

Предисловие . . . . .	5
Введение . . . . .	7

## ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

## ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ЗАКОНЫ ТЕОРИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ И ТЕОРИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И МАГНИТНЫХ ЦЕПЕЙ

<i>Глава первая. Обобщение понятий и законов электромагнитного поля . .</i>	17
1-1. Общая физическая основа задач теории электромагнитного поля и теории электрических и магнитных цепей . . . . .	—
1-2. Элементарные частицы, обладающие электрическим зарядом, и электромагнитное поле как особые виды материи . . . . .	18
1-3. Связь между электрическими и магнитными явлениями. Электрическое и магнитное поля как две стороны единого электромагнитного поля . . . . .	22
1-4. Связь заряда частиц и тел с их электрическим полем. Теорема Гаусса . . . . .	29
1-5. Поляризация диэлектриков. Электрическое смещение. Постулат Максвелла . . . . .	33
1-6. Электрические токи проводимости, переноса и смещения . . . . .	42
1-7. Принцип непрерывности электрического тока . . . . .	49
1-8. Электрическое напряжение. Разность электрических потенциалов. Электродвижущая сила . . . . .	52
1-9. Магнитный поток. Принцип непрерывности магнитного потока . . . . .	62
1-10. Закон электромагнитной индукции . . . . .	65
1-11. Потокосцепление. Э. д. с. самоиндукции и взаимной индукции. Принцип электромагнитной инерции . . . . .	69
1-12. Потенциальное и вихревое электрические поля . . . . .	74
1-13. Связь магнитного поля с электрическим током . . . . .	78
1-14. Намагниченность вещества и напряженность магнитного поля . . . . .	82
1-15. Закон полного тока . . . . .	86
1-16. Основные уравнения электромагнитного поля . . . . .	88
<i>Глава вторая. Энергия и механические проявления электрического и магнитного полей . . . . .</i>	91
2-1. Энергия системы заряженных тел. Распределение энергии в электрическом поле . . . . .	—
2-2. Силы, действующие на заряженные тела . . . . .	95
2-3. Энергия системы контуров с электрическими токами. Распределение энергии в магнитном поле . . . . .	100
2-4. Электромагнитная сила . . . . .	105

<b>Глава третья. Основные понятия и законы теории электрических и магнитных цепей</b> . . . . .	113
3-1. Электрические и магнитные цепи . . . . .	—
3-2. Элементы электрических цепей. Активные и пассивные части электрических цепей . . . . .	115
3-3. Физические явления в электрических цепях. Цепи с распределенными параметрами . . . . .	117
3-4. Научные абстракции, принимаемые в теории электрических цепей, их практическое значение и границы применимости. Цепи с сосредоточенными параметрами . . . . .	122
3-5. Параметры электрических цепей. Линейные и нелинейные электрические и магнитные цепи . . . . .	125
3-6. Связи между напряжением и током в основных элементах электрической цепи . . . . .	129
3-7. Условные положительные направления тока и э. д. с. в элементах цепи и напряжения на их зажимах . . . . .	131
3-8. Источники э. д. с. и источники тока . . . . .	135
3-9. Схемы электрических цепей. Элементы схемы цепи . . . . .	138
3-10. Законы электрических цепей. Дифференциальные уравнения, описывающие процессы в цепях с сосредоточенными параметрами . . . . .	141
3-11. Законы и параметры магнитных цепей . . . . .	146
3-12. Анализ и синтез — две основные задачи теории электрических цепей . . . . .	150

