Рабочая программа учебной дисциплины

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИДО

_____С. И. Качин
«_____» _____ 2011 г.

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОНИКА

Рабочая программа, методические указания и контрольные задания для студентов, обучающихся по специальностям: 140101 – Тепловые электрические станции, 140104 – Промышленная теплоэнергетика, 140404 – Атомные электрические станции и установки, 150202 – Оборудование и технология сварочного производства, 151001 – Технология машиностроения, 240304 – Химическая технология тугоплавких и силикатных материалов, 240401 – Химическая технология органических веществ, 240403 – Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов, 240801 – Машины и аппараты химических производств, 280201 – Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов, 280202 – Инженерная защита окружающей среды.

Энергетический институт
Обеспечивающая кафедра: теоретической и общей электротехники (ТОЭ)

2011

Рабочая программа учебной дисциплины

Предисловие

1. Рабочая программа составлена на основе ГОС ВПО по специальностям: 140101 – Тепловые электрические станции, 140104 – Промышленная теплоэнергетика, 140404 – Атомные электрические станции и установки, 150202 – Оборудование и технология сварочного производства, 151001 – Технология машиностроения, 240304 – Химическая технология тугоплавких и силикатных материалов, 240401 – Химическая технология органических веществ, 240403 – Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов, 240801 – Машины и аппараты химических производств, 280201 – Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов, 280202 – Инженерная защита окружающей среды.
РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании обеспечивающей кафедры теоретической и общей электротехники , протокол № .

2. Разработчики
старший преподаватель кафедры ТОЭ _____Л. И. Аристова
доцент кафедры ТОЭ _____А. В. Лукутин
начальник отдела организации практик
и трудоустройства _____В. И. Шпаков

3. Зав. обеспечивающей кафедрой ТОЭ _____ А. В. Лукутин

4. Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с Институтом дистанционного образования; СООТВЕТСТВУЕТ действующему плану.

Заместитель начальника отдела ИДО _____ О. С. Вадутов

СОДЕРЖАНИЕ

1.ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ 5
1.1. Общие методические указания 5
2. СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ 10
2.1. Электрические цепи 10
2.1.1. Электрические цепи постоянного тока 10
2.1.2. Линейные однофазные электрические цепи синусоидального тока 11
2.1.3. Трехфазные цепи 12
2.1.4. Переходные процессы 13
2.1.5. Периодические несинусоидальные напряжения и токи в электрических цепях 13
2.2. Магнитные цепи и электромагнитные устройства 14
2.2.1. Магнитные цепи 14
2.2.2. Трансформаторы 14
2.3. Электрические машины 15
2.3.1. Машины постоянного тока 15
2.3.2. Асинхронные машины 16
2.3.3. Синхронные машины 16
2.4. Основы электропривода 17
2.5. Основы электроники 17
2.6. Электрические измерения и приборы 19
2.7. Электроснабжение промышленных предприятий 19
3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ 20
3.1. Тематика практических занятий 20
3.2. Перечень лабораторных работ 20
4. КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ 21
4.1. Общие методические указания 21
4.2. Контрольные задачи 23
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 54
5.1. Литература обязательная 54
5.2. Литература дополнительная 55
5.3. Учебно-методические пособия 56

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Общие методические указания

Изучение курса «Электротехника и электроника» является частью общеинженерной подготовки студентов неэлектротехнических специальностей. Изучение данной дисциплины основывается на знаниях математики и физики в области электричества, магнетизма и электроники. Поэтому в случае непонимания отдельных вопросов, следует не просто запоминать те или иные положения, а разобраться в них, обращаясь к литературе по базовым дисциплинам.

В таблице 1.1 приведены теоретические разделы и номера контрольных задач, необходимых к выполнению студентами различных специальностей в зависимости от объема времени, выделяемого учебным планом на изучение данной дисциплины.

Для успешного усвоения теории и выполнения контрольных работ можно рекомендовать работу над курсом по следующему плану:

1. Проработка теоретического раздела по рекомендованной литературе, приведенной на стр. 54 – 55. Изложение отдельных разделов не равноценно в различных учебных пособиях и учебниках, поэтому полезно просматривать вопросы по интересующей теме разных авторов с целью выявления более полного и понятного изложения материала.

2. Производить конспектирование основных определений, формул, а также изображение электрических схем и графиков. Здесь же необходимо отмечать неясные вопросы, с тем, чтобы выяснить их с помощью дополнительной литературы или у преподавателя.

3. После усвоения теории по одной теме нужно разобрать (по сборнику задач, указанному в списке литературы) решение задач, относящихся к этой теме, и самостоятельно решить несколько задач. Решение задач способствует лучшему пониманию и закреплению теоретических знаний. Контрольные работы служат для этой же цели. Их надо рассматривать не как дополнительную нагрузку, а как одну из форм изучения и повторения дисциплины.

