходим в режим редактирования (клавиша Tab). В режиме выбора граней (клавиша 3) и с зажатой клавишей Shift выбираем верхнюю и нижнюю грани цилиндра (Рис. 17).

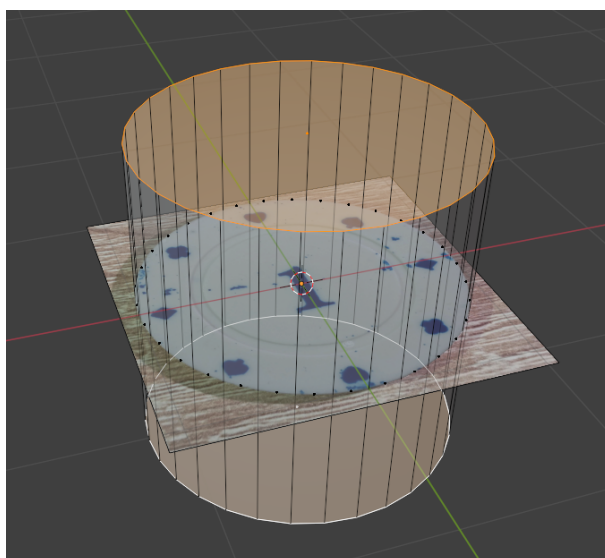


Рис. 17. Выбор верхней и нижней граней цилиндра.

Возвращаемся на вид сверху (клавиша 7 на Num Pad). Нажимаем клавишу I, чтобы добавить внутреннюю грань. Выравниваем её по внешней стороне ложбинки на фишке, ориентируясь на изображения. При этом перемещаем курсор с зажатой клавишей Shift для более точного позиционирования.

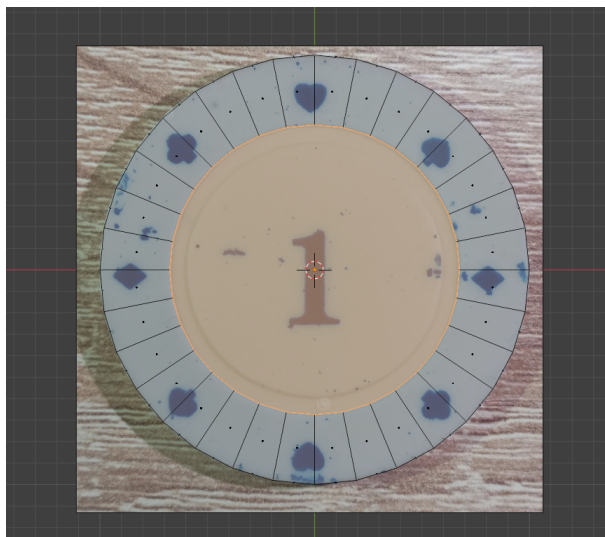


Рис. 18. Добавление новых рёбер на верхней и нижней гранях цилиндра.

Снова нажимаем на клавишу I. Новую грань выравниваем по внутренней стороне ложбинки на фишке (Рис. 19).



Рис. 19. Добавление новых рёбер на верхней и нижней гранях цилиндра.

Изображение больше не понадобится и его можно скрыть. Возвращаемся в объектный режим (клавиша Tab), нажимаем на изображение, а затем нажимаем на клавишу H.

Нажимаем на цилиндр, а затем нажимаем на клавишу N, чтобы открыть боковое меню с размерами модели. В разделе Dimensions указываем реальные размеры изделия. В поле X и Y указываем значения 40mm, в поле Z указываем 2mm. Затем нажимаем точку на Num Pad, чтобы приблизиться к модели (Рис. 20).

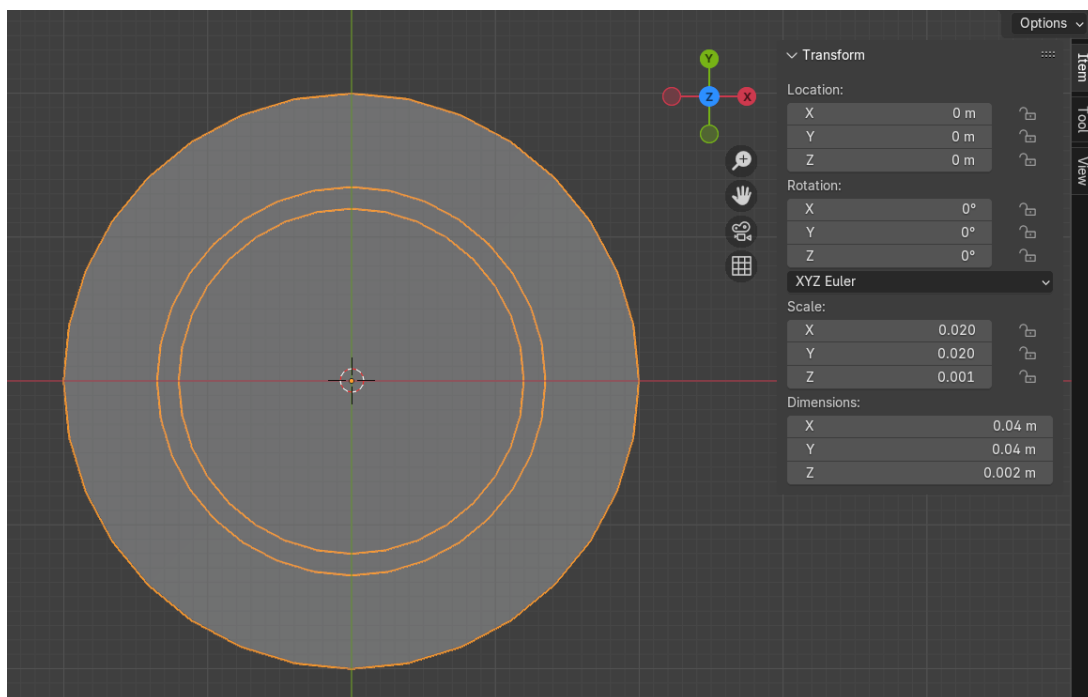


Рис. 20. Указание размеров фишки.

Нажимаем сочетание клавиш **Ctrl + A** и в появившемся меню выбираем вариант **Scale** (Рис. 21).

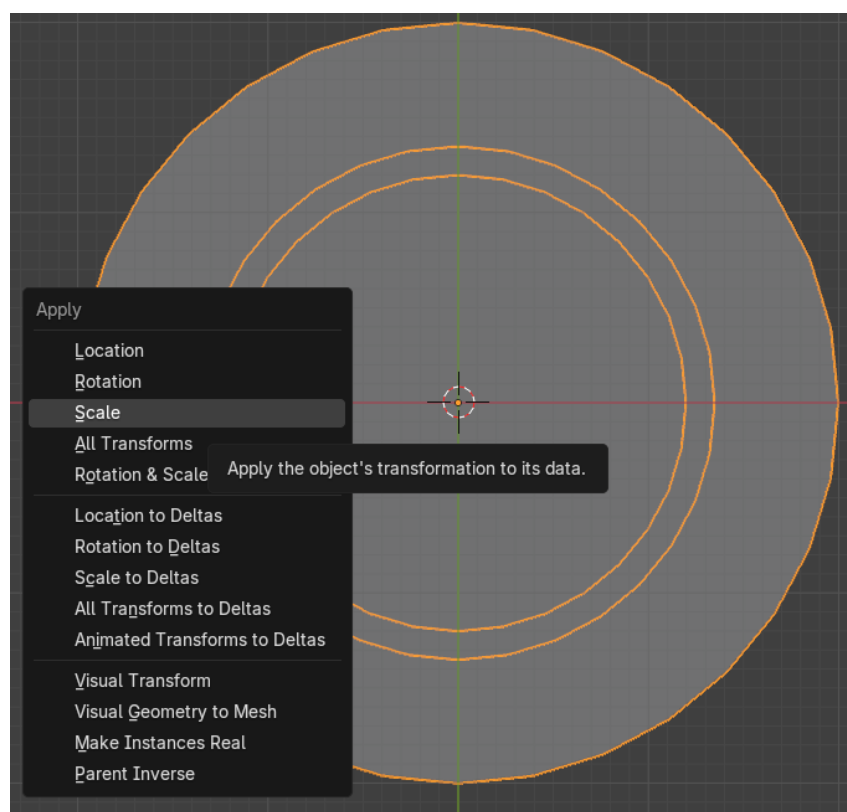


Рис. 21. Применение функции Scale к модели.

Переходим в режим редактирования (клавиша Tab). С зажатой клавишей Alt нажимаем на грань внутри ложбинки, чтобы выделить все грани ложбинки. Нажимаем на клавишу 1 на Num Pad, чтобы переключиться на вид сбоку. Затем нажимаем на клавишу E, чтобы создать углубление. В боковом меню (клавиша N) в разделе Median в поле Z указываем значение 0.6mm. Затем нажимаем сочетание клавиш Ctrl + 7 на Num Pad, чтобы переключиться на вид снизу. Аналогичным образом выделяем грани ложбинки, переключаемся на вид сбоку и создаём углубление. В боковом меню в разделе Median в поле Z указываем значение -0.6mm (Рис. 22).

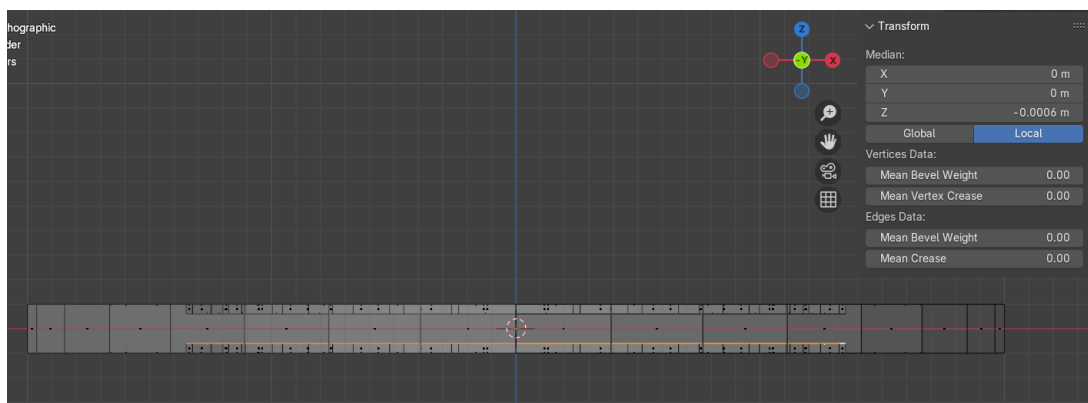


Рис. 22. Добавление ложбинки.

На этом этапе можно отключить режим прозрачности (Alt + z). Переходим в объектный режим (клавиша Tab) и в разделе Modifiers добавляем модификатор Subdivision Surface из раздела Generate. В параметрах Levels Viewport и Render указываем значение 3. Нажимаем на цилиндр правой кнопкой мыши и выбираем пункт Shade Smooth (Рис. 23).

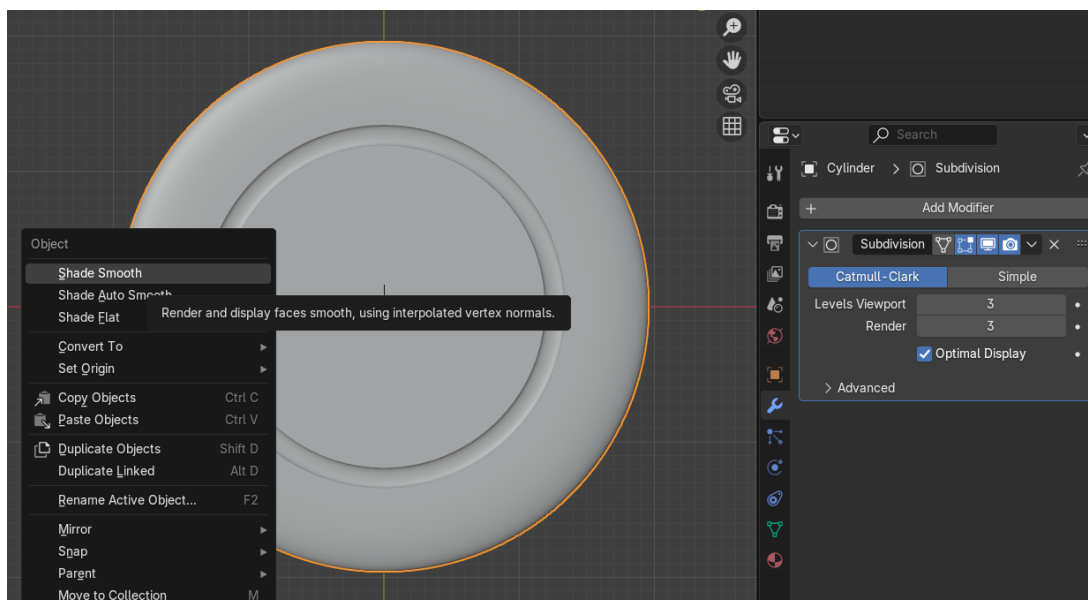


Рис. 23. Сглаживание модели.

На данном этапе углы модели выглядят слишком скруглёнными. Переходим в режим редактирования (клавиша Tab). Нажимаем сочетание клавиш Ctrl + R и

создаём новые грани, почти в плотную к граням, на которых происходит перепад высот. Создаём такие же грани в ложбинке. В режиме выбора поверхностей (клавиша 3) нажимаем на центральную часть фишки и нажимаем на клавишу I, чтобы создать новую грань в центральной части фишки. Затем переключаемся на вид снизу (Ctrl + 7 на Num Pad) и проделываем те же операции (Рис. 24).

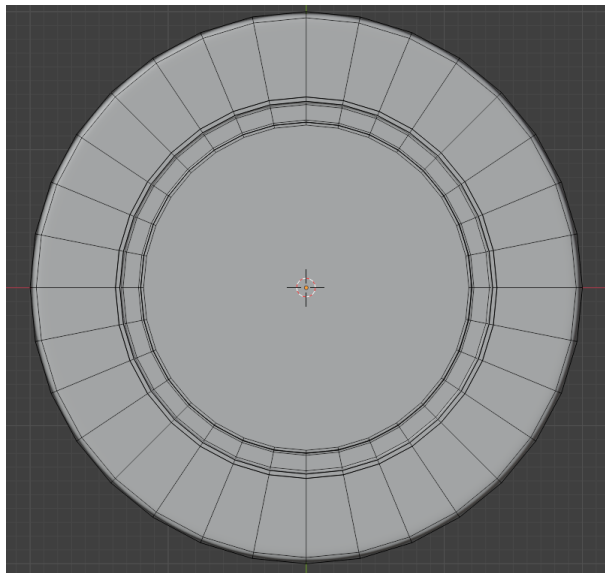


Рис. 24. Добавление новых рёбер для уточнения модели.

Теперь добавим подложку, на которой разместим текстуру стола. В боковом меню (клавиша N) в разделе Location в поле Z указываем значение 1mm, чтобы приподнять модель. Затем нажимаем Shift + A и в разделе Mesh выбираем Plane (Рис. 25). Затем нажимаем H, чтобы временно скрыть добавленную поверхность.

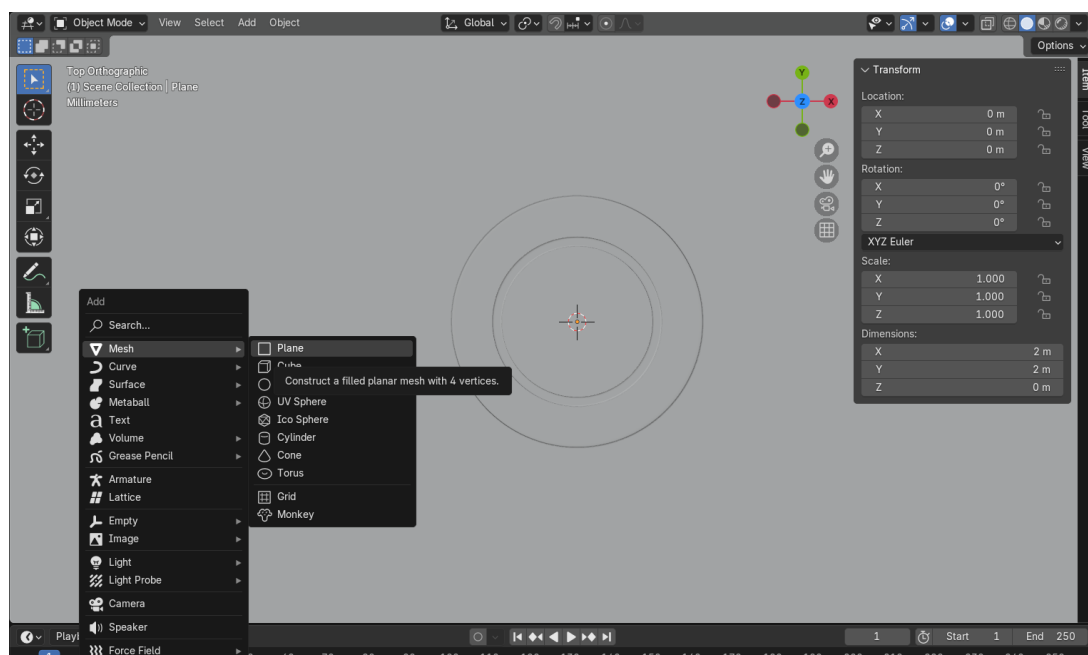


Рис. 25. Добавление плоскости.

4.1.3 Текстурирование

Переходим в раздел UV Editing в верхнем меню программы. В правом окне переключаемся в объектный режим (клавиша Tab), нажимаем на модель и нажимаем на точку на Num Pad, чтобы приблизиться к ней (Рис. 26).

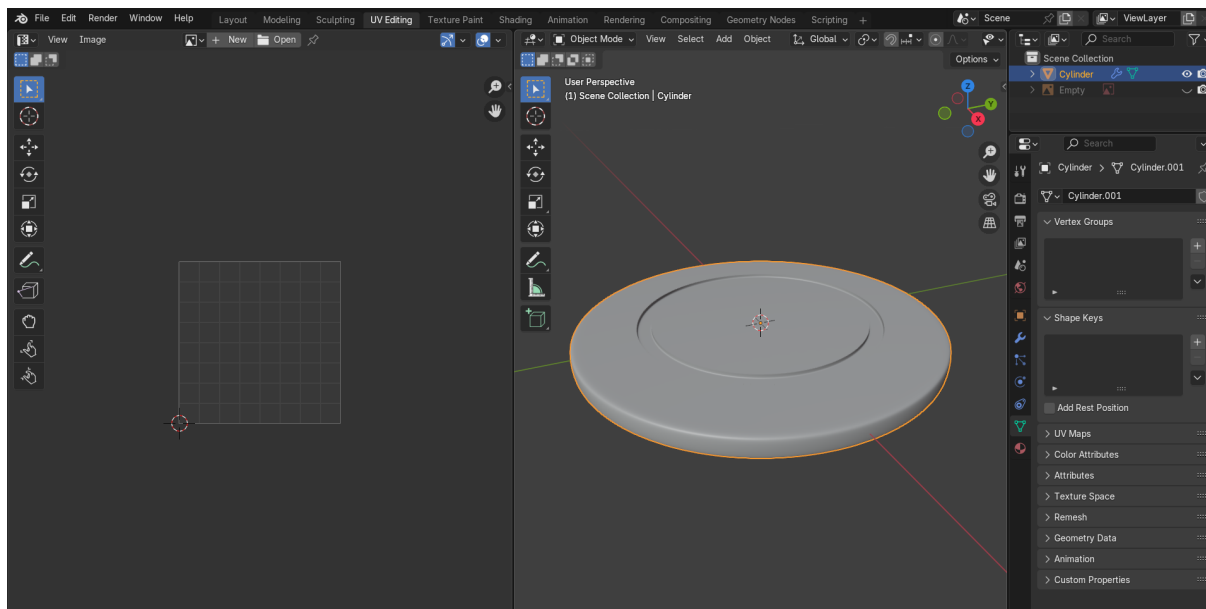


Рис. 26. Раздел UV Editing.

В разделе Render Properties в поле Render Engine выбираем Eevee, ставим галочку на разделе Raytracing и в его подразделе Fast GI Approximation в поле Threshold указываем значение 1. После чего нажимаем сочетание клавиш Z + 2, чтобы переключиться в режим предпросмотра материалов.