#### ЧАСТЬ ВТОРАЯ

### ТЕОРИЯ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

<b>Глава четвертая. Основные свойства и эквивалентные параметры электрических цепей при синусоидальных токах</b> . . . . .	155
4-1. Синусоидальные э. д. с., напряжения и токи. Источники синусоидальных э. д. с. и токов . . . . .	—
4-2. Действующие и средние значения периодических э. д. с., напряжений и токов . . . . .	159
4-3. Изображение синусоидальных э. д. с., напряжений и токов с помощью вращающихся векторов. Векторные диаграммы . . . . .	162
4-4. Установившийся синусоидальный ток в цепи с последовательным соединением участков $r$ , $L$ и $C$ . . . . .	163
4-5. Установившийся синусоидальный ток в цепи с параллельным соединением участков $g$ , $L$ и $C$ . . . . .	168
4-6. Активная, реактивная и полная мощности . . . . .	170
4-7. Мгновенная мощность и колебания энергии в цепи синусоидального тока . . . . .	173
4-8. Эквивалентные параметры сложной цепи переменного тока, рассматриваемой в целом как двухполюсник . . . . .	177
4-9. Схемы замещения двухполюсника при заданной частоте . . . . .	180
4-10. Влияние различных факторов на эквивалентные параметры цепи . . . . .	182
<b>Глава пятая. Методы расчета электрических цепей при установившихся синусоидальном и постоянном токах</b> . . . . .	186
5-1. Комплексный метод . . . . .	—
5-2. Комплексные сопротивление и проводимость . . . . .	191
5-3. Выражения законов Ома и Кирхгофа в комплексной форме . . . . .	192
5-4. Расчет мощности по комплексным напряжению и току . . . . .	193

5-5.	Расчет при последовательном соединении участков цепи . . . . .	194
5-6.	Расчет при параллельном соединении участков цепи . . . . .	195
5-7.	Расчет при смешанном соединении участков цепи . . . . .	196
5-8.	О расчете сложных электрических цепей . . . . .	197
5-9.	Расчет цепи, основанный на преобразовании соединения треугольником в эквивалентное соединение звездой . . . . .	199
5-10.	Преобразование нескольких параллельно соединенных ветвей с источниками э. д. с. в одну эквивалентную ветвь . . . . .	202
5-11.	Метод контурных токов . . . . .	203
5-12.	Метод узловых напряжений . . . . .	207
5-13.	Принцип наложения и основанный на нем метод расчета цепи . . . . .	212
5-14.	Принцип взаимности и основанный на нем метод расчета цепи . . . . .	214
5-15.	Метод эквивалентного генератора . . . . .	216
5-16.	Расчет цепей при наличии взаимной индукции . . . . .	221
5-17.	Трансформаторы с линейными характеристиками. Идеальный трансформатор . . . . .	225
5-18.	Цепи, связанные через электрическое поле . . . . .	229
5-19.	Матричная запись уравнений при расчете электрических цепей . . . . .	230
5-20.	Решение уравнений цепи, записанных в матричной форме . . . . .	234
5-21.	Баланс мощностей в сложной цепи . . . . .	237
5-22.	Расчет сложных цепей при постоянном токе . . . . .	239
<b>Глава шестая. Резонансные явления и частотные характеристики . . . . .</b>		<b>241</b>
6-1.	Понятие о резонансе и о частотных характеристиках в электрических цепях . . . . .	—
6-2.	Резонанс в случае последовательного соединения участков $r, L, C$ . . . . .	242
6-3.	Частотные характеристики цепи с последовательным соединением участков $r, L, C$ . . . . .	243
6-4.	Резонанс при параллельном соединении участков $g, L, C$ . . . . .	248
6-5.	Частотные характеристики цепи с параллельным соединением участков $g, L, C$ . . . . .	249
6-6.	Частотные характеристики цепей, содержащих только реактивные элементы . . . . .	252
6-7.	Частотные характеристики цепей в общем случае . . . . .	256
6-8.	Резонанс в индуктивно связанных контурах . . . . .	259
6-9.	Практическое значение явления резонанса в электрических цепях . . . . .	261
<b>Глава седьмая. Расчет трехфазных цепей . . . . .</b>		<b>264</b>
7-1.	Многофазные цепи и системы и их классификация . . . . .	—
7-2.	Расчет трехфазной цепи в общем случае несимметрии э. д. с. и несимметрии цепи . . . . .	269
7-3.	Получение вращающегося магнитного поля . . . . .	272
7-4.	Разложение несимметричных трехфазных систем на симметричные составляющие . . . . .	275
7-5.	О применении метода симметричных составляющих к расчету трехфазных цепей . . . . .	277
<b>Глава восьмая. Расчет электрических цепей при несинусоидальных периодических э. д. с., напряжениях и токах . . . . .</b>		<b>282</b>
8-1.	Метод расчета мгновенных значений установившихся напряжений и токов в линейных электрических цепях при действии периодических несинусоидальных э. д. с. . . . .	—

