

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие к русскому изданию	3
Из предисловия редактора	5
Глава первая. Теория электростатического и магнетостатического полей	13
Введение	13
Электростатика	14
1-1. Закон Кулона в вакууме	14
1-2. Граничные условия	16
1-3. Уравнение Пуассона	17
1-4. Диэлектрическая среда	18
1-5. Поле диполя	19
1-6. Вектор поляризации \mathbf{P}	22
1-7. Закон Кулона для диэлектриков	24
1-8. Определение векторов \mathbf{E} и \mathbf{D} с помощью метода разрезов (полости)	25
1-9. Деполяризующие факторы	27
1-10. Граничные условия для векторов \mathbf{D} и \mathbf{E}	28
Магнетостатика	29
1-11. Введение	29
1-12. Постоянные магниты	29
1-13. Намагничиваемые материалы	31
1-14. Вектор \mathbf{B}	32
1-15. Граничные условия для векторов \mathbf{B} и \mathbf{H}	33
1-16. Характеристики веществ	33
1-17. Магнитные поля, созданные постоянными токами	35
1-18. Граничные условия в магнетостатике при наличии токов	39
1-19. Иллюстрирующие примеры	40
1-20. Энергия намагничивания	44
1-21. Момент, оказываемый полем на диполь	47
Глава вторая. Природа магнитных и диэлектрических свойств	47
Введение	47
Твердое состояние	48
2-1. Силы связи в твердых телах	48
2-1-1. Ионные кристаллы	49
2-1-2. Ковалентные кристаллы	49
2-1-3. Металлические кристаллы	51

2-1-4. Молекулярные кристаллы	51
2-1-5. Кристаллы с водородной связью	51
2-2. Потенциальная энергия	51
2-2-1. Сжимаемость	52
2-2-2. Межатомное расстояние	54
Магнитные свойства	54
2-3. Магнитный момент атома	54
2-4. Обменная энергия	55
2-5. Парамагнетизм	57
2-5-1. Молекулярное поле	60
2-6. Диамагнетизм	61
2-7. Упорядоченный магнетизм	64
2-8. Ферромагнетизм. Направления легкого намагничивания	66
2-8-1. Домены	67
2-8-2. Насыщение и точка Кюри	70
2-9. Магнитострикция	73
2-10. Процесс намагничивания	74
2-10-1. Постоянные магниты	77
2-11. Начальная проницаемость	78
2-12. Ферриты	80
2-12-1. Некоторые вопросы производства ферритов	83
Диэлектрические свойства	83
2-13. Введение	83
2-14. Локальное поле	85
2-14-1. Поле Лорентца	86
2-14-2. Поле примыкающих диполей	86
2-14-3. Деполяризующее поле	86
2-15. Механизм поляризации	87
2-15-1. Электронная поляризация	88
2-15-2. Ионная поляризация	88
2-15-3. Ориентационная поляризуемость	89
2-15-4. „Поляризационная катастрофа“	91
2-16. Сегнетоэлектричество и пьезоэлектричество	91
2-16-1. Сегнетоэлектричество	92
2-16-2. Дополнительные эффекты	92
2-16-3. Сегнетоэлектрические материалы	93
2-16-4. Свойства титаната бария	94
2-16-5. Природа постоянного момента титаната бария	97
2-16-6. Пьезоэлектричество	100
2-17. Доменная структура титаната бария	102
2-17-1. Образование зародышей и движение границ	105
Глава третья. Электрострикционные и магнитострикционные системы	107
Введение	107
3-1. Линейное электромеханическое уравнение	109
3-1-1. Электромеханический коэффициент связи	111
3-1-2. Коэффициент связи и энергетические соотношения	112
3-2. Механические колебания	113
3-3. Электрострикционная пластина	115
3-4. Обобщенные электромеханические уравнения	120
3-4-1. Матрица механических напряжений	121
3-4-2. Матрица натяжений	122

