

Чубриков, Л. Г. Электротехника, электрические машины и аппараты: учебное пособие для вузов / Л. Г. Чубриков; М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. — Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2014. — 267 с.: ил., схемы, табл. — Библиография: с. 267.

УДК [621.3 + 621.313](075.8)

ББК 31.2я73

**АБ №1** — 17 экз.

**СБО** — 1 экз.

**Ч/З №1** — 5 экз.

Рассмотрены электрические цепи, машины и аппараты. Приведены расчеты электрических цепей, методика измерений, даны общие понятия, основные параметры и характеристики электрических машин и аппаратов, представлены задачи для практических занятий по всем разделам изучаемого курса.

Для студентов машиностроительных и металлургических специальностей дневной и заочной форм обучения.

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого»

Кафедра «Теоретические основы электротехники»

Л. Г. Чубриков

## ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И АППАРАТЫ

Учебное пособие

*Допущено Министерством образования Республики Беларусь  
в качестве учебного пособия для студентов учреждений  
высшего образования по машиностроительным  
и металлургическим специальностям*

Гомель 2014

# Оглавление

Предисловие.....	7
Введение.....	9
Основные «вехи» развития электротехники .....	11
<b>Глава 1. Электрические цепи (общие понятия)</b> .....	<b>13</b>
1.1. Общие сведения.....	13
1.2. Источники электрической энергии .....	15
1.2.1. Источники постоянного тока.....	15
1.2.2. Источники однофазного переменного тока .....	18
1.3. Приемники электрической энергии.....	20
1.3.1. Общие сведения .....	20
1.3.2. Цепи постоянного тока.....	23
1.3.3. Цепи переменного тока промышленной частоты.....	24
<b>Глава 2. Электрические измерения (измерение электрических величин)</b> .....	<b>27</b>
2.1. Значение измерений.....	27
2.2. Общие сведения.....	28
2.3. Погрешности измерений .....	28
2.4. Классификация измерительных приборов .....	30
2.5. Методика измерений.....	32
2.6. Электронный осциллограф.....	36
<b>Глава 3. Электрические цепи постоянного тока</b> .....	<b>40</b>
3.1. Источники ЭДС.....	40
3.2. О законах электротехники.....	42
3.3. Расчет электрической цепи с одним источником и одним приемником.....	43
3.4. Расчет электрической цепи с одним источником и тремя последовательно соединенными приемниками .....	44
3.5. Расчет электрической цепи с одним источником и тремя параллельно соединенными приемниками.....	47
3.6. Расчет электрической цепи со смешанным соединением приемников (последовательно-параллельное соединение).....	49
3.7. Расчет цепей с несколькими источниками ЭДС.....	51
3.8. Расчет сложной цепи методом эквивалентного генератора .....	54
<b>Глава 4. Электрические цепи однофазного синусоидального тока</b> .....	<b>59</b>
4.1. Представление синусоидальных ЭДС, токов и напряжений тригонометрическими функциями и графиками .....	59
4.2. Действующие значения синусоидальных токов, ЭДС, напряжений .....	62
4.3. Представление синусоидальных токов и напряжений вращающимися векторами.....	63