4. Такую же цель, что и выполнение контрольных работ, преследуют лабораторные занятия. Лабораторные занятия проводятся в электротехнической лаборатории. Объем их определяется учебным планом, а перечень лабораторных работ, необходимых к выполнению, приведен в таблице 1.1.

Данная программа относится к электротехническим дисциплинам для студентов заочного обучения неэлектротехнических специальностей. Электротехнические дисциплины по этим специальностям имеют

различные наименования и разное количество часов, выделяемое для их изучения, сведения по которым приведены в таблице 1.1 – «Разделы программы к изучению дисциплины».

Целью изучения электротехнических дисциплин является теоретическая и практическая подготовка инженеров неэлектротехнических специальностей в области электротехники, электроники, электроснабжения в такой степени, чтобы они могли выбирать необходимые электротехнические, электронные, электроизмерительные устройства, уметь их правильно эксплуатировать и составлять совместно с инженерами-электриками технические задания на разработку электрических частей автоматизированных установок для управления производственными процессами.

Задачи электротехнических дисциплин – сформировать у студентов следующие минимально необходимые знания:

- электротехнических законов, методов анализа электрических, магнитных и электронных цепей;
- принципов действия, конструкций, свойств, областей применения и потенциальных возможностей основных электротехнических, электронных устройств и электроизмерительных приборов;
- электротехнической терминологии и символики;
- а также умений и навыков:
- экспериментальным способом определять параметры и характеристики типовых электротехнических, электронных элементов и устройств;
- производить измерения основных электрических и некоторых неэлектрических величин, связанных с профилем инженерной деятельности;
- включать электрические приборы, аппараты и машины, управлять ими и контролировать их эффективную и безопасную работу.

Изучение курса основывается на знаниях, понятиях, умениях, приобретенных при изучении курсов физики и математики. Из курса *физики* базовым для электротехники является раздел «Электричество», а из курса *математики* студенты должны знать:

- тригонометрические функции и операции с ними;
- системы линейных алгебраических уравнений;
- графическое решение нелинейных алгебраических уравнений;
- однородные и неоднородные линейные дифференциальные уравнения;
- функции комплексного переменного;
- элементы векторной алгебры.

Таблица 1.1. Разделы программы к изучению дисциплины

Специальность	Объем в час.	Разделы программы к изучению дисциплины	Контрольные работы			Лаб. раб.	Аттест.
			№1	№2	№3		
140101 – Тепловые электрические станции	4 курс, 162 час. с. р. –140	2.1.1.1 – 2.1.1.6; 2.1.2.1 – 2.1.2.8; 2.1.3.1 – 2.1.3.5; 2.1.4.1; 2.1.5.1 – 2.1.5.3; 2.2.1.1 – 2.2.1.4; 2.2.2.1 – 2.2.2.6; 2.3.1.1 – 2.3.1.5; 2.3.2.1 – 2.3.2.4; 2.3.3.1 – 2.3.3.5; 2.4.1 – 2.4.5; 2.5.1. – 2.5.14; 2.6.3 – 2.6.4; 2.7.1 – 2.7.2	1,3,5,6	8,9,12,14, 17		1,3,5,14	7 сем. – экзамен
140104 – Промышленная теплоэнергетика	4 курс, 162 час. с. р. – 140	2.1.1.1 – 2.1.1.6; 2.1.2.1 – 2.1.2.8; 2.1.3.1 – 2.1.3.5; 2.1.4.1; 2.1.5.1 – 2.1.5.3; 2.2.1.1 – 2.2.1.4; 2.2.2.1 – 2.2.2.6; 2.3.1.1 – 2.3.1.5; 2.3.2.1 – 2.3.2.4; 2.3.3.1 – 2.3.3.5; 2.4.1 – 2.4.5; 2.5.1. – 2.5.14; 2.6.3 – 2.6.6; 2.7.1 – 2.7.5	1,3,5,6	8,9,12,14, 17		1,3,5,14	7 сем. – экзамен
140404 – Атомные электрические станции и установки	4 курс, 210 час. с. р. – 174	2.1.1.1 – 2.1.1.6; 2.1.2.1 – 2.1.2.8; 2.1.3.1 – 2.1.3.5; 2.1.4.1; 2.1.5.1 – 2.1.5.3; 2.2.1.1 – 2.2.1.4; 2.2.2.1 – 2.2.2.6; 2.3.1.1 – 2.3.1.5; 2.3.2.1 – 2.3.2.4; 2.3.3.1 – 2.3.3.5; 2.4.1 – 2.4.5; 2.5.1. – 2.5.14; 2.6.3 – 2.6.6; 2.7.1 – 2.7.5	1,3,5,7	8,9,12,14, 15	6,17	1,3,5,14, 16,17	7 сем. – экзамен 8 сем. – зачет