3-4-3. Матрицы E и D	124
3-4-4. Матрица коэффициентов c^D	124
3-4-5. Матрица h_s	124
3-4-6. Матрица β^S	125
3-5. Коэффициенты для поляризованного керамического материала	125
3-6. Другие виды записи уравнений в матричной форме	126
3-7. Электрострикция в бруске с поперечной поляризацией. Продольные колебания	128
3-8. Электрострикционный эффект в бруске с продольной поляризацией	133
3-9. Магнитоэлектрический эффект в тонком бруске	136
3-10. Гиратор	139
3-11. Магнитоэлектрический тороид	141
3-12. Потери	144
3-13. Эквивалентные сосредоточенные параметры	147
3-14. Эквивалентные схемы для некоторых специальных случаев	150
3-15. Другие типы колебаний	152

Глава четвертая. Нелинейные магнитные и диэлектрические материалы 155

Введение 155

Переключение при прямоугольной петле 156

4-1. Магнитная петля гистерезиса 156

4-2. Динамические петли гистерезиса металлических лент 157

4-2-1. Синусоидальное напряжение возбуждения 161

4-2-2. Синусоидальный ток возбуждения 162

4-2-3. Импульс напряжения постоянной величины 164

4-2-4. Импульс тока постоянной величины 165

4-2-5. Образование доменных границ 166

4-2-6. Тонкие магнитные пленки 167

4-3. Ферриты с прямоугольной петлей 169

4-3-1. Перемагничивание (переключение) ферритов 170

4-3-2. Время переключения 171

4-4. Частные циклы 172

4-5. Отклонения от прямоугольности 172

4-6. Материалы с прямоугольной петлей с позиций теории цепей 174

4-6-1. Накапливание энергии 174

4-6-2. Материалы для трансформаторов 178

4-6-3. Входное сопротивление 179

4-7. Диэлектрики с прямоугольной петлей 181

4-8. Основные параметры 181

4-9. Время переключения 184

Анализ нелинейных цепей 185

4-10. Введение 185

4-11. Однозначные аппроксимации петли гистерезиса 186

4-12. Определение нелинейных параметров 187

4-13. Применение понятия индуктивности для приращений 188

4-13-1. Второе приближение 189

4-14. Расчет нелинейных цепей методом итераций 191

Введение	197
Расчет керамических силовых трансформаторов	197
5-1. Керамический трансформатор	197
5-2. Преобразованная эквивалентная схема керамического трансформатора поперечного типа	201
5-3. Упрощенная механическая схема	205
5-4. Полная схема. Трансформатор с электрическим выходом, возбуждаемый генератором	207
5-4-1. Преобразование электрических входной и выходной секций в механическую секцию	208
5-4-2. Специальные случаи включения	209
5-4-3. Эквивалентный генератор, заменяющий входную электрическую и механическую части	210
5-5. Коэффициент полезного действия, передача мощности, сдвиг частоты	211
5-6. Усиление по напряжению, общий случай включения	213
5-7. Характеристики трансформатора. Возбуждение от источника напряжения	214
5-7-1. Усиление по напряжению. Возбуждение от источника напряжения	214
5-7-2. Случай 1: усиление по напряжению в режиме электрического холостого хода	215
5-7-3. Случай 2: коэффициент усиления по напряжению при передаче максимальной мощности	216
5-7-4. Случай 3: коэффициент усиления по напряжению при работе с максимальным к. п. д.	217
5-7-5. Оптимизация максимума к. п. д.	218
5-8. Входное сопротивление	219
5-9. Резонирующая индуктивность на входе	221
5-10. Методика расчета керамических трансформаторов	223
5-11. Характеристики керамического высоковольтного трансформатора поперечного типа	225
Элементы керамических фильтров	228
5-12. Введение	228
5-13. Вопросы конструкций	230
5-14. Упрощенные эквивалентные схемы пьезоэлектрических элементов фильтров кольцевого и поперечного типов	233
5-15. Механическая система	237
5-16. Преобразование электрических входной и выходной цепей в механическую схему	239
5-16-1. Преобразование входной и выходной секций	239
5-16-2. Нагрузка механической системы	242
5-16-3. Применение резонирующей индуктивности	246
5-16-4. Максимальная реакция на нагрузку. Отсутствие компенсации	248
5-16-5. Обобщение анализа влияния нагрузки	248
5-17. Характеристики фильтра	251
5-17-1. Частотная и фазовая характеристики	251
5-17-2. Передача напряжения	253