8-2.	Зависимость формы кривой тока от характера цепи при несинусоидальном напряжении . . . . .	286
8-3.	Действующие значения периодических несинусоидальных токов, напряжений и э. д. с. . . . .	289
8-4.	Активная мощность при периодических несинусоидальных токах и напряжениях . . . . .	290
8-5.	Особенности поведения высших гармоник в трехфазных цепях . . . . .	292
8-6.	О составе высших гармоник при наличии симметрии форм кривых тока или напряжения . . . . .	294
8-7.	Представление ряда Фурье в комплексной форме . . . . .	296
8-8.	Биения колебаний . . . . .	299
8-9.	Модулированные колебания . . . . .	301
<b>Глава девятая.</b>	<b>Расчет переходных процессов в электрических цепях с сосредоточенными параметрами классическим методом . . . . .</b>	<b>303</b>
9-1.	О переходных процессах в линейных электрических цепях . . . . .	—
9-2.	Общий путь расчета переходных процессов в линейных электрических цепях . . . . .	304
9-3.	Определение постоянных интегрирования из начальных условий . . . . .	306
9-4.	Переходные процессы в цепи с последовательно соединенными участками $r$ и $L$ . . . . .	308
9-5.	Переходные процессы в цепи с последовательно соединенными участками $r$ и $C$ . . . . .	313
9-6.	Переходные процессы в цепи с последовательно соединенными участками $r$ , $L$ и $C$ . . . . .	319
9-7.	Разряд конденсатора на цепь $r$ , $L$ . . . . .	321
9-8.	Включение цепи $r$ , $L$ , $C$ под постоянное напряжение . . . . .	327
9-9.	Включение цепи $r$ , $L$ , $C$ под синусоидальное напряжение . . . . .	329
9-10.	Переходные процессы при мгновенном изменении параметров участков цепи . . . . .	332
9-11.	Расчет переходных процессов в сложной цепи . . . . .	337
9-12.	Расчет переходных процессов в сложных цепях с помощью вычислительных машин непрерывного действия . . . . .	343
<b>Глава десятая.</b>	<b>Расчет переходных процессов в цепях с сосредоточенными параметрами операторным методом . . . . .</b>	<b>345</b>
10-1.	Операторное изображение функций, их производных и интегралов . . . . .	—
10-2.	Примеры изображений функций . . . . .	349
10-3.	Законы Кирхгофа и Ома в операторной форме . . . . .	351
10-4.	Расчет переходных процессов в электрических цепях операторным методом . . . . .	354
10-5.	Переход от изображений к оригиналу. Теорема разложения . . . . .	357
10-6.	Свойства корней характеристического уравнения . . . . .	363
<b>Глава одиннадцатая.</b>	<b>Спектральное представление неперiodических функций — интегральное преобразование Фурье. Расчет переходных процессов методом частотных характеристик . . . . .</b>	<b>365</b>
11-1.	Представление неперiodических функций времени с помощью интеграла Фурье . . . . .	—
11-2.	Частотные характеристики . . . . .	367
11-3.	Получение частотных характеристик заданной функции времени . . . . .	369
11-4.	Расчет переходных процессов при помощи частотных характеристик . . . . .	372