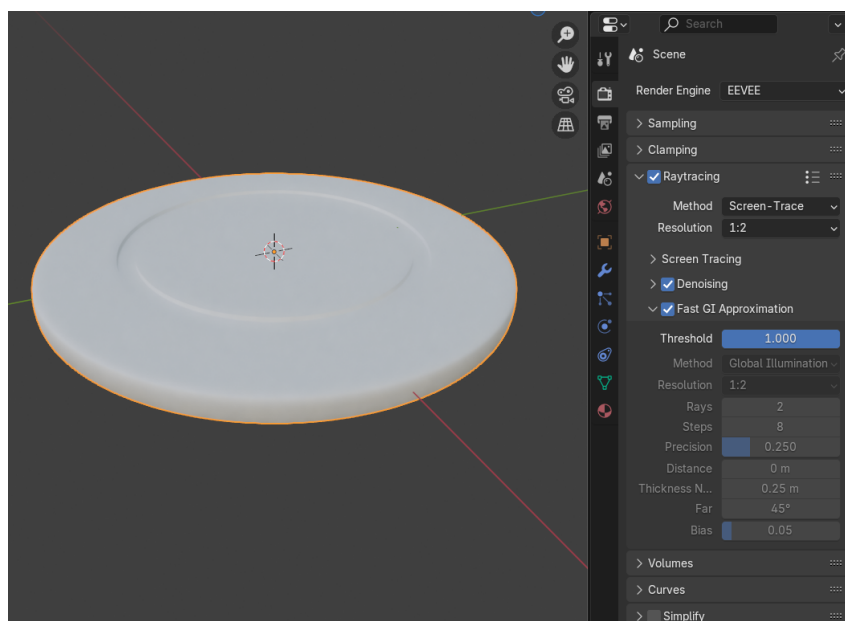


Рис. 27. Настройка движка Eevee для корректного отображения текстур.

Открываем раздел Material Properties и добавляем новый материал, нажимая на кнопку New. В поле Base Color указываем значение #9FAAB1FF. Затем нажимаем на + и снова на New, чтобы добавить ещё один материал. В разделе Base Color нажимаем на жёлтый кружок и выбираем пункт Image Texture (Рис. 28). В открывшемся окне проводника выбираем изображение фишки сверху. Изображение фишки снизу добавляем аналогичным образом.

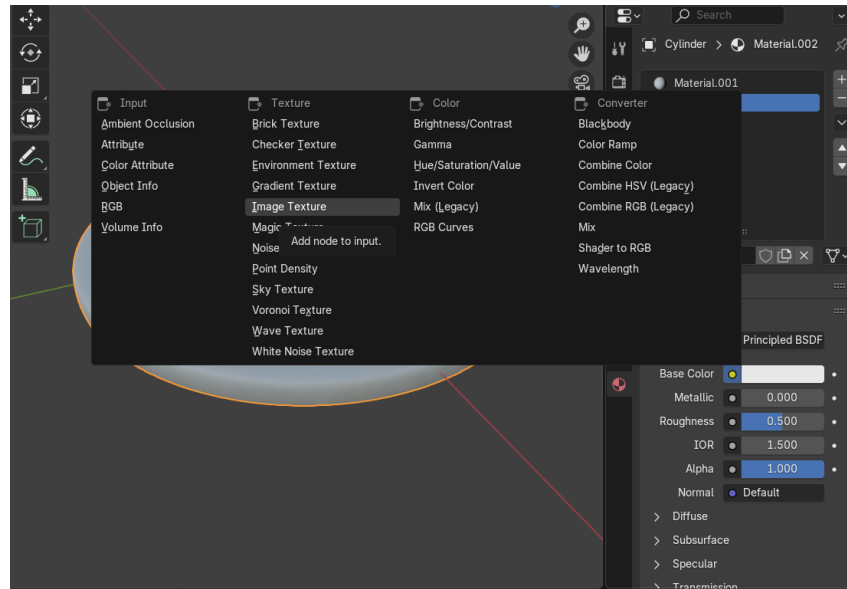


Рис. 28. Добавление изображения текстуры.

Переходим в режим редактирования (клавиша Tab). Переходим на вид сверху (клавиш 7 на Num Pad). В режиме выбора поверхностей (клавиша 3), выделяем все видимые поверхности. В разделе с материалами выбираем материал с изображением фишки сверху и нажимаем на кнопку Assign (Рис. 29).

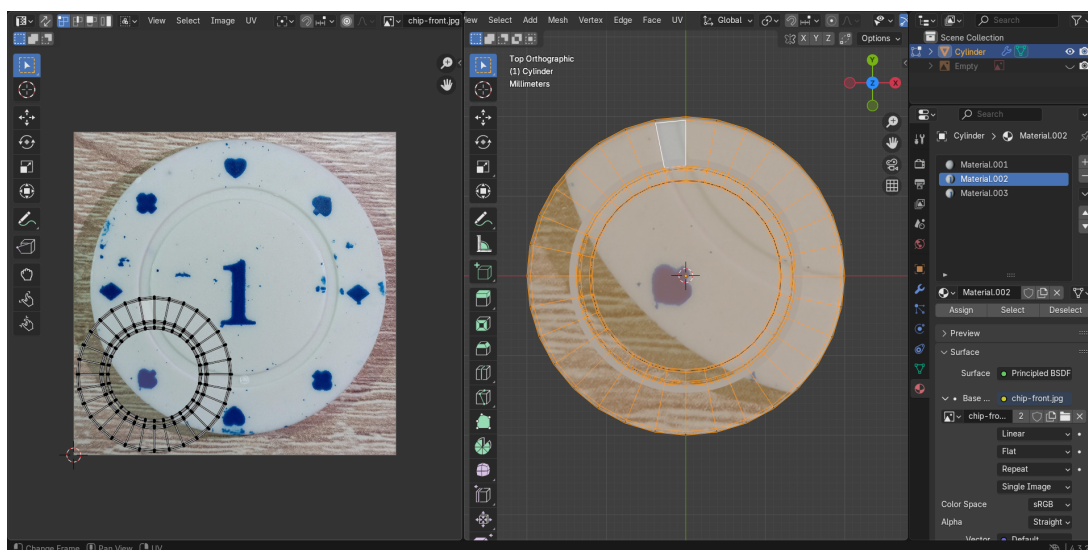


Рис. 29. Применение материалов с текстурой к выбранным граням.

На панели слева располагаем проекцию поверхностей на текстуре таким образом, чтобы форма поверхности совпадала с изображением. Аналогичным образом

накладываем материал с текстурой обратной стороны фишки (Рис. 30).

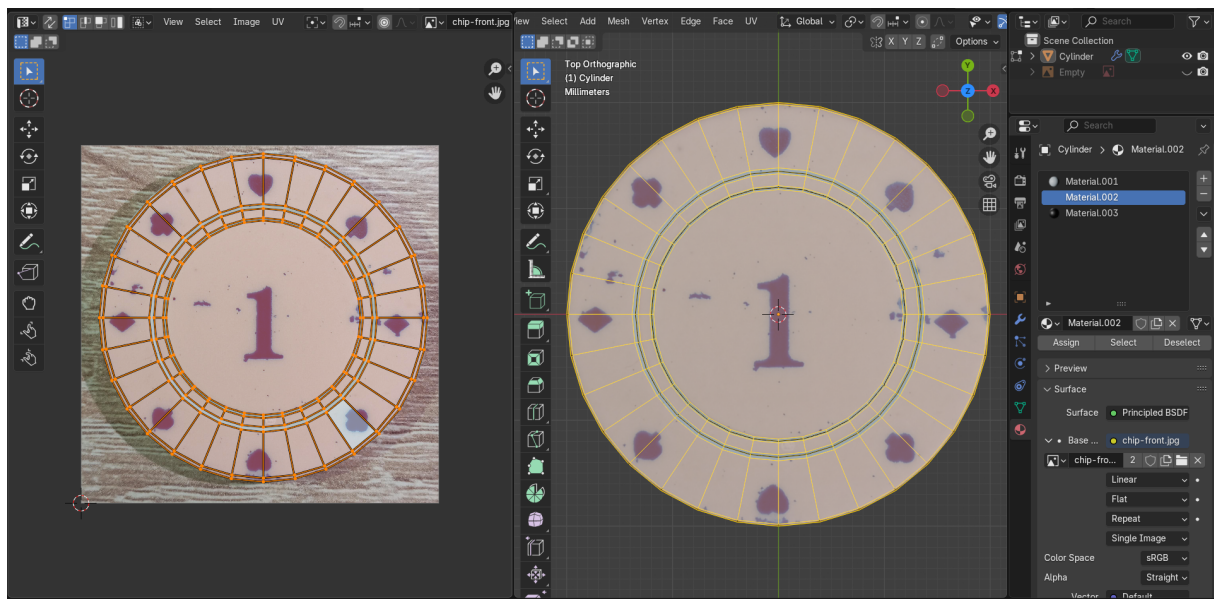


Рис. 30. Подгонка изображения текстуры.

Теперь можно вернуть поверхность, добавленную на этапе моделирования (Alt + H). В разделе Material Properties добавляем новый материал и в поле Base Color указываем текстуру стола. С помощью клавиши S в левом окне можно подогнать размеры текстуры (Рис. 31).

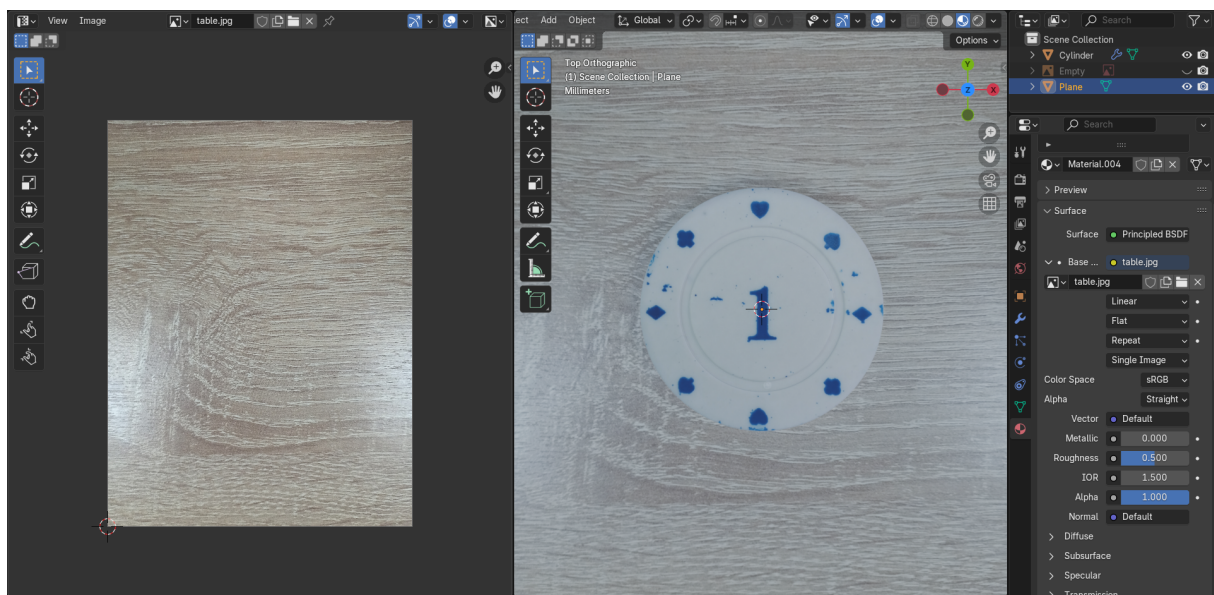


Рис. 31. Добавление текстуры стола.

4.1.4 Освещение и камера

Переходим в раздел Shading в верхнем меню программы. Нажимаем на модель и нажимаем на точку на Num Pad, чтобы приблизиться к ней. После чего используем сочетание клавиш $Z + 8$, чтобы перейти в режим предпросмотра результата.

Затем на панели редактирования материалов нужно переключиться на вкладку World. Нажать сочетание клавиш $\text{Shift} + A$ и в разделе Texture выбрать Image Texture. Выход Color узла Image Texture необходимо подключить ко входу Color узла Background. В Image Texture указывается путь до HDRI текстуры окружения, которая поставляется вместе с Blender – `C:\Program Files\Blender Foundation\Blender 4.3\4.3\datafiles\studiolights\world\`. В параметре Strength узла Background указываем значение 0.200 (Рис. 32).

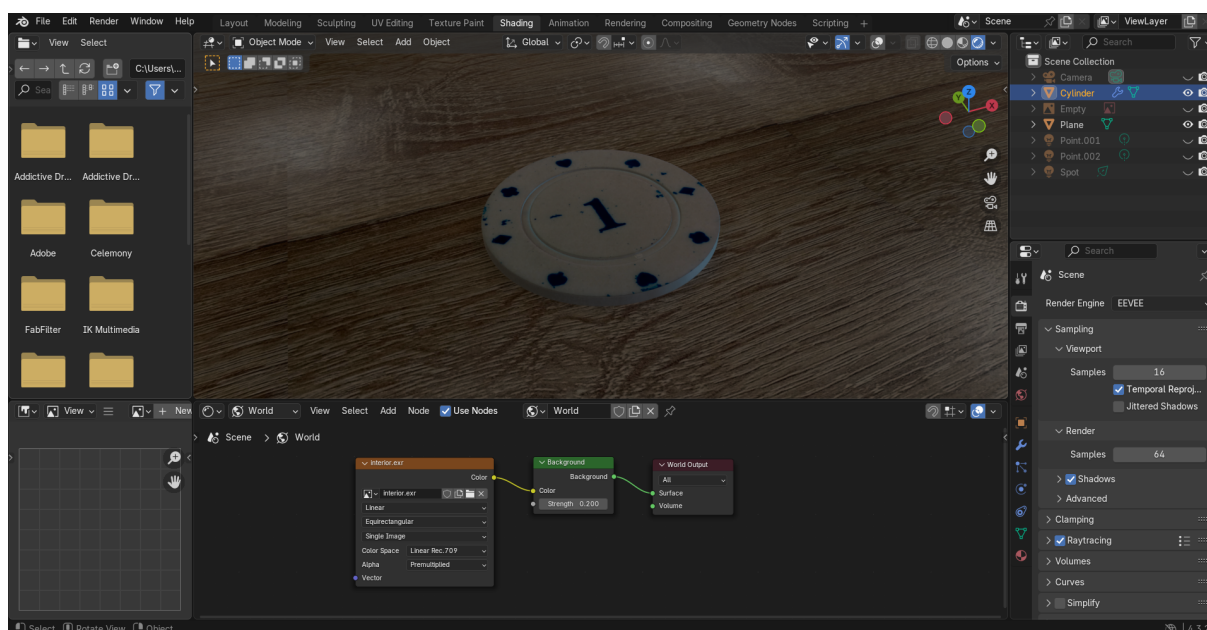


Рис. 32. Настройка общего освещения сцены.

Переключаемся на вид сбоку (клавиша 1 на Num Pad), нажимаем $\text{Shift} + A$ и в разделе Light выбираем Point. С помощью клавиши G располагаем источник света слева сверху над моделью. Для этого в боковом меню (клавиша N) в разделе Location в поле X указываем -0.3m, в поле Z указываем 0.2m. В разделе Object Data Properties в поле Power устанавливаем значение 4.5W. Затем дублируем источник света с помощью сочетания клавиш $\text{Shift} + D$ и располагаем с противоположной стороны. Источнику света слева задаём синеватый оттенок (#C5FBFF) в поле Color раздела Object Data Properties (Рис. 33).

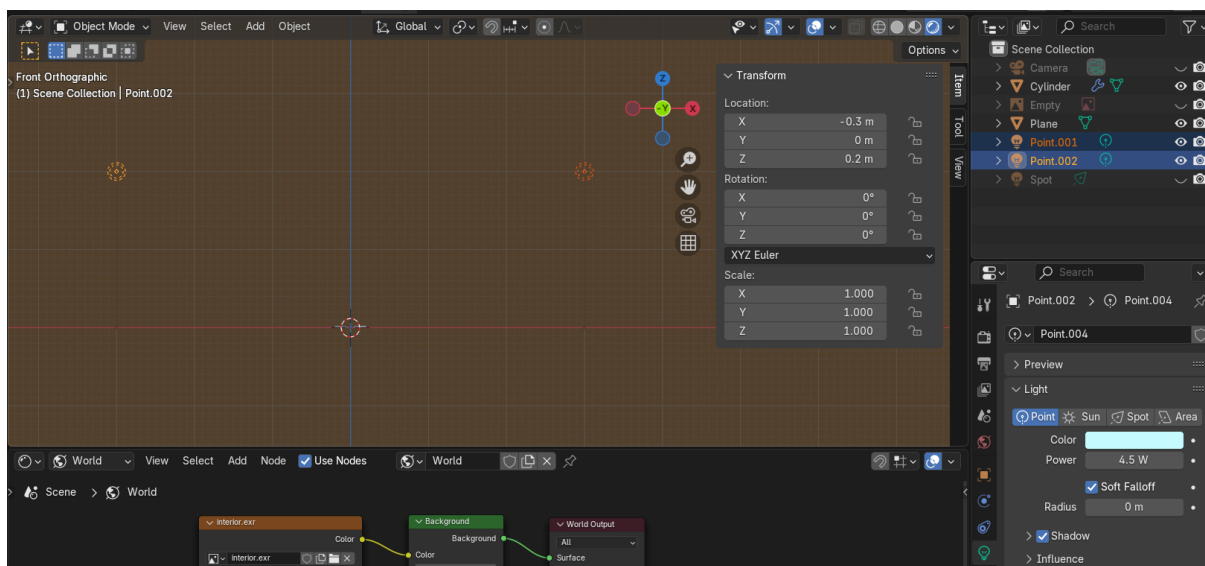


Рис. 33. Расположение дополнительных источников освещения.

Теперь добавим камеру. Для этого нажимаем сочетание клавиш Shift + A и выбираем пункт Camera. Теперь располагаем её ровно над моделью, чтобы получить изображение вида сверху. В боковом меню (клавиша N) в разделе Location в Z указываем значение 0.15m, а в разделе Rotation в поле X укажем значение 0. В разделе Object Data Properties в подразделе Lens в поле Focal Length указываем значение 110mm. Нажимаем 0 на Num Pad, чтобы переключиться на вид с камеры (Рис. 34).

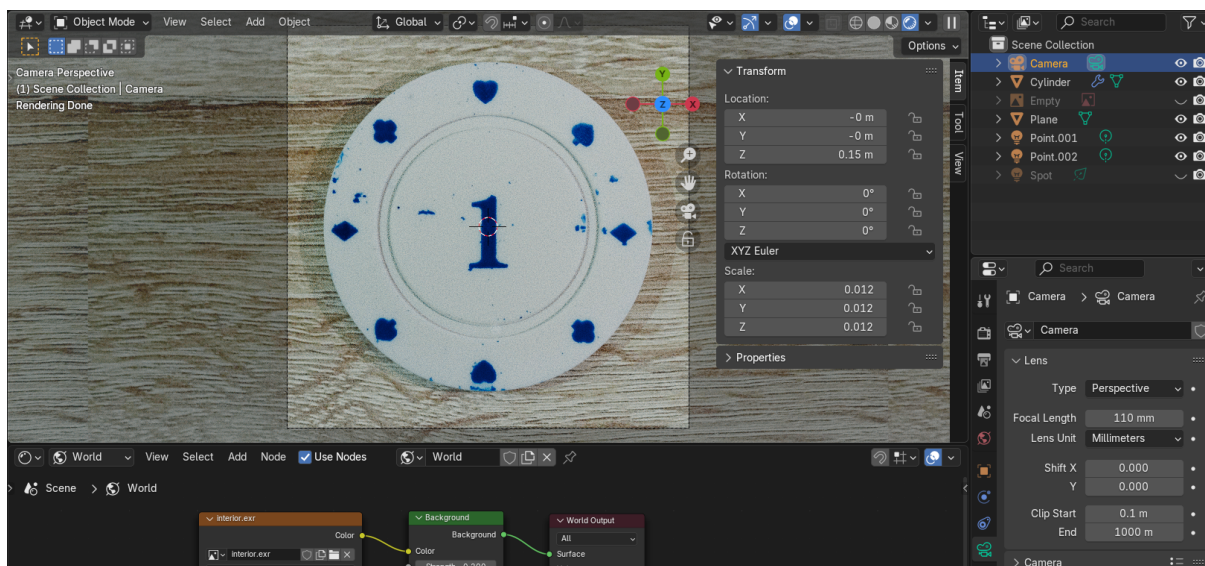


Рис. 34. Расположение камеры.

4.1.5 Рендеринг финальных изображений

Для настройки рендеринга открываем Render Properties. В поле Render Engine выбираем значение Cycles. В разделе Sampling/Render в поле Max Samples указываем значение 128, чтобы ускорить рендеринг (Рис. 97).

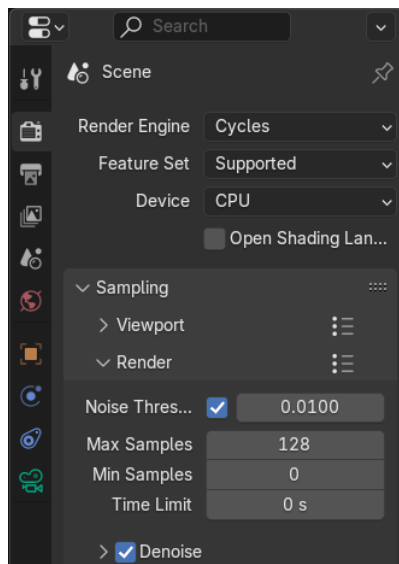


Рис. 35. Настройки рендеринга.