Специальность	Объем в час.	Разделы программы к изучению дисциплины	Контрольные работы			Лаб. раб.	Аттест.
			№1	№2	№3		
150202 – Оборудование и технология сварочного производства	4 курс, 281 час. с. р. – 243	2.1.1.1 – 2.1.1.6; 2.1.2.1 – 2.1.2.8; 2.1.3.1 – 2.1.3.5; 2.1.4.1; 2.1.5.1 – 2.1.5.3; 2.2.1.1 – 2.2.1.4; 2.2.2.1 – 2.2.2.6; 2.3.1.1 – 2.3.3.1; 2.3.3.5; 2.4.1 – 2.4.5; 2.5.1. – 2.5.14	1,3,4,7	8,11, 12,14	6,16,17	1,3,5,10, 12,13,16	7 сем. – зачет 8 сем. – экзамен
151001 – Технология машиностроения	4 курс, 281 час. с. р. – 243	2.1.1.1 – 2.1.1.6; 2.1.2.1 – 2.1.2.8; 2.1.3.1 – 2.1.3.5; 2.1.4.1; 2.1.5.1 – 2.1.5.3; 2.2.1.1 – 2.2.1.4; 2.2.2.1 – 2.2.2.6; 2.3.1.1 – 2.3.3.1; 2.3.3.5; 2.4.1 – 2.4.5; 2.5.1. – 2.5.14	1,3,4,7	8,11, 12,14	6,16,17	1,3,5,10, 12,13,16	7 сем. – зачет 8 сем. – экзамен
240304 – Химическая технология тугоплавких и силикатных материалов	3 курс, 108 час. с. р. –- 92	2.1.1.1 – 2.1.1.4; 2.1.2.1 – 2.1.2.8; 2.1.3.1. – 2.1.3.5; 2.1.5.1 – 2.1.5.3; 2.2.2.1 – 2.2.2.5; 2.2.2.6; 2.3.1.1 – 2.3.1.4; 2.3.2.1 – 2.3.2.4; 2.3.3.1; 2.4.1; 2.4.2; 2.5.1 – 2.5.10; 2.6.1 – 2.6.6	2,3,5,6, 9,13			1,3,12	6 сем. – зачет
240401 – Химическая технология органических веществ	3 курс, 108 час. с. р. – 92	2.1.1.1 – 2.1.1.4; 2.1.2.1 – 2.1.2.8; 2.1.3.1. – 2.1.3.5; 2.1.5.1 – 2.1.5.3; 2.2.2.1 – 2.2.2.5; 2.2.2.6; 2.3.1.1 – 2.3.1.4; 2.3.2.1 – 2.3.2.4; 2.3.3.1; 2.4.1; 2.4.2; 2.5.1 – 2.5.10; 2.6.1 – 2.6.6	2,3,5,6, 9,13			1,3,12	6 сем. – зачет

Специальность	Объем в час.	Разделы программы к изучению дисциплины	Контрольные работы			Лаб. раб	Аттест.
			№1	№2	№3		
240403 – Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов	3 курс, 108 час. с. р. – 92	2.1.1.1 – 2.1.1.4; 2.1.2.1 – 2.1.2.8; 2.1.3.1. – 2.1.3.5; 2.1.5.1 – 2.1.5.3; 2.2.2.1 – 2.2.2.5; 2.2.2.6; 2.3.1.1 – 2.3.1.4; 2.3.2.1 – 2.3.2.4; 2.3.3.1; 2.4.1; 2.4.2; 2.5.1 – 2.5.10; 2.6.1 – 2.6.6	2,3,5,6, 9,13			1,3,12	6 сем. – зачет
240801 – Машины и аппараты химических производств	3 курс, 108 час. с. р. – 80	2.1.1.1 – 2.1.1.4; 2.1.2.1 – 2.1.2.8; 2.1.3.1 – 2.1.3.5; 2.1.4.1; 2.2.1.1 – 2.2.1.4; 2.2.2.1 – 2.2.2.5; 2.3.1.1; 2.3.1.2; 2.3.1.4; 2.3.2.1 – 2.3.2.4; 2.3.3.1; 2.3.3.5; 2.4.1 – 2.4.5; 2.5.1 – 2.5.14	2,3,5,6, 9,13			1,3,12	6 сем. – зачет
280201 – Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов	3 курс, 108 час. с. р. – 92	2.1.1.1 – 2.1.1.4; 2.1.2.1 – 2.1.2.8; 2.1.3.1.- 2.1.3.5; 2.1.5.1 – 2.1.5.3; 2.2.2.1 – 2.2.2.5; 2.2.2.6; 2.3.1.1 – 2.3.1.4; 2.3.2.1 – 2.3.2.4; 2.3.3.1; 2.4.1; 2.4.2; 2.5.1 – 2.5.10; 2.6.1 – 2.6.6	2,3,5,6, 9,13			1,3,12	6 сем. – зачет
280202 – Инженерная защита окружающей среды	3 курс, 144 час. с. р. –124	2.1.1.1 – 2.1.1.4; 2.1.2.1 – 2.1.2.8; 2.1.3.1. – 2.1.3.5; 2.2.2.1 – 2.2.2.5; 2.2.2.6; 2.3.1.1 – 2.3.1.4; 2.3.2.1; 2.3.2.2; 2.3.3.1; 2.5.1. – 2.5.10; 2.6.1 – 2.6.6	1,3,4	7,12,16		1,3,5	6 сем. – экзамен

2. СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Электрические цепи

2.1.1. Электрические цепи постоянного тока

2.1.1.1. Электрические устройства постоянного тока и области их применения. Элементы электрических цепей, их условные графические обозначения. Источники и приемники электрической энергии. Схемы замещения электротехнических устройств постоянного тока. Источники электродвижущей силы и тока, резистивные элементы, их свойства и характеристики. Режимы работы источников постоянного тока. Рекомендуемая литература: [1, с. 8 – 23], [4, с. 10 – 14, 24 – 25], [5, с. 13 – 16], [6, с. 4 – 6, 9 – 15, 35 – 36].

2.1.1.2. Топологические понятия теории электрических цепей. Неразветвленные и разветвленные электрические цепи с одним источником электрической энергии. Условные положительные направления электродвижущих сил, напряжений и токов на схемах электрических цепей. Рекомендуемая литература: [1, с. 24 – 25], [4, с. 17 – 19], [5, с. 16 – 22], [6, с. 7 – 8].

2.1.1.3. Определение эквивалентных сопротивлений неразветвленных и разветвленных пассивных электрических схем. Взаимное преобразование схем соединений треугольником и звездой пассивных элементов. Анализ линейных электрических цепей с одним источником электрической энергии методом эквивалентных преобразований. Рекомендуемая литература: [1, с. 27 – 35], [4, с. 25 – 35, 40 – 41], [5, с. 25 –28, 36 – 44], [6, с. 21 – 24].

2.1.1.4. Законы Кирхгофа. Метод непосредственного применения законов Кирхгофа для анализа электрического состояния линейных электрических цепей постоянного тока. Рекомендуемая литература: [1, с. 26, 36 – 40], [4, с. 41 – 42], [5, с. 23 – 25, 44 – 47], [6, с. 5 – 21].

2.1.1.5. Практические методы анализа электрического состояния разветвленных электрических цепей с одним и несколькими источниками электрической энергии, методы расчета: контурных токов, узлового напряжения, эквивалентного генератора (эквивалентного активного двухполюсника). Рекомендуемая литература: [1, с. 40 – 49], [4, с. 42 – 48], [5, с. 47 – 55], [6, с. 24 – 28, 31 – 35].

2.1.1.6. Нелинейные электрические цепи постоянного тока. Вольтамперные характеристики нелинейных элементов. Графический метод анализа простейших нелинейных электрических цепей. Понятие стати-

ческого и динамического сопротивлений нелинейных элементов. Применение метода эквивалентного активного двухполюсника (эквивалентного генератора) для анализа нелинейных электрических цепей. Рекомендуемая литература: [1, с. 50 – 57], [4, с. 50 – 56].

2.1.2. Линейные однофазные электрические цепи синусоидального тока

2.1.2.1. Особенности электромагнитных процессов в цепях переменного тока. Простейший генератор синусоидальной электродвижущей силы. Способы представления электрических величин – синусоидальных функций: временными диаграммами, средними и действующими значениями, векторами, комплексными числами. Основные параметры, характеризующие синусоидальную функцию. Рекомендуемая литература: [1, с. 59 – 61, 67 – 77], [4, с. 60 – 69, 106 – 111], [5, с. 57 – 66], [6, с. 37 – 38, 45 – 53].

2.1.2.2. Электротехнические устройства однофазного синусоидального тока. Идеальные элементы электрической цепи переменного тока: резистивный, индуктивный, емкостный. Схемы замещения. Рекомендуемая литература: [1, с. 62 – 66], [4, с. 70 – 84], [5, с. 66 – 74], [6, с. 38 – 45].

