

Содержание

О структуре тома	10
Глава 17. Электрические цепи с распределенными параметрами при установившемся режиме	11
17.1. Электрические цепи с распределенными параметрами	11
17.2. Уравнения линии с распределенными параметрами	12
17.3. Решение уравнений однородной линии при установившемся синусоидальном режиме	14
17.4. О моделировании однородной линии цепной схемой	16
17.5. Бегущие волны	16
17.6. Характеристики однородной линии. Условия для неискажающей линии	19
17.7. Однородная линия при различных режимах работы	20
17.8. Линии без потерь	23
Глава 18. Электрические цепи с распределенными параметрами при переходных процессах	27
18.1. Переходные процессы в цепях с распределенными параметрами	27
18.2. Решение уравнений однородной неискажающей линии при переходном процессе классическим методом	27
18.3. Решение уравнений однородной неискажающей линии при переходном процессе операторным методом	30
18.4. Волны в неискажающей линии	32
18.5. О происхождении и характере волн в линиях	34
18.6. Преломление и отражение волн в месте сопряжения двух однородных линий	35
18.7. Отражение волн от конца линии	37
18.8. Процесс включения однородной линии	40
18.9. Прохождение волн при наличии реактивного сопротивления в месте сопряжения однородных линий	42
18.10. Прохождение волн при наличии активного сопротивления в месте сопряжения однородных линий	45
ЧАСТЬ III. ТЕОРИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И МАГНИТНЫХ ЦЕПЕЙ	
Глава 19. Элементы нелинейных электрических цепей, их характеристики и параметры	48
19.1. Особые свойства нелинейных электрических цепей	48
19.2. Элементы электрической цепи с нелинейными сопротивлениями, их параметры и характеристики	50
19.3. Симметричные и несимметричные характеристики элементов с нелинейными сопротивлениями	52
19.4. Инерционные и безынерционные элементы с нелинейным сопротивлением	57
19.5. Характеристики элементов с нелинейным сопротивлением, позволяющие осуществить стабилизацию тока или напряжения	58
19.6. Полупроводниковые диоды как нелинейные элементы электрической цепи	60
19.7. Управляемые нелинейные элементы. Ионный прибор с управляющим электродом	67
19.8. Управляемые нелинейные элементы. Трехэлектродная электронная лампа	68
19.9. Трехэлектродная электронная лампа как элемент электрической цепи	69

19.10. Управляемые нелинейные элементы. Полупроводниковые триоды	71
19.11. Полупроводниковый триод как элемент электрической цепи	74
19.12. Управляемые нелинейные элементы. Тиристоры	79
19.13. Нелинейные свойства ферромагнитных материалов	80
19.14. Нелинейные характеристики и параметры катушки с сердечником из ферромагнитного материала	86
19.15. Конденсаторы с нелинейной характеристикой	88
19.16. Источники ЭДС и источники тока с нелинейными характеристиками	91
Глава 20. Расчет нелинейных электрических и магнитных цепей при постоянном токе	93
20.1. О расчете нелинейных электрических цепей при постоянном токе	93
20.2. Последовательное, параллельное и смешанное соединения участков электрической цепи, содержащих нелинейные элементы и не содержащих источников ЭДС	94
20.3. Последовательное, параллельное и смешанное соединения участков электрической цепи, содержащих нелинейные элементы и источники ЭДС	97
20.4. Расчет сложной электрической цепи с одним нелинейным элементом	99
20.5. Расчет сложной электрической цепи с двумя нелинейными элементами	101
20.6. Расчет сложной электрической цепи с тремя нелинейными элементами	102
20.7. Расчет сложной нелинейной цепи постоянного тока численными методами	105
20.8. Составление системы нелинейных уравнений электрической цепи постоянного тока при условии обеспечения единственности решения	109
20.9. Аналитическое исследование особых свойств нелинейных электрических цепей постоянного тока при малых отклонениях от заданного режима	113
20.10. Законы и параметры магнитных цепей	117
20.11. Расчет магнитной цепи с последовательным соединением участков	120
20.12. Расчет разветвленных магнитных цепей	122
20.13. О расчете постоянных магнитов	124
20.14. О расчете магнитных цепей с постоянными магнитами	125
Глава 21. Нелинейные электрические и магнитные цепи при периодических процессах	127
21.1. Особенности периодических процессов в электрических цепях с инерционными нелинейными элементами	127
21.2. Процессы в цепи с индуктивным инерционным электромеханическим элементом	129
21.3. Особенности периодических процессов в цепях с безынерционными нелинейными элементами. Метод эквивалентных синусоид	131
21.4. Формы кривых тока, магнитного потока и ЭДС в катушке с ферромагнитным сердечником	132
21.5. Потери в сердечниках из ферромагнитного материала	134
21.6. Эквивалентные синусоиды и зависимость между потокосцеплением и током	135
21.7. Уравнение, векторная диаграмма и эквивалентная схема катушки с ферромагнитным сердечником	136
21.8. Комплексное магнитное сопротивление магнитной цепи	137
21.9. Уравнения, векторная диаграмма и эквивалентная схема трансформатора с ферромагнитным сердечником	138