Нажимаем клавишу F12 и ожидаем некоторое время до окончания процесса рендеринга.

Результаты представлены на Рис. 36–38.



(a) Модель объекта.



(b) Объект моделирования.

Рис. 36. Сравнение модели объекта и объекта моделирования. Вид с лицевой стороны.



(a) Модель объекта.



(b) Объект моделирования.

Рис. 37. Сравнение модели объекта и объекта моделирования. Вид с обратной стороны.



(a) Модель объекта.



(b) Объект моделирования.

Рис. 38. Сравнение модели объекта и объекта моделирования. Вид сбоку справа.

4.2 Объект моделирования №2

4.2.1 Реальные размеры изделия

Ширина - 21 мм

Высота - 7 мм

Диаметр ободков - 1 мм

Толщина пластика между ободками - 0.3 мм

4.2.2 Моделирование

Нажимаем на цифру 7 на Num Pad, чтобы перейти на вид сверху. Затем нажимаем Shift + A и в разделе Image выбираем Reference. В открывшемся окне проводника выбираем изображение зажима и нажимаем Add Image (Рис. 39).

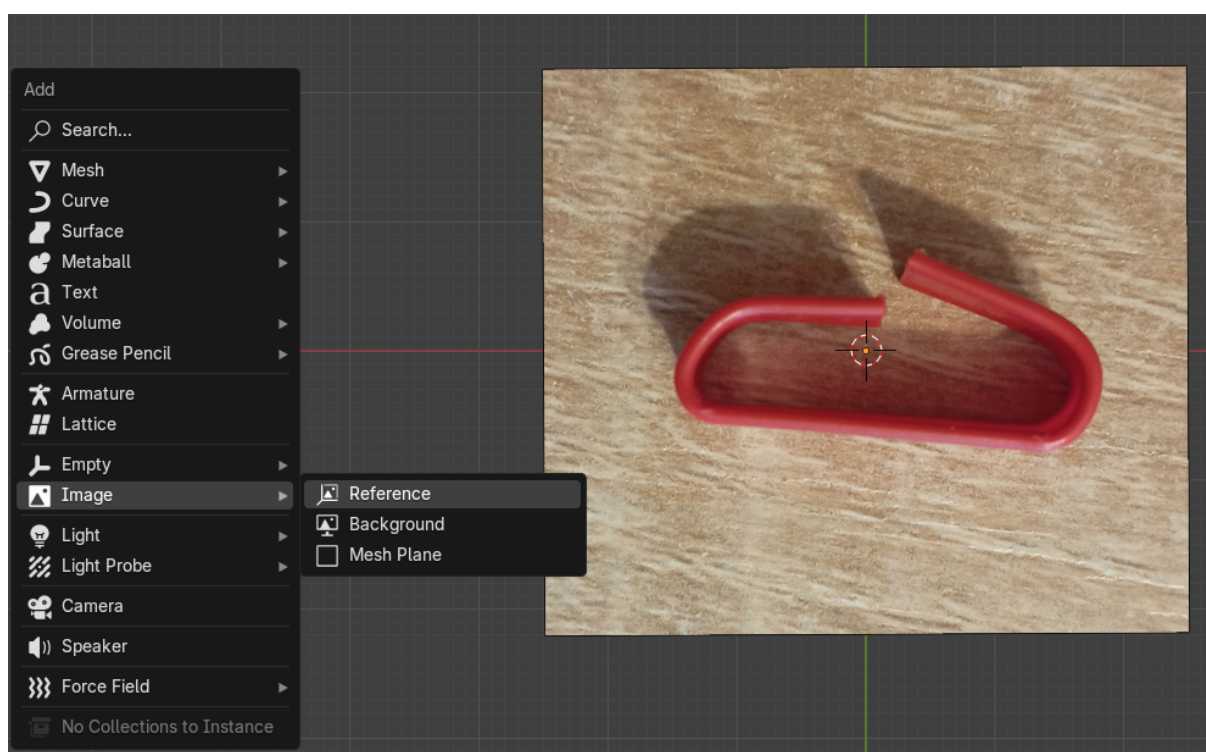


Рис. 39. Добавление изображения зажима.

Нажимаем Shift + A и в разделе Mesh выбираем Plane (Рис. 40).

Переходим в режим редактирования (клавиша Tab) и в режиме выбора вершин (клавиша 1) с зажатой клавишей Shift выбираем три любых вершины добавленной плоскости. Нажимаем на клавишу X и в появившемся меню выбираем пункт Vertex, чтобы удалить эти вершины. Выделяем оставшуюся вершину и с помощью клавиши G переносим её в крайнюю точку ободка зажима. Затем нажимаем клавишу E, чтобы добавить новую точку. Таким образом делаем окантовку для всего зажима (Рис. 41).

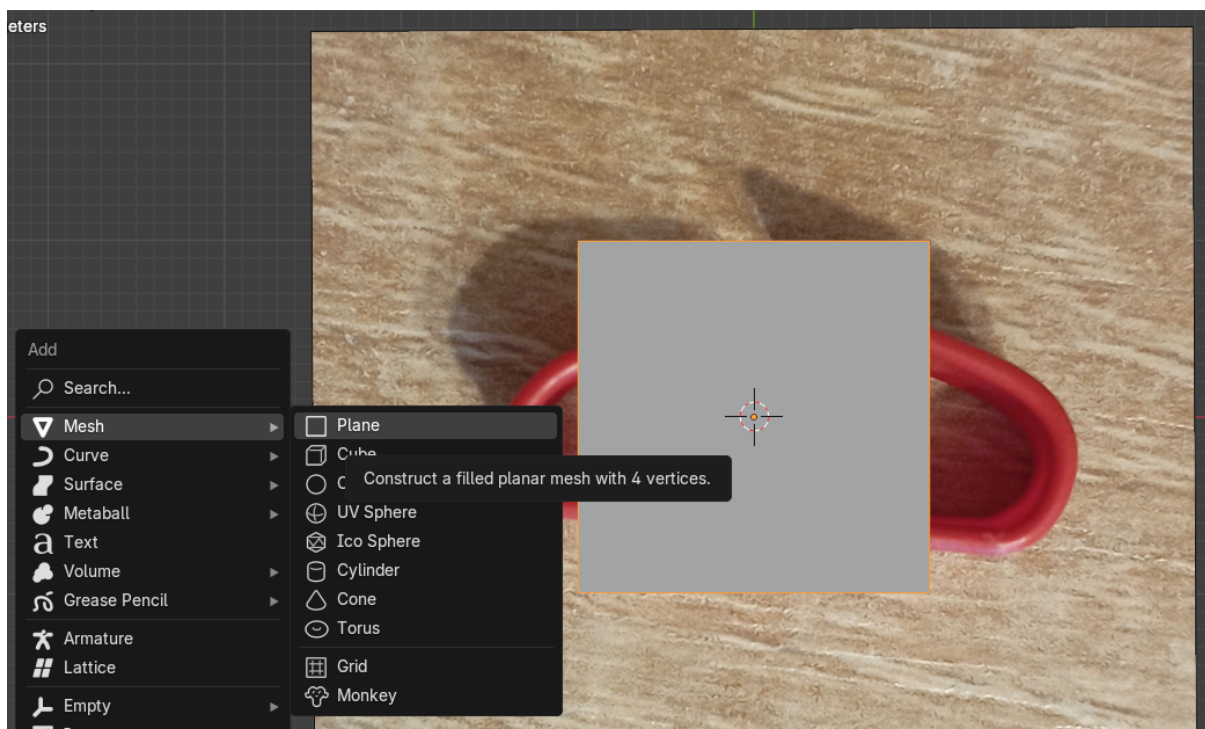


Рис. 40. Добавление плоскости.

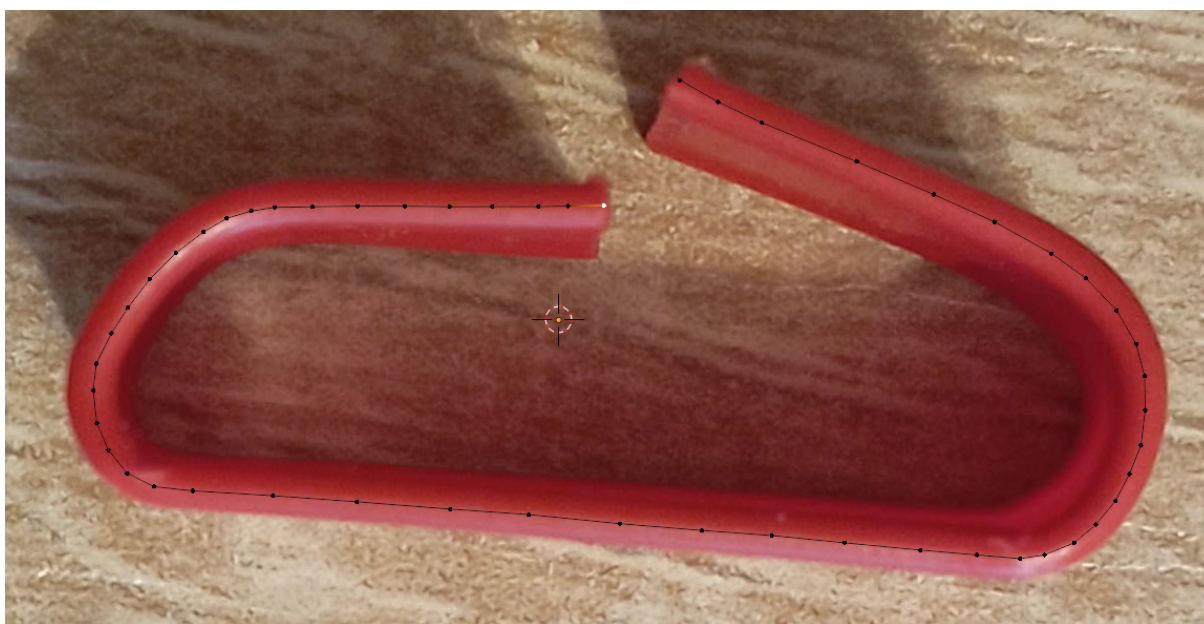


Рис. 41. Создание окантовки.

Переходим в объектный режим. Выделяем изображение и скрываем (клавиша H), оно больше не понадобится. Теперь выделяем полученную линию окантовки и в боковом меню (клавиша N) в разделе Dimensions в поле X указываем реальную ширину объекта – 21mm. После чего значение поля X из раздела Scale копируем в поле Y того же раздела, чтобы сохранить пропорции при масштабировании (Рис. 42).

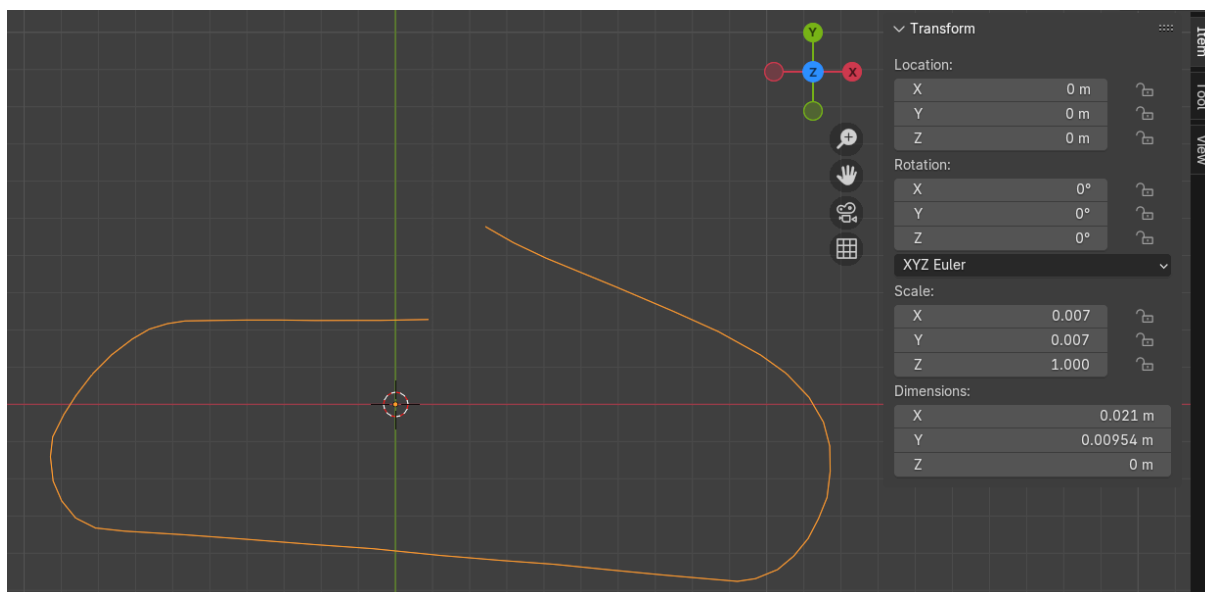


Рис. 42. Задание реальных размеров.

Переключаемся на вид сбоку (клавиша 1 на Num Pad), затем копируем окантовку (сочетание клавиш Shift + D) и поднимаем немного выше. Затем нажимаем по новому объекту правой кнопкой мыши и в разделе Convert To выбираем пункт Curve.

Нажимаем сочетание клавиш Shift + A и в разделе Mesh выбираем пункт Circle. Затем в боковом меню (клавиша N) в разделе Dimensions в полях X и Y указываем диаметр ободков – 1mm. Нажимаем на добавленный круг правой кнопкой мыши и в разделе Convert To выбираем пункт Curve (Рис. 43).

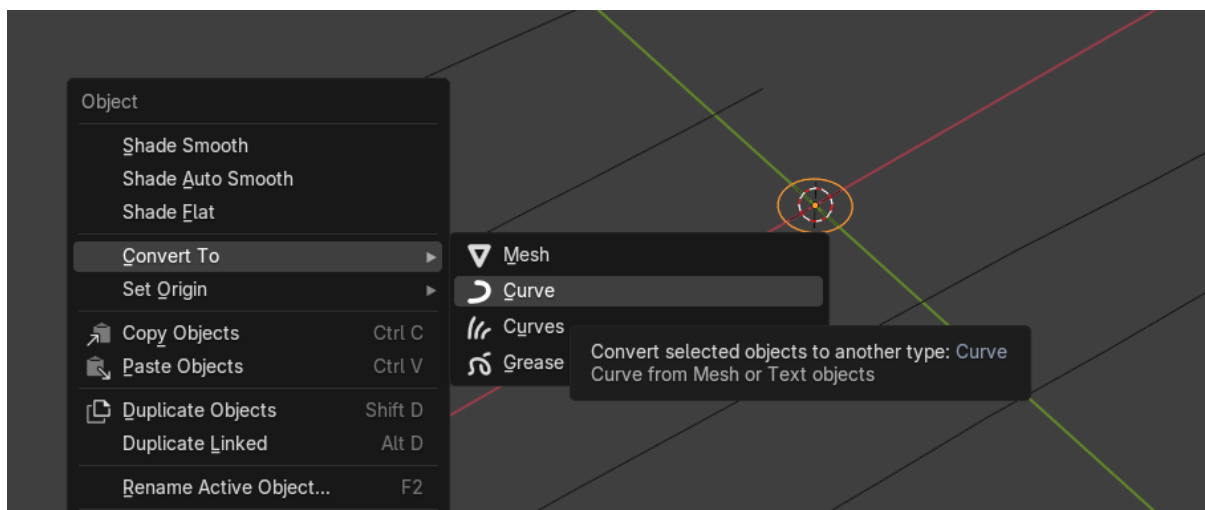


Рис. 43. Конвертация круга из меша в кривую.

Выбираем добавленный круг и нажимаем сочетание клавиш Ctrl + A и в появившемся списке выбираем пункт Scale. Затем выбираем скопированную окантовку, открываем раздел Object Data Properties и в подразделе Geometry/Bevel выбираем вариант Object. Нажимаем на иконку пипетки и выбираем круг и нажимаем на галочку

у поля Fill Caps (Рис. 44).

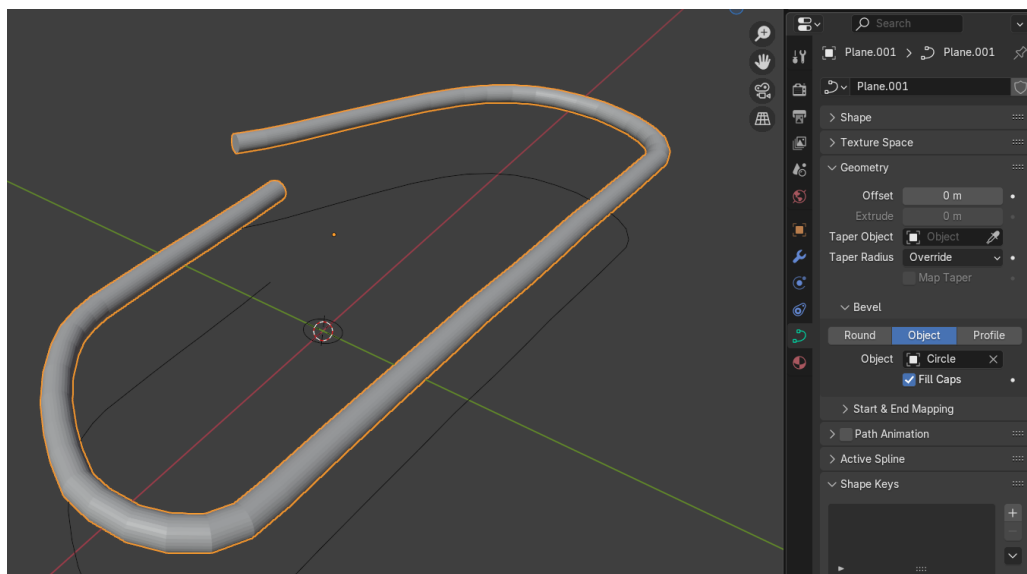


Рис. 44. Создание ободка.

Полученный ободок и круг пока можно скрыть (клавиша H). В объектном режиме выбираем исходную окантовку зажима и переходим в режим редактирования (клавиша Tab). Выбираем все вершины (клавиша A) и расширяем окантовку вверх (сочетание клавиш E + Z). Возвращаемся в объектный режим (клавиша Tab). В боковом меню (клавиша N) в разделе Dimensions в поле Z указываем высоту чуть меньше реальной высоты объекта – 6.5mm. В разделе Location в поле Z указываем значение 0.5mm. Нажимаем сочетание клавиш Ctrl + A и выбираем пункт Scale (Рис. 45).

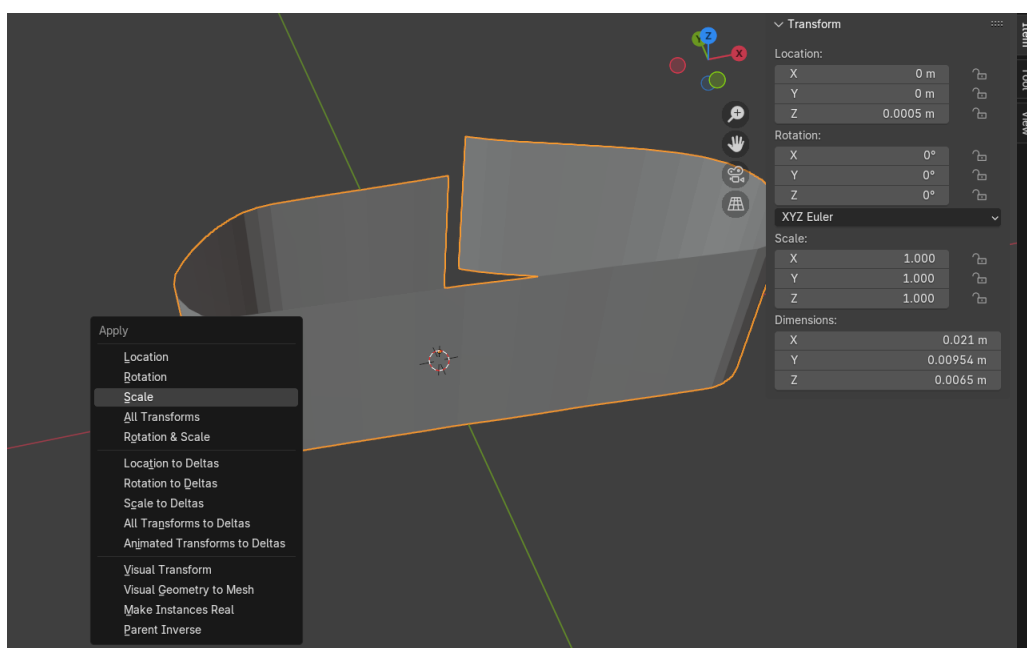


Рис. 45. Создание боковых сторон зажима.

Продолжаем работать с ободком. В разделе Modifier Properties нажимаем на кнопку Add Modifier и добавляем модификатор Subdivision Surface из раздела Generate. В поле Level указываем значение 2. Затем добавляем ещё один модификатор из раздела Generate – Solidify. В поле Mode выбираем значение Complex. В поле Thickness указываем половину от толщины пластика – 0.15mm. В поле Offset указываем значение 0. Затем нажимаем сочетание клавиш Ctrl + A, чтобы применить модификатор Solidify (Рис. 46).

