

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра дискретной математики и
информационных технологий

РАЗРАБОТКА ПЛАГИНА ДЛЯ ПРОГРАММЫ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ
BLENDER, РЕАЛИЗУЮЩЕГО ГРАФИЧЕСКУЮ МОДЕЛЬ
ВОЛНОВЕДУЩЕЙ СИСТЕМЫ МОЩНОЙ ЛАМПЫ БЕГУЩЕЙ ВОЛНЫ
АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студентки 4 курса 421 группы
направления 09.03.01 — Информатика и вычислительная техника
факультета КНиИТ
Даниловой Виктории Владиславовны

Научный руководитель

к. ф.-м. н., доцент

А. Н. Савин

Заведующий кафедрой

к. ф.-м. н., доцент

Л. Б. Тяпаев

Саратов 2016

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время существует большой ряд программных средств для работы с трехмерной графикой. Область ее использования чрезвычайно широка и простирается от промышленной индустрии до сферы образования. Соответствующие программы имеют множество возможностей для создания изображений различных устройств, мультимедийных проектов и т.д.

Актуальным является автоматизация создания графических моделей компонентов электронных приборов на основе применения заложенных в свободно распространяемой программе 3D-моделирования Blender возможностей использования скриптов в процессе разработки [1].

Целью работы является разработка приложения для программы 3D-моделирования Blender, создающего трехмерную модель замедляющей системы (ЗС) типа цепочки связанных резонаторов (ЦСР) с повернутыми на 180° фасолевидными щелями связи, используемую в мощных сверхвысокочастотных лампах бегущей волны О-типа [2]. Разработанная графическая модель должна использоваться в дальнейшем для расчетов электродинамических характеристик замедляющей системы на высокопроизводительных системах, например, с помощью свободно распространяемого пакета FreeFem [3].

При этом необходимо было решить следующие задачи:

- изучение математических основ моделирования графических объектов с помощью ЭВМ;
- изучение построения графических моделей с помощью скриптов, написанных на языке Python [4], в программе 3D-моделирования Blender;
- разработка алгоритма построения графической модели ЗС типа ЦСР с повернутыми на 180 градусов фасолевидными щелями связи;
- реализация разработанного алгоритма в виде плагина для программы 3D-моделирования Blender с последующей конвертацией в формат, необходимый для интегрирования с программной средой FreeFem для дальнейших расчетов электродинамических характеристик замедляющей системы на высокопроизводительных системах.

Работа состоит из содержания, введения, основной части, заключения, списка использованных источников и приложения. В первой главе описываются теоретические аспекты компьютерной графикаиспособы ее представления и хранения, в том числе на примере программы 3D-моделирования

Blender. Во второй главе - построение модели с использованием средств 3D-редактора.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Компьютерная графика. Область деятельности, в которой компьютеры используются в качестве инструмента, как для синтеза (создания) изображений, так и для обработки визуальной информации, полученной из реального мира, называется компьютерной графикой.

По способам задания изображений графику можно разделить на двумерную и трехмерную.

Двумерная (2D — от англ. two dimensions — «два измерения») компьютерная графика классифицируется по типу представления графической информации, и следующими из него алгоритмами обработки изображений. Обычно компьютерную графику разделяют на векторную и растровую, хотя обособляют ещё и фрактальный тип представления изображений.

Трёхмерная графика (3D — от англ. three dimensions — «три измерения») оперирует с объектами в трёхмерном пространстве. Обычно результаты представляют собой плоскую картинку, проекцию.

Трёхмерная графика бывает полигональной и воксельной. Воксельная графика аналогична растровой. Объект состоит из набора трехмерных фигур, чаще всего кубов. А в полигональной компьютерной графике все объекты обычно представляются как набор поверхностей, минимальную поверхность называют полигоном. В качестве полигона обычно выбирают треугольники.

3D объект задается следующими параметрами:

- набор вершин. Вершины определяются собственными координатами в трехмерной системе координат и соответствующими координатами в текстуре;
- набор граней. В случае треугольных полигонов грань определяется тремя вершинами и материалом (который в свою очередь также используется для задания текстуры, коэффициентов рассеивания и отражения света, прозрачности и т.д.);
- поведение объекта. Иными словами — его расположение (смещение относительно начала координат, ось и угол поворота, коэффициенты масштабирования и прочее) в зависимости от номера кадра, которое обычно задается при помощи ключевых точек и интерполируется сплайнами.