2.1.2.3. Анализ электрического состояния простейших электрических цепей переменного тока с идеальными элементами: резистивным, индуктивным, емкостным. Условные положительные направления синусоидальных величин на схемах электрических цепей. Уравнения электрического состояния электрических цепей синусоидального тока. Запись уравнений для мгновенных и комплексных величин. Рекомендуемая литература: [1, с. 82 – 93], [4, с. 70 – 78], [5, с. 78 – 83], [6, с. 53 – 57].

2.1.2.4. Уравнения электрических состояний электрических цепей с последовательным соединением элементов. Активное, реактивное и полное сопротивления двухполюсника. Векторные диаграммы на комплексной плоскости. Фазовые соотношения между токами и напряжениями. Рекомендуемая литература: [1, с. 93 – 98], [4, с. 79 – 86], [5, с. 83 – 92], [6, с. 57 – 61, 65 – 77].

2.1.2.5. Параллельное соединение элементов. Уравнения электрического состояния. Активная, реактивная, полная проводимости. Векторные диаграммы на комплексной плоскости. Фазовые соотношения между токами и напряжениями. Рекомендуемая литература: [1, с. 103 – 106], [4, с. 95 – 99], [5, с. 92 – 100], [6, с. 77 – 82].

2.1.2.6. Резонансные явления в электрических цепях, условия возникновения и практическое значение. Рекомендуемая литература: [1, с. 98 – 103, 106 – 112], [4, с. 90 – 95, 100 – 104], [5 с. 116 – 123], [6, с. 88 – 94].

2.1.2.7. Понятие об анализе электрического состояния разветвленных электрических цепей синусоидального тока с одним источником питания. Активная, реактивная и полная мощности. Рекомендуемая литература: [1, с. 113 – 125], [4, с. 86 – 89, 95 – 100, 112 – 119], [5, с. 103 – 114], [6, с. 83 – 86].

2.1.2.8. Коэффициент мощности. Технико-экономическое значение повышения коэффициента мощности и способы компенсации реактивной мощности. Рекомендуемая литература: [1, с. 125 – 130], [4, с. 145 – 148], [5, с. 114 – 116], [6, с. 87 – 88].

2.1.3. Трехфазные цепи

2.1.3.1. Элементы трехфазных электрических цепей. Принцип действия трехфазного генератора. Способы изображения симметричной системы электродвижущих сил. Рекомендуемая литература: [1, с. 150 – 152], [4, с. 123 – 126], [5, с. 124 – 127], [6, с. 104 – 106].

2.1.3.2. Способы соединения фаз трехфазного источника питания. Трехпроводные и четырехпроводные электрические цепи. Фазные и линейные напряжения. Условно-положительные направления электрических величин в трехфазной электрической цепи. Классификация и способы включения приемников в трехфазную электрическую цепь. Рекомендуемая литература: [1, с. 153 – 157], [4, с. 127 – 131], [5, с. 127 – 131], [6, с. 106 – 112].

2.1.3.3. Соединение элементов трехфазной электрической цепи звездой и треугольником. Соотношение между фазными и линейными напряжениями и токами при симметричных и несимметричных режимах работы. Рекомендуемая литература: [1, с. 157 – 166], [4, с. 131 – 143], [5, с. 132 – 148], [6, с. 117 – 123].

2.1.3.4. Мощность трехфазной электрической цепи. Коэффициент мощности симметричных трехфазных приемников и способы его повышения. Рекомендуемая литература: [1, с. 169 – 172], [4, с. 145 – 148], [5, с. 148 – 150], [6, с. 112].

2.1.3.5. Техника безопасности при эксплуатации трехфазных установок. Рекомендуемая литература: [1, с. 173 – 174], [5, с. 150 – 153], [6, с. 528 – 530].

2.1.4. Переходные процессы

2.1.4.1. Причины возникновения переходных процессов в электрических цепях. Дифференциальные уравнения электрического состояния электрических цепей и методы их решения. Законы коммутации и их использование для определения начальных условий переходных процессов. Установившиеся и свободные составляющие электрических токов и напряжений. Влияние параметров электрической цепи на длительность переходного процесса. Постоянная времени. Рекомендуемая литература: [1, с. 176 – 178], [4, с. 149 – 152], [5, с. 169 – 172], [6, с. 132 – 135].

2.1.4.2. Описания переходного процесса в электрической цепи с последовательным соединением конденсатора и резистора. Рекомендуемая литература: [1, с. 179 – 185], [4, с. 166 – 169], [5, с. 178 – 182], [6, с. 140 – 143].

