

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Предисловие</b> .....	3
<b>Основные обозначения и сокращения</b> .....	4
<b>Введение</b> .....	6
<b>Глава 1. Система уравнений электродинамики</b> .....	12
1.1. Плотности зарядов и токов .....	12
1.2. Векторы электромагнитного поля. Материальные уравнения .....	19
1.3. Основные уравнения электродинамики .....	29
1.4. Основные законы теории электрических цепей .....	34
1.5. Источники электромагнитного поля .....	39
1.6. Уравнение баланса мощностей в электромагнитном поле .....	43
1.7. Примеры применения уравнения баланса мощностей .....	47
1.8. Основные уравнения электродинамики в комплексной форме .....	51
1.9. Уравнение баланса мощностей для комплексных амплитуд векторов поля .....	57
1.10. Фиктивные магнитные заряды и токи .....	60
1.11. Граничные условия на поверхностях раздела реальных сред .....	61
1.12. Граничные условия на поверхности идеально проводящего тела .....	65
1.13. Векторные и скалярные потенциалы. Волновые уравнения .....	68
1.14. Уравнение Гельмгольца .....	71
1.15. Уравнения электростатики, магнитостатики, стационарных и квазистационарных токов .....	74
Задачи .....	75
<b>Глава 2. Возбуждение электромагнитного поля в неограниченном пространстве</b> .....	78
2.1. Модель неограниченного однородного пространства. Общая характеристика задач .....	78
2.2. Математические модели излучателей .....	79
2.3. Прямолинейные излучатели. Общие выражения составляющих векторов поля ..	87
2.4. Поле прямолинейных излучателей в зоне излучения .....	91
2.5. Сферическая волна .....	95
2.6. Элементарный электрический вибратор .....	101
2.7. Рамка электрического тока .....	109
2.8. Элементарный магнитный вибратор. Элементарная магнитная рамка .....	114
2.9. Бесконечная прямолинейная нить тока. Поверхностная волна, цилиндрическая волна .....	116
2.10. Поверхностный излучатель .....	126
2.11. Излучение поверхности прямоугольной формы с равномерным распределением стороннего поля. Элементарный поверхностный излучатель ..	129
2.12. Плоский лист тока. Плоская волна .....	132
2.13. Вращающаяся поляризация поля .....	134

2.14. Электростатические поля. Поле стационарного тока.....	138
Задачи .....	140
<b>Глава 3. Теоремы электродинамики .....</b>	<b>143</b>
3.1. Лемма Лоренца .....	143
3.2. Теоремы единственности решений уравнений Максвелла. Условия излучения.....	145
3.3. Принцип эквивалентности .....	148
3.4. Принцип Гюйгенса и интеграл Кирхгофа .....	155
3.5. Теорема взаимности .....	157
Задачи .....	160
<b>Глава 4. Отражение электромагнитных волн .....</b>	<b>162</b>
4.1. Падение плоской волны на плоскую границу раздела двух сред.....	162
4.2. Полное преломление, полное отражение .....	167
4.3. Импедансные граничные условия .....	172
4.4. Сопротивление плоского проводника при поверхностном эффекте .....	174
4.5. Метод зеркальных изображений .....	176
Задачи .....	183
<b>Глава 5. Основы общей теории направляющих систем .....</b>	<b>184</b>
5.1. Определения .....	184
5.2. Граничные задачи для электрических и магнитных волн .....	185
5.3. Мощность, переносимая полем через поперечное сечение направляющей системы .....	190
5.4. Коэффициенты затухания векторов поля .....	191
<b>Глава 6. Электромагнитные волны в закрытых направляющих     системах .....</b>	<b>197</b>
6.1. Граничная задача о возбуждении прямоугольного волновода .....	197
6.2. Свойства электрических и магнитных волн в прямоугольном волноводе .....	205
6.3. Волна основного типа в прямоугольном волноводе .....	209
6.4. Физические соображения о возбуждении типов волн.....	215
6.5. Мощности. Коэффициент затухания типов волн в прямоугольном волноводе.....	219
6.6. Круглый волновод .....	225
6.7. Эллиптический волновод .....	234
6.8. Волноводы П- и Н-образного сечения .....	236
6.9. Коаксиальная линия .....	239
Задачи .....	246
<b>Глава 7. Электромагнитные волны в открытых направляющих     системах .....</b>	<b>247</b>
7.1. Симметричные линии .....	247
7.2. Возбуждение поверхностных волн над слоем диэлектрика на металле.....	252
7.3. Диэлектрическая пластина .....	263
7.4. Круглый диэлектрический волновод .....	266
7.5. Однопроводная линия поверхностной волны .....	278