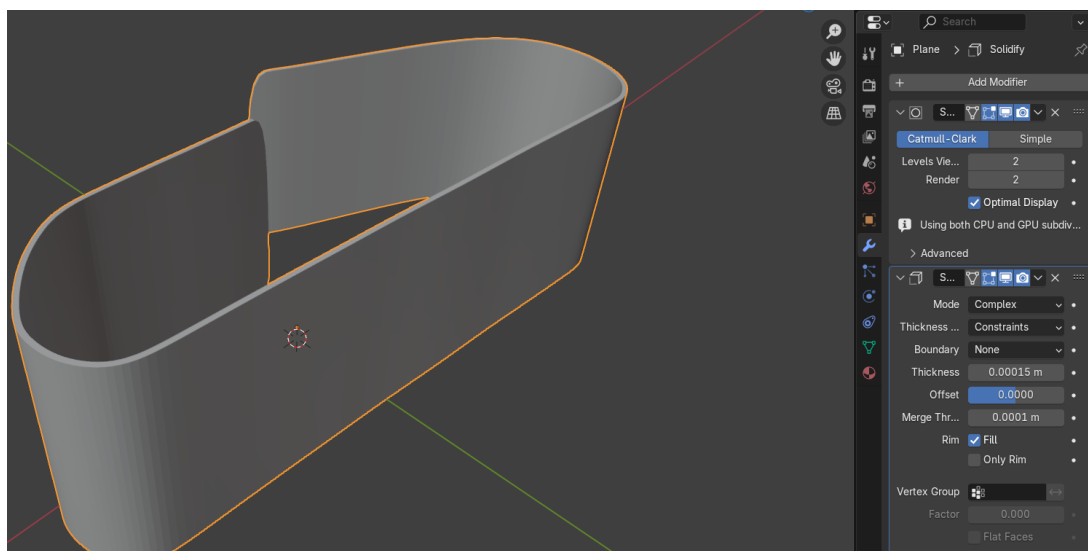


Рис. 46. Придание толщины зажиму.

Переходим в режим редактирования (клавиша Tab). Нажимаем сочетание Ctrl + R, чтобы добавить новые грани и убрать излишнее сглаживание по краям объекта. Возвращаемся в объектный режим (клавиша Tab). Нажимаем на объект правой кнопкой мыши и выбираем пункт Shade Smooth (Рис. 47).

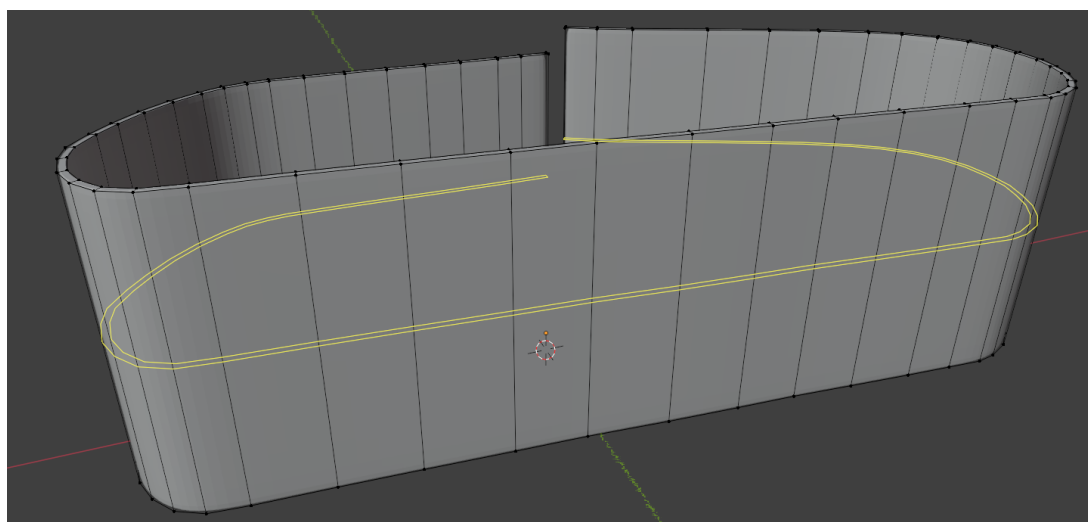


Рис. 47. Добавление новых граней.

Возвращаем скрытый ободок (Alt + H). В Modifier Properties добавляем модификатор Subdivision Surface из раздела Generate. В поле Levels указываем значение

2. Нажимаем на ободок правой кнопкой мыши и выбираем пункт **Shade Smooth**. В боковом меню (клавиша N) в разделе **Location** в поле **Z** указываем значение **0.5mm** (Рис. 48).

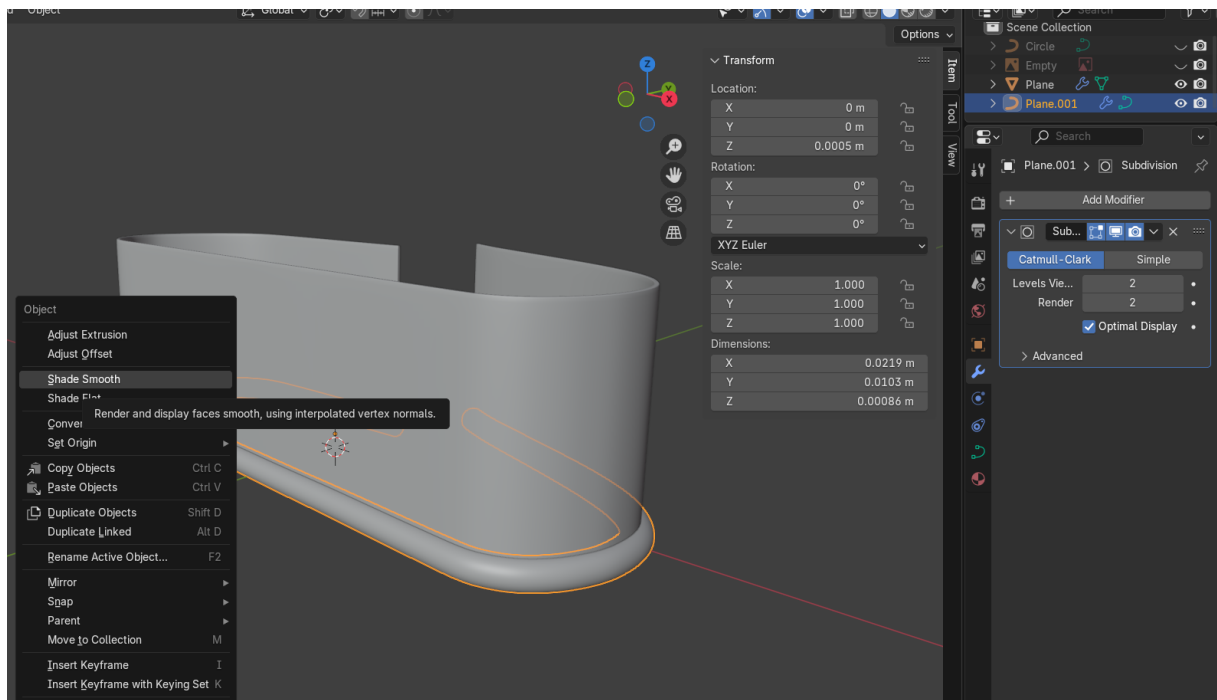


Рис. 48. Установка и сглаживание нижнего ободка.

Переходим в режим редактирования (клавиша Tab). Выделяем крайние точки на ободке и чуть-чуть сдвигаем (клавиша G) с зажатой клавишей Shift, чтобы грани ободка и основной части зажима не накладывались друг на друга (Рис. 49).

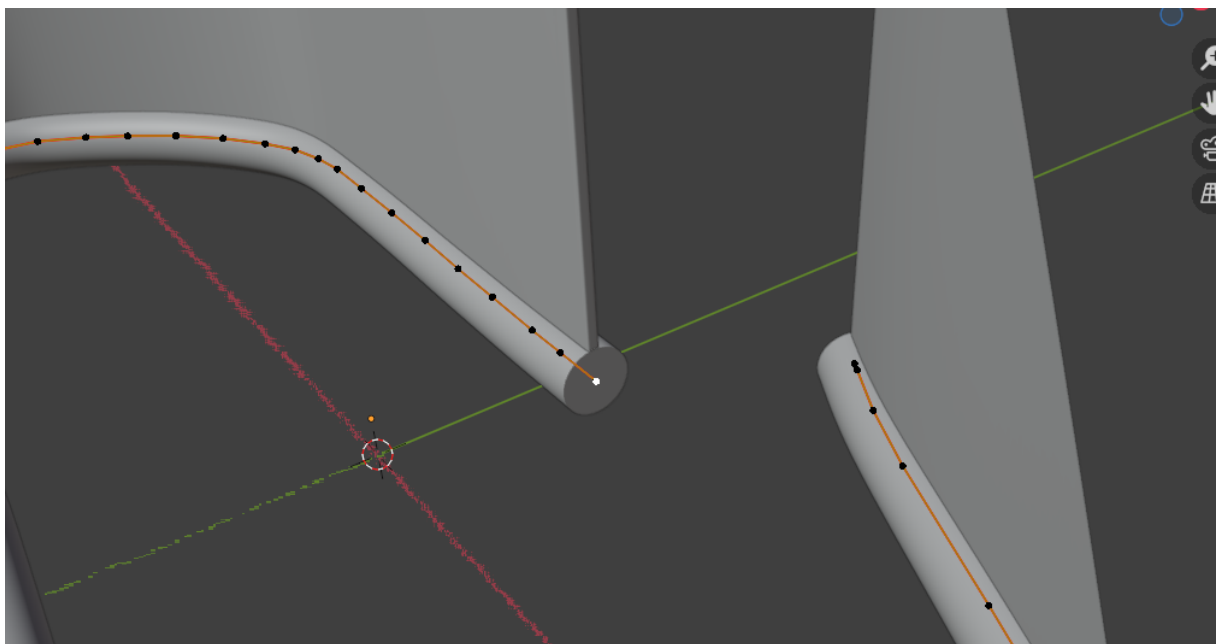


Рис. 49. Устранение артефактов на стыке граней.

Возвращаемся в объектный режим (клавиша Tab). Копируем нижний ободок с помощью сочетания клавиш Alt + D. В боковом меню (клавиша N) в разделе Location в поле Z указываем значение 7mm (Рис. 50).

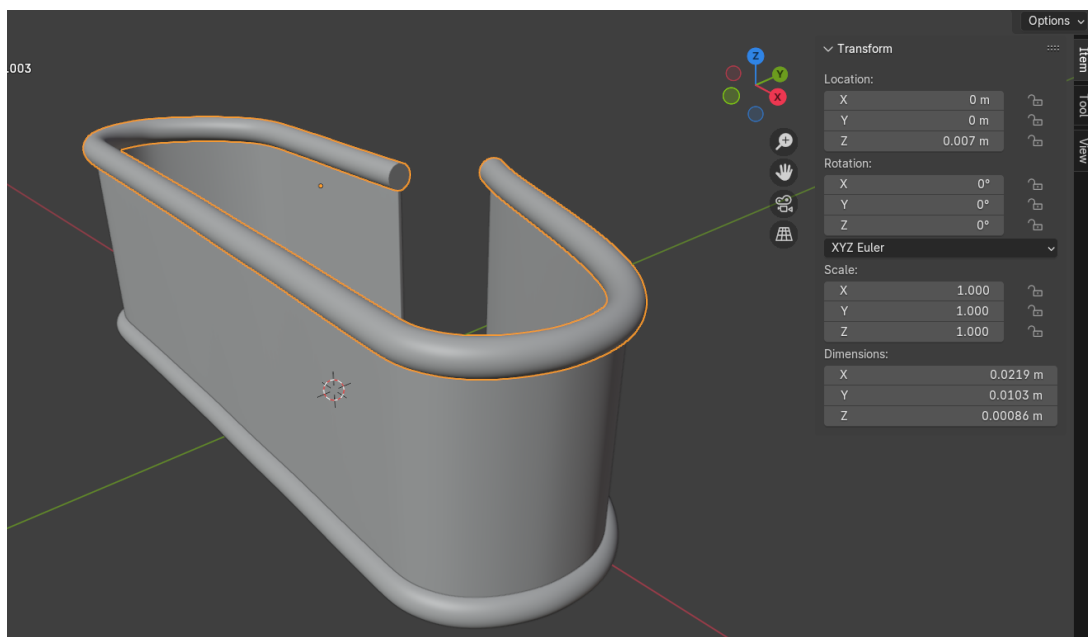


Рис. 50. Установка верхнего ободка.

Теперь добавим подложку, на которой разместим текстуру стола. Нажимаем Shift + A и в разделе Mesh выбираем Plane (Рис. 51). Затем нажимаем H, чтобы временно скрыть добавленную поверхность.

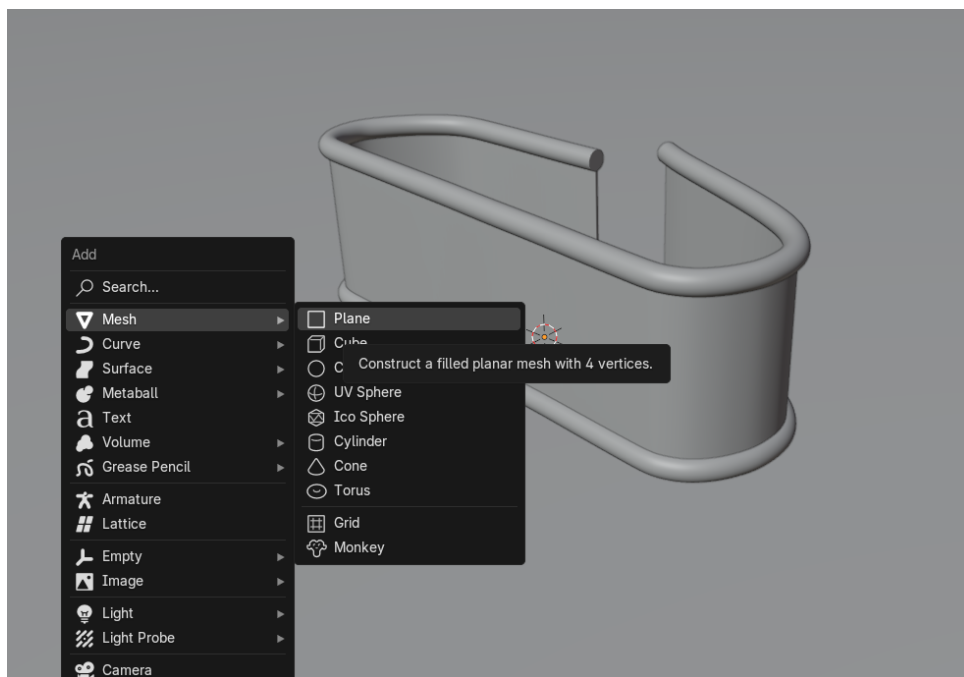


Рис. 51. Добавление плоскости.

4.2.3 Текстурирование

Переходим в раздел UV Editing в верхнем меню программы. В правом окне переключаемся в объектный режим (клавиша Tab), нажимаем на модель и нажимаем на точку на Num Pad, чтобы приблизиться к ней (Рис. 52).

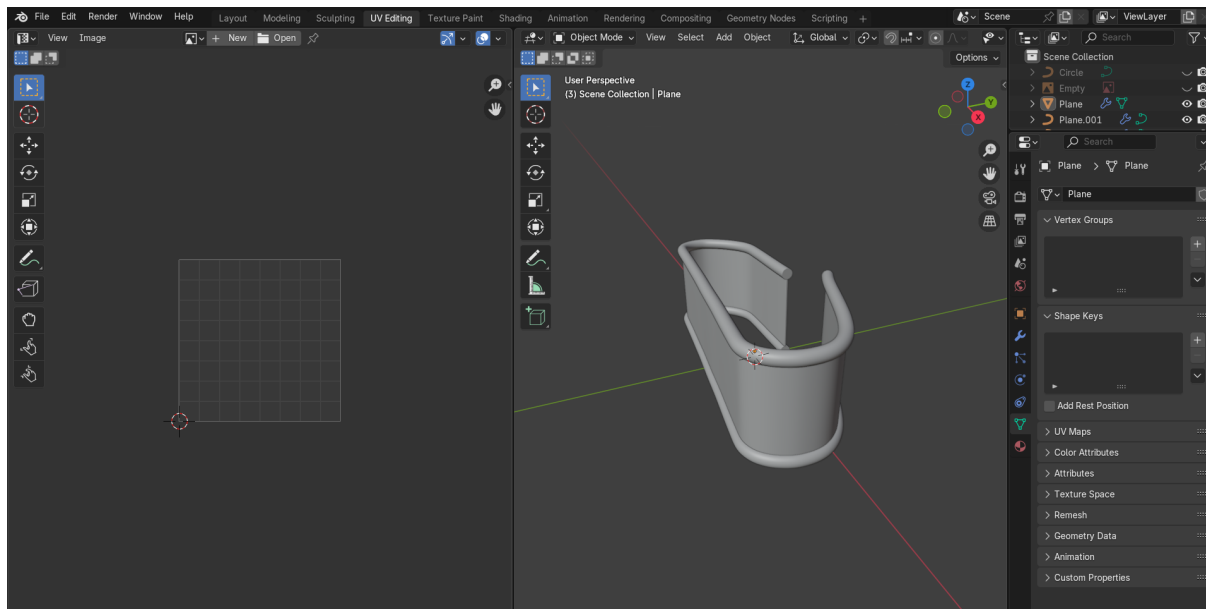


Рис. 52. Раздел UV Editing.

В разделе Render Properties в поле Render Engine выбираем Eevee, ставим галочку на разделе Raytracing и в его подразделе Fast GI Approximation в поле Threshold указываем значение 1. После чего нажимаем сочетание клавиш Z + 2, чтобы переключиться в режим предпросмотра материалов (Рис. 53).

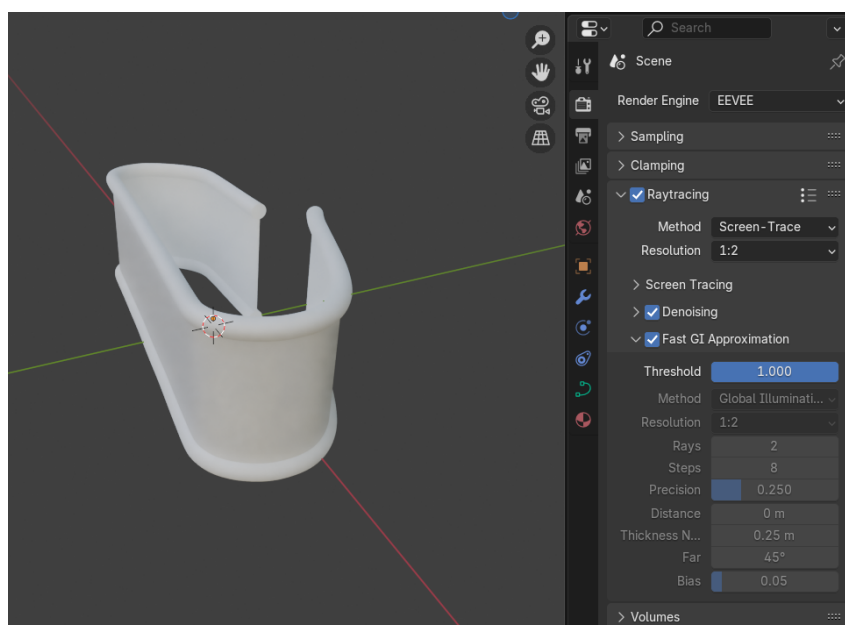


Рис. 53. Настройка движка Eevee для корректного отображения текстур.

Выбираем нижний ободок и открываем раздел Material Properties. Нажимаем на кнопку New, чтобы добавить новый материал. В поле Base Color указываем значение #A61625 (Рис. 54).

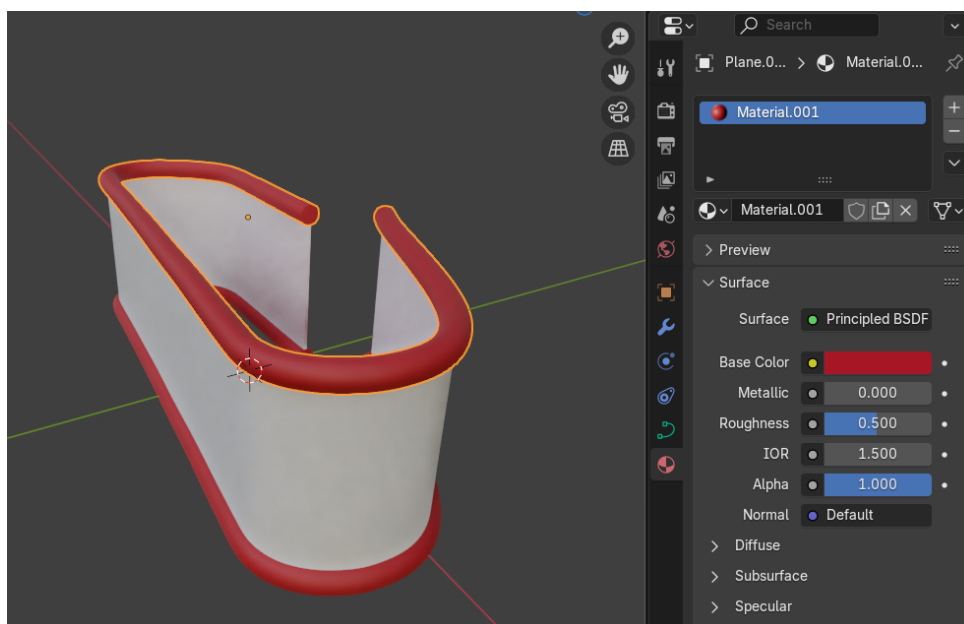


Рис. 54. Покраска ободков.

