

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА АНТЕНН С ПОЛУПРОЗРАЧНЫМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ

Методы конструктивного синтеза

Под редакцией
Б.З. КАЦЕНЕЛЕНБАУМА, А.Н. СИВОВА



МОСКВА "НАУКА"
ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
1989

ББК 22.33
345
УДК 537.86

Авторы: **Н.Н. ВОЙТОВИЧ, Б.З. КАЦЕНЕЛЕНБАУМ, Е.Н. КОРШУНОВА, Л.И. ПАН-
ГОНИС, М.Л. ПЕРЕСЛАВЕЦ, А.Н. СИВОВ, А.Д. ШАТРОВ**

Рецензент: доктор технических наук *Я.Н. Фельд*

Электродинамика антенн с полупрозрачными поверхностями: Методы конструктивного синтеза/Н.Н. Войтович, Б.З. Каценеленбаум, Е.Н. Коршунова и др.; Под ред. Б.З. Каценеленбаума и А.Н. Сивова. — М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. — 176 с. — ISBN 5-02-014044-9.

Предложена и развита дифракционная теория синтеза антенн, представляющих собой замкнутые полупрозрачные поверхности, на которые наводятся токи расположенными внутри облучателями. Интерес к таким антеннам связан со свойствами полей, создаваемых токами на замкнутых поверхностях, и с простотой возбуждения этих токов. Теория позволяет рассчитать геометрические и электродинамические параметры, обеспечивающие заданные характеристики антенн, преобразователей и резонансных рассеивателей.

Для специалистов по теории антенн, дифракции и математической физике, а также аспирантов и студентов старших курсов физических и радиотехнических вузов.

Ил. 106. Библиогр.: 67 назв.

Э 1604050000—061
053 (02) -89 88-89

ISBN 5-02-014044-9

© Издательство "Наука".
Главная редакция
физико-математической
литературы, 1989

ПРЕДИСЛОВИЕ	6
ВВЕДЕНИЕ	7
§ 1. Проблема преобразования пространственной структуры электромагнитного поля	7
§ 2. Эквивалентные граничные условия для тонких полупрозрачных поверхностей	12
2.1. Частая металлическая ленточная решетка (12). 2.2. Тонкий слой диэлектрика с $\epsilon \gg 1$ (13). 2.3. Металлическая ленточная решетка в тонком слое диэлектрика с $\epsilon \gg 1$ (14). 2.4. Две скрещенные под прямым углом ленточные решетки в слое диэлектрика с $\epsilon \gg 1$ (14).	
§ 3. Восстановление поля в пространстве по диаграмме направленности	15
3.1. Ряды по функциям Ганкеля от вещественного аргумента (16). 3.2. Ряды по функциям Ганкеля от комплексного аргумента (16). 3.3. Ряды по обратным степеням kr (17). 3.4. Метод вспомогательных источников (17). 3.5. Трехмерные и векторные задачи (18).	
Глава I. ДИАГРАММЫ, РЕАЛИЗУЕМЫЕ ТОКАМИ НА ЗАМКНУТЫХ И НЕЗАМКНУТЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ.	22
§ 4. Реализуемость и аппроксимируемость диаграммы направленности	22
4.1. Условия реализуемости: двумерный случай (22). 4.2. Условия реализуемости: трехмерный векторный случай (24). 4.3. Диаграммы, реализуемые токами на незамкнутых поверхностях (26). 4.4. Аппроксимация при минимальной норме тока (27). 4.5. Неаппроксимируемые диаграммы (30).	
§ 5. Аналитические свойства диаграммы в комплексной плоскости.	32
5.1. Условия реализуемости (32). 5.2. Локализация особых точек (35). Методические примеры (37).	
Глава II. РЕЗОНАТОРНЫЕ АНТЕННЫ	39
§ 6. Некоторые сведения из обобщенного метода собственных колебаний	39
§ 7. Синтез резонаторной антенны по заданной полной диаграмме направленности для E -поляризации	43
7.1. Цилиндрические задачи ($E_z = u(r, \varphi)$) (44). 7.2. Осесимметричные задачи ($\partial \dots / \partial \varphi \equiv 0$) (48). 7.3. Высшие типы колебаний (50).	
§ 8. Экспериментальное исследование макета резонаторной антенны	54
§ 9. Синтез резонатора, помещенного в круговой диэлектрический цилиндр, по полной диаграмме направленности	58
§ 10. Синтез резонаторной антенны по заданной полной диаграмме направленности для H -поляризации	60

