



Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина»

Воронежский государственный университет (ВГУ)



ТЕМА: Применение компьютерных программ электродинамического моделирования для анализа приемоизлучающих структур

Цель работы: оценка возможностей и обоснование рекомендаций по применению компьютерных программ электродинамического моделирования для анализа приемоизлучающих структур

**Авторы: *С.Н. РАЗИНЬКОВ, д.ф.-м.н., доцент*
Д.Н. БОРИСОВ, к.т.н., доцент
*А.В. БОГОСЛОВСКИЙ, к.т.н.***

1. Базовые принципы компьютерного моделирования приемоизлучающих структур

Базовые принципы построения и применения компьютерных программ электродинамического моделирования приемоизлучающих структур будем анализировать применительно к пакетам:

1. CST MWS – Computer Simulation Technology Microwave Studio;



2. Altair FEKO – FEldberechnung bei Korpern mit beliebiger Oberflache.



Особенности моделирования в CST MWS

В программе электродинамического моделирования CST MWS для решения краевой задачи методом конечных элементов при планарном моделировании идеально проводящих приемоизлучающих структур и их носителей, а также расчете токов в областях частичной металлизации диэлектрических объектов для автоматической генерации координат узлов и дискретизации поверхностей активируется вычислитель FDS – Frequency Domain Solver. Для вычисления развязки между источниками, заданными на поверхностях, где определяются дискретные значения комплексных амплитуд токов, выполняется обращение к вычислителю Integral Equation Solver. При моделировании объемных диэлектрических (металлодиэлектрических) и идеально проводящих тел произвольной формы, декомпозируемых на множество непланарных элементов, для аппроксимации токов активируется процедура задания граничных условий PBA – Perfect Boundary Approximation.

Возможности Altair FEKO по численному решению краевых задач электродинамики

В программе Altair FEKO задачи возбуждения токов поверхностей для размещения приемоизлучающих структур определяются системами интегральных уравнений Фредгольма второго рода в границах областей дискретизации с тензорными функциями Грина и решаются методом моментов. Поляризационные компоненты электрического поля вычисляются в виде суперпозиции полей, излучаемых (принимаемых) элементами дискретизации объекта, методами геометрической оптики, физической теории дифракции и мультипольного метода. При нахождении весовых коэффициентов распределения токов поверхности с криволинейными профилями представляются наборами элементарных площадок треугольной формы, в пределах которых осуществляется интегрирование произведений комплексных амплитуд поверхностных токов и функций элементарных источников по областям дискретизации.

2. Пути повышения эффективности электродинамического моделирования приемоизлучающих структур с применением компьютерных программ

В целях повышения эффективности применения программ моделирования для анализа излучения (приема) электромагнитного поля требуется обоснование рациональных алгоритмов их применения.

Наиболее высокая эффективность применения метода моментов достигается при представлении функции Грина краевой задачи в аналитическом виде. При этом, **во-первых**, становится возможным исключение из области решения точек, где проявляются особенности ядер интегральных уравнений, **во-вторых**, поиск решения краевой задачи выполняется в точках дискретизации излучающей (приемной) поверхности, а не объема пространства, занимаемого объектом, что способствует существенному сокращению вычислительных затрат на частичное обращение оператора краевой задачи. Для дискретизации распределения токов, индуцируемых сторонним полем, применяется способ сеточного разбиения поверхности.

За счет представления поверхности объекта, в составе которого присутствуют плоские и (или) слабо искривленные участки, в виде сеточной структуры с прямоугольными ячейками, достигается высокая точность аппроксимации токов при отсутствии избыточного числа точек дискретизации области их определения. Покрытие поверхности с большим радиусом кривизны сеткой с тетраэдральной формой ячеек обеспечивает сокращение множества дискретных фрагментов по сравнению с вариантом разбиения на прямоугольные участки. Для дальнейшего снижения вычислительных затрат эффективно применяется метод подсеток MSS – Multilevel Subgridding Scheme, формирующий при задании линий разбиения анализируемого объекта произвольной формы конформные слои с измельченной сеткой.

В соответствии с объектно-ориентированным подходом для модельного представления композиционных объектов исходные данные формируются при использовании системы построения 3D-моделей SolidWorks с активированными инструментами для кинематического и структурного анализа и проектирования изделий в виде объёмных полноразмерных цифровых моделей приемоизлучающих структур и несущих поверхностей. В процессе проведения расчетов исходные данные транслируются в графические ядра компьютерных программ CST MWS и Altair FEKO.

Заключение

Представлены базовые принципы компьютерного моделирования приемноизлучающих структур при анализе их характеристик и выборе параметров конструкций, обеспечивающих требуемые показатели избирательности излучения и приема электромагнитных волн. Определены основные пути повышения эффективности компьютерных программ CST MWS и Altair FEKO при проведении исследований приемноизлучающих структур на основе совместного использования с системами построения цифровых моделей и способами аналитического и численного решения краевых задач электродинамики для нахождения приближенного распределения токов приемноизлучающих компонентов и несущих поверхностей.

Результаты, полученные на основе компьютерного моделирования приемноизлучающих структур на поверхностях ограниченных размеров, позволяют оценить показатели эффективности излучения (приема) сигналов мобильными информационными средствами информационно-телекоммуникационных систем.

На слайде представлены электронные адреса авторов доклада. Приглашаем уважаемых участников конференции к обсуждению результатов исследования и будем благодарны за критические замечания и пожелания.

Разиньков С.Н.

e-mail: razinkovsergey@rambler.ru

Борисов Д.Н.

e-mail: borisov@sc.vsu.ru

Богословский А.В.

e-mail: bogosandrej@yandex.ru