

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ

ТЕОРИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И МАГНИТНЫХ ЦЕПЕЙ

<i>Глава первая. Элементы нелинейных электрических цепей, их характеристики и параметры</i>	7
1-1. Особые свойства нелинейных электрических цепей	—
1-2. Элементы электрической цепи с нелинейными сопротивлениями, их параметры и характеристики	9
1-3. Симметричные и несимметричные характеристики элементов с нелинейными сопротивлениями	11
1-4. Инерционные и безынерционные элементы с нелинейным сопротивлением	17
1-5. Характеристики элементов с нелинейным сопротивлением, позволяющие осуществить стабилизацию тока или напряжения	19
1-6. Полупроводниковые диоды как нелинейные элементы электрической цепи	20
1-7. Управляемые нелинейные элементы. Ионный прибор с управляющим электродом	25
1-8. Управляемые нелинейные элементы. Трехэлектродная электронная лампа	26
1-9. Трехэлектродная электронная лампа как элемент электрической цепи	28
1-10. Управляемые нелинейные элементы. Полупроводниковые триоды	30
1-11. Полупроводниковый триод как элемент электрической цепи	33
1-12. Нелинейные свойства ферромагнитных материалов	36
1-13. Нелинейные характеристики и параметры катушки с сердечником из ферромагнитного материала	43
1-14. Конденсаторы с нелинейной характеристикой	46
1-15. Источники э. д. с. и источники тока с нелинейными характеристиками	50
<i>Глава вторая. Расчет нелинейных электрических и магнитных цепей при постоянном токе</i>	52
2-1. О расчете нелинейных электрических цепей при постоянном токе	—
2-2. Последовательное, параллельное и смешанное соединения участков электрической цепи, содержащих нелинейные элементы и не содержащих источников э. д. с.	53

2-3.	Последовательное, параллельное и смешанное соединения участков электрической цепи, содержащих нелинейные элементы и источники Э. д. с.	55
2-4.	Расчет сложной электрической цепи с одним нелинейным элементом	59
2-5.	Расчет сложной электрической цепи с двумя нелинейными элементами	61
2-6.	Расчет сложной электрической цепи с тремя нелинейными элементами	62
2-7.	Расчет сложной электрической цепи с четырьмя и более нелинейными элементами. Метод последовательных приближений	65
2-8.	Аналитическое исследование особых свойств нелинейных электрических цепей постоянного тока при малых отклонениях от заданного режима	68
2-9.	Расчет магнитной цепи с последовательным соединением участков	72
2-10.	Расчет разветвленных магнитных цепей	75
2-11.	О расчете постоянных магнитов	77
2-12.	О расчете магнитных цепей с постоянными магнитами	79
Глава третья. Нелинейные электрические и магнитные цепи при периодических процессах		81
3-1.	Особенности периодических процессов в электрических цепях с инерционными нелинейными элементами	—
3-2.	Процессы в цепи с индуктивным инерционным электромеханическим элементом	83
3-3.	Особенности периодических процессов в цепях с безынерционными нелинейными элементами. Метод эквивалентных синусоид	85
3-4.	Формы кривых тока, магнитного потока и Э. д. с. в катушке с ферромагнитным сердечником	87
3-5.	Потери в сердечниках из ферромагнитного материала	88
3-6.	Эквивалентные синусоиды и зависимость между потокосцеплением и током	90
3-7.	Уравнение, векторная диаграмма и эквивалентная схема катушки с ферромагнитным сердечником	91
3-8.	Комплексное магнитное сопротивление магнитной цепи	93
3-9.	Уравнения, векторная диаграмма и эквивалентная схема трансформатора с ферромагнитным сердечником	94
3-10.	Графический метод расчета, основанный на введении эквивалентных синусоид	97
3-11.	Явление феррорезонанса при последовательном соединении катушки с ферромагнитным сердечником и конденсатора	98
3-12.	Явление феррорезонанса при параллельном соединении катушки с ферромагнитным сердечником и конденсатора	102
3-13.	Ферромагнитные стабилизаторы напряжения	103
3-14.	Управляемые индуктивные элементы нелинейной цепи. Ферромагнитный усилитель мощности	105
3-15.	Метод гармонического баланса для расчета периодических процессов в нелинейных цепях	107
3-16.	Выделение высших гармоник в нелинейных цепях с целью преобразования частоты	110
3-17.	Умножение частоты с помощью ферромагнитных элементов, основанное на выделении гармоник нулевой последовательности	111
3-18.	Расчет процессов в цепи методом сопряжения интервалов	

