

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 621.396

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

© 2017 А. П. Преображенский

Воронежский институт высоких технологий (г. Воронеж, Россия)

В данной статье проводится анализ возможностей применения методов для разработки сложных технических объектов. Приводятся данные по программам, позволяющим осуществлять электродинамическое моделирование.

Ключевые слова: электродинамика, метод, моделирование, технический объект.

Вопросы распознавания в радиодиапазоне вызывают большой и нарастающий интерес. Задача радиораспознавания (классификации, различения) объектов состоит в отнесении наблюдаемых объектов к соответствующим классам и типам.

Распознавание типов объектов может вызывать затруднение, отдельные типы объектов на основе определенных признаков объединяют в классы.

При распознавании образов радиоинформация может комбинироваться с информацией, получаемой в других диапазонах волн.

Дадим анализ основных характеристик систем автоматизированного проектирования (САПР), которые предназначены для моделирования и анализа электромагнитных свойств объектов.

Система Wireless InSite предназначена для моделирования и анализа распространения электромагнитных волн на больших территориях.

Данная программа моделирует грубые, неровные горные ландшафты, различные городские строения и замкнутые пространства.

Основные возможности Wireless InSite следующие:

- скорость,
- точность,
- легкость в освоении графического интерфейса,

- быстрота алгоритма трассировки высококачественных графических изображений,

- точная многовариантная подготовка данных,

- беспрепятственное импортирование и экспортирование форматов различных файлов,

- импортирование и обработка DTED и USGS файлов,

- сельских строений и замкнутых пространств,

- моделирование распространения радиоволн на неровной местности,

- импортирование и обработка данных в DXF формате.

SuperNEC активно используется для разработки антенн, проектирования систем авиационной связи, исследования электромагнитных задач.

Система 3D электромагнитного моделирования FEKO.

Эта программа предназначена для анализа антенных систем и неоднородных диэлектрических сред. В программе реализован метод моментов с добавлением методов физической оптики, что позволяет рассчитывать характеристики сложных технических объектов.

Гибридные методы. В зависимости от угла падения облучения при рассеянии на больших (по отношению к длине волны) объектах могут возникать различные электромагнитные явления, такие как бегущие и ползущие волны, а также эффекты дифракции на поверхности и ребрах.

Применимость численных методов, например, метода интегральных уравнений, ограничивается электрическими размерами рассеивающего объекта, а методов, основанных на оптическом подходе – сложностью формы реальных технических объектов.

Гибридные методы, сочетающие как численные, так и высокочастотные асимптотические методы, существенно расширяют класс рассматриваемых процессов рассеяния электромагнитных волн, хотя грань между гибридными методами, с одной стороны, и асимптотическими и строгими, с другой, весьма условна.

Например, всегда классифицируемый как асимптотический метод физической оптики по своей сути является гибридом строго интегрального представления электромагнитного поля и геометрооптического приближения для тока на рассеивателе.

В гибридных методах в первом приближении комплексный объект аппроксимируется совокупностью канонических (характерных) элементов, а общее решение задачи рассеяния получается в виде суммы известных решений для отдельных элементов.

Главное преимущество такого подхода состоит в том, что эффект рассеяния на большом (по отношению к длине волны) объекте можно аппроксимировать, не прибегая к сложным расчетам.

Принципиальный его недостаток состоит в том, что в лучшем случае он учитывает лишь рассеянные волны, относящиеся к нулевому («зеркальному») и первому порядкам и пренебрегает эффектами взаимодействия различных рассеивающих элементов.

Для преодоления этого недостатка можно привлекать два подхода:

1. Осуществление точного учета дифракционных эффектов относительно ребер и искривленных поверхностей объекта с помощью аналитических средств, разработанных путем обобщения методов классической оптики и использование геометрической и физической теорий дифракции.

2. Второй подход исходит из применения к задаче о рассеянии электромагнитного излучения метода интегральных уравнений, использующего теорию линейных пространств и ортогональных проекций.