21.10. Графический метод расчета, основанный на введении эквивалентных синусоид	141
21.11. Явление феррорезонанса при последовательном соединении катушки с ферромагнитным сердечником и конденсатора	142
21.12. Явление феррорезонанса при параллельном соединении катушки с ферромагнитным сердечником и конденсатора	145
21.13. Ферромагнитные стабилизаторы напряжения	146
21.14. Управляемые индуктивные элементы нелинейной цепи. Ферромагнитный усилитель мощности	148
21.15. Метод гармонического баланса для расчета периодических процессов в нелинейных цепях	149
21.16. Выделение высших гармоник в нелинейных цепях с целью преобразования частоты	152
21.17. Умножение частоты с помощью ферромагнитных элементов, основанное на выделении гармоник нулевой последовательности	152
21.18. Расчет процессов в цепи методом сопряжения интервалов при кусочно-линейной аппроксимации характеристик нелинейных элементов	154
21.19. О расчете нелинейных цепей с вентилями. Выпрямление переменного тока	155
21.20. Регулирование выпрямителей и преобразование постоянного тока в переменный с помощью управляемых клапанов	157
21.21. Конденсаторы с нелинейными характеристиками в цепи переменного тока	161
21.22. О коэффициенте мощности при питании нелинейной цепи от источника синусоидального напряжения	163
Глава 22. Элементы теории колебаний и методы расчета переходных процессов в нелинейных электрических цепях	164
22.1. Особенности колебательных процессов в нелинейных электрических цепях	164
22.2. Устойчивость режима в цепи с индуктивностью и нелинейным сопротивлением, питаемой от источника постоянного напряжения	164
22.3. Устойчивость режима в цепи с емкостью и нелинейным сопротивлением, питаемой от источника постоянного напряжения	166
22.4. О выборе эквивалентной схемы для рассмотрения вопроса об устойчивости	167
22.5. Общие соображения об устойчивости режима в сложных нелинейных электрических цепях, питаемых от источников постоянного напряжения	169
22.6. Возбуждение автоколебаний в нелинейной системе с обратной связью. Транзисторный генератор	173
22.7. Релаксационные колебания	178
22.8. Методы расчета переходных процессов в нелинейных электрических цепях	180
22.9. Метод графического интегрирования для расчета переходного процесса в нелинейной цепи	181
22.10. Аналитический метод расчета переходных процессов, основанный на приближенном аналитическом выражении характеристики нелинейного элемента	185
22.11. Метод последовательных интервалов для расчета переходных процессов в нелинейной цепи	188

22.12. Метод расчета переходных процессов в нелинейной цепи, основанный на условной линеаризации уравнения цепи	191
22.13. Изображение переходных процессов на фазовой плоскости	193
22.14. Метод изоклин для построения фазовых траекторий и расчета переходных процессов	197
22.15. Метод медленно меняющихся амплитуд — метод Ван-дер-Поля	200
22.16. Частотные свойства нелинейных цепей	205
22.17. Значение нелинейных электрических цепей в современной технике	206