2.1.4.3. Описание переходного процесса в электрической цепи, содержащей индуктивную катушку и резистор, включенной на постоянное напряжение. Возникновение перенапряжений и дугового разряда на контактах выключателя при размыкании электрической цепи с индуктивной катушкой и резистором. Способы и средства ограничения перенапряжения. Рекомендуемая литература: [1, с. 186 – 191],[4, с. 152 – 156], [5, с. 172 – 176], [6, с. 135 – 140].

2.1.4.4. Понятие о переходных процессах в электрической цепи, содержащей индуктивную катушку и резистор при включении на синусоидальное напряжение. Рекомендуемая литература: [1, с. 192 – 194], [4, с. 160 – 161], [5, с. 176 – 178], [6, с. 149 – 151].

2.1.5. Периодические несинусоидальные напряжения и токи в электрических цепях

2.1.5.1. Причины возникновения периодических несинусоидальных электродвижущих сил, токов и напряжений. Способы представления периодических несинусоидальных величин. Максимальные, средние и действующие значения напряжений и токов, мощность электрической цепи несинусоидального тока. Рекомендуемая литература: [1, с. 200 – 205], [4, с. 175 – 182], [5, с. 156 – 162], [6, с. 123 – 128].

2.1.5.2. Анализ линейных электрических цепей с источниками несинусоидальных электродвижущих сил. Влияние индуктивных и емкостных элементов на форму временных диаграмм мгновенных значений токов и напряжений в электрических цепях с источниками несинусои-

дальных электродвижущих сил. Рекомендуемая литература: [1, с. 206 – 212], [4, с. 182 – 188], [5, с. 162 – 167].

2.1.5.3. Электрические схемы и принципы работы простейших сглаживающих и резонансных фильтров. Рекомендуемая литература: [1, с. 166 – 169], [4, с. 188 – 190], [6, с. 128 – 132].

2.2. Магнитные цепи и электромагнитные устройства

2.2.1. Магнитные цепи

2.2.1.1. Электромагнитные устройства и их применение. Ферромагнитные материалы и их магнитные характеристики. Рекомендуемая литература: [1, с. 221 – 233], [4, с. 192 – 202], [5, с. 205 – 213], [6, с. 168 – 175].

2.2.1.2. Магнитные цепи постоянных магнитных потоков. Применение закона полного тока для анализа магнитной цепи. Магнитные цепи с воздушным зазором в магнитопроводе. Схемы замещения магнитных цепей. Аналогия методов расчета электрических и магнитных цепей. Рекомендуемая литература: [1, с. 234 – 246], [4, с. 203 – 213, 215 – 218], [5, с. 213 – 221], [6, с. 175 – 178].

2.2.1.3. Понятие о магнитных цепях с постоянными магнитами. Рекомендуемая литература: [4, с. 213 – 215], [5, с. 222 – 224], [6, с. 178 – 180].

2.2.1.4. Магнитные цепи переменных магнитных потоков. Особенности электромагнитных процессов в катушке с магнитопроводом. Мощность потерь в магнитопроводе. График мгновенных значений магнитного потока и тока при синусоидальном напряжении. Анализ электромагнитного состояния катушки с магнитопроводом. Уравнение электрического состояния, схема замещения, векторная диаграмма. Рекомендуемая литература: [1, с. 247 – 258], [4, с. 223 – 245], [5, с. 233 – 243], [6, с. 182 – 192].

2.2.1.5. Энергия и механические силы в электромагнитных системах. Рекомендуемая литература: [4, с. 220 – 222], [6, с. 180 – 182].

2.2.2. Трансформаторы

2.2.2.1. Назначение и области применения трансформаторов. Устройство и принцип работы однофазного трансформатора в режиме холостого хода. Рекомендуемая литература: [2, с. 5 – 12], [4, с. 301 – 305], [5, с. 295 – 300], [6, с. 196 – 200].

2.2.2.2. Уравнения электрического и магнитного состояний однофазного трансформатора при нагрузке, схема замещения, векторная диаграмма. Опыты холостого хода и короткого замыкания. Рекомендуемая литература: [2, с. 13 – 20], [4, с. 308 – 313], [5, с. 300 – 308], [6, с. 200 – 212].

2.2.2.3. Потери энергии в однофазном трансформаторе. Коэффициент полезного действия. Изменение вторичного напряжения однофазного трансформатора, внешние характеристики. Рекомендуемая литература: [2, с. 21 – 27], [4, с. 320 – 321, 329 – 331], [5, с. 309 – 317], [6, с. 213 – 216].

2.2.2.4. Устройство, принцип действия и области применения трехфазных трансформаторов. Рекомендуемая литература: [2, с. 29 – 31], [4, с. 322 – 326], [5, с. 318 – 327], [6, с. 216 – 222].

