Гольдштейн Л. Д., Зернов Н. В. Электромагнитные поля и волны

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ, ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «СОВЕТСКОЕ РАДИО»

МОСКВА - 1971

Излагаются основы теории электромагнитного поля. Главное внимание уделяется рассмотрению быстропеременных полей и анализу свойств радиотехнических элементов, теория которых базируется на уравнениях электродинамики (например, волноводов, объемных резонаторов и т. п.). Рассматриваются также вопросы взаимодействия электромагнитного поля с веществом, составляющие теоретическую основу квантовой электроники.

Книга предназначена для аспирантов и инженеров, работающих в области прикладной электродинамики, она может быть также использована как учебное пособие для студентов вузов радиотехнических специальностей.

Гольдштейн Л. Д., Зерно в Н. В. Электромагнитные поля и волны. Изд. 2-е, перераб. и дополненное. М. Изд-во «Советское радио», 1971, 664 стр., т. 14000 экз., ц. 2 р. 25 к.

Содержание книги
Электромагнитные поля и волны

Предисловие ко 2-му изданию
Из предисловия к 1-му изданию
Список обозначений и единиц измерений применяемых величин (в системе СИ)

Глава I. Основы теории электрического поля
1. Закон Кулона
2. Напряженность поля
3. Вектор электрической индукции
4. Электрическая поляризация
5. Поток вектора индукции. Теорема Гаусса — Остроградского
6. Применение равенства Гаусса — Остроградского к расчету электрических полей
Поле заряженной сферы
Поле заряженного цилиндра
Поле заряженной плоскости
7. Дивергенция напряженности поля
8. Работа сил электрического поля. Потенциал
9. Градиент потенциала, поверхности уровня
10. Дифференциальные уравнения Пуассона и Лапласа
11. Свойства проводников в электростатическом поле

12. Граничные условия в электростатическом поле
13. Конденсатор. Электрическая емкость
14. Энергия электростатического поля
15. Теорема Грина и ее применение
16. Распределение энергии в электростатическом поле

Глава II. Основы расчета электрических полей

1. Единственность решения уравнения Лапласа
2. Криволинейные ортогональные координаты
Цилиндрическая система координат
Сферическая система координат
3. Простейшие примеры применения уравнения Лапласа для расчета поля
Поле плоского конденсатора
Поле заряженной сферы
Поле двух концентрических сфер
Поле заряженного круглого цилиндра
Поле двух коаксиальных цилиндров
Поле двух параллельных цилиндров с несовпадающими осями
4. Поле двух параллельных цилиндрических проводов конечного радиуса с несовпадающими осями
5. Решение уравнения Лапласа для трехмерного электрического поля
6. Решение уравнения Лапласа в прямоугольной системе координат
7. Решение уравнения Лапласа в цилиндрической системе координат
8. Решение дифференциального уравнения Бесселя
9. Ортогональность бесселевых функций и ряды Фурье — Бесселя
10. Пример решения уравнения Лапласа в цилиндрической системе координат
11. Решение уравнения Лапласа в сферической системе координат
12. Полиномы Лежандра
13. Диэлектрический шар в однородном электрическом поле
14. Поле двух заряженных полусфер
15. Поле заряженного кольца
16. Метод электрических изображений
Изображение относительно плоскости
Изображение относительно сферы
Изображение относительно сложной поверхности

Глава III. Электрический ток

1. Электрический ток и плотность тока
2. Основные законы электрического тока
3. Сторонние электродвижущие силы
4. Работа и мощность тока
5. Аналогия между электростатическим полем и полем постоянного тока
6. Ток смещения

Глава IV. Основы теории постоянного магнитного поля

1. Основные законы магнетизма
2. Магнитное поле постоянного тока
3. Теорема о циркуляции напряженности магнитного поля

Поле тока круглого цилиндра
Поле коаксиального кабеля
Поле полой цилиндрической трубки
Поле между двумя токонесущими плоскостями
4. Ротор вектора. Теорема Стокса
5. Дифференциальные уравнения магнитного поля постоянного тока
6. Символический вектор v и некоторые формулы векторного анализа
Умножение v на скаляр U
Скалярное умножение вектора v на вектор а
Векторное умножение вектора v на вектор а
7. Уравнения Максвелла для стационарных полей и их решение
8. Применение вектор-потенциала для расчета магнитного поля постоянного тока
Поле двухпроводной линии
Поле кругового витка. Магнитный диполь
9. Собственная и взаимная индуктивность
10. Энергия магнитного поля тока
11. Намагничивающиеся среды