Переходим в раздел Shading. Выбираем основную часть зажима и добавляем новый материал для него. Для этого нажимаем на кнопку New на панели ниже. Затем нажимаем сочетание клавиш Shift + A и в разделе Color выбираем Hue/Saturation/Value. В поле Color добавленного узла указываем значение #A61625. Снова нажимаем Shift + A и в разделе Texture выбираем Image Texture, в которой указываем путь до текстуры с надписью (Рис. 56), в поле Extension указываем значение Clip, чтобы изображение с надписью не повторялось. Добавляем ещё один узел из раздела Color – Mix Color. Соединяем узлы как показано на Рис. 55.

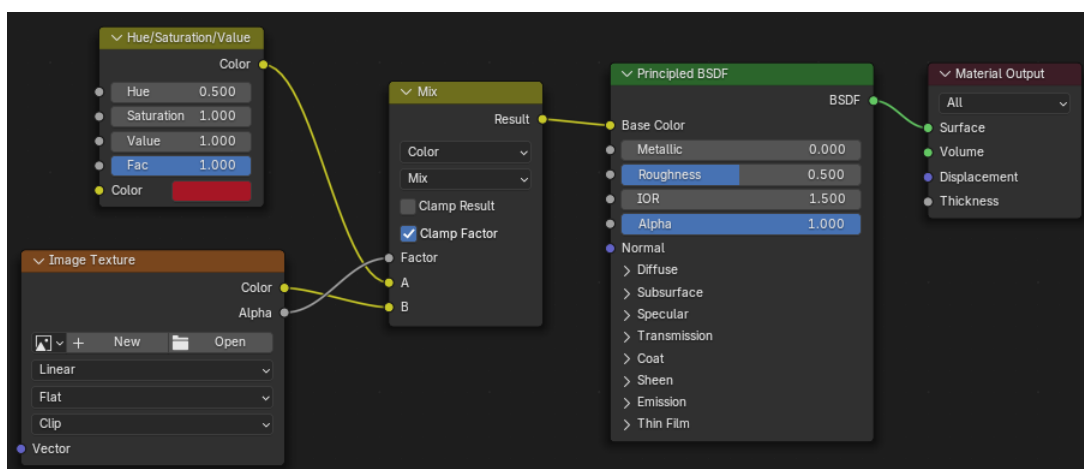


Рис. 55. Графовое представление материала основной части зажима.

09.03.25.2-1

Рис. 56. Текстура надписи на объекте моделирования.

Возвращаемся на вкладку UV Editing. Переключаемся в режим выбора граней (клавиша 3) и выделяем все грани, на которых будет расположена надпись. Нажимаем клавишу U и в разделе Unwrap выбираем пункт Angle Based, чтобы создать развёртку этих граней. Теперь в левом окне подгоняем развёртку под изображение, используя клавиши G, S и R (Рис. 57).

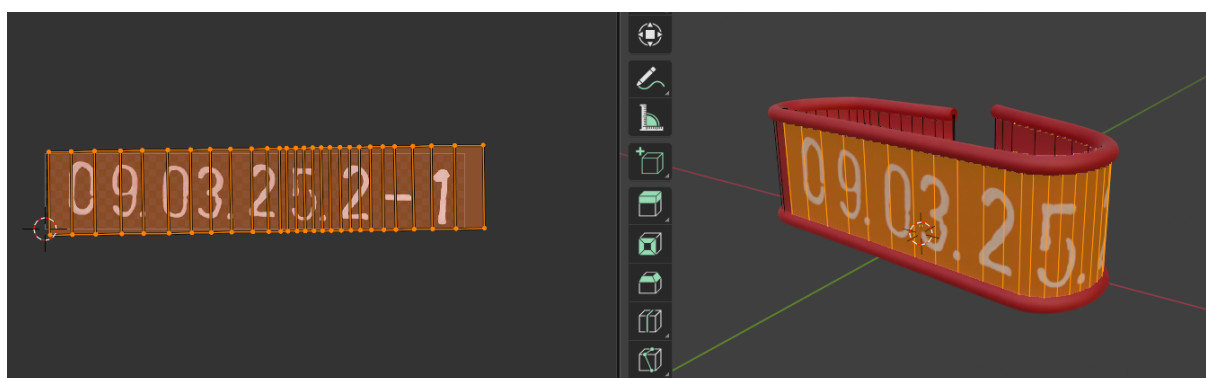


Рис. 57. Корректировка UV развёртки текстуры с надписью.

Теперь можно вернуть поверхность, добавленную на этапе моделирования (Alt + H). В разделе Material Properties добавляем новый материал и в поле Base Color указываем текстуру стола. С помощью клавиши S в левом окне можно подогнать размеры текстуры (Рис. 58).

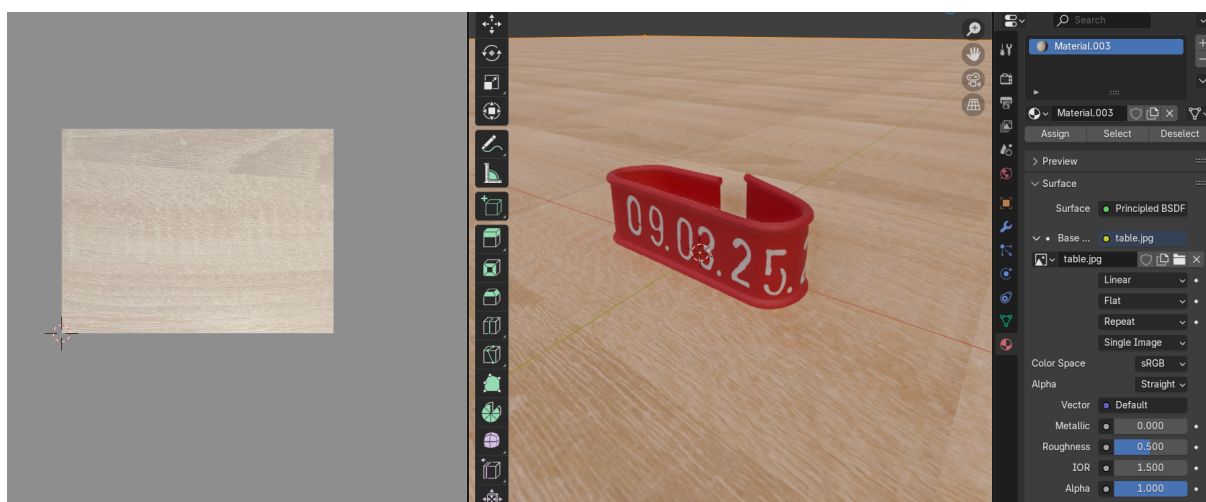


Рис. 58. Добавление текстуры стола.

4.2.4 Освещение и камера

Переходим в раздел Shading в верхнем меню программы. После чего используем сочетание клавиш $Z + 8$, чтобы перейти в режим предпросмотра результата.

Затем на панели редактирования материалов нужно переключиться на вкладку World. Нажать сочетание клавиш $\text{Shift} + A$ и в разделе Texture выбрать Image Texture. Выход Color узла Image Texture необходимо подключить ко входу Color узла Background. В Image Texture указывается путь до HDRI текстуры окружения, которая поставляется вместе с Blender – `C:\Program Files\Blender Foundation\Blender 4.3\4.3\datafiles\studiolights\world\interior.exr` (Рис. 59).

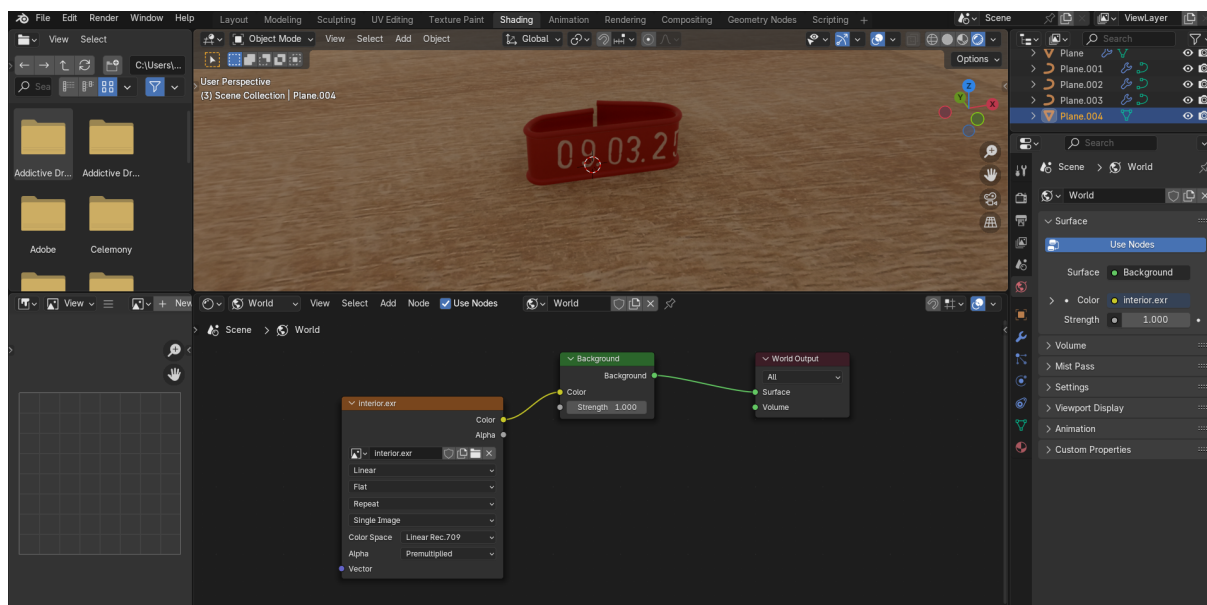


Рис. 59. Настройка общего освещения сцены.

Нажимаем $\text{Shift} + A$ и в разделе Light выбираем Point. В боковом меню (клавиша N) в разделе Location в поле X указываем 0.01m, в поле Y указываем -0.4m, в поле Z указываем 0.5m. В разделе Object Data Properties в поле Power устанавливаем значение 4.5W. Нажимаем на точку на Num Pad, чтобы перейти к источнику света, и переключаемся на вид сверху (клавиша 7 на Num Pad). Затем дублируем источник света дважды с помощью сочетания клавиш $\text{Shift} + D$. Копии располагаем рядом с исходным источником для имитации лампочек в люстре, именно такое освещения было в момент создания фотографий. Источникам света задаём цвет #CCDEFF в поле Color раздела Object Data Properties (Рис. 60).

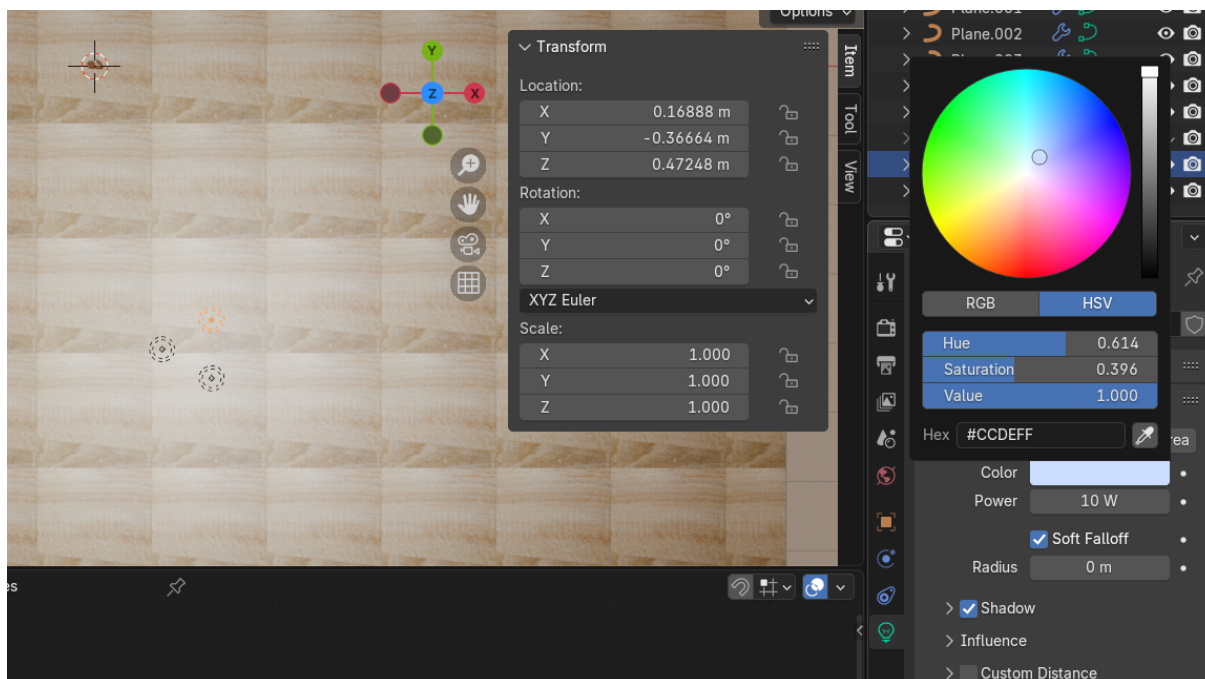


Рис. 60. Расположение дополнительных источников освещения.

Теперь добавим камеру. Для этого нажимаем сочетание клавиш Shift + A и выбираем пункт Camera. Теперь располагаем перед моделью, чтобы получить вид сбоку как на фотографии. В боковом меню (клавиша N) в разделе Location в поле X указываем 0.062m, в поле Y указываем -0.09m, в поле Z указываем 0.066m, а в разделе Rotation в поле X укажем значение 60, в поле Z – 34. В разделе Object Data Properties в подразделе Lens в поле Focal Length указываем значение 140mm. Нажимаем 0 на Num Pad, чтобы переключиться на вид с камеры (Рис. 61).

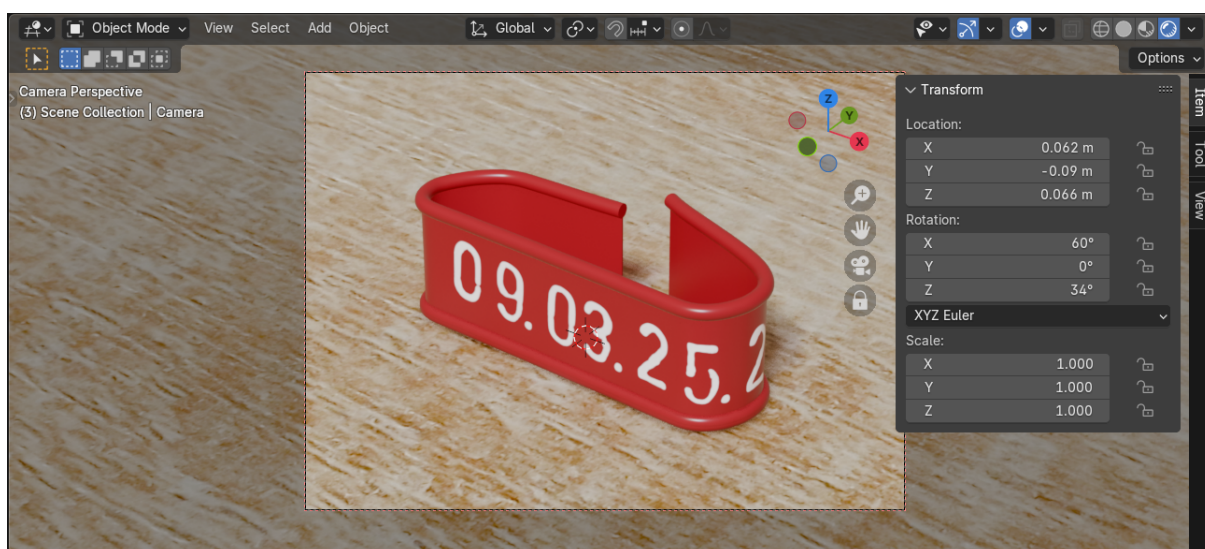


Рис. 61. Расположение камеры.

4.2.5 Рендеринг финальных изображений

Для настройки рендеринга открываем Render Properties. В поле Render Engine выбираем значение Cycles. В разделе Sampling/Render в поле Max Samples указываем значение 128, чтобы ускорить рендеринг (Рис. 97).

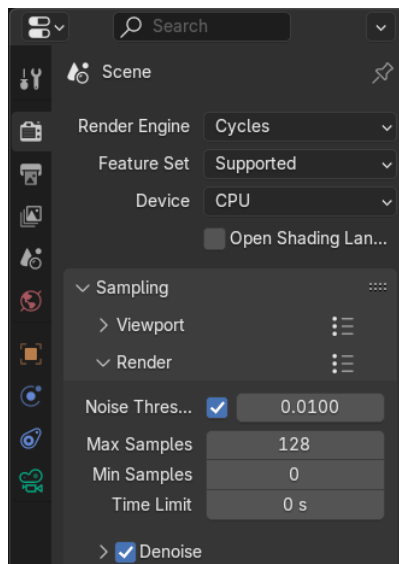


Рис. 62. Настройки рендеринга.

Нажимаем клавишу F12 и ожидаем некоторое время до окончания процесса рендеринга.

Результаты представлены на Рис. 63–66.



(a) Модель объекта.



(b) Объект моделирования.

Рис. 63. Сравнение модели объекта и объекта моделирования. Вид с лицевой стороны.



(a) Модель объекта.



(b) Объект моделирования.

Рис. 64. Сравнение модели объекта и объекта моделирования. Вид сбоку справа.



(a) Модель объекта.



(b) Объект моделирования.

Рис. 65. Сравнение модели объекта и объекта моделирования. Вид сбоку слева.



(a) Модель объекта.



(b) Объект моделирования.

Рис. 66. Сравнение модели объекта и объекта моделирования. Вид сверху.

4.3 Объект моделирования №3

4.3.1 Реальные размеры изделия

Ширина - 27 мм

Длина - 126 мм

Толщина - 2 мм

4.3.2 Моделирование

Начинаем с добавления куба. Нажимаем сочетание клавиш Shift + A и в разделе Mesh выбираем Cube. Затем в боковом меню (клавиша N) задаём ему реальные размеры линейки. В разделе Dimensions в поле X указываем 126mm, в поле Y – 27mm, в поле Z – 2mm. Нажимаем на точку на Num Pad, чтобы приблизиться к модели (Рис. 67).

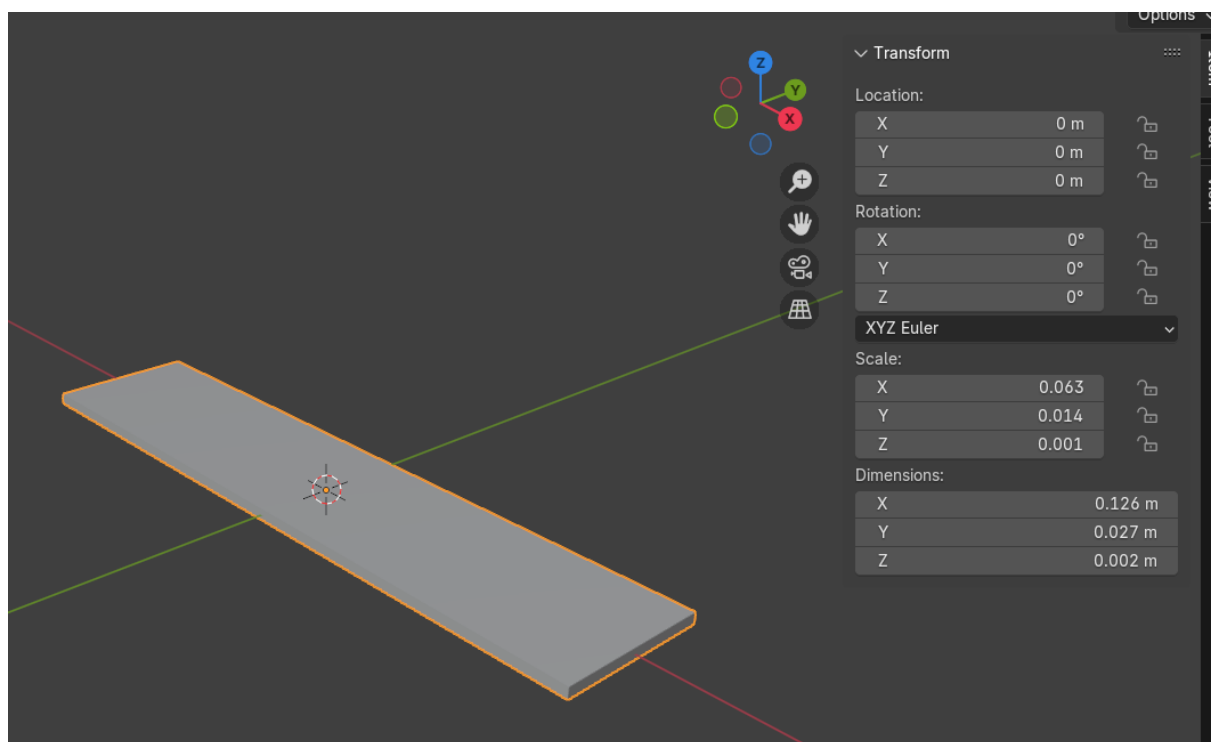


Рис. 67. Добавление основы для линейки.