2.2.2.5. Устройство, принцип действия и области применения автотрансформаторов. Рекомендуемая литература: [2, с. 32 – 33], [4, с. 337 – 342], [5, с. 329 – 331], [6, с. 222 – 224].

2.2.2.6. Измерительные трансформаторы напряжения и тока. Схемы включения, погрешности измерений измерительных трансформаторов. Рекомендуемая литература: [4, с. 337 – 342], [5, с. 329 – 331], [6, с. 230 – 237].

2.3. Электрические машины

2.3.1. Машины постоянного тока

2.3.1.1. Устройство и области применения электрических машин постоянного тока. Принцип действия, режимы генератора и двигателя. Формулы электродвижущей силы обмотки якоря и электромагнитного момента. Уравнения электрического состояния. Понятие об искрении на коллекторе. Рекомендуемая литература: [2, с. 34 – 46], [4, с. 342 – 355], [5, с. 332 – 343, 346 – 348], [6, с. 377 – 387].

2.3.1.2. Классификация электрических машин постоянного тока по способу возбуждения магнитного потока. Рекомендуемая литература: [2, с. 47 – 48].

2.3.1.3. Свойства и характеристики генераторов постоянного тока. Рекомендуемая литература: [2, с. 50 – 58], [4, с. 355 – 367], [5, с. 350 – 358], [6, с. 395 – 402].

2.3.1.4. Электродвигатели постоянного тока. Способы возбуждения. Пуск электродвигателя в ход. Свойство саморегулирования момента. Механические и рабочие характеристики. Регулирование частоты вращения. Паспортные данные электродвигателей постоянного тока.

Рекомендуемая литература: [2, с. 59 – 73], [4, с. 367 – 387], [5, с. 359 – 376], [6, с. 404 – 413].

2.3.1.5. Потери мощности и коэффициент полезного действия электрических машин постоянного тока. Рекомендуемая литература: [2, с. 48 – 50], [4, с. 394 – 395], [5, с. 349].

2.3.2. Асинхронные машины

2.3.2.1. Области применения асинхронных машин. Устройство и принцип работы трехфазного асинхронного электродвигателя. Режимы генератора и электромагнитного тормоза. Уравнения электрического состояния цепей обмоток статора и ротора. Схема замещения фазы асинхронного электродвигателя. Рекомендуемая литература: [2, с. 85 – 107, 132 – 133], [4, с. 401 – 421], [5, с. 382 – 397], [6, с. 417 – 432, 434 – 437].

2.3.2.2. Электромагнитный момент. Механические и рабочие характеристики. Энергетическая диаграмма и коэффициент полезного действия асинхронного электродвигателя. Паспортные данные. Рекомендуемая литература: [2, с. 109 – 120], [4, с. 422 – 433], [5, с. 398 – 409], [6, с. 439 – 448].

2.3.2.3. Пуск в ход трехфазных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым и фазным ротором. Регулирование частоты вращения ротора. Рекомендуемая литература: [2, с. 122 – 131], [4, с. 433 – 449], [5, с. 409 – 416, 419 – 423], [6, с. 451 – 460].

2.3.2.4. Устройство, конструкция, принцип действия и применение однофазных и двухфазных асинхронных электродвигателей. Рекомендуемая литература: [2, с. 134 – 136], [4, с. 457 – 464], [5, с. 424 – 427], [6, с. 460 – 464].

2.3.3. Синхронные машины

2.3.3.1. Области применения синхронных машин. Устройство трехфазной синхронной машины. Принцип действия генератора и двигателя. Рекомендуемая литература: [2, с. 147 – 156, 174 – 175], [4, с. 472 – 477], [5, с. 427 – 437], [6, с. 467 – 471].

2.3.3.2. Уравнение электрического состояния цепи обмотки статора генератора и электродвигателя, схемы замещения, векторные диаграммы. Формула электромагнитного момента и угловые характеристики. Рекомендуемая литература: [2, с. 157 – 159, 174 – 177], [4, с. 477 – 481, 484 – 489], [6, с. 471 – 473, 477 – 478, 483 – 486].

2.3.3.3. Автономная работа синхронного генератора. Внешние и регулировочные характеристики. Рекомендуемая литература: [2, с. 172 – 173], [4, с. 481 – 483].

2.3.3.4. Особенности работы синхронного генератора в энергосистеме. Включение генератора на параллельную работу с мощной сетью. Регулирование активной и реактивной мощностей синхронного генератора. Рекомендуемая литература: [2, с. 160 – 170], [4, с. 483 – 484], [5, с. 437 – 444], [6, с. 475 – 482].

