

УДК 004.514

К.Е. Зиновьев, А.А. Квасников, А. Алхадж Хасан

## Графический интерфейс для расчёта характеристик антенн при проводно-сеточной аппроксимации в системе TALGAT

Разработан графический интерфейс пользователя программы расчёта антенн при проводно-сеточной аппроксимации в системе TALGAT. На примере биконической антенны показана его функциональность.

**Ключевые слова:** графический интерфейс, проводно-сеточная аппроксимация, антенна, TALGAT.

В процессе описания геометрии антенн в существующих системах автоматизированного проектирования (САПР) используется граничное представление трехмерных объектов, основанное на топологии и геометрии (поверхности, кривые и точки). Основными топологическими элементами при данном представлении являются вершины, ребра и грани. Задание геометрии антенны с помощью геометрических примитивов основано на взаимодействии пользователя САПР с ее графическим пользовательским интерфейсом. Для применения численного метода и вычисления параметров антенны на основе её разработанной геометрической модели производится создание сеточной модели и задание граничных условий моделирования.

В системе решения задач электромагнитной совместимости TALGAT [1] реализован модуль электродинамического анализа, реализующий тонкопроводящую аппроксимацию геометрии антенны и вычисление ее параметров (входной импеданс, характеристики излучения) с помощью метода моментов [2]. При этом для использования модуля пользователю требуется изучение внутреннего языка системы TALGAT\_Script. Для оптимизации процедуры расчета с помощью данного модуля требуется разработка нового графического пользовательского интерфейса с учетом особенностей проводно-сеточной аппроксимации моделей антенн. Цель работы – разработать графический интерфейс для расчёта характеристики антенн при проводно-сеточной аппроксимации.

Для разработки графического интерфейса использованы возможности языка программирования Python [3], а также его библиотек tkinter [4] и sys [5]. Библиотека tkinter предназначена для реализации элементов пользовательского интерфейса: кнопки ввода данных, заголовки текста, кнопки переключения состояния объекта и др. Библиотека sys обеспечивает доступ к переменным и функциям, взаимодействующим с интерпретатором Python, а также позволяет задавать и интерпретировать параметры среды для дальнейшего использования системой TALGAT. Данные библиотеки были выбраны из-за простоты их использования, доступности и наличия подробной документации.

В ходе работы создан графический интерфейс, выполненный в виде оконного приложения. Он содержит поля ввода основных параметров задания геометрии антенны, дискретизации её границ и источника возбуждения. Так, пользователю доступны

выбор рабочей частоты, радиуса проводов структуры, их начальные и конечные координаты и др. Далее приведены основные фрагменты интерфейса программы с указанием используемых классов библиотеки tkinter.

Окна ввода основных параметров геометрии структуры, а также других параметров, задание которых подразумевает ввод числовых данных с клавиатуры, реализованы с помощью элементов entry. Элементы класса label служат для обозначения переменных (рис. 1).

Рис. 1. Поле ввода начальных координат проводов, из которых строится поверхность антенны

Основное окно программы также содержит элементы интерфейса для настройки шагов дискретизации (рис. 2). Так, реализован флаговый переключатель режимов дискретизации (ручной, автоматический) с помощью элемента класса radiobutton. При смене типа дискретизации элементы детальной настройки автоматического и ручного режимов становятся активными / неактивными соответственно.

Рис. 2. Фрагмент окна настройки дискретизации

Фрагмент окна настройки источника возбуждения показан на рис. 3. В окне реализован выбор типа возбуждения и его параметров. Элемент библиотеки checkbox используется для включения / выключения возбуждения на конкретном сегменте. Элементы radiobutton («Excitation», «Excitation subsection», «Excitation fixed») реализуют функционал переключения режима возбуждения.

Создано окно этапа постпроцессинга (рис. 4). Переход в соответствующий режим осуществляется по нажатию на элемент button основного окна программы. Так, пользователю доступен выбор методов

численного интегрирования из списка, реализованных в системе TALGAT. После выбора метода пользователю доступен выбор отображаемых результатов: вид структуры, поверхностные токи и диаграмма направленности. Переключение между режимами отображения результатов осуществляется с помощью взаимодействия с элементом интерфейса *checkbox*.

