

УДК 621.3(075)
ББК 31.2я7
Ш26

*Печатается по решению редакционно-издательского совета
Казанского национального исследовательского технологического университета*

*Рецензенты:
д-р техн. наук, проф. А. И. Федотов
канд. техн. наук, доц. Я. Д. Осипов*

Ш26 Шаряпов А. М.
Ш26 Электротехника : учебное пособие / А. М. Шаряпов, Г. В. Вагапов;
Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань :
Изд-во КНИТУ, 2023. – 136 с.

ISBN 978-5-7882-3348-2

Содержит теоретические сведения по линейным и нелинейным электрическим цепям постоянного тока, одно- и трехфазным цепям синусоидального тока, магнитным цепям постоянного и переменного токов, трансформаторам и электрическим машинам постоянного и переменного тока.

Предназначено для подготовки бакалавров всех направлений, изучающих дисциплину «Электротехника».

Подготовлено на кафедре электропривода и электротехники.

УДК 621.3(075)
ББК 31.2я7

ISBN 978-5-7882-3348-2

© Шаряпов А. М., Вагапов Г. В., 2023
© Казанский национальный исследовательский
технологический университет, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ЗАКОНЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ	8
1.1. Электрические цепи. Основные термины и понятия.....	8
1.2. Основные величины, характеризующие явления в электрических цепях.....	10
1.2.1. Напряженность электрического поля	10
1.2.2. Потенциал электрического поля.....	10
1.2.3. Электрическое напряжение.....	10
1.2.4. Электродвижущая сила.....	11
1.2.5. Электрический ток	11
1.2.6. Электрическое (омическое) и активное сопротивления	12
1.3. Источники электрической энергии.....	13
1.4. Классификация электрических цепей.....	14
1.5. Основные законы электрических цепей постоянного тока.....	14
1.5.1. Закон Ома для участка цепи с приемником	15
1.5.2. Обобщенный закон Ома (для участка с источником и приемником)	15
1.5.3. Первый закон Кирхгофа	16
1.5.4. Второй закон Кирхгофа	17
1.5.5. Мощность в цепи постоянного тока. Закон Джоуля–Ленца. Тепловое действие электрического тока.....	18
1.6. Энергетический баланс	19
1.7. Методы расчета линейных цепей постоянного тока	20
1.7.1. Расчет электрических цепей постоянного тока с одним источником. Метод эквивалентных преобразований.....	20
1.7.2. Расчет сложных электрических цепей постоянного тока. Метод непосредственного использования законов Кирхгофа	26

1.8. Методы расчета нелинейных цепей постоянного тока.....	29
1.8.1. Нелинейные электрические цепи постоянного тока	29
1.8.2. Расчет нелинейной электрической цепи постоянного тока при последовательном соединении элементов	31
1.8.3. Расчет нелинейной электрической цепи постоянного тока при параллельном соединении элементов.....	32
1.8.4. Расчет нелинейной электрической цепи постоянного тока при смешанном соединении элементов.....	34
Контрольные вопросы.....	34
2. ЛИНЕЙНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ СИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА.....	36
2.1. Синусоидальный ток и основные характеризующие его величины	36
2.2. Среднее и действующее значения синусоидального тока	37
2.3. Представление гармонических функций комплексными числами	38
2.4. Ток и напряжение в ветви с активным сопротивлением R	40
2.5. Напряжение и ток в ветви с индуктивностью L	42
2.6. Напряжение и ток в ветви с емкостью C	45
2.7. Последовательное соединение элементов R , L и C	47
2.8. Параллельное соединение элементов R , L и C	50
2.9. Мощность в цепях синусоидального тока	52
2.10. Баланс мощностей	55
2.11. Особенности электрических цепей синусоидального тока.....	55
2.12. Резонансные явления в цепях синусоидального тока.....	56
2.13. Трехфазные электрические цепи синусоидального тока	60
Контрольные вопросы.....	73
3. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ И МАГНИТНЫЕ ЦЕПИ.....	75
3.1. Основные понятия и определения	75
3.2. Основные законы магнитных цепей	79
3.3. Магнитные цепи с переменными магнитными потоками	83
Контрольные вопросы.....	86

4. ТРАНСФОРМАТОРЫ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ	87
4.1. Трансформаторы	87
4.1.1. Основные понятия и определения	87
4.1.2. Классификация трансформаторов	88
4.1.3. Режимы работы трансформатора.....	88
4.1.4. Принцип действия трансформатора	89
4.1.5. Основные уравнения трансформатора.....	90
4.1.6. Опыты холостого хода и короткого замыкания.....	92
4.1.7. Внешняя характеристика трансформатора.....	94
4.1.8. Мощности потерь и КПД трансформатора	94
4.1.9. Трехфазные трансформаторы	96
4.1.10. Специальные трансформаторы	97
4.2. Общие вопросы теории электрических машин	100
4.2.1. Основные правила и определения теории электрических машин	100
4.2.2. Получение постоянного и вращающегося магнитных полей.....	102
4.2.3. Основные элементы конструкции электрических машин	105
4.2.4. Основные режимы электрических машин.....	105
4.3. Синхронные машины	106
4.3.1. Классификация и области применения синхронных машин.....	106
4.3.2. Устройство синхронных машин	107
4.3.3. Принцип действия трехфазного синхронного генератора.....	110
4.3.4. Основные уравнения и характеристики генератора.....	111
4.3.5. Работа синхронной машины в режиме двигателя	112
4.3.6. Основные уравнения и характеристики двигателя.....	113
4.4. Асинхронные машины	114
4.4.1. Общие положения и устройство асинхронных машин	114
4.4.2. Принцип действия асинхронного двигателя	117
4.4.3. Основные уравнения и характеристики двигателя.....	117
4.4.4. Способы пуска асинхронного двигателя	119
4.4.5. Регулирование частоты вращения двигателя	121

4.5. Электрические машины постоянного тока	123
4.5.1. Конструкция машины постоянного тока	123
4.5.2. Способы возбуждения машины постоянного тока.....	124
4.5.3. Принцип действия генератора постоянного тока	125
4.5.4. Основные уравнения и внешние характеристики генератора постоянного тока	126
4.5.5. Принцип действия двигателя постоянного тока.....	128
4.5.6. Основные уравнения и характеристики двигателя постоянного тока	129
4.5.7. Пуск двигателя постоянного тока	130
4.5.8. Способы регулирования частоты вращения двигателя постоянного тока	131
Контрольные вопросы.....	132
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	134
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	135