В разделе Modifier Properties нажимаем на кнопку Add Modifier и добавляем модификатор Subdivision Surface из раздела Generate. В поле Levels Viewport и Render указываем значение 3 (Рис. 68).

Модель получается слишком сглаженной. Нужно добавить полигонов, чтобы уточнить её. Переключаемся на вид сверху (клавиша 7 на Num Pad). Переходим в режим редактирования (клавиша Tab). Нажимаем сочетание клавиш Ctrl + R и добавляем новые грани по краям линейки (Рис. 69).

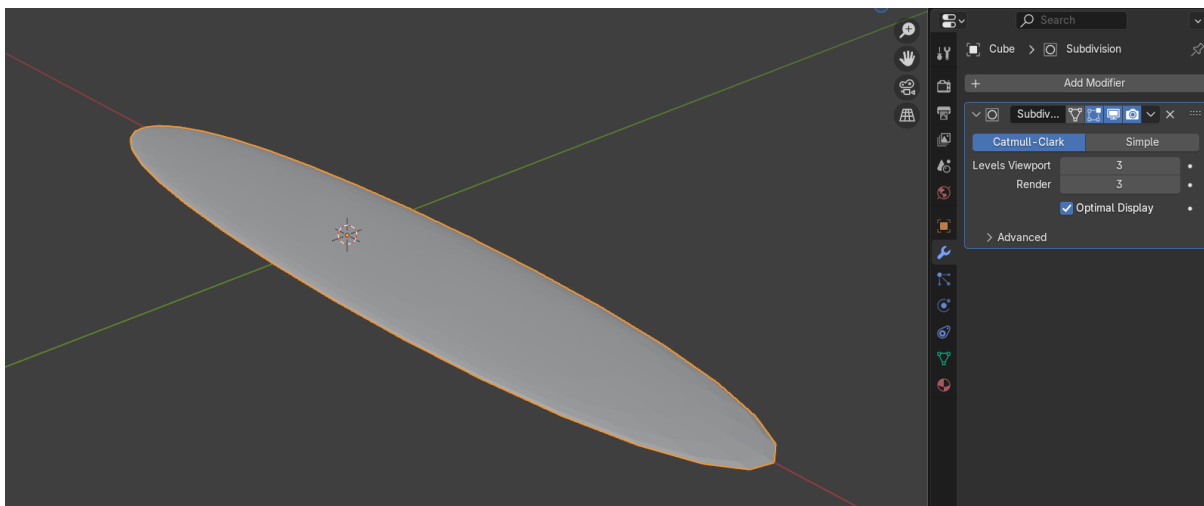


Рис. 68. Добавление модификатора Subdivision Surface.

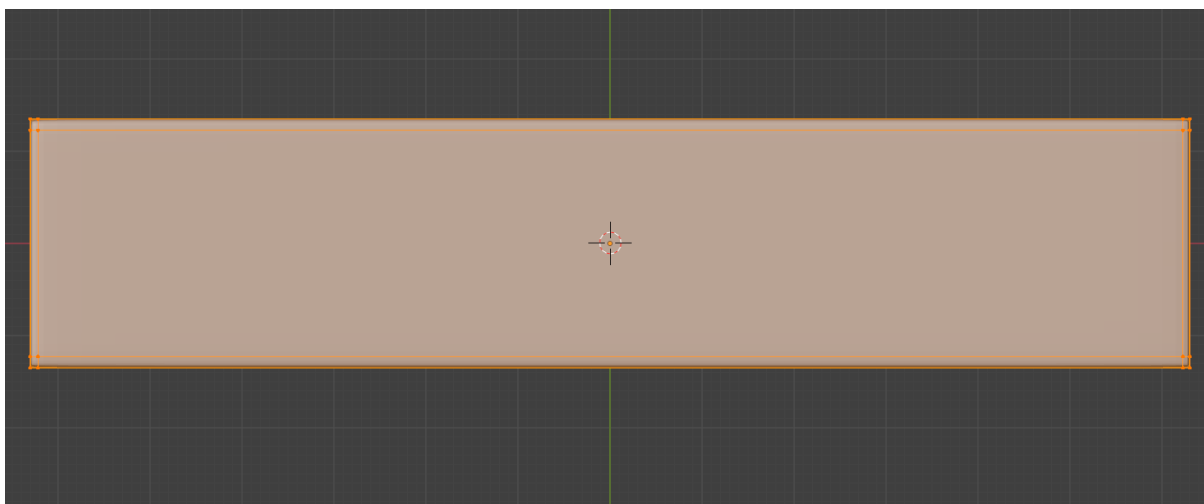


Рис. 69. Добавление новых граней.

Переключаемся на вид сбоку (клавиша 3 на Num Pad) и переходим в режим прозрачности (сочетание клавиш Alt + Z). Выделяем две крайние верхние вершины с левой стороны линейки и сдвигаем вправо по горизонтали (сочетание клавиш G + Y), чтобы сделать скос (Рис. 70).

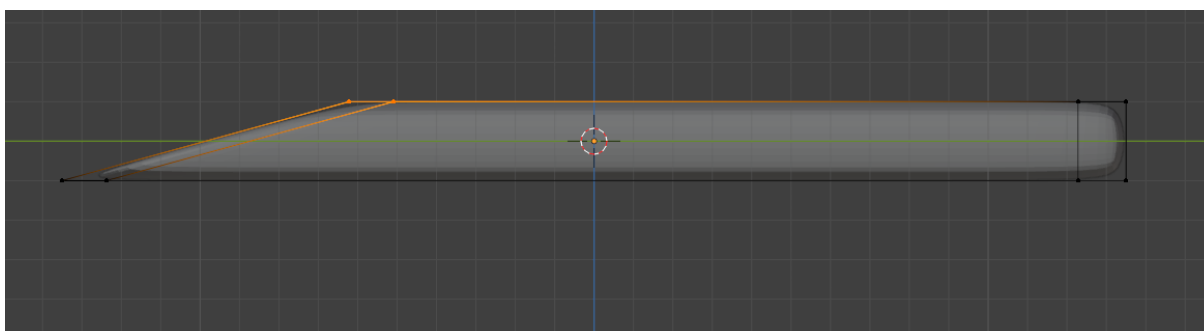


Рис. 70. Создание скоса.

Режим прозрачности можно отключить (сочетание клавиш Alt + Z). Возвращаемся в объектный режим (клавиша Tab). Нажимаем по модели линейки правой кнопкой мыши на и выбираем пункт Shade Smooth. Нажимаем сочетание клавиш Shift + A и в разделе Empty выбираем Arrows. В разделе Object Properties в подразделе Rotation в поле X указываем значение -90, в поле Z 90 (Рис. 71).

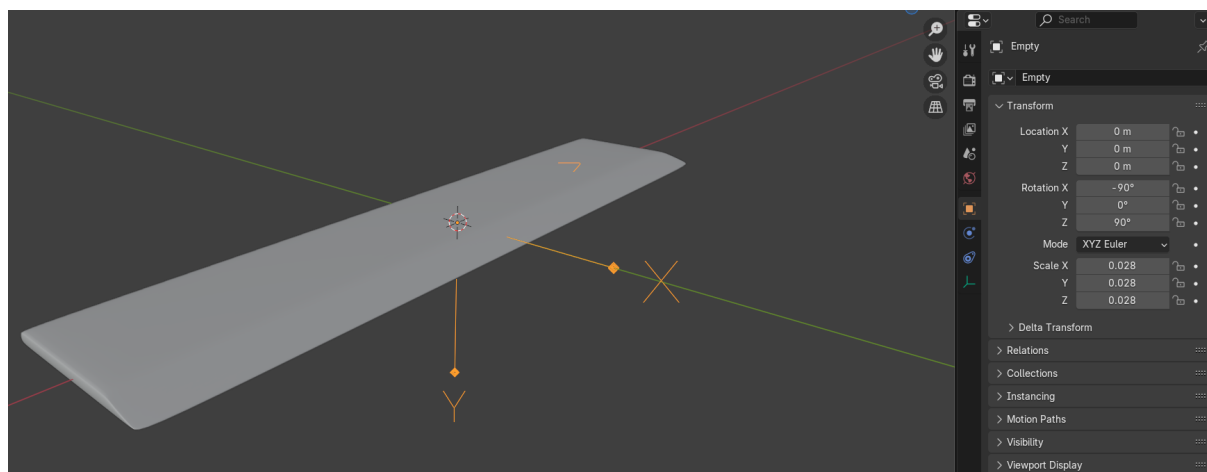


Рис. 71. Добавление объекта Arrows.

Выбираем линейку и в разделе Modifier Properties добавляем модификатор Simple Deform из раздела Deform. В настройках модификатора выбираем вариант Bend, в поле Angle указываем значени 10, в поле Object выбираем только что добавленный объект Arrows (Рис. 72).

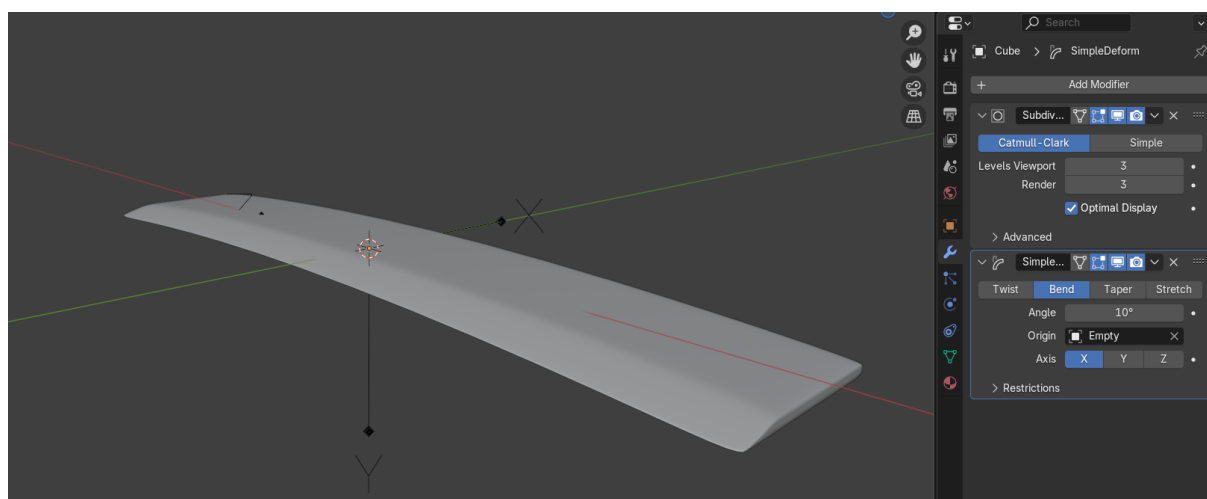


Рис. 72. Создание изгиба линейки.

Линейку и стрелки можно временно скрыть (клавиша H). Нажимаем Shift + A и в разделе Mesh выбираем Plane. В боковом меню (клавиша N) задаём её размеры. В разделе Dimensions в поле X указываем 126mm, в поле Y – 27mm (Рис. 73).

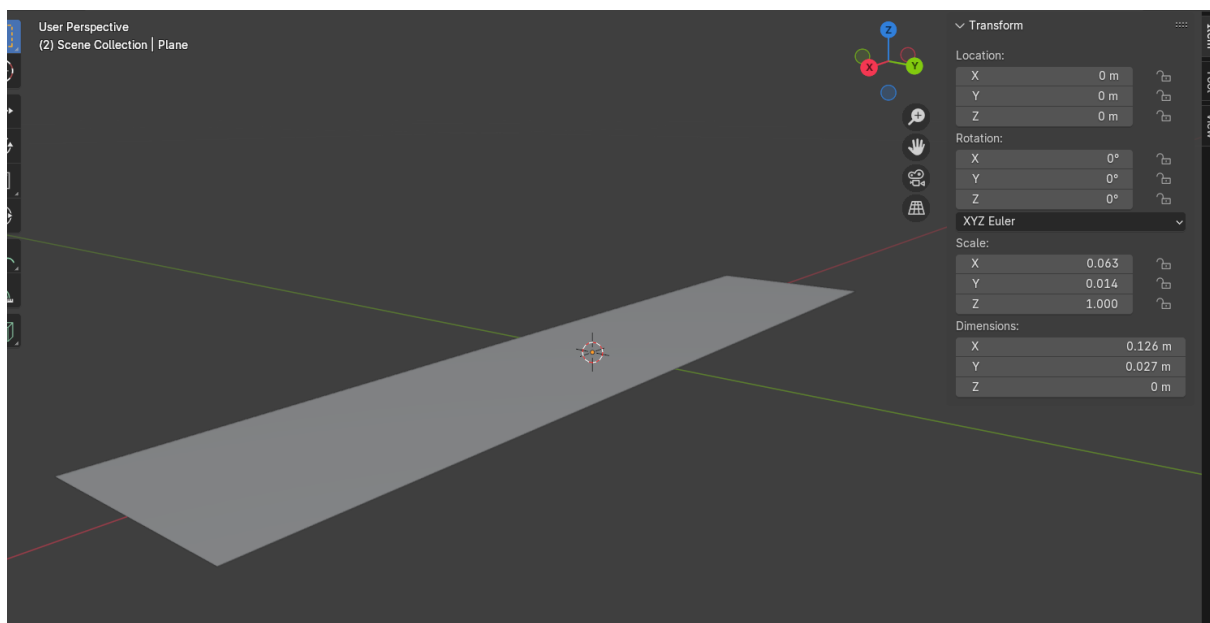


Рис. 73. Добавление плоскости.

Нажимаем на цифру 7 на Num Pad, чтобы перейти на вид сверху. Затем нажимаем Shift + A и в разделе Image выбираем Reference. В открывшемся окне проводника выбираем изображение линейки и нажимаем Add Image. Затем масштабируем линейку под размер плоскости. Для этого в боковом меню (клавиша N) в разделе Scale достаточно указать значение 0.025 по всем осям (Рис. 74).

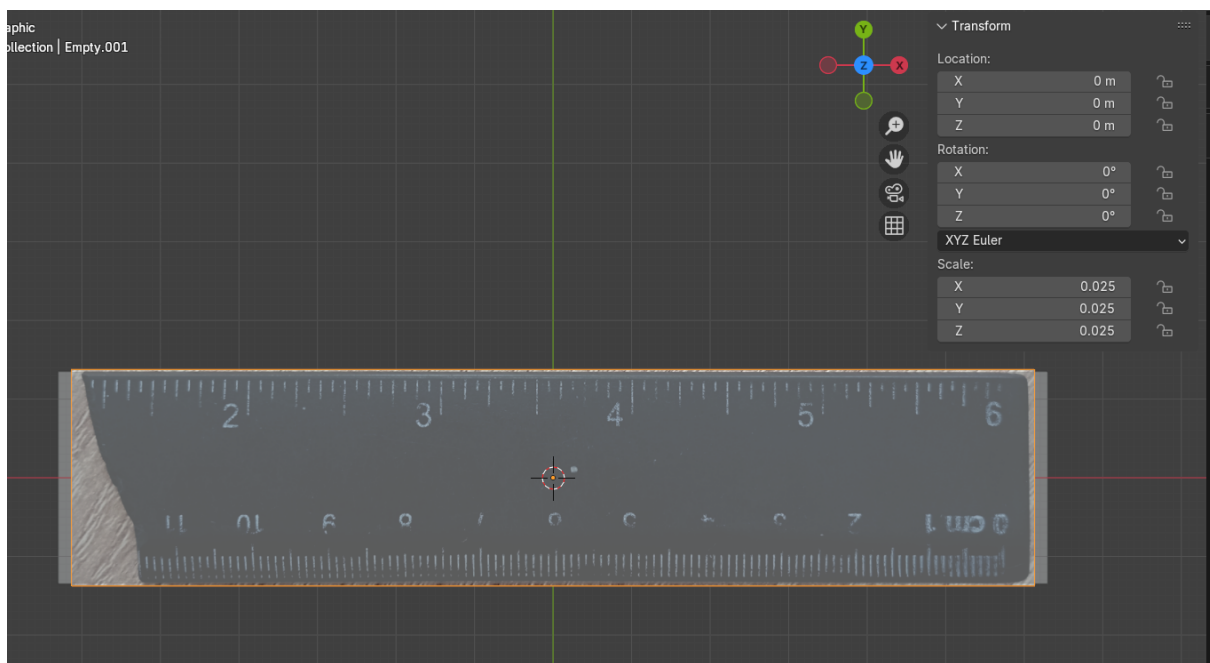


Рис. 74. Добавление изображения линейки.

Включаем режим прозрачности сочетанием клавиш Alt + Z. Переходим в режим редактирования (клавиша Tab). Выделяем угловые вершины плоскости и располагаем на краях линейки. Затем переходим в режим выделения рёбер (клавиша 2),

выбираем ребро со стороны излома, нажимаем клавишу X и выбираем пункт Edges, чтобы удалить его (Рис. 75).

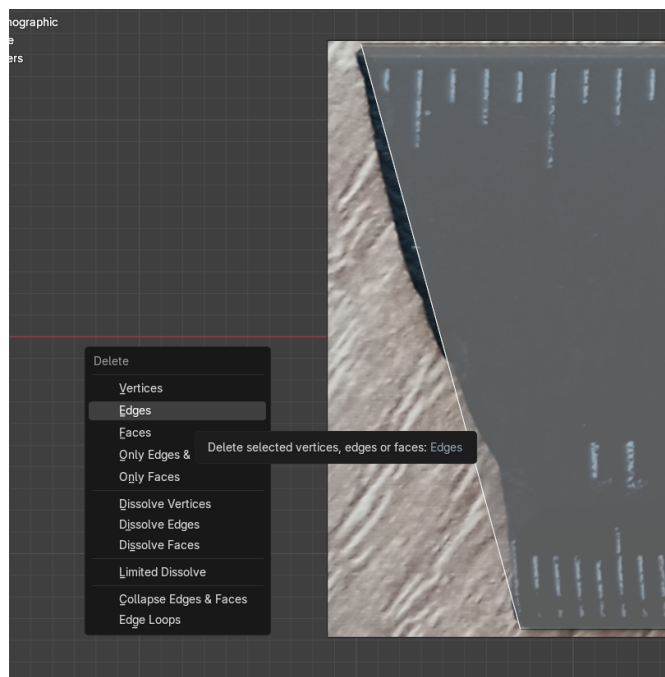


Рис. 75. Удаление ребра.

Переходим в режим выделения вершин (клавиша 1) и выбираем левую нижнюю вершину. С помощью клавиши E создаём новые рёбра по изображению линейки (Рис. 76).

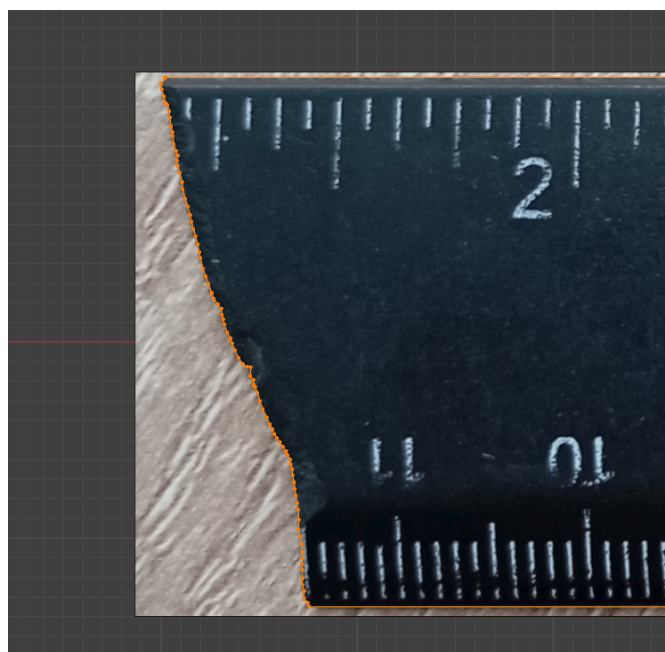


Рис. 76. Воссоздание нижней части излома линейки.

