

АНАЛИТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЭЛЕКТРОДИНАМИКЕ

Ерофеев В.Т. Аналитическое моделирование в электродинамике / В.Т. Ерофеев, И.С. Козловская. - Минск : БГУ, 2010. -303 с.: ил.

ISBN 978-985-518-406-6



В монографии изложены математические модели макроскопической электродинамики. Рассматриваются уравнения Максвелла для электромагнитных полей в однородных, неоднородных и анизотропных средах, в диспергирующих, движущихся и сверхпроводящих средах, в киральных, биизотропных и композитных материалах. Построены базисные монохроматические электромагнитные поля в декартовых, цилиндрических и сферических координатах, распространяющиеся в обычных и композитных средах. Разработаны модели классических и неклассических граничных условий на поверхностях раздела сред и на тонких экранах, сформулированы краевые задачи дифракции и экранирования. Получены решения модельных задач электродинамики.

Предназначено для научных работников, аспирантов и студентов математических и физических специальностей.

Оглавление

ОГЛАВЛЕНИЕ	
ПРЕДИСЛОВИЕ	3
1. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ МАКРОСКОПИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ	5
1.1. Макроскопическое моделирование сред	5
1.2. Макроскопические уравнения Максвелла	9
1.3. Уравнения электростатики и магнитостатики	13
1.4. Квазистационарные и стационарные уравнения электродинамики для проводящих сред	16
1.5. Уравнения Максвелла для комплексных амплитуд поля	17
1.6. Уравнения монохроматической электродинамики с комплекснозначными параметрами сред	20
1.7. Уравнения для электромагнитных полей в диспергирующих средах	23
1.8. Волновые уравнения для нестационарных электромагнитных полей	28
1.9. Волновые уравнения для монохроматических полей	35
1.10. Уравнения для векторных потенциалов	37
1.11. Уравнения динамики энергии электромагнитного поля.	39
Уравнение Умова - Пойнтинга	

1.12. Уравнение Умова - Пойнтинга для монохроматических полей	45
1.13. Закон сохранения электромагнитной энергии для комплексных амплитуд поля	48
2. УРАВНЕНИЯ МАКСВЕЛЛА ДЛЯ ДВИЖУЩИХСЯ И СЛОЖНЫХ МАТЕРИАЛЬНЫХ СРЕД	51
2.1. Инвариантность уравнений Максвелла относительно сдвига системы координат	51
2.2. Преобразование уравнений Максвелла для анизотропных сред при повороте системы координат	55
2.3. Преобразования Лоренца	60
2.4. Уравнения Максвелла в инерциальных системах отсчета	65
2.5. Уравнения Максвелла для поля в движущейся среде	70
2.6. Уравнения Максвелла для монохроматических полей в средах с релаксацией	78
2.7. Уравнения Лондонов для сверхпроводящих сред	80
2.8. Уравнения Максвелла для полей в композитных материалах	82
2.9. Электродинамика бианизотропных материалов	85
2.10. Уравнения Федорова - Борна для сред с локальной пространственной дисперсией	87
2.11. Модели материальных уравнений в электродинамике	89
3. АНАЛИТИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ МАКСВЕЛЛА МОНОХРОМАТИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ	91
3.1. Представление электромагнитных полей в декартовых координатах	91
3.2. Плоские базисные решения уравнений Максвелла	95
3.3. Однородные и неоднородные плоские электромагнитные поля	98
3.4. Распространение плоских волн в метаматериалах	102
3.5. Плоские электромагнитные поля в композитных материалах	106
3.6. Представление электромагнитных полей через скалярные потенциалы Дебая	110
3.7. Решение уравнения Гельмгольца в сферических координатах	113
3.8. Базисные сферические электромагнитные поля	116
3.9. Условие излучения на бесконечности для сферических полей	119
3.10. Сферические поля в композитных средах	121
3.11. Представление электромагнитных полей в цилиндрических координатах	123
3.12. Решение уравнения Гельмгольца в цилиндрических координатах	126
3.13. Базисные цилиндрические электромагнитные поля	128
3.14. Представление электромагнитных полей через векторные потенциалы Герца	131
3.15. Интегральные преобразования на классах	133

