

УДК: 621.396.676.2

DOI: 10.53816/20753608_2024_1_122

**АЛГОРИТМ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ПЕЛЕНГАЦИОННОЙ
ХАРАКТЕРИСТИКИ РАДИОЛОКАЦИОННОГО КООРДИНАТОРА
БОЕПРИПАСА ДЛЯ СИСТЕМЫ ВООРУЖЕНИЯ САМОЛЕТОВ-НОСИТЕЛЕЙ**

**ALGORITHM FOR OBTAINING THE SPATIAL DIRECTION FINDING
CHARACTERISTICS OF THE RADAR COORDINATOR OF THE MUNITION
FOR THE ARMAMENT SYSTEM OF THE CARRIER AIRCRAFT**

По представлению академика РАРАН В.М. Кашина

А.Б. Борзов, Г.Л. Павлов, М.В. Артюшкин, Р.Е. Копейкин

МГТУ им. Н.Э. Баумана

A.B. Borzov, G.L. Pavlov, M.V. Artyushkin, R.E. Kopeikin

В статье описывается алгоритм получения пространственной пеленгационной характеристики антенной системы по данным электродинамического расчета в системе автоматизированного проектирования (САПР) FEKO с помощью программного пакета MATLAB. Представлены практические рекомендации по получению пеленгационной характеристики с целью оценки эффективности антенного решения в составе разрабатываемого изделия. Описан алгоритм получения пеленгационной характеристики по данным электродинамического расчета.

Ключевые слова: пеленгационная характеристика, метод моментов, полосковая антенна.

The article describes an algorithm for obtaining the spatial direction finding characteristics of an antenna system based on electrodynamic calculation data in FEKO CAD using the MATLAB software package. Practical recommendations on obtaining a direction finding characteristic in order to assess the effectiveness of the antenna solution as part of the product under development are presented. An algorithm for obtaining a direction finding characteristic based on electrodynamic calculation data is described.

Keywords: directional characteristics, method of moments, strip antenna.

Введение

За последние годы произошел стремительный рост возможностей, предоставляемый электродинамическими САПР. Однако, наряду с повышением гибкости моделирования, необходимо обеспечить расширение возможностей по обработке полученных результатов. Актуальность данной задачи объясняется тем, что при современном проектировании разработка собственно антенны представляет в достаточной степени формализованный процесс вследствие широкого множества

хорошо изученных типов антенн [1–6], поэтому основное внимание уделяется эффективности антенного решения в составе разрабатываемого изделия, поэтому основное внимание при проектировании изделий должно быть смещено к оценке эффективности, выступающей в качестве главного критерия селекции наилучшего среди разрабатываемых вариантов реализации.

Оценка эффективности может быть получена путем анализа пеленгационной характеристики [7–10] — основного параметра при системном моделировании изделия, решающего

задачу обнаружения. При разработке антенной системы в САПР ФЕКО нельзя получить пространственную (по углу места и азимутальному углу) пеленгационную характеристику боеприпаса. Поэтому необходима разработка алгоритма обработки результатов расчета из САПР ФЕКО с целью получения пеленгационной характеристики. Подобный алгоритм должен обеспечить автоматический расчет характеристики, используя исключительно данные электродинамического расчета.

Рассматривается изделие, антенная система которого состоит из четырех полосковых антенн. Используя результаты моделирования в САПР ФЕКО, описан алгоритм получения пеленгационной характеристики боеприпаса.

Основная часть

Предварительно производится электродинамический расчет исследуемой антенны. Модель исследуемой антенны представлена на рис. 1. Конструкция представляет собой печат-

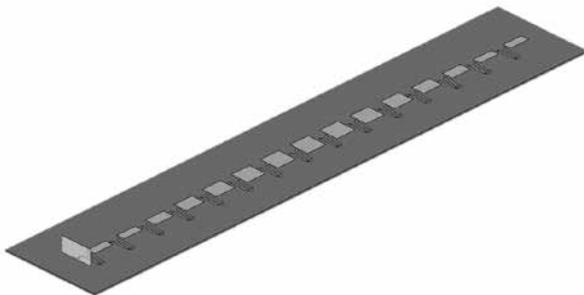


Рис. 1. Модель антенны в САПР ФЕКО

ную плату с металлизированным рисунком полосков. Диэлектрическая проницаемость материала подложки равна 3,66, тангенс угла потерь составляет 0,0037.

Предварительно производится электродинамический расчет исследуемой антенны. На рис. 2 показана диаграмма направленности антенны для миллиметрового диапазона частот.

Главный лепесток диаграммы направленности отклонен на 15 градусов от горизонтали, ширина главного лепестка диаграммы направленности составляет 20 градусов.