при кусочно-линейной аппроксимации характеристик нелинейных элементов	113
3-19. О расчете нелинейных цепей с вентилями. Выпрямление переменного тока	114
3-20. Регулирование выпрямителей и преобразование постоянного тока в переменный с помощью управляемых вентиляей	117
3-21. Конденсаторы с нелинейной характеристикой в цепи переменного тока	122
3-22. О коэффициенте мощности при питании нелинейной цепи от источника синусоидального напряжения	124
Глава четвертая. Элементы теории колебаний и методы расчета переходных процессов в нелинейных электрических цепях	126
4-1. Особенности колебательных процессов в нелинейных электрических цепях	—
4-2. Устойчивость режима в цепи с индуктивностью и нелинейным сопротивлением, питаемой от источника постоянного напряжения	127
4-3. Устойчивость режима в цепи с емкостью и нелинейным сопротивлением, питаемой от источника постоянного напряжения	129
4-4. О выборе эквивалентной схемы для рассмотрения вопроса об устойчивости	130
4-5. Общие соображения об устойчивости режима в сложных нелинейных электрических цепях, питаемых от источников постоянного напряжения	133
4-6. Возбуждение автоколебаний в нелинейной системе с обратной связью. Ламповый генератор	135
4-7. Релаксационные колебания	140
4-8. Методы расчета переходных процессов в нелинейных электрических цепях	143
4-9. Метод графического интегрирования для расчета переходного процесса в нелинейной цепи	144
4-10. Аналитический метод расчета переходных процессов, основанный на приближенном аналитическом выражении характеристики нелинейного элемента	149
4-11. Метод последовательных интервалов для расчета переходных процессов в нелинейной цепи	152
4-12. Метод расчета переходных процессов в нелинейной цепи, основанный на условной линеаризации уравнения цепи	154
4-13. Изображение переходных процессов на фазовой плоскости	156
4-14. Метод изоклин для построения фазовых траекторий и расчета переходных процессов	161
4-15. Метод медленно меняющихся амплитуд — метод Ван-дер-Поля	167
4-16. Частотные свойства нелинейных цепей	172
4-17. Значение нелинейных электрических цепей в современной технике	173

ЧАСТЬ ЧЕТВЕРТАЯ

ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

Глава пятая. Уравнения электромагнитного поля	177
5-1. Электромагнитное поле и его уравнения в интегральной форме	—
5-2. Закон полного тока и дифференциальной форме — первое уравнение Максвелла	182

5-3.	Закон электромагнитной индукции в дифференциальной форме — второе уравнение Максвелла	184
5-4.	Теорема Гаусса и постулат Максвелла в дифференциальной форме	185
5-5.	Выражение в дифференциальной форме принципов непрерывности магнитного потока и непрерывности электрического тока	189
5-6.	Теорема Остроградского. Теорема Стокса	190
5-7.	Полная система уравнений электромагнитного поля	192
5-8.	Электростатическое поле и поле постоянных токов как частные случаи электромагнитного поля	196
Глава шестая. Электростатическое поле		198
6-1.	Безвихревой характер электростатического поля. Градиент электрического потенциала	—
6-2.	Убывание потенциала и напряженности поля на больших расстояниях от системы заряженных тел	201
6-3.	Определение потенциала по заданному распределению зарядов	205
6-4.	Уравнения Пуассона и Лапласа	207
6-5.	Граничные условия на поверхности проводников	208
6-6.	Граничные условия на поверхности раздела двух диэлектриков	—
6-7.	Основная задача электростатики	212
6-8.	Плоскопараллельное поле	213
6-9.	Применение функций комплексного переменного	216
6-10.	Поле уединенного провода кругового сечения	218
6-11.	Поле двух плоскостей, сходящихся под углом	220
6-12.	Поле двухпроводной линии передачи	221
6-13.	Поле параллельных несоосных цилиндров	225
6-14.	Поле у края плоского конденсатора	227
6-15.	Графический метод построения картины плоскопараллельного поля	229
6-16.	Графический метод построения картины поля тел вращения	230
6-17.	Графический метод построения картины поля в случае неоднородной изолирующей среды	231
6-18.	Тело из диэлектрика во внешнем электростатическом поле	—
6-19.	Диэлектрический шар во внешнем однородном поле	232
6-20.	Проводящее тело во внешнем электростатическом поле. Электростатическое экранирование	235
6-21.	Металлический шар во внешнем однородном поле	237
6-22.	Метод зеркальных изображений	238
Глава седьмая. Расчет электрической емкости		240
7-1.	Емкость между круговыми цилиндрами. Емкость двухпроводной линии передачи	—
7-2.	Потенциальные коэффициенты, коэффициенты электростатической индукции и частичные емкости в системе тел	243
7-3.	Потенциальные коэффициенты в системе параллельных весьма длинных проводов	247
7-4.	Емкость двухпроводной линии с учетом влияния земли	249
7-5.	Емкость трехфазной линии передачи	250
7-6.	Метод средних потенциалов для расчета потенциальных коэффициентов и емкостей в системе проводов	253
7-7.	Вычисление емкости по картине поля	257

