

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение</b> .....	3
<b>1. Основы теорий электромагнитного поля и электромагнитных волн</b> .....	5
1.1. Общие сведения о теории поля .....	5
1.1.1. Скалярное и векторное поля. Градиент скалярного и поток векторного полей .....	6
1.1.2. Дивергенция вектора. Теорема Остроградского–Гаусса .....	9
1.1.3. Ротор вектора. Теорема Стокса .....	11
1.2. Основные определения и характеристики электромагнитного поля .....	13
1.2.1. Электрический заряд. Плотность заряда .....	13
1.2.2. Электрический ток. Плотность тока .....	15
1.2.3. Векторы электромагнитного поля .....	16
1.2.4. Классификация параметров сред .....	18
1.3. Основные уравнения электромагнитного поля .....	20
1.3.1. Система уравнений Максвелла .....	20
1.3.2. Закон сохранения заряда (уравнение непрерывности) в дифференциальной форме .....	22
1.3.3. Граничные условия для векторов электромагнитного поля .....	23
1.4. Метод комплексных амплитуд при анализе уравнений электромагнитного поля .....	27
1.4.1. Уравнения Максвелла для комплексных амплитуд ..	27
1.4.2. Понятия о комплексных проницаемостях .....	28
1.4.3. Общие свойства уравнений электромагнитного поля ..	29
1.5. Основные методы решения уравнений электромагнитного поля. Уравнение Гельмгольца .....	32
1.5.1. Существование и единственность решения. Условия излучения .....	33
1.5.2. Метод волновых уравнений для векторов электромагнитного поля .....	35

1.5.3. Метод электродинамических потенциалов .....	37
1.5.4. Метод векторов Герца .....	39
1.6. Энергетические соотношения в электромагнитном поле .....	40
1.6.1. Баланс энергии электромагнитного поля. Вектор Умова–Пойнтинга .....	41
1.6.2. Комплексный вектор Умова–Пойнтинга .....	43
1.6.3. Плоские, сферические и цилиндрические электромагнитные волны .....	45
1.7. Преобразование Фурье в задаче определения фундаментальных решений волнового уравнения .....	47
1.7.1. Функция Грина уравнения Гельмгольца на плоскости .....	48
1.7.2. Функция Грина уравнения Гельмгольца в пространстве .....	51
1.7.3. Разложение сферической волны по плоским волнам .....	54
1.8. Преобразование Фурье при асимптотическом исследовании в канонических задачах распространения радиоволн .....	56
1.8.1. Функция Грина уравнения Гельмгольца на импедансной границе раздела двух сред .....	57
1.8.2. Метод перевала .....	59
1.8.3. Функция Грина уравнения Гельмгольца на границе раздела двух сред. Точка ветвления в разложении боковых волн .....	63
1.9. Учет поляризационных особенностей электромагнитных волн .....	68
1.9.1. Основные понятия и виды поляризации электромагнитных волн. Эллипс поляризации .....	68
1.9.2. Тензорная функция Грина на границе раздела двух сред .....	70
1.9.3. Асимптотическое исследование компонент тензорной функции Грина на границе раздела двух сред .....	75
1.10. Постановка задач дифракции .....	81
1.10.1. Краткая характеристика дифракционных теорий лучевого приближения .....	82
1.10.2. Краткая характеристика дифракционных теорий физического приближения .....	88
1.10.3. Основные канонические задачи дифракционных теорий .....	93
1.11. Теория дифракции. Понятие канонической задачи дифракции .....	99

