

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАССЕИВАЮЩИХ СВОЙСТВ ОБЪЕКТОВ

© 2017 А. Р. Алимбеков, Е. А. Авдеенко, В. В. Шевелев

Воронежский институт высоких технологий
ОАО концерн «Созвездие»
Российский новый университет

Статья посвящена анализу рассеивающих свойств объектов. Дается сравнение различных расчетных методов с точки зрения требований машинной памяти и быстродействия вычислительных средств.

Ключевые слова: дифракция, рассеяние, метод, расчет, модель.

Рассматриваемые методы можно условно разделить на три класса. Первый – это асимптотические методы. Среди них применяют геометрическую оптику, физическую оптику, геометрическую теорию дифракции.

Ко второму классу относятся строгие методы интегральных преобразований, метод интегральных уравнений.

Наконец, к третьему классу относятся комбинированные методы.

Примером таких методов является метод стационарного функционала Ю. Швингера – различного рода комбинированные методы, сочетающие целый ряд методов и др.

Различают три характеристики области, в которых может находиться размер рассеивателя L : квазистатическая (релеевская область), когда $L/(\lambda \ll 1)$; резонансная область, когда L/λ ($\lambda \sim 1$); квазиоптическая область, когда $L/(\lambda \gg 1)$ (λ – длина электромагнитной волны).

В квазистатической области решение задачи получается из решения волнового уравнения (уравнения Гельмгольца), однако решение в аналитическом виде получается не всегда и приходится прибегать к численному решению.

В резонансной области (как наиболее трудной для исследований) чаще всего используется метод разделения переменных или метод интегральных уравнений.

В квазиоптической области применимы два типа методов: лучевые и волноводные. К лучевым методам, прежде всего, относится геометрическая оптика и ее уточнения.

Экспериментальные методы определения характеристик вторичного излучения. Они подразделяются на методы: натуральных измерений; масштабного электродинамического моделирования; масштабного акустического моделирования.

Методы натуральных измерений. Охватывают два метода: динамических и статических измерений.

Динамические характеристики снимают в процессе реальных полетов с использованием штатных или измерительных локаторов.

Статические характеристики снимают на испытательных полигонах. Объекты закрепляют на достаточной высоте относительно поверхности земли с помощью тросов или на покрытых слабоотражающими материалами колоннах, соединенных с поворотными устройствами.

1. Метод масштабного электродинамического моделирования проводят на полигонных установках, аналогичных используемым при натурном статическом моделировании или в безэховых камерах.

При использовании безэховых камер серьезное внимание уделяют формированию в окрестности модели плоского фронта волны, в частности, с помощью специальных коллиматоров.

Характеристики проводящих моделей воспроизводят характеристики проводящих реальных целей, если выполняются условия подобия.

Вместо генерации широкополосных сигналов используют иногда смену частот

Алимбеков Амаль Рамильевич – ВИВТ АНОО ВО, студент alimbekovramillfert@yandex.ru.
Авдеенко Екатерина Александровна – ОАО концерн «Созвездие» специалист, e-mail: avddekal50c@yandex.com.
Шевелев Владимир Владимирович – РосНОУ, студент, e-mail: shevelevvlamiiu@yandex.ru.

зондирующих сигналов с достаточно малым шагом.

Отраженные сигналы подвергаются фазовому детектированию с использованием в качестве опорного напряжения сигнала от малогабаритного вынесенного эталонного вторичного излучателя.

Результаты оцифровываются и подвергаются процедуре БПФ.

Вращение макетов целей в сочетании с обработкой, обеспечивающей синтез апертуры, используется в последнее время для выявления вкладов отдельных элементов цели в суммарные эффекты их вторичного излучения.

2. Метод гидроакустического моделирования.

Основой рассматриваемого вида моделирования является аналогия акустических и электромагнитных волновых процессов в изотропных средах.

Аналогия не касается поляризационных эффектов.

Они характерны для электромагнитных волн и отсутствуют для гидроакустических в силу их продольного характера в толще жидкости.

Положительной особенностью гидроакустического моделирования является существенное снижение скорости распространения v акустической волны по сравнению со скоростью электромагнитной в свободном пространстве.

В результате полосы частот и частоты гидроакустической модели значительно сокращаются.

Последнее существенно также и потому, что с увеличением рабочей частоты растет затухание гидроакустических колебаний, превышая (даже в масштабе) атмосферное затухание электромагнитных. Поскольку все требования одновременно невыполнимы, необходим компромисс.

3. Расчетные методы.

Расчетные методы определения характеристик вторичного излучения.

Интерес к таким методам возрастает вследствие удорожания натуральных экспериментов, трудностей набора в ходе этих экспериментов необходимых данных и расхождения результатов, получаемых при этом различными экспериментальными методами.