11-5. Связь преобразования Фурье с преобразованием Лапласа. Понятие о комплексной частоте . . . . .	375
<b>Глава двенадцатая. Расчет электрических цепей при воздействии импульсных э. д. с. и э. д. с. произвольной формы . . . . .</b>	<b>377</b>
12-1. Понятие об импульсных э. д. с. и импульсных системах . . . . .	—
12-2. Переходные и импульсные характеристики электрической цепи и расчет цепи при воздействии импульсной э. д. с. . . . .	378
12-3. Расчет цепи при воздействии э. д. с. произвольной формы — интеграл Дюамеля . . . . .	383
12-4. О случайных процессах в электрических цепях . . . . .	386
<b>Глава тринадцатая. Анализ общих свойств четырехполюсников . . . . .</b>	<b>388</b>
13-1. Различные виды уравнений четырехполюсника . . . . .	—
13-2. Эквивалентные схемы четырехполюсника . . . . .	392
13-3. Экспериментальное определение параметров четырехполюсника . . . . .	393
13-4. Соединения четырехполюсников и матричная запись уравнений четырехполюсника . . . . .	395
13-5. Передаточные функции четырехполюсников . . . . .	398
13-6. Дифференцирующие и интегрирующие цепи . . . . .	403
13-7. Обратные связи . . . . .	406
13-8. Активный четырехполюсник . . . . .	408
13-9. Круговая векторная диаграмма четырехполюсника. . . . .	410
<b>Глава четырнадцатая. Цепные схемы. Электрические фильтры. Структурные схемы . . . . .</b>	<b>417</b>
14-1. Характеристические параметры четырехполюсника . . . . .	—
14-2. Передаточные функции согласованных цепных схем . . . . .	421
14-3. Электрические фильтры . . . . .	422
14-4. Электрические фильтры нижних частот типа $k$ . . . . .	426
14-5. Электрические фильтры нижних частот типа $m$ . . . . .	428
14-6. Метод преобразования частоты. Электрические фильтры верхних частот. Полосовые электрические фильтры . . . . .	430
14-7. Структурные схемы . . . . .	434
14-8. К вопросу об устойчивости в электрических цепях . . . . .	437
<b>Глава пятнадцатая. Синтез электрических цепей . . . . .</b>	<b>440</b>
15-1. Задача синтеза электрических цепей . . . . .	—
15-2. Свойства входных функций пассивных электрических цепей . . . . .	441
15-3. Представление входных функций в виде простых дробей . . . . .	444
15-4. Реализация входных функций двухполюсника, имеющих вещественные и мнимые корни знаменателя, при помощи разложения этих функций на простые дроби . . . . .	445
15-5. Реализация входных функций двухполюсника, имеющих только мнимые корни знаменателя, при помощи представления этих функций в виде цепных дробей . . . . .	449
15-6. Синтез входной функции двухполюсника в общем случае. Проверка отсутствия нулей и полюсов в правой полуплоскости . . . . .	457
15-7. Синтез входной функции двухполюсника в общем случае. Проверка условия положительности функции $\operatorname{Re} [F(p)] \geq 0$ при $\operatorname{Re}(p) = \sigma \geq 0$ . . . . .	459
15-8. Синтез входной функции двухполюсника в общем случае. Реализация заданных функций, имеющих вещественные, мнимые и комплексные корни . . . . .	463
15-9. О синтезе передаточных функций четырехполюсника. . . . .	467

<i>Глава шестнадцатая. Электрические цепи с распределенными параметрами при установившемся режиме</i> . . . . .	470
16-1. Электрические цепи с распределенными параметрами . . . . .	—
16-2. Уравнения линии с распределенными параметрами. . . . .	471
16-3. Решение уравнений однородной линии при установившемся синусоидальном режиме . . . . .	473
16-4. О моделировании однородной линии цепной схемой . . . . .	476
16-5. Бегущие волны . . . . .	477
16-6. Характеристики однородной линии. Условия для неискажающей линии . . . . .	479
16-7. Однородная линия при различных режимах работы . . . . .	481
16-8. Линии без потерь . . . . .	485
<i>Глава семнадцатая. Электрические цепи с распределенными параметрами при переходных процессах</i> . . . . .	489
17-1. Переходные процессы в цепях с распределенными параметрами . . . . .	—
17-2. Решение уравнений однородной неискажающей линии при переходном процессе классическим методом . . . . .	—
17-3. Решение уравнений однородной неискажающей линии при переходном процессе операторным методом . . . . .	492
17-4. Волны в неискажающей линии . . . . .	495
17-5. О происхождении и характере волн в линиях . . . . .	497
17-6. Преломление и отражение волн в месте сопряжения двух однородных линий . . . . .	498
17-7. Отражение волн от конца линии . . . . .	501
17-8. Процесс включения однородной линии . . . . .	505
17-9. Прохождение волн при наличии реактивного сопротивления в месте сопряжения однородных линий . . . . .	507
17-10. Прохождение волн при наличии активного сопротивления в месте сопряжения однородных линий . . . . .	510
Предметный указатель . . . . .	513
Оглавление . . . . .	517