Глава V. Основы теории переменных электромагнитных полей
1. Первое уравнение Максвелла
2. Второе уравнение Максвелла
3. Полная система уравнений Максвелла
4. Теорема Умова — Пойнтинга о сохранении энергии в электромагнитном поле
5. Уравнения Максвелла и теорема Умова — Пойнтинга в комплексном виде
б. Единственность решения уравнений Максвелла
7. Принцип взаимности
8. Перестановочная двойственность уравнений Максвелла
9. Уравнения Максвелла в ортогональных криволинейных координатах

Глава VI. Плоские электромагнитные волны
1. Основные соотношения для плоской электромагнитной волны в однородном диэлектрике
2. Комплексная диэлектрическая проницаемость среды
3. Плоские волны в однородной среде с конечной проводимостью
4. Поляризация плоских волн
5. Граничные условия в переменном электромагнитном поле
6. Отражение плоских волн
7. Уравнение плоской волны, движущейся в произвольном направлении
8. Отражение плоских волн при наклонном падении
Случай поляризации волны, нормальной к плоскости падения
Случай поляризации волны в плоскости падения
9. Наклонное падение плоской волны на границу двух диэлектриков
10. Наклонное падение плоской волны на границу раздела диэлектрик — проводник
11. Поверхностный эффект в проводниках
12. Приближенные граничные условия Леонтовича
13. Граничные условия на поверхности идеального проводника

Глава VII. Электромагнитные волны в анизотропных средах
1. Анизотропные среды

2. Свойства феррита и плазмы в постоянном магнитном поле
3. Электрические параметры феррита и плазмы в постоянном магнитном поле. Уравнения Максвелла
4. Продольное распространение электромагнитных волн в гиротропных средах. Эффект Фарадея
5. Поперечное распространение электромагнитных волн в гиротропных средах

Глава VIII. Излучение электромагнитных волн
1. Введение
2. Решение уравнений электромагнитного поля. Запаздывающие потенциалы
3. Диполь Герца
4. Излучение рамочной антенны
5. Типы электромагнитных волн
6. Электромагнитное поле электрических и магнитных токов
7. Электромагнитное поле источников в дальней зоне. Диаграмма направленности
8. Электромагнитное поле прямолинейного тока
Симметричный вибратор
Провод с бегущей волной
9. Принцип эквивалентных токов
10. Излучение элемента плоскости с поверхностными электрическими и магнитными токами
11. Излучение из открытого конца коаксиальной линии
12. Входное сопротивление источника электромагнитного поля
13. Метод наводимых э. д. с
14. Теория сферической антенны

Глава IX. Дифракция электромагнитных волн
1. Введение
2. Дифракция электромагнитных воли на бесконечном круглом цилиндре (строгое решение)
3. Волновая теория электромагнитного поля. Принцип Гюйгенса — Кирхгофа
4. Геометрическая оптика. Основное уравнение
5. Законы геометрической оптики
6. Переход от волновой теории поля к законам геометрической оптики
7. Принципы приближенного решения дифракционных задач
8. Дифракция плоской электромагнитной волны на отверстии в плоском проводящем экране
9. Основы теории плоских дифракционных антенн

Глава X. Электромагнитные волны в направляющих системах
1. Введение
2. Электромагнитные волны между параллельными идеальнопроводящими плоскостями
Поперечно-магнитные поля
Поперечно-электрические поля
3. Скорости распространения электромагнитных волн
4. Волноводы
5. Прямоугольный волновод
Поперечно-электрические поля
Попёречна-магнитные поля
4. Волна TE10 в прямоугольном волноводе

7. Круглый цилиндрический волновод
Поперечно-электрические поля
Поперечно-магнитные поля
8. Затухание электромагнитных волн в волноводах с потерями
9. Затухание электромагнитных волн в прямоугольном волноводе
10. Затухание электромагнитных волн в круглом волноводе
11. Возбуждение волноводов
12. Расчет электромагнитного поля в волноводе по заданным источникам
13. Возбуждение волноводов через щели
14. Замедляющие системы
Ребристая структура
Диэлектрический волновод

Глава XI. Поперечные волны в направляющих системах
1. Общие свойства поперечных волн в направляющих системах
2. Уравнения тока и напряжения в линии с поперечной волной
3. Коаксиальная линия
4. Полосковая линия

Глава XII. Основы теории нерегулярных линий передачи
1. Введение
2. Распространение волн в линиях со скачкообразно изменяющимися параметрами
3. Расчет параметров плоских неоднородностей