ЧАСТЬ IV. ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

Глава 23. Уравнения электромагнитного поля	207
23.1. Электромагнитное поле и его уравнения в интегральной форме	207
23.2. Закон полного тока в дифференциальной форме — первое уравнение Максвелла	211
23.3. Закон электромагнитной индукции в дифференциальной форме — второе уравнение Максвелла	214
23.4. Теорема Гаусса и постулат Максвелла в дифференциальной форме	215
23.5. Выражение в дифференциальной форме принципов непрерывности магнитного потока и непрерывности электрического тока	218
23.6. Теорема Остроградского. Теорема Стокса	219
23.7. Полная система уравнений электромагнитного поля	221
23.8. Граничные условия на поверхности раздела двух сред с различными электрическими и магнитными свойствами	224
23.9. Электростатическое поле и поле постоянных токов как частные случаи электромагнитного поля	226
Глава 24. Электростатическое поле	228
24.1. Безвихревой характер электростатического поля. Градиент электрического потенциала	228
24.2. Убывание потенциала и напряженности поля на больших расстояниях от системы заряженных тел	231
24.3. Определение потенциала по заданному распределению зарядов	234
24.4. Уравнения Пуассона и Лапласа	235
24.5. Граничные условия на поверхности проводников	237
24.6. Граничные условия на поверхности раздела двух диэлектриков	237
24.7. Основная задача электростатики	239
24.8. Плоскопараллельное поле	240
24.9. Применение функций комплексного переменного	243
24.10. Поле уединенного провода кругового сечения	245
24.11. Поле двух плоскостей, сходящихся под углом	247
24.12. Поле двухпроводной линии передачи	248
24.13. Поле параллельных несоосных цилиндров	251
24.14. Поле у края плоского конденсатора	253
24.15. Графический метод построения картины плоскопараллельного поля	255
24.16. Графический метод построения картины поля тел вращения	256
24.17. Графический метод построения картины поля для неоднородной изолирующей среды	257
24.18. Тело из диэлектрика во внешнем электростатическом поле	257
24.19. Диэлектрический шар во внешнем однородном поле	258
24.20. Общий метод расчета электрического поля в неоднородной среде. Метод интегральных уравнений	261

24.21. Проводящее тело во внешнем электростатическом поле. Электростатическое экранирование	265
24.22. Металлический шар во внешнем однородном поле	267
24.23. Метод зеркальных изображений	268
24.24. Применение метода разделения переменных для решения задач электростатики	271
24.25. Численный расчет электростатического поля методом сеток	274
24.26. Вариационный подход к расчету электрического поля в неоднородной среде. Метод конечных элементов	275
Глава 25. Расчет электрической емкости	280
25.1. Емкость между круговыми цилиндрами. Емкость двухпроводной линии передачи	280
25.2. Потенциальные коэффициенты, коэффициенты электростатической индукции и частичные емкости в системе тел	283
25.3. Потенциальные коэффициенты в системе параллельных весьма длинных проводов	287
25.4. Емкость двухпроводной линии с учетом влияния земли	288
25.5. Емкость трехфазной линии передачи	289
25.6. Метод средних потенциалов для расчета потенциальных коэффициентов и емкостей в системе проводов	292
25.7. Вычисление емкости по картине поля	296
Глава 26. Электрическое поле постоянных токов	297
26.1. Уравнения электромагнитного поля постоянных токов	297
26.2. Электрическое поле в диэлектрике, окружающем проводники с постоянными токами	297
26.3. Электрическое поле и поле вектора плотности тока в проводящей среде	298
26.4. Граничные условия на поверхности раздела двух проводящих сред	299
26.5. Аналогия электрического поля в проводящей среде с электростатическим полем	300
26.6. Ток утечки в кабеле и сопротивление изоляции кабеля	302
26.7. Сопротивление заземления	302
Глава 27. Магнитное поле постоянных токов	306
27.1. Вихревой характер магнитного поля токов. Скалярный потенциал магнитного поля в области вне токов	306
27.2. Векторный потенциал магнитного поля токов	308
27.3. Метод приведения вихревого магнитного поля к безвихревому	310
27.4. Выражение магнитного потока и энергии магнитного поля через векторный потенциал	313
27.5. Общая задача расчета магнитного поля постоянных токов	314
27.6. Плоскопараллельное поле	315
27.7. Применение функций комплексного переменного	317
27.8. Поле линейных проводов. Принцип соответствия плоскопараллельных электрических и магнитных полей	317
27.9. Прямолинейный провод с током во внешнем однородном поле	319
27.10. Поле проводов, имеющих конечное сечение произвольной формы	320
27.11. Поле проводов кругового сечения	321
27.12. Поле двухпроводной линии передачи	322
27.13. Граничные условия на поверхности раздела двух сред с различными магнитными проницаемостями	323