§ 11. Синтез резонаторной антенны по энергетическим критериям	64
11.1. Формулировка энергетических критериев (64). 11.2. Расчет цилиндрической антенны кругового сечения для E -поляризации (66). 11.3. Расчет цилиндрической антенны кругового сечения для H -поляризации (68). 11.4. Осесимметричные задачи (69). 11.5. Цилиндрическая антенна кругового сечения, имеющая полную диаграмму, максимально близкую к заданной (70).	
§ 12. Синтез резонаторной антенны с круговой внешней поверхностью по заданной амплитудной диаграмме ($ka \gg 1$)	71
Глава III. РЕЗОНАТОРНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ПОЛЯ (ВНЕШНЕЕ ВОЗБУЖДЕНИЕ)	73
§ 13. Проходной волноводный преобразователь	73
13.1. Нахождение формы и прозрачности стенок (74). 13.2. Метод понижения нерезонансного фона (76). 13.3. Решение задачи Дирихле. Численная реализация синтеза волноводных преобразователей (79). 13.4. Задача возбуждения преобразователя (83). 13.5. Проходной преобразователь для открытой линии (87).	
§ 14. Преобразователь рассеянного поля в свободном пространстве (электромагнитная ловушка)	89
14.1. Рассеяние на цилиндрическом резонаторе кругового сечения (90). 14.2. Экспериментальная реализация цилиндрического рассеивателя с заданными свойствами (94).	
Глава IV. НЕРЕЗОНАНСНЫЕ АНТЕННЫ.	96
§ 15. Нерезонансная бесфокусная антенна при заданных источниках.	96
15.1. Конформная антенна (96). 15.2. Одномерные модели (97). 15.3. Антенна круговой формы (101).	
§ 16. Частотные свойства диаграммы при токовом синтезе на поверхностях постоянной фазы	104
Глава V. ВАРИАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СИНТЕЗА АНТЕНН ПО АМПЛИТУДНОЙ ДИАГРАММЕ ДЛЯ E-ПОЛЯРИЗАЦИИ.	106
§ 17. Расчет резонаторной антенны с заданной формой внешней поверхности	106
17.1. Вариационная формулировка задачи и методы ее решения (107). 17.2. Вопросы численной реализации (111). 17.3. Числовые результаты (113).	
§ 18. Синтез резонаторной антенны с дополнительными требованиями на поле в ближней зоне	120
18.1. Антенна круговой формы (121). 18.2. Оптимизация формы антенны (123). 18.3. Числовые результаты (124).	
§ 19. Расчет формы внутренней поверхности резонаторной антенны при заданных форме и прозрачности внешней поверхности	128
19.1. Постановка задачи. Вопросы устойчивости решения (128). 19.2. Удовлетворение граничным условиям в среднем (130). 19.3. Числовые результаты (131). 19.4. Антенна круговой формы с постоянной прозрачностью (133).	
§ 20. Расчет прозрачности нерезонансной антенны заданной формы при известных источниках.	134
20.1. Вариационная формулировка задачи (135). 20.2. Метод решения (136). 20.3. Числовые результаты (138).	
Глава VI. ТРЕХМЕРНЫЕ ВЕКТОРНЫЕ ЗАДАЧИ СИНТЕЗА	141
§ 21. Метод синтеза при использовании поверхностей с электрической и магнитной проводимостями	141

§ 22. Сферическая антенна с круговой поляризацией.	143
§ 23. Синтез резонаторной антенны со сферической внешней поверхностью, имеющей только электрическую проводимость	148
23.1. Метод построения резонаторной антенны по заданному полю излучения собственного колебания (148). 23.2. Максимальное приближение к заданной векторной диаграмме (151). 23.3. Приближение к заданной амплитудной диаграмме (154). 23.4. Антенна с максимальным КНД (162).	
§ 24. Открытый резонатор с несинфазным электрическим полем на поверхности.	165
24.1. Бесконечная прозрачность для одной из поляризаций (165). 24.2. Нестандартная граничная задача (167). 24.3. Преобразование поляризации поля (167).	
§ 25. Рассеяние на резонаторе сферической формы.	169
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	172