7.6. Сопротивление прямолинейного цилиндрического провода. Поверхностный эффект .....	283
7.7. Понятие о квазиоптических направляющих системах .....	285
7.8. Понятие об оптических волноводах .....	287
7.9. Полосковые волноводы .....	289
7.10. Возбуждение поверхностных волн над ребристой структурой. Периодические структуры .....	293
7.11. Спиральный волновод .....	299
Задачи .....	306
<b>Глава 8. Электромагнитное поле в резонаторах .....</b>	<b>308</b>
8.1. Определения .....	308
8.2. Добротность .....	311
8.3. Возбуждение прямоугольного резонатора .....	314
8.4. Собственные колебания цилиндрического резонатора .....	322
8.5. Собственные колебания в коаксиальном резонаторе. Резонаторы на основе отрезков направляющих систем с Т-волной .....	327
8.6. Эквивалентные параметры объемных резонаторов. Резонаторы с укорачивающей емкостью .....	330
8.7. Торoidalный и магнетронный резонаторы .....	332
8.8. Диэлектрические резонаторы .....	334
8.9. Понятие об открытых (квазиоптических) резонаторах .....	336
Задачи .....	340
<b>Глава 9. Дифракция электромагнитных волн .....</b>	<b>342</b>
9.1. Характеристика задач дифракции .....	342
9.2. Эффективная площадь рассеяния объекта .....	344
9.3. Рассеяние электромагнитного поля цилиндром .....	346
9.4. Дифракция электромагнитного поля на цилиндре и шаре .....	351
9.5. Дифракция электромагнитного поля на клине и полуплоскости .....	352
9.6. Дифракция Френеля. Область пространства, существенная при распространении радиоволн .....	362
9.7. Рассеяние поля плоской периодической решеткой .....	370
Задачи .....	376
<b>Глава 10. Распространение электромагнитных волн в анизотропных средах. Нелинейные среды .....</b>	<b>377</b>
10.1. Анизотропные среды .....	377
10.2. Свойства феррита .....	378
10.3. Свойства плазмы .....	384
10.4. Перестановочная двойственность .....	391
10.5. Эффект Фарадея .....	391
10.6. Волны в поперечно намагниченных феррите и плазме .....	397
10.7. Понятие об ЭМ явлениях в нелинейных средах .....	402
Задачи .....	408

## **Глава 11. Распространение электромагнитных волн в неоднородных средах. Понятия о приближенных методах решения задач электродинамики..... 410**

11.1. Общие сведения.....	410
11.2. Дифференциальные уравнения для векторов напряженностей полей.....	412
11.3. Волны в полупространстве с линейно нарастающей диэлектрической проницаемостью.....	416
11.4. Волны в полупространстве с линейно убывающей диэлектрической проницаемостью.....	424
11.5. Уравнения геометрической оптики. Локально плоская волна.....	433
11.6. Общие свойства лучей.....	440
11.7. Волны в неоднородных средах в приближении геометрической оптики.....	447
11.8. Понятие о методах физической оптики, геометрической теории дифракции, краевых волн и методе параболического уравнения.....	450
11.9. Понятие о методе интегрального уравнения.....	453
Задачи.....	457

## **Глава 12. Радиотрассы и их модели. Земная волна ..... 458**

12.1. Краткая характеристика радиотрасс.....	458
12.2. Модель свободного пространства.....	460
12.3. Множитель влияния среды. Замирания.....	462
12.4. Модели радиотрасс без учета влияния атмосферы.....	466
12.5. Поле излучателя, поднятого над земной поверхностью. Первая модель.....	470
12.6. Поле излучателя, поднятого над шаром. Вторая модель.....	475
12.7. Поле вертикального электрического вибратора, расположенного вблизи земной поверхности.....	477
12.8. Поле в зоне тени.....	483
Задачи.....	486

## **Глава 13. Тропосферная волна ..... 487**

13.1. Диэлектрическая проницаемость и показатель преломления тропосферы.....	487
13.2. Рефракция электромагнитного поля в тропосфере.....	490
13.3. Дальнее тропосферное распространение радиоволн.....	495
13.4. Затухание радиоволн в тропосфере.....	499
13.5. Рассеяние и деполяризация поля осадками.....	501
Задачи.....	502

## **Глава 14. Ионосферная волна. Особенности распространения волн ОНЧ–ГВЧ диапазонов..... 503**

14.1. Строение ионосферы.....	503
14.2. Условия распространения волн в ионосфере.....	505
14.3. Траектория радиоволн в ионосфере без учета влияния магнитного поля Земли.....	508
14.4. Радиопрогнозы.....	511
14.5. Влияние магнитного поля Земли.....	512
14.6. Затухание радиоволн в ионосфере.....	514
14.7. Особенности распространения волн ОВЧ–ГВЧ диапазонов.....	515

14.8. Особенности распространения волн УВЧ и СВЧ диапазонов на космических радиолиниях .....	516
14.9. Особенности распространения волн ВЧ диапазона .....	518
14.10. Особенности распространения волн СЧ, НЧ и ОНЧ диапазонов .....	521
14.11. Помехи радиоприему. Уравнение связи .....	524
14.12. Особенности распространения волн оптического диапазона .....	533
14.13. Понятие об электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств .....	536
Задачи .....	538
<b>Приложения</b> .....	<b>539</b>
П.1. Формулы векторного анализа .....	539
П.2. Свойства $\delta$ -функции .....	540
П.3. Цилиндрические функции .....	541
П.4. Решение уравнения Гельмгольца в неограниченном пространстве. Функция Грина .....	542
П.5. Учебники, учебные пособия и справочники по дисциплине «Электродинамика и распространение радиоволн» .....	545
<b>Список литературы</b> .....	<b>547</b>
<b>Предметный указатель</b> .....	<b>551</b>