Всеми визуальными преобразованиями в векторной (полигональной) 3D-графике управляют матрицы. В компьютерной графике используется три

вида матриц:

- матрица поворота;
- матрица сдвига;
- матрица масштабирования.

Любой полигон можно представить в виде набора из координат его вершин. Так, рассматриваемый треугольный полигон имеет 3 вершины, координаты каждой из них будут иметь вид вектора (x, y, z) . Любое изменение трехмерного меш-объекта, построенного при помощи полигонов, происходит посредством изменения каждого из них. Преобразование полигонов осуществляется умножением координат каждой из вершин на соответствующую матрицу. Полученные в результате полигоны будут в совокупности являться тем же объектом, но повернутым, сдвинутым или же масштабированным.

Подробнее о компьютерной графике можно прочитать в источнике [5].

Blender – многофункциональный бесплатный 3D редактор. В нем существует множество инструментов для создания анимации, текстурирования, освещения. В качестве примитивов используются стандартные объекты: плоскость, куб, окружность, UV-сфера, икосаэдр, цилиндр, конус, сетка, обезьяна, тор.

В процессе разработки скрипт-шаблона был использован ряд функций редактора. Ниже приведен список с указанием используемых параметров.

- `bpy.ops.mesh.primitive_cylinder_add(radius, depth, location)` - создает цилиндр с центром в точке `location`, радиусом `radius`, высотой `depth` и числом сегментов боковой поверхности `vertices`;
- `bpy.ops.object.select_all(action)` - в качестве аргумента принимает 'SELECT' или 'DESELECT' – выделяет все объекты сцены или снимает выделение соответственно;
- `bpy.ops.object.select_pattern(pattern)` - выделяет объект с указанным именем;
- `bpy.ops.object.delete()` - удаляет выделенные объекты;
- `bpy.data.objects.remove(item)` - удаляет данные обо всех объектах сцены;
- `bpy.data.curves.new(name, type = 'CURVE')` - создает блок данных для кривой типа `curve` с именем `name`;
- `bpy.ops.object.mode_set(mode)` - принимает в качестве аргументов

название режима. Переходит в указанный режим для активного объекта сцены;

- `copyobj.data.copy()` – копирует блок данных объекта `copyobj`;
- `copyobj.data.copy()` – объединяет все выделенные объекты;
- `bpy.ops.object.convert(target='MESH')` – преобразует выделенный объект в меш;
- `bpy.data.objects[name].location = Vector()` – устанавливает центр объекта в точку с указанными координатами [6].

2. Построение модели в программе 3D-моделирования Blender. В настоящее время в радиолокации и системах связи широкое применение находят мощные ЛБВ О-типа (ЛБВО) с замедляющими системами (ЗС) типа цепочек связанных резонаторов (ЦСР) [7].

Известные методы расчёта выходных характеристик таких СВЧ приборов основаны на предположении о дискретном взаимодействии электронного пучка с полем электромагнитной волны, распространяющейся в ЗС. При этом замедляющая система представляется в виде цепочки шестиполюсников с сосредоточенными параметрами, соответствующих ячейкам ЗС [1].

Задача расчёта выходных параметров ЛБВО на ЦСР решена [2] и основной проблемой при таком подходе является точное определение параметров эквивалентных шестиполюсников.

Одной из самых удачных конструкций ЗС мощных ЛБВ-О является ЗС ЦСР. Расчёт параметров какого-либо устройства требует построения его графической модели, задания свойств материалов и граничных условий на поверхностях.

Для проведения различных параметрических исследований, подстройки, оптимизации, статистического анализа и т.д. в программе 3D-моделирования Blender есть возможность задавать размеры и параметры материалов в виде переменных. Соответственно при построении графической модели разрабатываемой ЗС ЦСР целесообразно использовать переменные, т.к. предполагаются параметрические исследования и оптимизация характеристик.