3.1. Разновидности расчетных методов. Методики расчета характеристик вторичного излучения классифицируют по методам: описания поверхности аэродинамического

объекта; расчета рассеянного электромагнитного поля.

Среди методов описания поверхности выделяют следующие методы.

1. Проволочные методы. Объект представляется совокупностью тонких проводников (проволочек). Метод применяется для расчета характеристик вторичного излучения в резонансной и релеевской областях.

2. Пластинчатые (фасеточные) методы. Поверхность цели описывается путем задания граней (фасеток) и ребер. Зачастую этот процесс автоматизируется.

Размеры фасеток составляют доли длины волны, что приводит к росту вычислительных затрат для самолетов в сантиметровом-дециметровом диапазонах длин волн.

3. Эллипсоидальные методы. В отличие от предыдущего метода используются участки эллипсоидов.

Снимаются ограничения на размеры элементарных участков поверхности, но не учитываются деполяризующие эффекты.

4. Методы, использующие описание кубическими сплайн-функциями. Позволяют автоматизировать трудоемкий процесс описания поверхности цели, используя стандартные пакеты программ САПР. В остальном близки по характеристикам к эллипсоидальным методам.

5. Метод простейших компонентов. Сочетает широкий набор простых тел: поверхностей второго порядка, пластин, клиньев, тонких проводов, дисков и т. д. Позволяет уменьшить вычислительные затраты при сохранении точности расчетов, однако требует значительных ручных затрат при описании поверхности цели.

Таким образом, выбор конкретного метода моделирования определяется машинной памятью и быстродействием компьютеров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Львович И. Я. Основы информатики: учебное пособие / И. Я. Львович, Ю. П. Преображенский, В. В. Ермолова. – Воронеж, Издательство: Воронежский институт высоких технологий, 2014. – 239 с.

2. Логачева О. Е. Особенности современных методов оценки и фильтрации сигналов / О. Е. Логачева, В. В. Костюченко // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 4 (15). – С. 6.

3. Панарин Д. Г. Моделирование распространения электромагнитных волн в каналах связи при эффектах затухания / Д. Г. Панарин, А. В. Данилова // Моделиро-

вание, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 4 (15). – С. 10.

4. Бокова О. И. Проектирование наземных радиосистем передачи информации с помощью специализированных программных комплексов / О. И. Бокова, С. В. Канавин, Н. С. Хохлов // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 2 (12). – С. 6.

5. Панарин Д. Г. Исследование особенностей процессов дифракции в высокочастотном диапазоне / Д. Г. Панарин, А. Г. Юрочкин // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 3 (14). – С. 3.

6. Глотова Т. В. Характеристики математического обеспечения систем проектирования радиосвязи / Т. В. Глотова, Х. И. Бешер // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 3 (14). – С. 4.

7. Панарин Д. Г. Моделирование рассеяния электромагнитных волн в городской застройке на основе комбинированного метода / Д. Г. Панарин, А. Г. Юрочкин // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 3 (14). – С. 5.

8. Кострова В. Н. Моделирование рассеяния радиоволн на двумерных цилиндрах / В. Н. Кострова, Е. А. Рыбальченко // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 3 (14). – С. 6.

9. Сердюцкая Д. А. Моделирование рассеяния электромагнитных волн на объекте у неровной поверхности / Д. А. Сердюц-

кая // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 3 (14). – С. 7.

10. Панарин Д. Г. Моделирование рассеяния электромагнитных волн на электродинамических объектах с использованием модифицированного метода моментов / Д. Г. Панарин // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 3 (14). – С. 8.

11. Гащенко И. А. О моделировании в сотовых системах связи / И. А. Гащенко // Международный студенческий научный вестник. – 2016. – № 3-2. – С. 222-223.

12. Глотова Т. В. О некоторых характеристиках методов трассировки лучей / Т. В. Глотова // Международный студенческий научный вестник. – 2016. – № 3-2. – С. 223-224.

13. Губина Т. Н. Распространения радиоволн в сотовых системах связи / Т. Н. Губина // Международный студенческий научный вестник. – 2016. – № 3-2. – С. 225-226.

14. Подхолзина И. Е. Возможности защиты информации в беспроводных сетях / И. Е. Подхолзина // Международный студенческий научный вестник. – 2016. – № 3-2. – С. 231-232.

15. Секушина С. А. О возможностях применения гибридизации в электродинамике / С. А. Секушина // Международный студенческий научный вестник. – 2016. – № 3-2. – С. 234-235.

THE METHODS FOR DETERMINING THE SCATTERING OBJECT PROPERTIES

© 2017 A. A. Alimbekov, E. A. Avdeenko, V. V. Shevelev

*Voronezh Institute of high technologies
JSC concern «Sozvezdie»
Russian new University*

The paper is devoted to the scattering properties of objects. A comparison of different calculation methods from the point of view of the requirements of computer memory and speed computing means is given.

Key words: diffraction, scattering method, the calculation model.