электромагнитных полей	
3.16 Условие излучения для цилиндрических полей	135
3.17 Цилиндрические поля в композитных средах	137
3.18 Плоские монохроматические волны в движущейся проводящей среде	140
4. ТЕОРЕМЫ СЛОЖЕНИЯ И АНАЛИТИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ ПОЛЯ	142
4.1 Теоремы сложения для плоских электромагнитных полей	142
4.2 Теоремы сложения для цилиндрических электромагнитных полей	146
4.3 Формулы взаимного переразложения сферических электромагнитных полей	149
4.4 Интегральные представления сферических полей через цилиндрические и плоские базисные поля	153
4.5 Теоремы сложения для базисных электромагнитных полей в композитных средах	158
4.6 Электромагнитное поле линейного тока	162
4.7 Разложение электромагнитного поля линейного тока по сферическим и цилиндрическим базисным полям	167
4.8 Электромагнитное поле кругового тока	170
4.9 Разложение электромагнитного поля кругового тока по сферическим и цилиндрическим базисным полям	175
5. МОДЕЛИРОВАНИЕ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ В ЭЛЕКТРОДИНАМИКЕ	180
5.1 Граничные условия для нормальных составляющих статического поля	181
5.2 Граничные условия для касательных составляющих статического поля	185
5.3 Граничные условия монохроматической электродинамики	190
5.4 Граничные условия нестационарной электродинамики	192
5.5 Импедансные граничные условия в монохроматической электродинамике	197
5.6 Импедансные граничные условия для низкочастотных полей	202
5.7 Импедансные граничные условия в нестационарной электродинамике	204
5.8 Двухсторонние граничные условия для электромагнитных полей на слоистом плоском экране	208
5.9 Усредненные граничные условия на поверхностях тонких однослойных оболочек	212
5.10 Усредненные граничные условия на поверхности многослойной оболочки	216
5.11 Двухсторонние граничные условия на поверхностях экранов для низкочастотных магнитных и электрических полей	219
6. ПОСТАНОВКА И РЕШЕНИЕ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ	224
6.1 Постановка краевых задач для потенциалов в электростатике и магнитостатике	225

6.2 Краевые задачи для низкочастотных электрических и магнитных полей	229
6.3 Задачи дифракции для монохроматических электромагнитных волн	231
6.4 Задачи экранирования электромагнитных полей для оболочек	235
6.5 Начально-краевые задачи нестационарной электродинамики	237
6.6 Решение задач дифракции электромагнитных волн на прозрачном шаре	240
6.7 Решение задачи дифракции для идеально проводящего шара	245
6.8 Решение задачи дифракции для импедансного шара	246
6.9 Диаграмма направленности электромагнитного поля	247
6.10 Решение задач дифракции электромагнитных волн на круговом цилиндре	249
6.11 Краевые задачи дифракции для скалярных потенциалов электромагнитного поля	252
6.12 Метод интегральных уравнений для решения задач дифракции	255
6.13 Рассеяние электромагнитных волн на плоской границе раздела сред	258
6.14 Задача о преобразовании электромагнитной энергии в тепловую	262
6.15 Метод интегральных преобразований для решения задач дифракции в полупространстве	265
6.16 Решение краевой задачи экранирования для плоского экрана	268
6.17 Дифракция электромагнитных волн на биизотропном шаре	272
6.18 Электромагнитные поля в круговом цилиндрическом волноводе	276
7. ПРИЛОЖЕНИЕ 1. КРИВОЛИНЕЙНЫЕ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ.	
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ	279
7.1. Криволинейные ортогональные системы координат	279
7.2. Цилиндрическая система координат	282
7.3. Сферическая система координат	283
7.4. Сферические функции	285
7.5. Цилиндрические функции	288
8. ПРИЛОЖЕНИЕ 2. СООТНОШЕНИЯ ТЕОРИИ ПОЛЯ.	291
МЕЖДУНАРОДНАЯ СИСТЕМА ЕДИНИЦ СИ	
8.1. Дифференциальные тождества теории поля	291
8.2. Единицы физических величин в электродинамике	293
ЛИТЕРАТУРА	296