5-17-3. Влияние механической добротности на характеристику фильтра	256
5-18. Характеристики керамического фильтра кольцевого типа	256
5-19. Побочные эффекты	258
5-19-1. Сигналы помехи вследствие прямой электрической связи	258
5-19-2. Сигналы помехи, возникающие из-за механических колебаний высших типов	259
5-19-3. Влияние геометрии	260
5-19-4. Типы резонансов в длинном тонком бруске	262
5-19-5. Влияние крепления на частотную характеристику	262
5-19-6. Влияние способа возбуждения на частотную характеристику	264
5-20. Различные методы подавления сигналов помехи	265
5-20-1. Подавление сигналов помехи путем подключения электрических элементов	265
5-20-2. Подавление сигналов помехи путем механических связей	266
5-20-3. Подавление сигналов помехи путем разнесения частот элементов со связанными колебаниями	267
5-21. Краткие выводы	267
Глава шестая. Применение ферритов и диэлектриков в системах с малыми сигналами	269
Введение	269
6-1. Сердечники антенн	270
6-2. Высокочастотные катушки индуктивности	273
6-2-1. Комплексная проницаемость	274
6-2-2. Влияние воздушного зазора на проницаемость и добротность	275
6-2-3. Влияние воздушного зазора на температурную стабильность	279
6-3. Трансформаторы на ферритах	280
6-4. Телевизионные отклоняющие системы	283
6-5. Линии задержки на магнитных сердечниках	290
6-6. Дроссели, управляемые постоянным током	298
6-6-1. Ферритовые линии задержки. Фазовая модуляция	301
6-7. Емкости, управляемые постоянным напряжением	302
6-8. Емкости для температурной компенсации	303
Глава седьмая. Ферриты в технике СВЧ	305
Введение	305
7-1. Тензор проницаемости	307
7-2. Поправки на размагничивающий эффект	310
7-3. Вязкостные члены	312
7-4. Решение уравнений Максвелла для бесконечной среды	316
7-4-1. Эффект Фарадея	318
7-5. Решение уравнений Максвелла для ограниченной среды	321
7-6. Выводы	323
Ферриты в круглых волноводах	323
7-7. Влияние потерь и эллиптичности	323
7-8. Коэффициент качества для оценки эффекта Фарадея	325

7-9. Зависимость эффекта Фарадея от частоты	327
7-9-1. Температурная зависимость	327
7-9-2. Зависимость от мощности высокочастотного поля	328
7-9-3. Потери при нулевом поле	329
Применение эффекта Фарадея	330
7-10. Развязывающие устройства (изоляторы)	330
7-11. Переключатели	331
7-12. Циркулятор	332
7-13. Прямоугольный волновод	333
7-13-1. Применение прямоугольных волноводов	338
7-14. Поперечное поле в круглом волноводе	342
7-15. Другие различные применения	344
7-16. Применение ферритов на других частотах диапазона СВЧ	345
Глава восьмая. Магнитные и диэлектрические усилители	347
Введение	347
8-1. Магнитные сердечники	349
8-2. Понятие об устройстве магнитного усилителя	351
8-3. Принцип действия магнитного усилителя с обратной связью	356
8-4. Магнитные усилители, управляемые напряжением	361
8-4-1. Усилитель с импульсным возбуждением	365
8-5. Некоторые общие вопросы работы магнитных усилителей	367
8-6. Постоянная времени и другие показатели качества усилителя	368
8-7. Трансформаторы насыщения	370
8-8. Устройства с поперечным полем	371
8-9. Применение магнитных усилителей в стабилизаторах напряжения	372
8-10. Диэлектрические усилители	375
8-11. Усилители резонансного типа	378
Нелинейные резонансные элементы вычислительных устройств	380
8-12. Введение	380
8-13. Резонансное триггерное устройство на дросселях, реагирующих на величину тока	381
8-14. Резонансное триггерное устройство на конденсаторах, реагирующих на величину напряжения	385
8-15. Примеры	387
8-16. Триггерное устройство с параллельным резонансом	388
8-16-1. Переключающие устройства	389
8-17. Практические применения	389
8-18. Двоичный счетчик	390
Преобразователи частоты и стабилизаторы напряжения	392
8-19. Введение	392
8-19-1. Генераторы гармоник	393
8-19-2. Генераторы субгармоник	394
8-20. Стабилизаторы напряжения	395
8-20-1. Источник эталонного напряжения	397
Литература	399