27.14. Поле токов вблизи плоских поверхностей ферромагнитных тел. Метод зеркальных изображений	324
27.15. Графический метод построения картины поля	325
27.16. Пространственная задача. Поле кругового контура с током	329
27.17. Выражение скалярного потенциала через телесный угол, под которым виден контур тока	331
27.18. Магнитное поле контура произвольной формы на большом расстоянии от контура	333
27.19. Тело во внешнем магнитном поле. Аналогия с электростатической задачей	333
27.20. Шар и эллипсоид вращения во внешнем однородном магнитном поле	334
27.21. Магнитное поле в неоднородной среде. Применение метода интегральных уравнений	336
27.22. Коэффициенты размагничивания	339
27.23. Магнитное экранирование	340
27.24. Расчет магнитного поля в неоднородной среде методом конечных разностей	340
Глава 28. Расчет индуктивностей	343
28.1. Общие выражения для взаимной и собственной индуктивностей	343
28.2. Взаимная индуктивность двух круговых контуров	347
28.3. Индуктивность кругового контура	348
28.4. Метод участков	349
28.5. Индуктивности контуров, составленных из прямолинейных отрезков	351
28.6. Индуктивность прямоугольной рамки	352
28.7. Взаимная индуктивность между двумя двухпроводными линиями	353
28.8. Индуктивность двухпроводной линии	354
28.9. Индуктивность трехфазной линии	354
Глава 29. Переменное электромагнитное поле в диэлектрике	357
29.1. Плоская электромагнитная волна в диэлектрике. Скорость распространения электромагнитной волны	357
29.2. Вектор Пойнтинга	362
29.3. Поток электромагнитной энергии	364
29.4. Излучение электромагнитных волн антенной. Опыты Г. Герца. Работы П. Н. Лебедева. Изобретение радио А. С. Поповым	367
29.5. Электродинамические векторный и скалярный потенциалы электромагнитного поля	372
29.6. Электрический диполь с переменными зарядами	377
29.7. Электромагнитное поле на расстояниях от диполя, малых по сравнению с длиной волны	379
29.8. Электромагнитное поле на расстояниях от диполя, значительно превышающих длину волны	380
29.9. Мощность и сопротивление излучения диполя и антенны	380
29.10. Передача электромагнитной энергии вдоль проводов линии	382
29.11. Передача электромагнитной энергии по внутренней полости металлических труб	385
29.12. Волноводы	386
Глава 30. Переменное электромагнитное поле в проводящей среде	394
30.1. Плоская электромагнитная волна в проводящей среде	394
30.2. Длина волны и затухание волны	396

30.3. Явление поверхностного эффекта	398
30.4. Активное и внутреннее индуктивное сопротивления проводов	398
30.5. Сопротивление провода при резком проявлении поверхностного эффекта	401
30.6. Поверхностный эффект в массивных проводах из ферромагнитного материала	404
30.7. О комплексных магнитной и диэлектрической проницаемостях	406
30.8. Неравномерное распределение переменного магнитного потока в плоском листе	407
30.9. Неравномерное распределение тока в цилиндрическом проводе круглого сечения	410
30.10. Активное и внутреннее индуктивное сопротивления цилиндрических проводов круглого сечения	415
30.11. Эффект близости. Поверхностная закалка индукционным методом	417
30.12. Электромагнитное экранирование	418
30.13. Экспериментальное исследование и моделирование электрических и магнитных полей	419
30.14. О критериях разграничения задач теории электрических и магнитных цепей и задач теории электромагнитного поля	424
Алфавитный указатель	427