Использование данных антенн в составе боеприпаса предполагает схему взаимного размещения, представленную на рис. 3. Главный лепесток каждой из антенн направлен вдоль оси симметрии системы.

Данные электродинамического расчета были импортированы в MATLAB для проведения дальнейшей обработки. Импортированные объединенные на одном графике диаграммы направленности представлены на рис. 4.

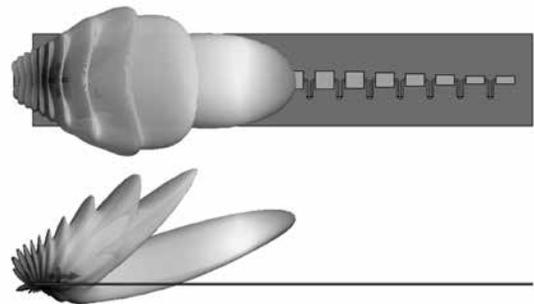


Рис. 2. Диаграмма направленности антенны в миллиметровом диапазоне

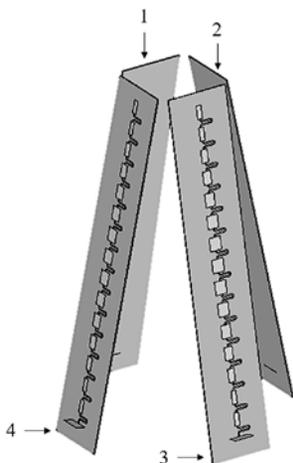


Рис. 3. Схема взаимного расположения антенн

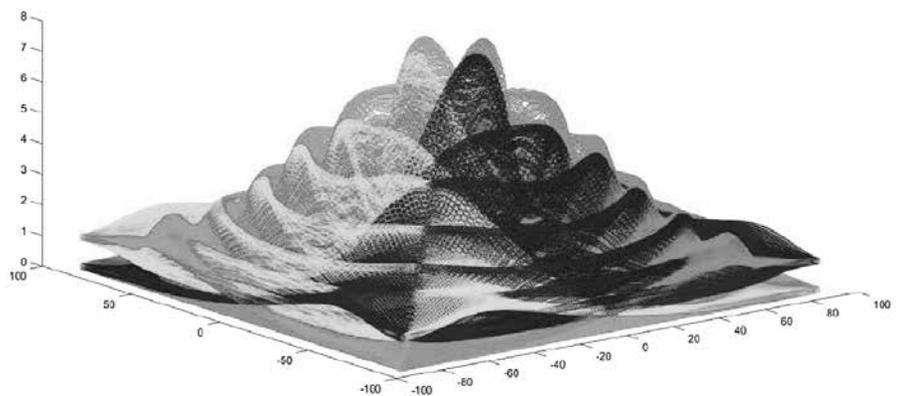


Рис. 4. Объединенные диаграммы направленности антенн

Были получены суммарная и разностная диаграммы направленности, представленные на рис. 5, 6.

По полученным диаграммам направленности была построена пеленгационная характеристика боеприпаса, представленная на рис. 7.

