

УДК 621.3  
ББК 31.2  
Б70

Рецензенты:

кафедра «Автоматизация технологических процессов и систем» НТТИ  
(зав. кафедрой канд. техн. наук, доц. В. А. Иванушкин);  
канд. техн. наук, доц. Н. В. Будылдина (УрТИСИ ГОУ ВПО «СибГУТИ»)  
Научный редактор – д-р техн. наук, проф. Ф. Н. Сарапулов

**Блохин, А. В.**

Б70 Электротехника : учебное пособие / А. В. Блохин. – 2-е изд., испр. –  
Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 184 с.  
ISBN 978-5-7996-1090-6

Учебное пособие соответствует Государственному стандарту дисциплины «Электротехника» для студентов высших учебных заведений. Содержит теоретический материал об электрических колебаниях и их свойствах, методах расчета электрических цепей. В ней рассмотрены нелинейные и трехфазные цепи, трансформаторы, электрические машины постоянного и переменного тока.

Предназначено для студентов неэлектротехнических специальностей высших учебных заведений, изучающих курс «Электротехника».

Библиогр.: 9 назв. Табл. 4. Рис. 81.

УДК 621.3  
ББК 31.2

---

*Учебное издание*

**Блохин Анатолий Васильевич**

**ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**

Подписано в печать 23.12.2013. Формат 60×90 1/16. Плоская печать.

Усл. печ. л. 10,74. Уч.-изд. л. 10,0. Тираж 50 экз. Заказ № 84.

Редакционно-издательский отдел ИПЦ УрФУ  
620049, Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, 5  
Тел.: 8(343)375-48-25, 375-46-85, 374-19-41  
E-mail: rio@urfu.ru

Отпечатано в Издательско-полиграфическом центре УрФУ  
620000, Екатеринбург, ул. Тургенева, 4  
Тел.: 8(343) 350-56-64, 350-90-13  
Факс: 8(343) 358-93-06  
E-mail: press-urfu@mail.ru

ISBN 978-5-7996-1090-6

© Уральский федеральный университет, 2010

© А. В. Блохин, 2010

© Уральский федеральный университет, 2014

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
Глава 1. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ИХ СВОЙСТВА .....	4
1.1. Классификация электрических колебаний .....	4
1.2. Разложение колебаний в ряд Фурье .....	6
1.3. Спектры колебаний .....	8
1.4. Свойства спектров .....	12
1.4.1. Свойство линейности .....	13
1.4.2. Сдвиг колебаний во времени .....	13
1.4.3. Свойства спектров четных и нечетных колебаний .....	14
1.4.4. Изменение масштаба времени .....	14
1.4.5. Дифференцирование и интегрирование колебания .....	15
1.4.6. Произведение колебаний .....	15
1.5. Временные характеристики колебаний .....	16
1.6. Случайные колебания .....	18
Глава 2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ .....	23
2.1. Основные понятия и определения .....	23
2.2. Элементы электрических цепей .....	26
2.2.1. Сопротивление .....	26
2.2.2. Индуктивность .....	28
2.2.3. Емкость .....	32
2.2.4. Замещение физических элементов идеализированными элементами цепи .....	35
2.2.5. Источники ЭДС и источники тока .....	37
2.3. Законы Кирхгофа .....	41
2.3.1. Первый закон Кирхгофа .....	41
2.3.2. Второй закон Кирхгофа .....	42
Глава 3. ЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ ПРИ ПОСТОЯННОМ ТОКЕ И ПЕРЕМЕННОМ ГАРМОНИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ .....	44
3.1. Гармоническое воздействие .....	44
3.2. Синусоидальный ток в сопротивлении .....	49