Затем выбираем две вершины в левом верхнем углу и объединяем. Для этого нажимаем на клавишу M и выбираем пункт At Last (Рис. 77).

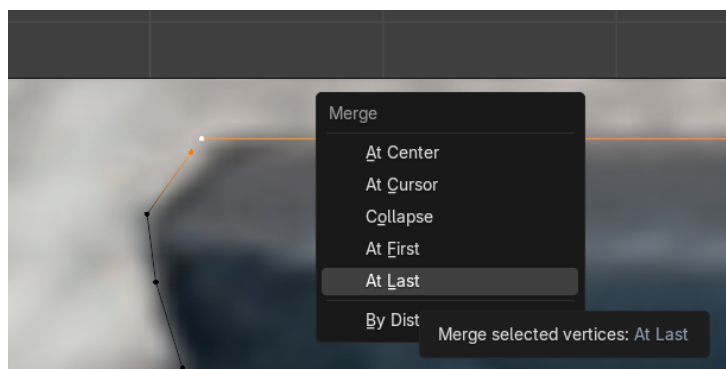


Рис. 77. Объединение вершин.

Переходим на вид сбоку, нажимаем клавишу E и приподнимаем появившуюся копию плоскости (Рис. 78).

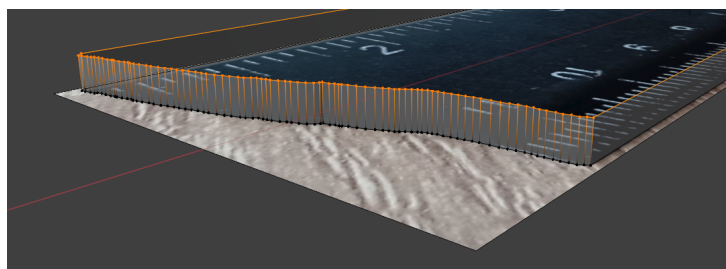


Рис. 78. Придание толщины для плоскости.

Переключаемся на вид сверху (клавиша 7 на Num Pad). И с помощью сочетания клавиш G + X по отдельности выравниваем точки по верхней части излома (Рис. ??).

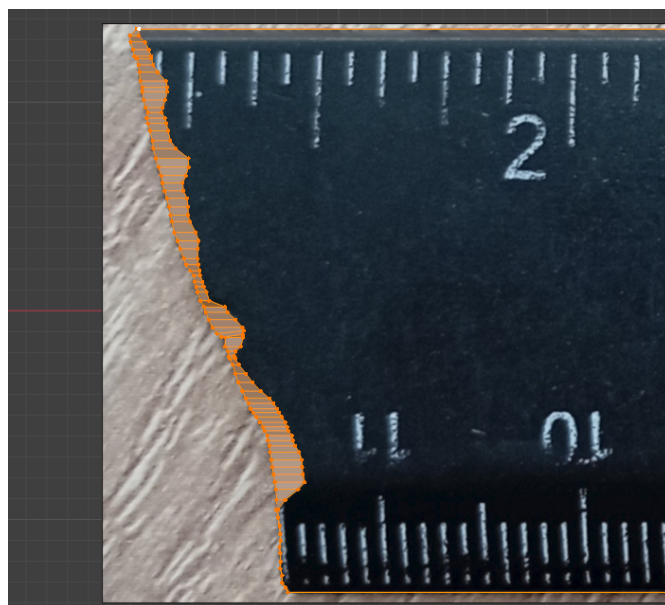


Рис. 79. Воссоздание верхней части излома линейки.

С зажатой клавишей Alt выделяем любую вершину на нижней грани излома и нажимаем на клавишу F. Затем проделываем аналогичную операцию с любой вершиной верхней грани (Рис. 80).

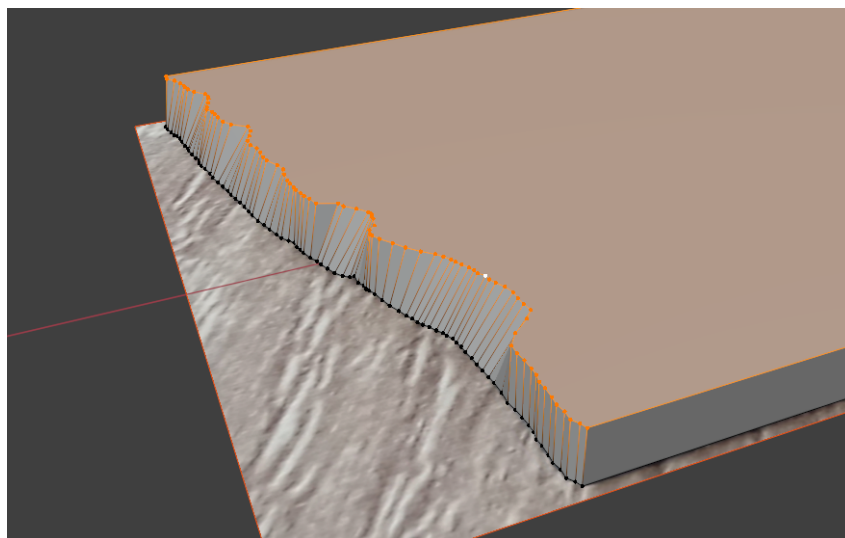


Рис. 80. Создание верхней и нижней граней у объекта с изломом.

Переходим в объектный режим (клавиша Tab) и в боковом меню (клавиша N) в разделе Dimensions в поле Z указываем 2.1mm, а в поле Y – 28mm. Нажимаем по объекту правой кнопкой мыши, в разделе Set Origin выбираем пункт Origin to Geometry. Затем в боковом меню в поле Z раздела Location указываем значение 0. Изображение больше не понадобится и его можно скрыть (клавиша H) (Рис. 81).

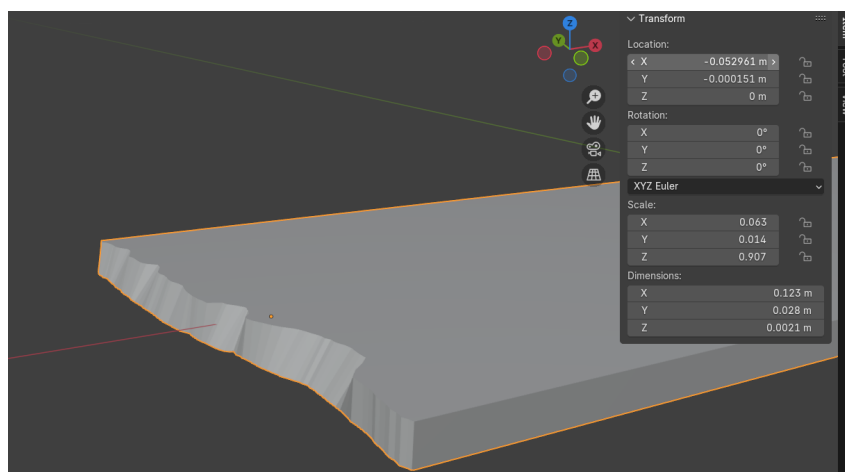


Рис. 81. Задание нужной позиции и размеров.

Нажимаем Shift + A и в разделе Mesh выбираем Cube. В боковом меню (клавиша N) указываем его размеры и позицию. В разделе Dimensions в поле X указываем 20mm, в поле Y – 275mm, в поле Z – 2.05mm. В разделе Location в поле X указываем -0.06m (Рис. 82).

Затем в разделе Modifier Properties добавляем модификатор Boolean из раздела Generate. В поле Object указываем объект с изломом. После этого объект с изломом можно скрыть (клавиша H) (Рис. 83).

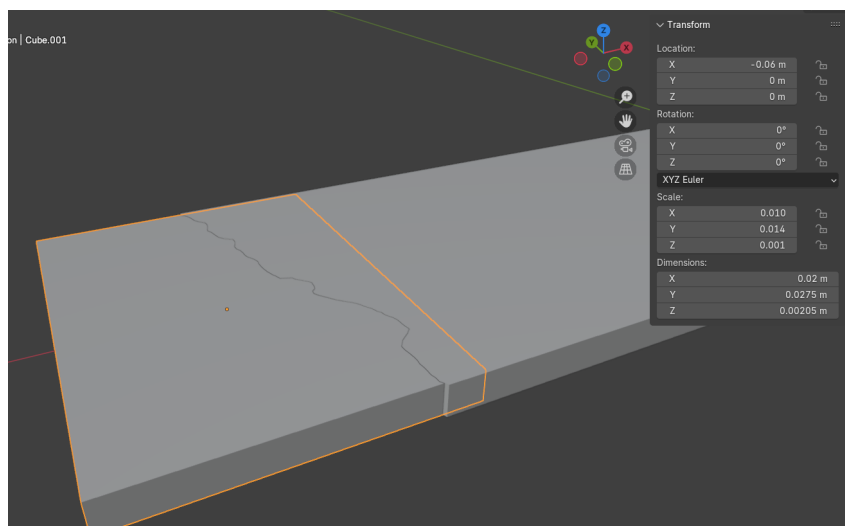


Рис. 82. Добавление ещё одного объекта для отражения излома.

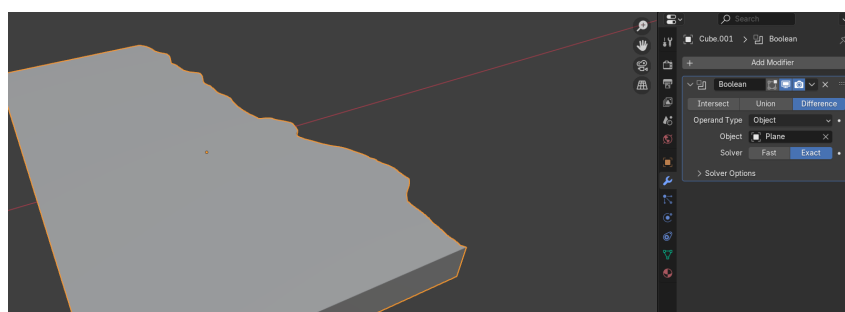


Рис. 83. Результат вычитания излома из объекта.

Возвращаем скрытую модель линейки (Alt + H) и в разделе Modifier Properties добавляем модификатор Boolean из раздела Generate. В поле Object указываем новый объект с изломом, полученный на предыдущем шаге. Модификатор располагаем Boolean располагаем между модификаторами Subdivision Surface и Simple Deform, которые были добавлены ранее. Объект с изломом можно скрыть (клавиша H) (Рис. 84).

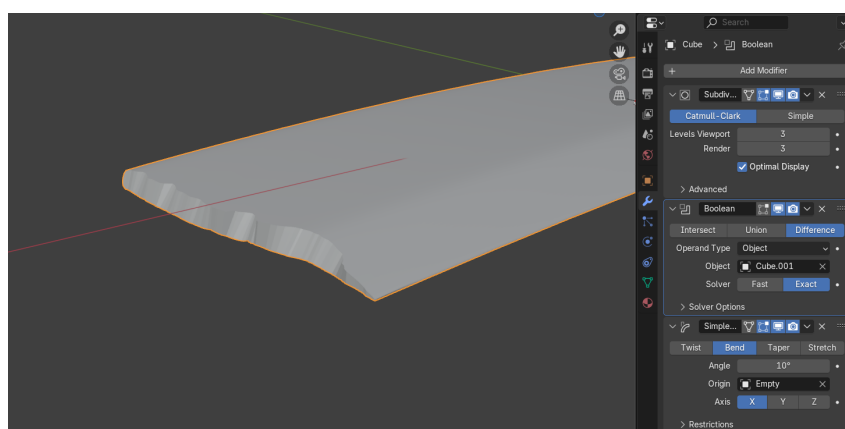


Рис. 84. Вычитание излома из объекта линейки.

4.3.3 Текстурирование

Перед началом текстурирования модификаторы Subdivision Surface и Boolean нужно применить. Для этого выделяем их в разделе Modifier Properties и нажимаем сочетание клавиш Ctrl + A. Затем переходим в режим редактирования (клавиша Tab). Модификатор Simple Deform можно временно отключить, для этого нужно нажать на иконку компьютера в его настройках (Рис. 85).

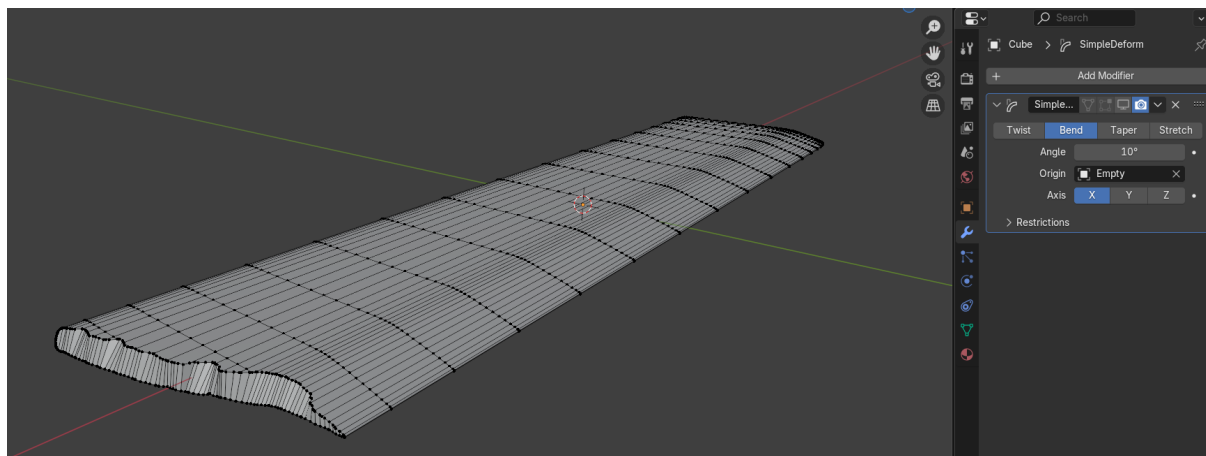


Рис. 85. Применение модификаторов.

Переходим во вкладку UV Editing. В разделе Render Properties в поле Render Engine выбираем Eevee, ставим галочку на разделе Raytracing и в его подразделе Fast GI Approximation в поле Threshold указываем значение 1. После чего нажимаем сочетание клавиш Z + 2, чтобы переключиться в режим предпросмотра материалов (Рис. 86).

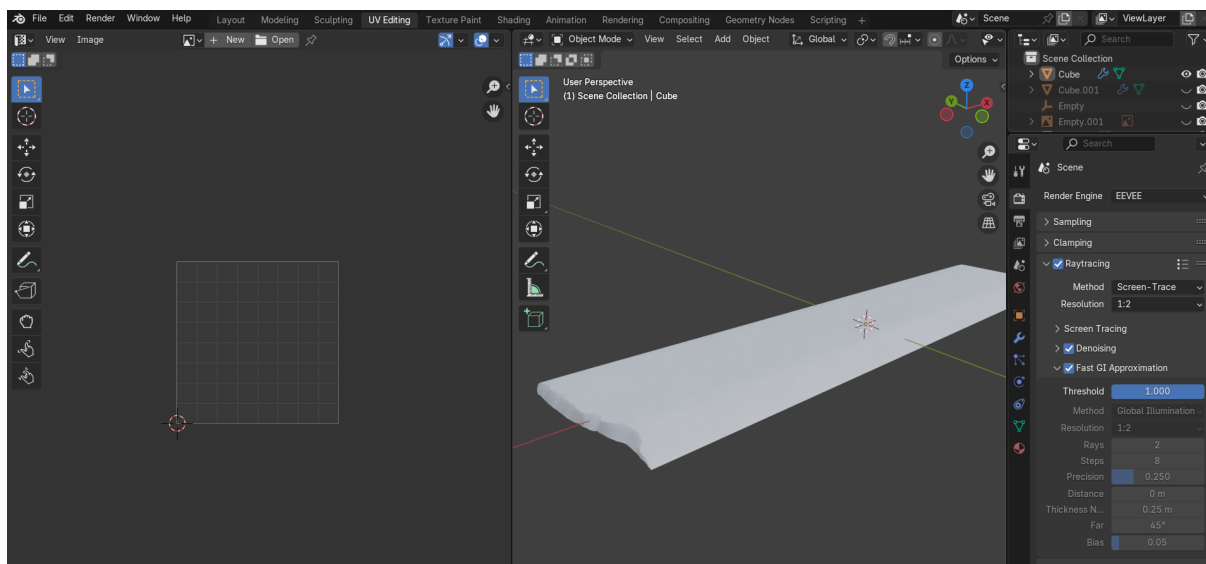


Рис. 86. Настройка движка Eevee для корректного отображения текстур.

Переходим в раздел Material Properties и создаём новый материал. В поле Base Color указываем ему цвет #142735. Нажимаем на иконку плюса рядом со списком

материалов и добавляем ещё два слота. В обоих слотах создаём материалы и в поле Base Color выбираем Image Texture и указываем пути до текстур верхней и нижней граней линейки (Рис. 87).

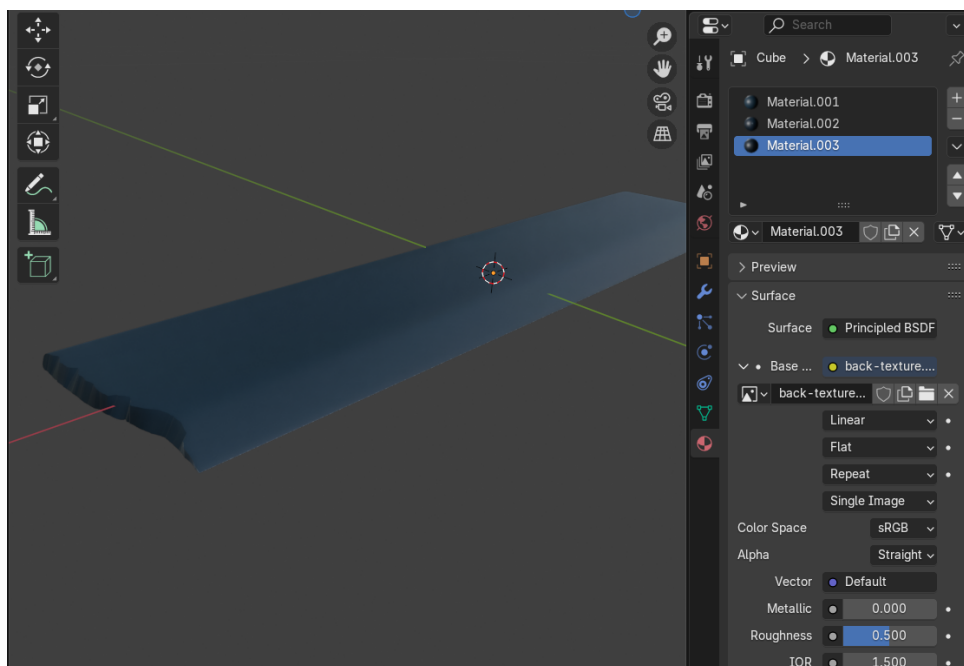


Рис. 87. Создание материалов.

Переходим в режим редактирования (клавиша Tab). И в режиме выбора граней (клавиша 3) выделяем все грани на верхней стороне линейки. Затем в разделе Material Properties выбираем материал с текстурой лицевой стороны линейки и нажимаем Assign. Затем переключаемся на вид сверху (клавиша 7 на Num Pad), нажимаем клавишу U и выбираем пункт Project from View (Bounds), чтобы создать UV развёртку верхней поверхности линейки (Рис. 88).

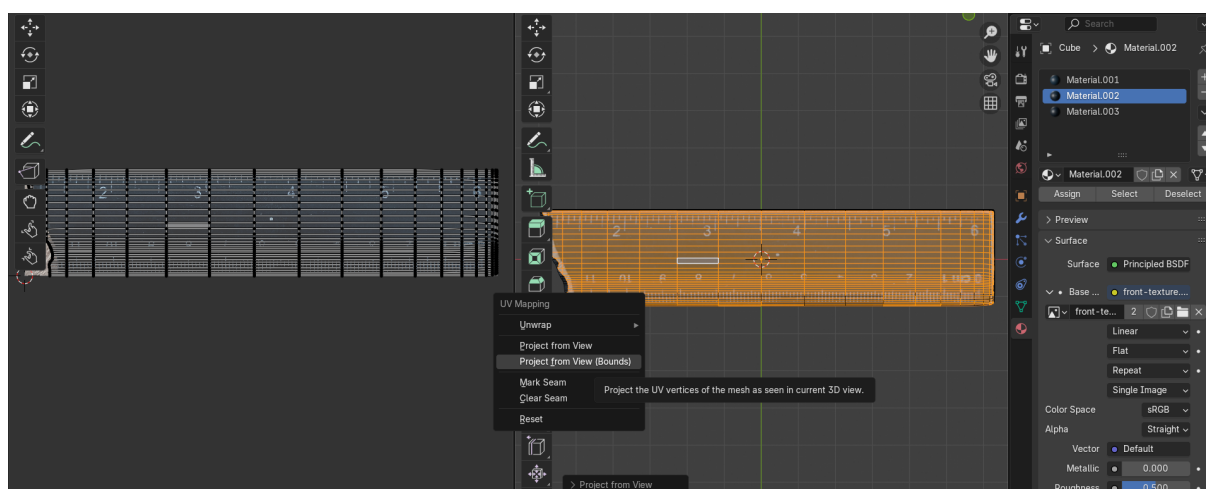


Рис. 88. Наложение текстуры на лицевую сторону линейки.