1.11.1. Математическая постановка задачи дифракции. Условия излучения и краевые условия .....	100
1.11.2. Граничное интегральное уравнение .....	102
1.11.3. Дифракция на ленте .....	106
1.12. Решение канонических задач дифракции в приближении физической оптики и физической теории дифракции .....	111
1.12.1. Дифракция на диске в приближении физической оптики .....	111
1.12.2. Дифракция на диске в приближении физической теории дифракции .....	114
1.12.3. Исследование полученных результатов решения задачи дифракции на диске .....	119
1.13. Численное исследование задач дифракции методом интегральных уравнений .....	122
1.13.1. Сингулярное интегральное уравнение в решении задачи дифракции плоской волны на ленте. Метод Галеркина .....	123
1.13.2. Выбор базисных функций .....	124
1.13.3. Численное решение сингулярного интегрального уравнения в задаче дифракции плоской волны на ленте ..	127
<b>2. Распространение радиоволн .....</b>	<b>132</b>
2.1. Распространение радиоволн в свободном пространстве .....	133
2.1.1. Электромагнитное поле в удаленной от излучателя точке приема .....	133
2.1.2. Область, существенно участвующая в распространении радиоволн .....	135
2.1.3. Задача дифракции на круглом отверстии в экране бесконечных размеров .....	138
2.2. Распространение радиоволн вдоль гладкой поверхности Земли при высоко поднятых антеннах .....	143
2.2.1. Влияние отражения радиоволн от гладкой поверхности Земли для высокоподнятых антенн .....	143
2.2.2. Ослабление энергии радиоволн, распространяющихся вдоль плоской поверхности Земли .....	146
2.2.3. Учет сферичности земной поверхности в зоне прямой видимости .....	150
2.3. Распространение радиоволн вдоль гладкой поверхности земли при низкоподнятых антеннах .....	153
2.3.1. Формула Вейля-Ван-дер-Поля. Поверхностная волна	153

2.3.2. Воковая волна .....	158
2.4. Ослабление энергии радиоволн, распространяющихся вдоль сферической поверхности Земли .....	161
2.4.1. Задача дифракции на импедансной сфере и ее реше- ние в виде рядов .....	162
2.4.2. Преобразование ряда в интеграл методом Ватсона ..	165
2.4.3. Асимптотическое исследование главного члена инте- грала для функции Герца. Оценка ослабления энергии ра- диоволн, распространяющихся вдоль сферической поверх- ности Земли .....	168
2.5. Влияние неровностей земной поверхности на распро- странение радиоволн .....	173
2.5.1. Зона отражающей поверхности .....	173
2.5.2. Построение и аппроксимация профиля радиолинии ..	175
2.5.3. Метод параболических уравнений .....	181
2.6. Распространение радиоволн в тропосфере .....	186
2.6.1. Учет рефракции радиоволн в тропосфере в прибли- жениях геометрической оптики .....	187
2.6.2. Ослабление радиоволн в гидрометеорах и газах тро- посферы .....	191
2.6.3. Совместный учет дифракции и рефракции радиоволн в области полутени и тени. Численное исследование пара- болического уравнения .....	194
2.7. Ионосфера и ее влияние на распространение радио- волн .....	199
2.7.1. Строение, свойства и электрические параметры ионо- сферы .....	200
2.7.2. Особенности распространения ионосферных волн ...	205
2.7.3. Поглощение радиоволн в ионосфере. Влияние маг- нитного поля Земли на распространение радиоволн .....	209
2.8. Оценка условий осуществления радиосвязи на лини- ях, работающих ионосферными радиоволнами .....	217
2.8.1. Выбор рабочих частот для круглосуточной работы линий КВ радиосвязи, использующих ионосферное распро- странение .....	218
2.8.2. Порядок энергетического расчета радиолиний, рабо- тающих ионосферными волнами .....	222
2.9. Распространение радиоволн на спутниковых радиоли- ниях .....	231
2.9.1. Нормирование качества связи на участках линии ...	232

---

2.9.2. Уравнение передачи на спутниковых радиолиниях. Потери энергии радиоволн .....	234
2.10. Расчет шумовых параметров антенн спутниковой связи .....	244
2.10.1. Выбор метода анализа шумовых параметров антенн спутниковой связи .....	245
2.10.2. Метод фрагментации при расчете шумовой темпера- туры .....	251
2.10.3. Алгоритм расчета шумовой температуры антенн спутниковой связи .....	256
<b>Список сокращений</b> .....	261
<b>Литература</b> .....	262