3.3. Синусоидальный ток в индуктивности .....	51
3.4. Синусоидальный ток в емкости .....	53
3.5. Последовательное соединение $R, L, C$ .....	55
3.6. Параллельное соединение $R, L, C$ .....	58
3.7. Мощность в цепи синусоидального тока .....	61
3.8. Представление синусоидальных функций в виде проекции вращающихся векторов .....	64
3.9. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме .....	66
3.9.1. Последовательное соединение $R, L, C$ .....	66
3.9.2. Параллельное соединение $R, L, C$ .....	69
3.10. Комплексная форма записи мощности .....	70
Глава 4. ИНДУКТИВНО СВЯЗАННЫЕ ЦЕПИ .....	74
4.1. Основные положения и определения .....	74
4.2. Полярности индуктивно связанных катушек. ЭДС взаимной индукции .....	76
4.3. Комплексная форма расчета цепи с взаимной индукцией .....	80
4.4. Коэффициент индуктивной связи. Индуктивность рассеяния .....	81
4.5. Резонанс в электрических цепях .....	85
4.5.1. Резонансные (колебательные) цепи .....	85
4.5.2. Последовательный колебательный контур, резонанс напряжения .....	86
4.5.3. Параллельный колебательный контур. Резонанс токов .....	90
Глава 5. МЕТОДЫ РАСЧЕТА СЛОЖНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ .....	92
5.1. Преобразование схем электрических цепей .....	92
5.1.1. Последовательное соединение .....	92
5.1.2. Параллельное соединение .....	94
5.2. Применение законов Кирхгофа для расчета сложных цепей .....	96
5.3. Метод контурных токов .....	98
5.4. Метод узловых напряжений .....	100
5.5. Метод наложения .....	103
Глава 6. ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНИКИ .....	105
6.1. Основные определения и классификация четырехполюсников .....	105

6.2. Системы уравнений четырехполюсника .....	108
6.3. Схемы замещения четырехполюсника .....	112
Глава 7. ТРЕХФАЗНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ .....	114
7.1. Основные понятия и определения .....	114
7.2. Соединение звездой .....	115
7.3. Соединение треугольником .....	118
7.4. Мощность трехфазной цепи .....	121
Глава 8. ТРАНСФОРМАТОРЫ .....	122
8.1. Устройство и принцип действия трансформатора .....	122
8.2. Режим холостого хода трансформатора. Коэффициент трансформации .....	123
8.3. Рабочий режим трансформатора .....	125
8.4. Полная схема замещения трансформатора .....	126
8.5. Трехфазный трансформатор .....	127
8.6. Автотрансформатор .....	130
Глава 9. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ДВИГАТЕЛИ .....	133
9.1. Электрические двигатели постоянного тока .....	133
9.1.1. Устройство и принцип действия электродвигателей постоянного тока .....	133
9.1.2. Способы пуска в ход электродвигателей постоянного тока .....	136
9.1.3. Способы регулирования частоты вращения электродвигателей постоянного тока .....	138
9.2. Асинхронные трехфазные электрические двигатели .....	140
9.2.1. Устройство трехфазных асинхронных электрических двигателей .....	140
9.2.2. Принцип действия трехфазного асинхронного электродвигателя .....	143
9.2.3. Схема замещения ротора трехфазного асинхронного электродвигателя .....	144
9.2.4. Рабочие характеристики трехфазного асинхронного электродвигателя .....	146
9.3. Синхронные трехфазные электрические двигатели .....	149
9.3.1. Устройство и принцип действия трехфазных синхронных электродвигателей .....	149
9.3.2. Способы пуска в ход трехфазных синхронных электродвигателей .....	151

Глава 10. НЕЛИНЕЙНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ .....	155
10.1. Аппроксимация нелинейных характеристик .....	155
10.2. Воздействие гармонических колебаний на нелинейные элементы .....	158
10.3. Практическое использование .....	161
Глава 11. ВЫБОР ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ И ПРОВОДОВ .....	163
11.1. Выбор электродвигателей .....	163
11.1.1. Основные сведения об электроприводе и режимах работы электродвигателей .....	163
11.1.2. Принципы выбора электродвигателей .....	166
11.1.3. Определение мощности двигателя. Выбор двигателя по каталогу .....	167
11.1.4. Определение мощности двигателей для некоторых механизмов .....	171
11.2. Выбор проводов .....	173
11.2.1. Выбор марки провода .....	173
11.2.2. Выбор сечения провода .....	174
11.2.3. Выбор по механической прочности .....	174
11.2.4. Выбор по току нагрузки .....	174
11.2.5. Выбор по потере напряжения .....	177
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	180