Глава XIII. Объемные резонаторы
1. Введение
2. Собственные колебания в объемном резонаторе без потерь
3. Собственные колебания в резонаторе с потерями. Добротность объемного резонатора
4. Прямоугольный резонатор
Поперечно-электрические колебания
Поперечно-магнитные колебания
Добротность прямоугольного резонатора
5. Цилиндрический резонатор
6. Коаксиальный резонатор
7. Объемные резонаторы с квазисосредоточенными параметрами
8. Возбуждение объемных резонаторов
9. Вынужденные колебания в резонаторе. Входное сопротивление источника
10. Входное сопротивление и добротность нагруженного резонатора
11. Открытые резонаторы
Общие сведения
Типы колебаний в открытом резонаторе

Глава XIV. Основы квантовой теории
1. Введение
2. Частицы и волны
3. Соотношение неопределенностей
4. Уравнение Шредингера
5. Энергетический спектр частицы. Квантование энергии

6. Операторы
7. Операторы и физические величины в квантовой механике
8. О результатах измерения физических величин
9. Момент количества движения частицы
10. Электрон в центрально-симметричном электрическом поле
11. Эффект Зеемана
12. Спин электрона
13. Гармонический осциллятор
14. Квантование электромагнитного поля
15. Квантовые переходы
16. Расчет вероятностей квантовых переходов. Метод возмущений

Глава XV. Взаимодействие электромагнитного поля с веществом
1. Постановка задачи
2. Индуцированное излучение и поглощение электромагнитных волн. Электродипольное взаимодействие
3. Магнитодипольное взаимодействие
4. Случай плоской волны с непрерывным частотным спектром
5. Взаимодействие теплового излучения с частицей
6. Спонтанное излучение
7. Ширина линии взаимодействия
8. Электромагнитное поле и частицы в состоянии термодинамического равновесия
9. Возможность усиления и генерирования электромагнитных колебаний квантовыми системами
10. Возбуждение квантовых систем. Двухуровневые квантовые устройства
11. Трехуровневый метод возбуждения
12. Принцип действия лазера
13. Условие самовозбуждения лазера

Приложение
Литература
Указатель

Предисловие ко 2-му изданию

Подготовка второго издания книги «Электромагнитные поля и волны» велась в то время, когда Льва Давидовича Гольдштейна уже не было в живых. Однако идеи, положенные в основу нового издания, были разработаны нами совместно.

В соответствии с нашей общей точкой зрения книга была дополнена вопросами взаимодействия электромагнитного поля с микрочастицами. Изучение этих вопросов, как известно, приобретает сейчас весьма большое значение, ибо они составляют теоретическую основу явлений, используемых в квантовой электронике.

В книгу введена также глава, посвященная распространению электромагнитных волн в гиротропных средах, и сделаны некоторые другие дополнения. Главы, входящие в первое издание, подверглись частичной переработке. На протяжении всей книги теперь применяется единая система единиц СИ взамен нескольких систем, использованных в

первом издании.

По просьбе автора §4 гл. I,, § 11 гл. IV, § 10—13 гл. VI и гл. VII были написаны И. И. Ногиным.

Рецензирование рукописи было проведено А. Л. Драбкиным, П. Я. Уфимцевым и В. А. Солнцевым. Ими сделан ряд ценных замечаний, которые учтены при подготовке рукописи к изданию.

Отдельные разделы рукописи были прочитаны Е. К. Аухимовичем, В. Л. Зузенко, В. Г. Карповым, А. Г. Кисловым, Т. И. Левченко и В. С. Стригиным. Их замечания и советы также способствовали улучшению книги.

Всем названным товарищам я выражаю глубокую благодарность.

Н. В. Зернов

Из предисловия к 1 -му изданию

Книга предназначена служить учебным пособием по электродинамике для студентов радиотехнических втузов. Это определило объем книги и характер изложения отдельных разделов теории электричества.

Основное внимание в книге уделено теории быстропеременных полей: излучению электромагнитных волн, распространению их в направляющих системах (линиях и волноводах), электромагнитным колебаниям в резонаторах.

Вместе с тем авторы преследовали цель дать систематическое изложение теории электромагнитного поля, так чтобы учащийся мог, пользуясь книгой как основным учебным пособием, изучить теорию электричества, начиная от элементарных законов Кулона, Ома, Фарадея, вплоть до теории быстропеременных полей.

Авторы

Скачать книгу Гольдштейн Л. Д., Зернов Н. В. Электромагнитные поля и волны.
Издание второе, переработанное и дополненное. Москва, Издательство «Советское радио», 1971