В разрабатываемой конструкции были использованы следующие размеры:

- $r_1 = 0.65mm$ - радиус пролетного канала;
- $r_2 = 0.85mm$ - внешний радиус трубки дрейфа;

- $r_3 = 1.12mm$ - внутренний радиус щели связи;
- $r_4 = 1.87mm$ - внешний радиус щели связи;
- $r_5 = 1.9mm$ - внешний радиус волновода;
- $NofSeg_SlotSide = 18$ - число сегментов на боковой поверхности фасолевидной щели;
- $NofSeg_r5 = 60$ - число сегментов на боковой поверхности волновода;
- $NofSeg_r1_r2 = 36$ - число сегментов на боковой поверхности трубки дрейфа и пролетного канала;
- $D = 1.9mm$ - толщина одного звена волновода;
- $t = 0.5mm$ - высота щели связи.

Остальные размеры легко вычисляются из размеров, представленных в наборе.

Все параметры вводятся в виде блока изменяемых параметров на языке Python. Для корректного моделирования цилиндров в набор параметров проекта введены переменные *NofSeg*, определяющие число сегментов на боковой поверхности цилиндров (угол раскрыва соответствующих секторов равен 7.50), т.к. значение этого параметра по умолчанию равно 24 (угол раскрыва соответствующих секторов равен 150), приводит к большим погрешностям при расчёте из-за значительного уменьшения объёма моделируемых цилиндров. Дальнейшее увеличение числа сегментов нецелесообразно (уменьшение угла раскрыва менее 50), т.к. приводит к большому числу тетраэдров (вершины тетраэдров должны лежать на ребрах цилиндров).

Алгоритм построения модели начинается с вызова функции `CSR()`, принимающей в качестве параметров значения по умолчанию, которые можно изменить вручную при помощи встроенных полей.

Вызов функции осуществляется при выборе добавленного в меню пункта `CSR Mesh`.

Скриншоты полученной детали, а также изменений в меню программы 3D-моделирования `Blender` представлены на рисунках 1, 2, 3.

Каждый раз при изменении параметров полученный файл с расширением *.3ds перезаписывается. Для проверки достоверности результата возможен импорт при помощи любой программы, читающей данный формат.

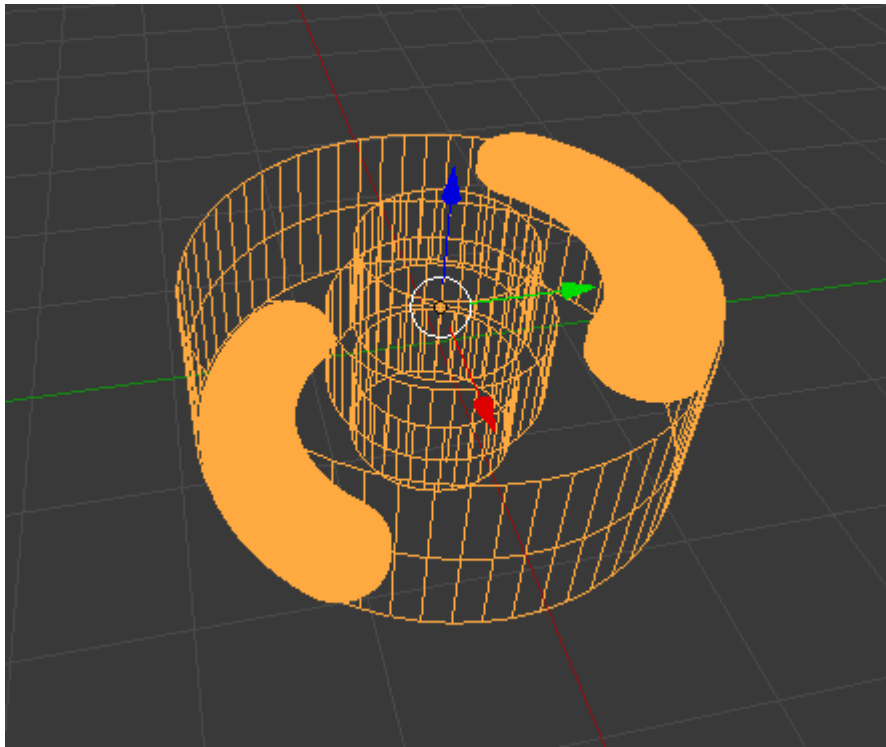


Рисунок 1 – Полученный меш-объект в режиме редактирования граней с параметром $N_c = 1$