В левом окне подгоняем UV развёртку под текстуру используя клавиши G и S (Рис. 89).

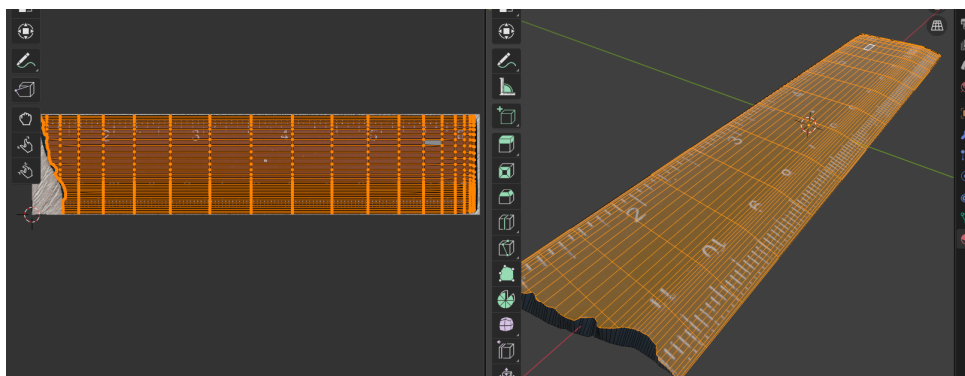


Рис. 89. Подгонка UV развёртки под текстуру.

Теперь проделываем аналогичные операции с обратной стороной линейки. Выбираем все вершины нижней грани, прикрепляем к ним материал с текстурой обратной стороны линейки, создаём UV развёртку и подгоняем (Рис. 90).

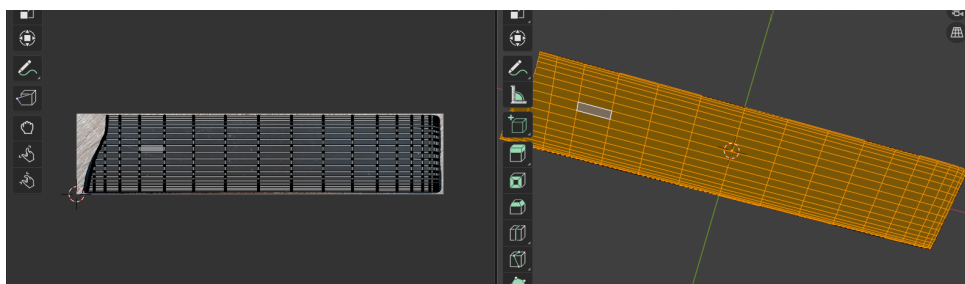


Рис. 90. Наложение текстуры на обратную сторону линейки.

Переходим в раздел Modifier Properties и применяем модификатор Simple Deform с помощью сочетания клавиш Ctrl + A (Рис. 91).

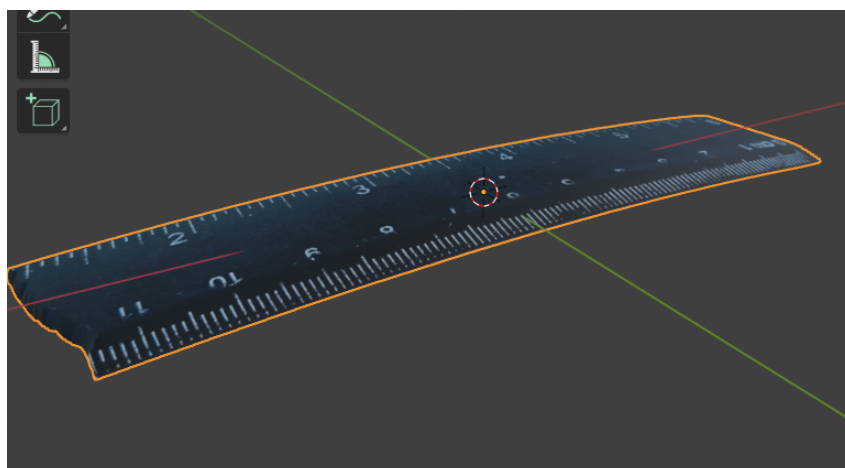


Рис. 91. Применение модификаторов.

Нажимаем Shift + A и в разделе Mesh выбираем Plane, чтобы добавить плоскость, на которой будет расопложена текстура стола. В разделе Material Properties добавляем материал. В поле Base Color указываем Image Texture и указываем путь до текстуры стола. Переходим в режим редактирования (клавиша Tab) и подгоняем размеры текстуры (Рис. 92).

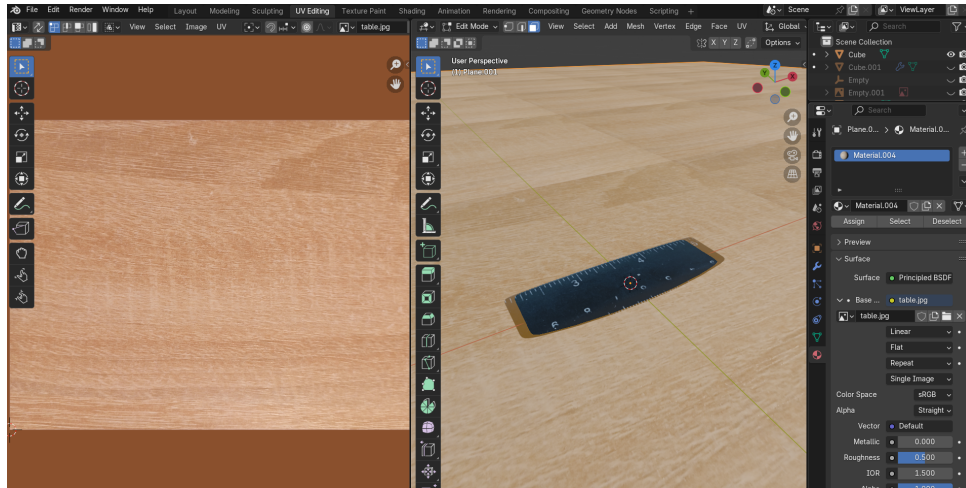


Рис. 92. Добавление текстуры стола.

Переходим в объектный режим (клавиша Tab). Переключаемся на вид сбоку (клавиша 1 на Num Pad). Затем выбираем линейку и немного приподнимаем её, чтобы она лежала на столе (Рис. 93).

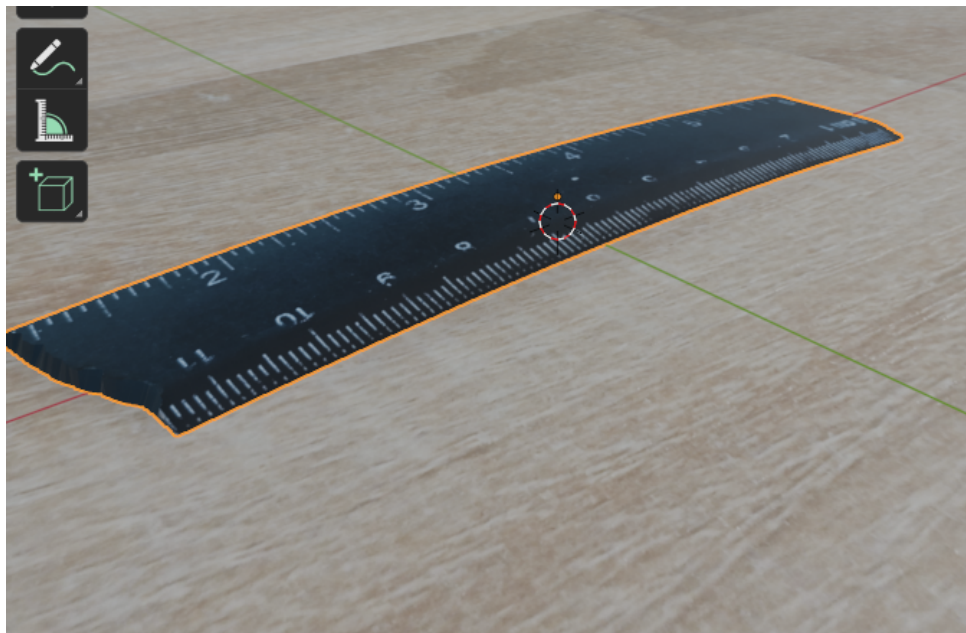


Рис. 93. Результат этапа текстурирования сцены.

4.3.4 Освещение и камера

Переходим в раздел Shading в верхнем меню программы. Нажимаем на модель и нажимаем на точку на Num Pad, чтобы приблизиться к ней. После чего используем сочетание клавиш Z + 8, чтобы перейти в режим предпросмотра результата.

Затем на панели редактирования материалов нужно переключиться на вкладку World. Нажать сочетание клавиш Shift + A и в разделе Texture выбрать Image Texture. Выход Color узла Image Texture необходимо подключить ко входу Color узла Background. В Image Texture указывается путь до HDRI текстуры окружения, которая поставляется вместе с Blender – C:\Program Files\Blender Foundation\Blender 4.3\4.3\datafiles\studiolights\world\interior.exr (Рис. 94).

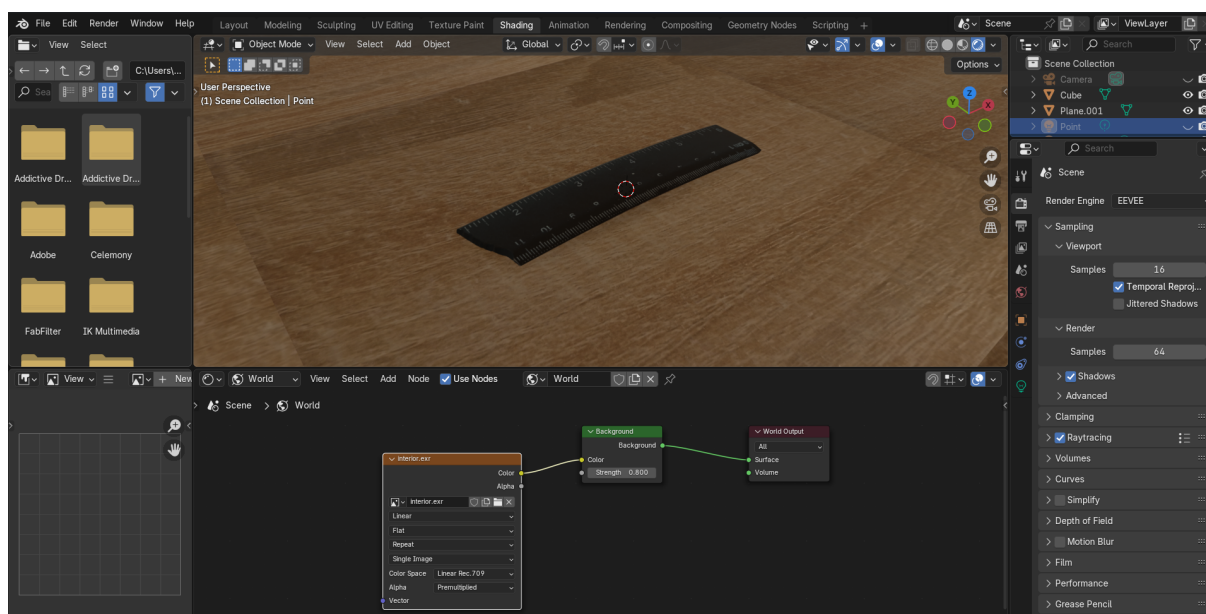


Рис. 94. Настройка общего освещения сцены.

Нажимаем Shift + A и в разделе Light выбираем Point. В боковом меню (клавиша N) в разделе Location в поле X указываем 0.01m, в поле Y указываем -0.4m, в поле Z указываем 0.5m. В разделе Object Data Properties в поле Power устанавливаем значение 4.5W. Нажимаем на точку на Num Pad, чтобы перейти к источнику света, и переключаемся на вид сверху (клавиша 7 на Num Pad). Затем дублируем источник света дважды с помощью сочетания клавиш Shift + D. Копии располагаем рядом с исходным источником для имитации лампочек в люстре, именно такое освещения было в момент создания фотографий. Источникам света задаём цвет #CCDEFF в поле Color раздела Object Data Properties (Рис. 95).

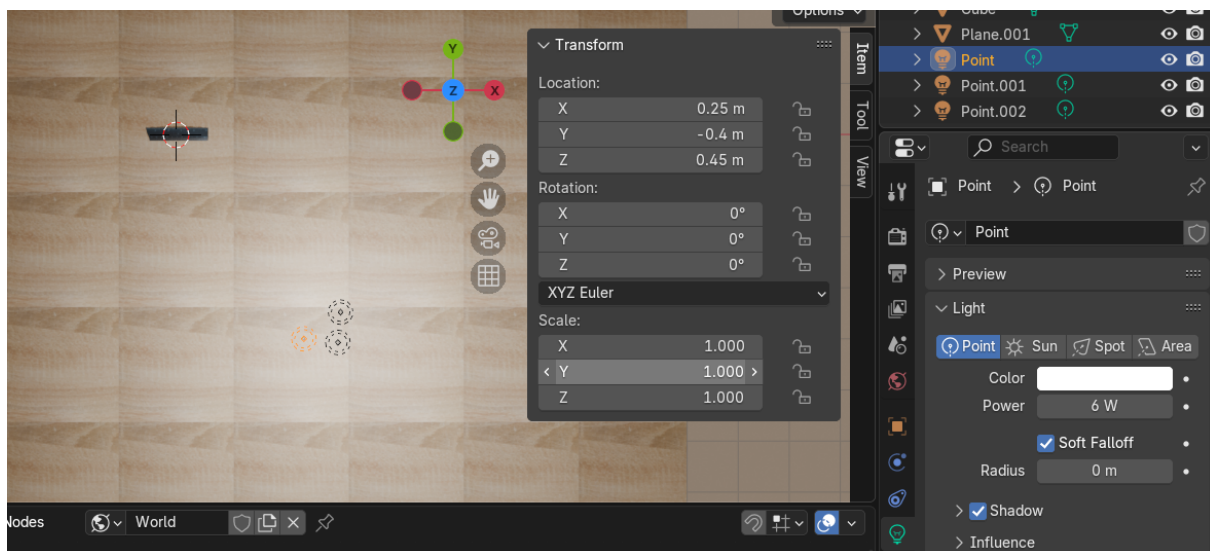


Рис. 95. Расположение дополнительных источников освещения.

Теперь добавим камеру. Для этого нажимаем сочетание клавиш Shift + A и выбираем пункт Camera. Теперь располагаем перед моделью, чтобы получить вид сбоку как на фотографии. В боковом меню (клавиша N) в разделе Location в поле X указываем -0.105m, в поле Y указываем -0.073m, в поле Z указываем 0.011m, а в разделе Rotation в поле X укажем значение 47, в поле Y – -1, в поле Z – -50. В разделе Object Data Properties в подразделе Lens в поле Focal Length указываем значение 60mm. Нажимаем 0 на Num Pad, чтобы переключиться на вид с камеры (Рис. 96).

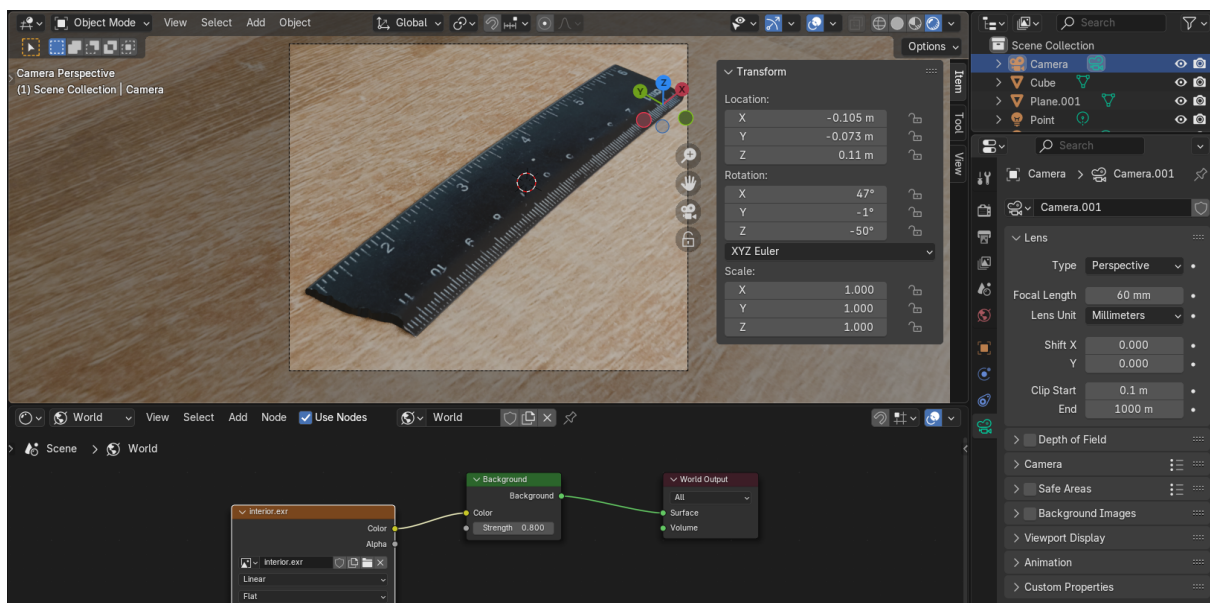


Рис. 96. Расположение камеры.

4.3.5 Рендеринг финальных изображений

Для настройки рендеринга открываем Render Properties. В поле Render Engine выбираем значение Cycles. В разделе Sampling/Render в поле Max Samples указываем значение 128, чтобы ускорить рендеринг (Рис. 97).

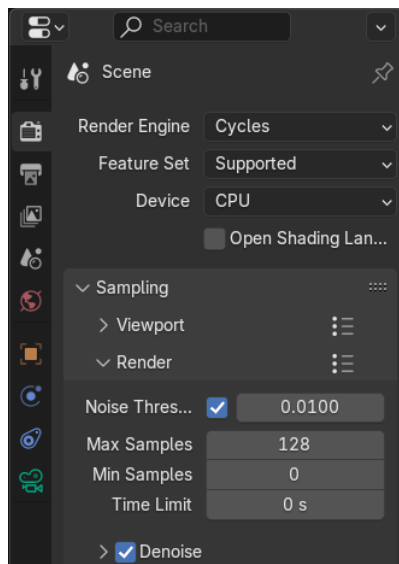


Рис. 97. Настройки рендеринга.

Нажимаем клавишу F12 и ожидаем некоторое время до окончания процесса рендеринга.

Результаты представлены на Рис. 99–101.



(a) Модель объекта.



(b) Объект моделирования.

Рис. 98. Сравнение модели объекта и объекта моделирования. Вид сбоку слева на лицевую сторону.



(a) Модель объекта.



(b) Объект моделирования.

Рис. 99. Сравнение модели объекта и объекта моделирования. Вид сверху.



(a) Модель объекта.



(b) Объект моделирования.

Рис. 100. Сравнение модели объекта и объекта моделирования. Вид сбоку слева на обратную сторону.



(a) Модель объекта.



(b) Объект моделирования.

Рис. 101. Сравнение модели объекта и объекта моделирования. Вид сверху на обратную сторону.

Заключение

В ходе работы были успешно созданы реалистичные модели трёх объектов: поперной фишки, зажима от пакета с хлебом и сломанной линейки. Использование программы Blender 4.3 позволило освоить различные аспекты 3D-моделирования, включая построение геометрии, текстурирование, освещение и рендеринг. Каждый объект был смоделирован с учётом его уникальных характеристик, что способствовало достижению высокой степени реалистичности.

Работа над проектом способствовала развитию навыков полигонального моделирования, а также работе с модификаторами, такими как Simple Deform для создания изгибов и изломов. Освоены методы UV-развёртки и текстурирования, включая наложение текстур с реалистичными дефектами и маркировкой. При настройке освещения использовались HDRI-карты и дополнительные источники света, что позволило добиться естественных отражений и теней. Рендеринг в Cycles дал возможность изучить параметры качества изображения и оптимизации времени обработки.

Развитые навыки могут быть применены в различных областях, таких как, например, игровой дизайн и архитектура. Для дальнейшего совершенствования качества моделей можно углубить работу с текстурами, использовать более детализированные сетки и изучить дополнительные возможности Blender. Работа продемонстрировала потенциал программы для создания фотореалистичных сцен и способствовала расширению компетенций в области компьютерной графики.

Список литературы

- [1] Официальный сайт Blender 3D. Документация URL: <https://www.blender.org/>,
Дата обращения: 18.03.2025