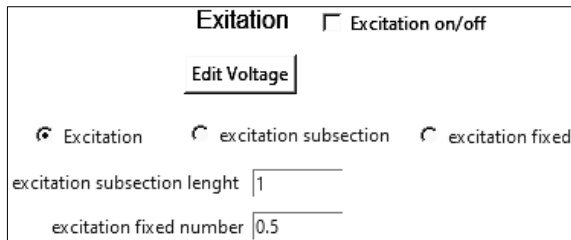


Рис. 3. Фрагмент окна настройки источника возбуждения

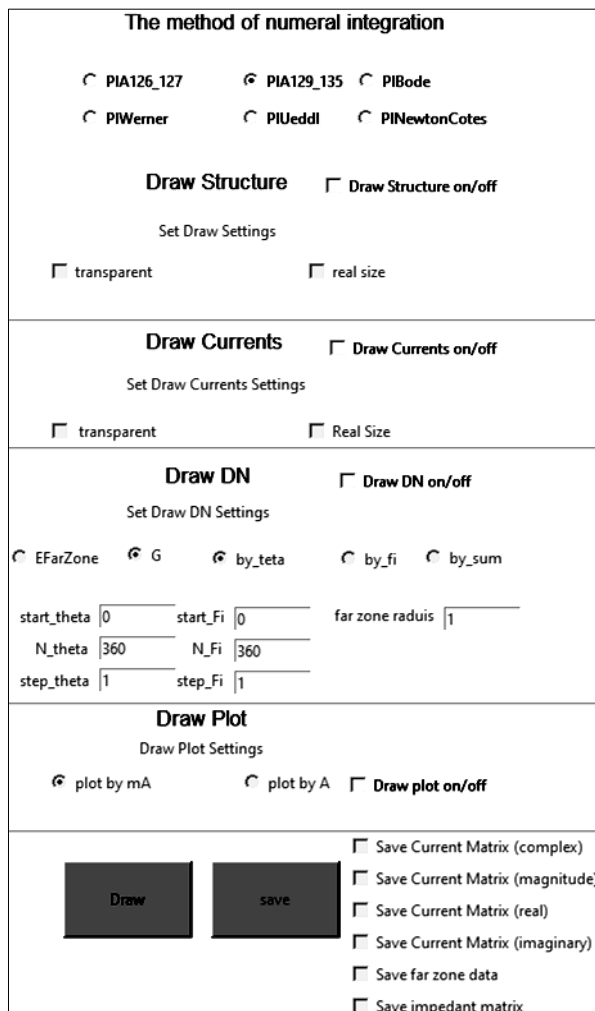


Рис. 4. Окно постпроцессинга

Для детальной настройки отображения пользователю доступны следующие параметры: прозрачность, использование реальных размеров, настройка отображения диаграммы направленности и пр. По нажатию на кнопку «Draw» происходит вызов функций системы TALGAT для отрисовки трехмерных изображений электрического поля и структуры. На рис. 5 показан пример диаграммы направленности

биконической антенны на частоте 500 МГц. Каждый конус антенны аппроксимирован 64 проводами. Дополнительно реализована выгрузка результатов вычислений (из списка доступных) в формате «.txt» по нажатию на кнопку «Save».

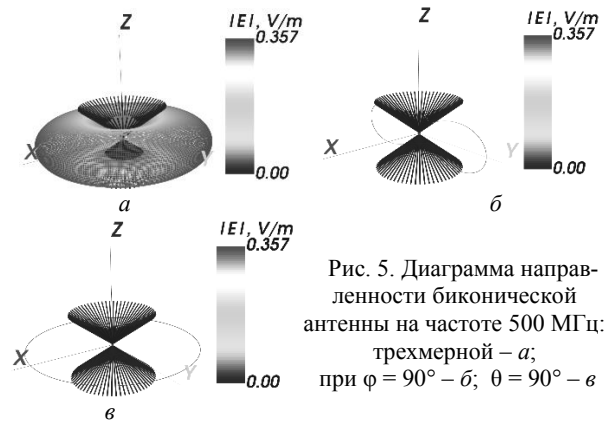


Рис. 5. Диаграмма направленности биконической антенны на частоте 500 МГц: трехмерной – *a*; при  $\varphi = 90^\circ - \bar{b}$ ;  $\theta = 90^\circ - \bar{c}$

Отличительной особенностью программы является объединение интерфейса, разработанного на языке Python, со встроенными функциями системы TALGAT, реализованными на языке C++.

#### Заключение

Разработан графический пользовательский интерфейс для расчёта характеристик антенн при проводно-сеточной аппроксимации, позволяющий упростить процесс взаимодействия пользователя с системой TALGAT. В дальнейшем планируется расширение функциональных возможностей системы и совершенствование ее интерфейса.

#### Литература

1. Куксенко С.П. Новые возможности системы моделирования электромагнитной совместимости TALGAT / С.П. Куксенко, А.М. Заболоцкий, А.О. Мелкозеров, Т.Р. Газизов // Доклады ТУСУР. – 2015. – № 2(36). – С. 45–50.
2. Харрингтон Р.Ф. Применение матричных методов к задачам теории поля // Труды Института инженеров по электронике и радиотехнике. – 1967. – № 2. – С. 5–19.
3. Python Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://python.org/doc/>, свободный (дата обращения: 01.09.2021).
4. tkinter – Python interface to Tcl/Tk [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.python.org/3/library/tkinter.html>, свободный (дата обращения: 05.09.2021).
5. sys – System-specific parameters and functions [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.python.org/3/library/sys.html>, свободный (дата обращения: 05.09.2021).

#### Зиновьев Константин Евгеньевич

Студент каф. автоматизированных систем управления (АСУ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)  
Эл. почта: extremal932@gmail.com

#### Квасников Алексей Андреевич

Аспирант каф. телевидения и управления (ТУ) ТУСУРа  
Эл. почта: aleksejkvasnikov@gmail.com

#### Алхадж Хасан Аднан

Аспирант каф ТУ ТУСУРа  
Эл. почта: alhaj.hasan.adnan@yandex.ru