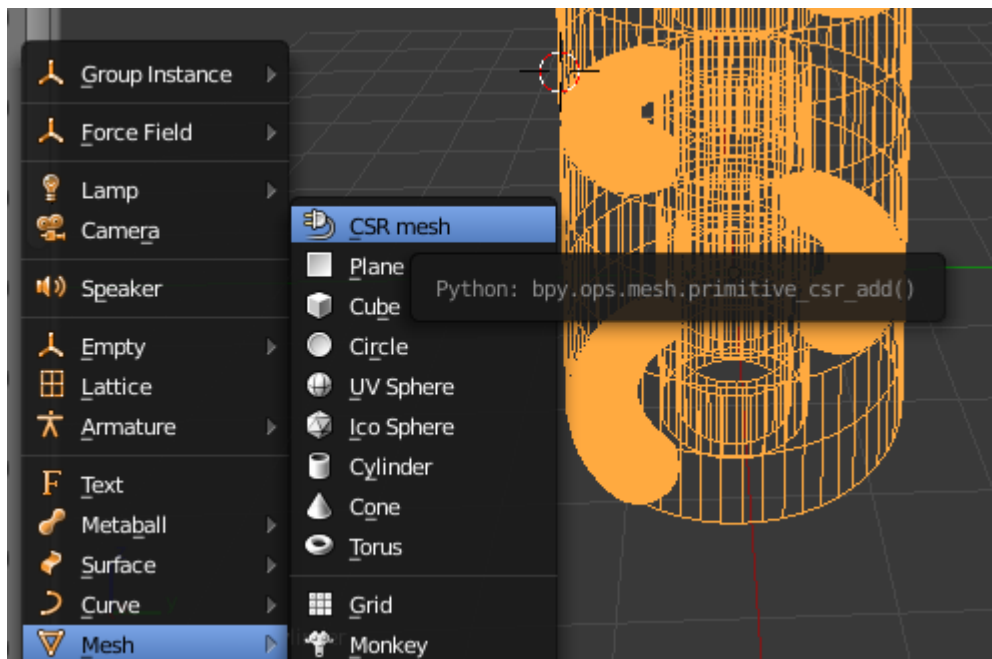


Рисунок 2 – Созданный пункт меню - CSR Mesh

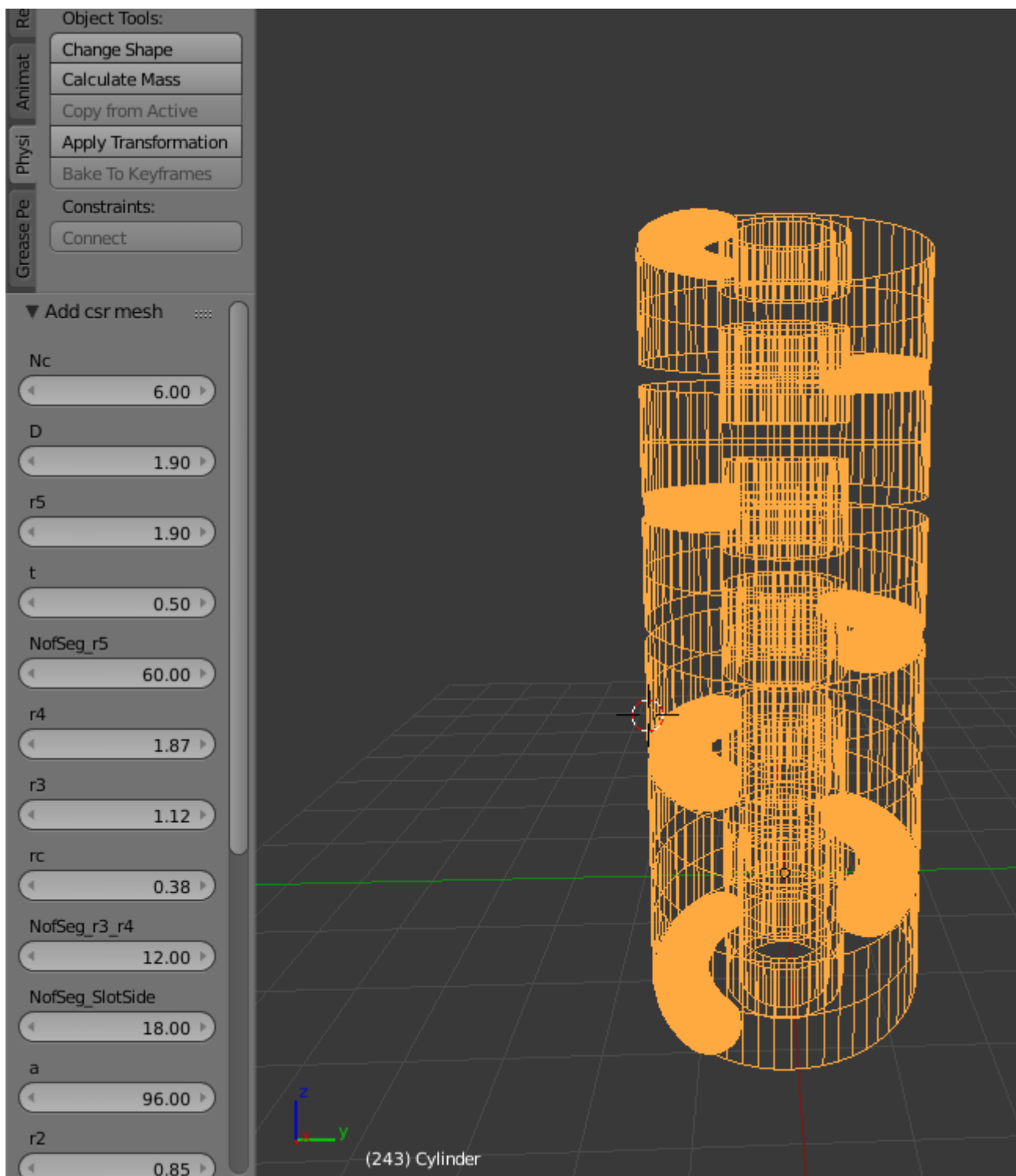


Рисунок 3 – Формы для изменения параметров детали

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения данной работы получены следующие результаты:

- изучены математические основы моделирования графических объектов;
- освоено моделирование волноведущих устройств СВЧ в программе 3D-моделирования Blender;
- разработан скрипт-шаблон на языке Python для автоматизации процесса проектирования замедляющей системы типа цепочки связанных резонаторов с повернутыми на 180 градусов фасолевидными щелями связи в программе 3D-моделирования Blender, позволяющий быстро изменять размеры и параметры устройства;
- скрипт доведен до уровня плагина, добавляющего в меню программы 3D-моделирования Blender соответствующего пункта меню Add - Mesh - CSR Mesh.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Программа 3D-моделирования Blender [Электронный ресурс] URL: <https://www.blender.org/> (дата обращения: 03.04.2016)
- 2 Аксенчик А.В., Кураев А.А. Мощные приборы СВЧ с дискретным взаимодействием (теория и оптимизация). – Минск: Бестпринт, 2003. – 376 с.
- 3 Программа численного решения дифференциальных уравнений в частных производных [Электронный ресурс] URL: <http://www.freefem.org/ff++/ftp/freefem++doc> (дата обращения: 07.02.2016)
- 4 Python 3.5.1 documentation [Электронный ресурс] URL: <https://docs.python.org/3/> (дата обращения: 13.01.2016)
- 5 Компьютерная графика [Электронный ресурс] URL: <http://www.freeadvice.ru/> (дата обращения: 10.02.2016)
- 6 Blender documentation [Электронный ресурс] URL: <https://wiki.blender.org/index.php> (дата обращения: 01.02.2016)
- 7 Лебедев И. В. Техника и приборы СВЧ (изд. 2-е) — М.: Высшая школа, 1970. — 440 с.