Чтобы гибридные методы сохраняли эффективность по всем типам сложных рассеивающих объектов для разных условий наблюдения, которые создаются исследова-

телями, необходимо соблюдать следующие условия:

1. Высокоточные «первичные» решения должны быть справедливыми во всех областях, где они применяются в гибридном методе.

2. Низкочастотная область (область применения метода моментов) должна отстоять примерно на $1/2L$ от краев поверхностей или от границ разделов участков непрерывности материала технических объектов.

3. Гибридный метод дает наилучшие результаты при анализе характеристик рассеяния больших в электрическом смысле объектов, которые часто встречаются на практике.

Практически вычисление элементов матрицы импедансов, требуемое для получения уравнения, может оказаться чрезвычайно трудным даже при использовании быстродействующих ЭВМ, так как при этом приходится совершать по меньшей мере два численных интегрирования. А именно, если рассматривается интегральный оператор, то он вычисляется с помощью интегрирования, второе интегрирование входит в определение внутреннего произведения.

Отметим также, что применение радиолокационных характеристик для объектов при определенных значениях частот падающей электромагнитной волны (полученных при математическом моделировании или экспериментальными методами) дает возможность прогнозирования значений радиолокационных характеристик в диапазоне частот. Причем это возможно как для идеально проводящих объектов, так и для объектов, содержащих на своей поверхности радиопоглощающие покрытия.

Подводя итог вышеизложенному, можно сделать вывод, что вследствие сложности современных объектов, необходимо применять численные методы.

Однако во многих практических случаях возможно эффективное применение комбинированных (гибридных) методов, позволяющих уменьшить требования к машинным ресурсам (быстродействие, оперативная память).

С целью максимального использования возможностей существующих методов необходимо объединять программные разработки в САПР для решения конкретных специализированных задач в различных областях техники.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алешкина Е. В. Моделирование рассеяния радиоволн на структурах с поглощающим слоем / Е. В. Алешкина // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2017. – № 1 (16). – С. 15.
2. Алимбеков А. Р. Интеграция ГИС и САПР в беспроводных системах связи / А. Р. Алимбеков, Е. А. Авдеенко, В. В. Шевелев // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2017. – № 1 (16). – С. 12.
3. Алимбеков А. Р. Моделирование рассеяния радиоволн сотовых систем связи на элементах зданий / А. Р. Алимбеков, Е. А. Авдеенко, В. В. Шевелев // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2017. – № 1 (16). – С. 14.
4. Болучевская О. А. Свойства методов оценки характеристик рассеяния электромагнитных волн / О. А. Болучевская, О. Н. Горбенко // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2013. – № 3. – С. 4.
5. Головинов С. О. Проблемы управления системами мобильной связи / С. О. Головинов, А. А. Хромых // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2012. – № 9. – С. 13-14.
6. Ерасов С. В. Оптимизационные процессы в электродинамических задачах / С. В. Ерасов // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2013. – № 10. – С. 20-26.
7. Костюченко В. В. Моделирование рассеяния импульсов радиоволн на полой структуре / В. В. Костюченко, Н. А. Анкина // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2017. – № 2 (17). – С. 4.
8. Кульнева Е. Ю. О характеристиках, влияющих на моделирование радиотехнических устройств / Е. Ю. Кульнева, И. А. Гашенко // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 50.
9. Мишин Я. А. О системах автоматизированного проектирования в беспроводных сетях / Я. А. Мишин // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2013. – № 10. – С. 153-156.

THE ANALYSIS OF THE MAIN ELECTRODYNAMIC METHODS USED IN THE DEVELOPMENT OF TECHNICAL OBJECTS

© 2017 A. P. Preobrazhenskiy

Voronezh Institute of High Technologies (Voronezh, Russia)

This paper analyzes the possibilities of applying methods to design complex technical objects. The information on programs that allow for electrodynamic modeling is provided.

Keywords: electrodynamics, method, modeling, technical object.