<i>Глава восьмая. Электрическое поле постоянных токов</i>	259
8-1. Уравнения электромагнитного поля постоянных токов	—
8-2. Электрическое поле в диэлектрике, окружающем проводники с постоянными токами	260
8-3. Электрическое поле и поле вектора плотности тока в проводящей среде	261
8-4. Граничные условия на поверхности раздела двух проводящих сред	262
8-5. Аналогия электрического поля в проводящей среде с электростатическим полем	264
8-6. Ток утечки в кабеле и сопротивление изоляции кабеля	265
8-7. Сопротивление заземления	266
<i>Глава девятая. Магнитное поле постоянных токов</i>	270
9-1. Вихревой характер магнитного поля токов. Скалярный потенциал магнитного поля в области вне токов	—
9-2. Векторный потенциал магнитного поля токов	272
9-3. Выражение магнитного потока через векторный потенциал	275
9-4. Общая задача расчета магнитного поля постоянных токов.	276
9-5. Плоскопараллельное поле	—
9-6. Применение функций комплексного переменного	279
9-7. Поле линейных проводов. Принцип соответствия плоскопараллельных электрических и магнитных полей	—
9-8. Прямолинейный провод с током во внешнем однородном поле	281
9-9. Поле проводов, имеющих конечное сечение произвольной формы	282
9-10. Поле проводов кругового сечения	284
9-11. Поле двухпроводной линии передачи	285
9-12. Граничные условия на поверхности раздела двух сред с различными магнитными проницаемостями	286
9-13. Поле токов вблизи плоских поверхностей ферромагнитных тел. Метод зеркальных изображений	288
9-14. Графический метод построения картины поля	289
9-15. Пространственная задача. Поле кругового контура с током	293
9-16. Выражение скалярного потенциала через телесный угол, под которым виден контур тока	296
9-17. Магнитное поле контура произвольной формы на большом расстоянии от контура	297
9-18. Тело во внешнем магнитном поле. Аналогия с электростатической задачей	298
9-19. Шар и эллипсоид вращения во внешнем однородном поле	299
9-20. Коэффициенты размагничивания	300
9-21. Магнитное экранирование	301
<i>Глава десятая. Расчет индуктивностей</i>	303
10-1. Общие выражения для взаимной и собственной индуктивностей	—
10-2. Взаимная индуктивность двух круговых контуров	308
10-3. Индуктивность кругового контура	309
10-4. Метод участков	310
10-5. Индуктивности контуров, составленных из прямолинейных отрезков	312
10-6. Индуктивность прямоугольной рамки	314
10-7. Взаимная индуктивность между двумя двухпроводными линиями	—

10-8. Индуктивность двухпроводной линии	315
10-9. Индуктивность трехфазной линии	316
Глава одиннадцатая. Переменное электромагнитное поле в диэлектрике	319
11-1. Плоская электромагнитная волна в диэлектрике. Скорость распространения электромагнитной волны	—
11-2. Вектор Пойнтинга	325
11-3. Поток электромагнитной энергии	328
11-4. Излучение электромагнитных волн антенной. Опыты Г. Герца. Работы П. Н. Лебедева. Изобретение радио А. С. Поповым	331
11-5. Электродинамические векторный и скалярный потенциалы электромагнитного поля	336
11-6. Электрический диполь с переменными зарядами	342
11-7. Электромагнитное поле на расстояниях от диполя, малых по сравнению с длиной волны	345
11-8. Электромагнитное поле на расстояниях от диполя, значительно превышающих длину волны	—
11-9. Мощность и сопротивление излучения диполя и антенны	346
11-10. Передача электромагнитной энергии вдоль проводов линии	349
11-11. Передача электромагнитной энергии по внутренней полости металлических труб	351
11-12. Волноводы	352
Глава двенадцатая. Переменное электромагнитное поле в проводящей среде	361
12-1. Плоская электромагнитная волна в проводящей среде	—
12-2. Длина волны и затухание волны	364
12-3. Явление поверхностного эффекта	365
12-4. Активное и внутреннее индуктивное сопротивления проводов	366
12-5. Сопротивление провода при резком проявлении поверхностного эффекта	370
12-6. Поверхностный эффект в массивных проводах из ферромагнитного материала	373
12-7. О комплексных магнитной и диэлектрической проницаемостях	374
12-8. Неравномерное распределение переменного магнитного потока в плоском листе	376
12-9. Неравномерное распределение тока в цилиндрическом проводе кругового сечения	379
12-10. Активное и внутреннее индуктивное сопротивления цилиндрических проводов кругового сечения	385
12-11. Эффект близости. Поверхностная закалка индукционным методом	387
12-12. Электромагнитное экранирование	388
12-13. Экспериментальное исследование и моделирование электрических и магнитных полей	389
12-14. О критериях разграничения задач теории электрических и магнитных цепей и задач теории электромагнитного поля	395
Предметный указатель	399
Оглавление	402