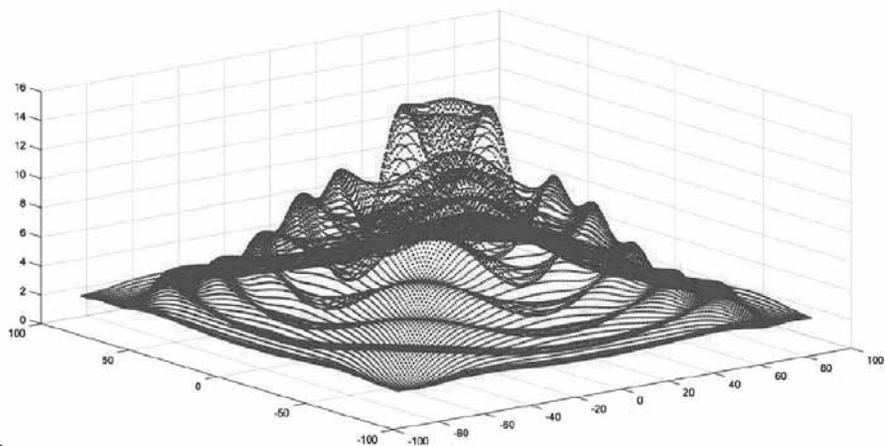


Рис. 5. Суммарная диаграмма направленности антенн

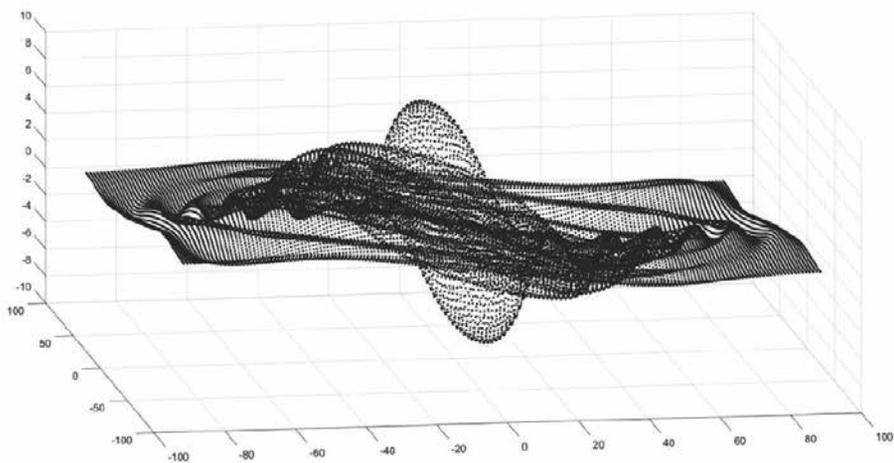


Рис. 6. Разностная диаграмма направленности антенн

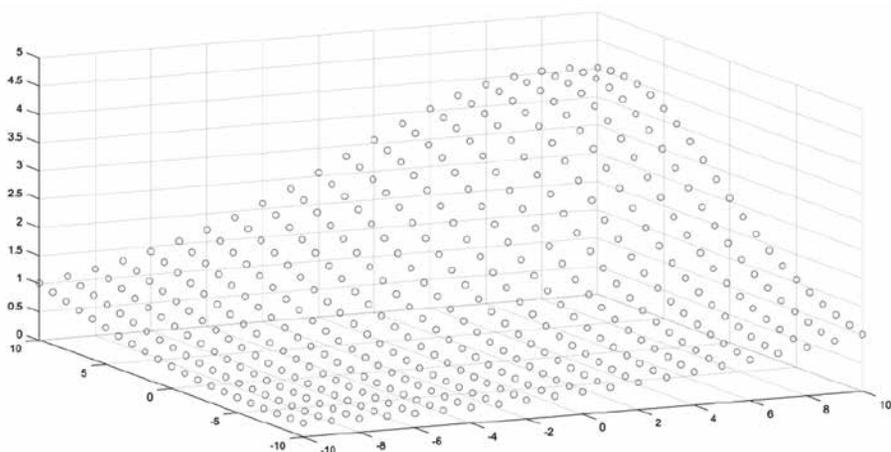


Рис. 7. Пеленгационная характеристика антенной системы

Заключение

Представленный алгоритм позволяет быстро получить пеленгационную характеристику по данным электродинамического расчета в САПР ФЕКО. Используя написанную программу, требуемые характеристики можно получить в автоматизированном режиме. Данный алгоритм позволит выбрать наиболее подходящий вариант технического решения в составе разрабатываемого изделия на ранних этапах разработки.

Литература

1. Марков Г.Т., Сазонов Д.М. Антенны. 2-е изд. М.: Энергия, 1975. 266 с.
2. Кубанов В.П., Ружников В.А., Сподобаев М.Ю., Сподобаев Ю.М. Основы теории антенн и распространения радиоволн. Самара: ОФОРТ, 2016. 258 с.
3. Ротхаммель К. Антенны. 11-е изд. М.: Данвел, 2005. 820 с.
4. Филонов А.А., Фомин, А.Н., Дмитриев Д.Д. Устройства СВЧ и антенны: учебник; под ред. А.А. Филонов. Красноярск: Сиб. федерал. ун-т, 2014. 492 с.
5. Овчаренко Л.А., Воробьев А.А. Антенны: учебное пособие. 2-е изд. СПб.: Изд-во «Лань», 2016. 416 с.
6. Вовшин Б.М., Иммореев И.Я. Основы теории радиолокационных систем с антенными решетками: учеб. пособие / Моск. авиац. ин-т им. С. Орджоникидзе. М.: Изд-во МАИ, 1993. 83 с.
7. Борзов А.Б., Лихоеденко К.П., Лобанов Б.С. Вопросы моделирования автономных информационных систем ближней локации. М.: «Оникс-М», 2009. 573 с.
8. Леонов А.И., Фомичев К.И. Моноимпульсная радиолокация. 2-е изд. М.: Радио и связь, 1984. 313 с.
9. Козлов С.В. Пеленгационные антенные системы с пространственной компенсацией помех: учеб.-метод. пособие. Минск: БГУИР, 2019. 158 с.
10. Хохлов В.К. Обнаружение, распознавание и пеленгация объектов в ближней локации: учеб. пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. 336 с.