4.4. Электрическая цепь с резистивным элементом .....	64
4.5. Электрическая цепь с идеальной индуктивностью .....	66
4.6. Электрическая цепь с идеальной емкостью .....	69
4.7. Электрическая цепь с последовательно соединенными приемниками $R-L$ .....	72
4.8. Электрическая цепь с последовательно соединенными приемниками $R-C$ .....	75
4.9. Электрическая цепь с последовательно соединенными приемниками $R-L-C$ .....	79
4.10. Резонанс напряжений .....	82
4.11. Электрическая цепь с параллельно соединенными приемниками .....	84
4.12. Резонанс токов .....	89
4.13. Расчет сложных цепей с одним источником .....	91
4.14. Мощность в цепи синусоидального тока .....	95
4.15. Повышение коэффициента мощности в цепях синусоидального тока .....	96
<b>Глава 5. Трехфазные цепи</b> .....	102
5.1. Система трехфазного переменного тока .....	102
5.2. Простейший трехфазный генератор .....	103
5.3. Соединение обмоток трехфазного генератора звездой .....	104
5.4. Способы изображения трехфазной симметричной системы ЭДС .....	107
5.5. Передача электрической энергии потребителю .....	109
5.6. Классификация приемников и способы их включения в трехфазную цепь .....	110
5.7. Соединение приемников звездой .....	111
5.8. Соединение несимметричных приемников треугольником .....	115
5.9. Мощность трехфазной цепи .....	116
5.10. Расчет трехфазных цепей с симметричными приемниками .....	117
5.11. Расчет трехфазных цепей с несимметричными приемниками .....	120
<b>Глава 6. Переходные процессы в электрических цепях</b> .....	123
6.1. Возникновение переходных процессов и законы коммутации .....	123
6.2. Короткое замыкание в цепи $R-L$ .....	125
6.3. Короткое замыкание в цепи $R-C$ .....	126
6.4. Переходный процесс при размыкании цепи .....	129
<b>Глава 7. Периодические несинусоидальные ЭДС и токи в электрических цепях</b> .....	131
7.1. Общие сведения .....	131
7.2. Причины возникновения периодических несинусоидальных ЭДС, токов и напряжений .....	131
7.3. Представление несинусоидальных величин .....	132

<b>Глава 8. Нелинейные цепи</b> .....	134
8.1. Общие сведения.....	134
8.2. Нелинейные элементы, их АВХ и простейшие нелинейные цепи .....	135
8.3. Графический расчет цепей с нелинейными элементами .....	138
8.4. Графо-аналитический расчет цепей с нелинейными элементами .....	139
<b>Глава 9. Электромагнитные цепи</b> .....	142
9.1. Силовое и индукционное действие магнитного поля .....	142
9.2. Магнитные цепи .....	142
9.3. Катушка с ферромагнитным сердечником .....	143
<b>Глава 10. Трансформаторы</b> .....	147
10.1. Общие сведения.....	147
10.2. Устройство и принцип действия однофазного трансформатора .....	147
10.3. Внешние характеристики и КПД трансформатора.....	150
10.4. Типы трансформаторов .....	152
<b>Глава 11. Машины постоянного тока</b> .....	159
11.1. Общие сведения.....	159
11.2. Устройство машины постоянного тока.....	160
11.3. Режимы работы машин постоянного тока.....	162
11.4. Преобразование энергии и КПД машин постоянного тока .....	164
11.5. Способы возбуждения машин постоянного тока.....	165
11.6. Генератор независимого возбуждения.....	167
11.7. Генератор параллельного возбуждения.....	169
11.8. Генератор смешанного возбуждения .....	171
11.9. Двигатели постоянного тока .....	172
11.10. Двигатели параллельного и независимого возбуждения .....	173
11.11. Двигатели последовательного возбуждения .....	179
<b>Глава 12. Асинхронные двигатели</b> .....	183
12.1. Общие сведения.....	183
12.2. Конструкция трехфазного асинхронного двигателя .....	184
12.3. Вращающееся магнитное поле статора.....	185
12.4. Принцип действия асинхронного двигателя. Скольжение .....	186
12.5. ЭДС статора и ротора. Электромагнитный момент .....	188
12.6. Мощность и КПД асинхронного двигателя.....	190
12.7. Механическая и рабочие характеристики асинхронного двигателя .....	191
12.8. Пуск асинхронных двигателей .....	193
12.9. Торможение асинхронного двигателя.....	197
12.10. Регулирование скорости вращения асинхронного двигателя .....	198
12.11. Однофазные и двухфазные асинхронные двигатели.....	200
<b>Глава 13. Синхронные машины</b> .....	205
13.1. Общие сведения.....	205
13.2. Принцип действия синхронного генератора .....	205

13.3. Основные характеристики синхронных генераторов.....	208
13.4. Принцип действия синхронного двигателя.....	210
13.5. Характеристики синхронного двигателя.....	211
13.6. Пуск синхронного двигателя.....	213
<b>Глава 14. Основы электропривода.....</b>	<b>215</b>
14.1. Общие сведения.....	215
14.2. Выбор типа электродвигателей.....	216
14.3. Аппаратура управления и защиты.....	218
14.4. Обозначения отдельных элементов аппаратуры управления.....	220
14.5. Примеры схем электропривода.....	222
Практические занятия.....	227
Литература.....	267