2.3.3.5. Работа синхронной машины в режиме электродвигателя. Пуск электродвигателей в ход. Саморегулирование вращающего момента. Регулирование реактивной мощности и коэффициента мощности синхронного двигателя. Рекомендуемая литература: [2, с. 178 – 182], [4, с. 484 – 493], [5, с. 444 – 454], [6, с. 486 – 489].

2.4. Основы электропривода

2.4.1. Понятие об электроприводе. Уравнение движения. Понятие о нагрузочных диаграммах. Номинальные режимы работы электродвигателей. Рекомендуемая литература: [2, с. 211 – 229], [5, с. 479 – 483], [6, с. 511 – 517].

2.4.2. Выбор вида и типа электродвигателя. Расчет мощности двигателя электропривода. Рекомендуемая литература: [2, с. 228 – 231], [4, с. 505 – 513], [5, с. 484 – 489], [6, с. 517 – 524].

2.4.3. Управление электроприводами. Электрическая аппаратура управления и защиты электродвигателей. Контакторы, автоматические выключатели, реле, конечные выключатели. Рекомендуемая литература: [2, с. 192 – 209], [4, с. 513 – 522], [5, с. 496 – 501], [6, с. 490 – 509, 524 – 527].

2.4.4. Типовые схемы управления электродвигателями. Рекомендуемая литература: [2, с. 235 – 241], [5, с. 502 – 507].

2.4.5. Понятие о тиристорных электроприводах. Рекомендуемая литература: [2, с. 242 – 246], [6, с. 524 – 527].

2.5. Основы электроники

2.5.1. Полупроводниковые приборы. Электропроводность полупроводников, образование и свойства $p-n$ - перехода. Классификация полупроводниковых приборов. Рекомендуемая литература: [3, с. 63 – 65], [6, с. 237 – 243], [7, с. 12 – 17].

2.5.2. Полупроводниковые резисторы, диоды, биполярные и полевые транзисторы, тиристоры. Характеристики, параметры, назначение.

Рекомендуемая литература: Рекомендуемая литература: [3, с. 65–89], [6, с. 243 – 257], [7, с. 17– 41].

2.5.3. Интегральные микросхемы. Классификация по функциональному назначению. Параметры интегральных микросхем. Рекомендуемая литература: [3, с. 96 – 103], [7, с. 42 – 52].

2.5.4. Индикаторные приборы. Рекомендуемая литература: [7, с. 53 – 69].

2.5.5. Неуправляемые и управляемые выпрямители. Электрические схемы однофазных и трехфазных выпрямителей. Электрические фильтры. Рекомендуемая литература: [3, с. 198 – 218], [6, с. 258 – 265], [7, с. 225 – 243].

2.5.6. Транзисторные усилители. Коэффициент усиления, амплитудно-частотные характеристики. Режимы работы и температурная стабилизация. Рекомендуемая литература: [3, с. 119 – 141], [6, с. 279 – 292], [7, с. 91 – 111].

2.5.7. Понятие о многокаскадных усилителях напряжения и мощности. Рекомендуемая литература: [7, с. 112 – 118].

2.5.8. Операционные усилители. Рекомендуемая литература: [3, с. 168 –175], [6, с. 292 – 294], [7, с. 131 – 139].

2.5.9. Обратные связи в усилителях, их влияние на параметры и характеристики усилителей. Рекомендуемая литература: [3, с. 156 – 161], [6, с. 294 – 301], [7, с. 118 – 122].

2.5.10. Импульсные электронные устройства, общая характеристика. Параметры импульсных сигналов. Простейшие формирователи импульсных сигналов. Рекомендуемая литература: [6, с. 306 – 308], [7, с. 175 – 184].

2.5.11. Логические элементы. Рекомендуемая литература: [3, с. 259 – 268], [6, с. 308 – 312], [7, с. 185 – 191].

2.5.12. Импульсные устройства с устойчивыми состояниями. Триггеры. Рекомендуемая литература: [3, с. 268 – 277], [6, с. 317 – 321], [7, с. 191 – 195].

2.5.13. Цифровые счетчики импульсов. Логические автоматы с памятью и логические автоматы без памяти. Регистры, дешифраторы, мультиплексоры. Рекомендуемая литература: [6, с. 321 – 323], [7, с. 195 – 202].

2.5.14. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи (АЦП и ЦАП). Понятие о микропроцессорных устройствах и микроЭВМ. Рекомендуемая литература: [3, с. 298 – 316], [6, с. 324 – 325], [7, с. 215 – 223].

2.6. Электрические измерения и приборы

2.6.1. Понятие о средствах измерений: мере, электроизмерительном приборе, преобразователе, методах измерения. Рекомендуемая литература: [6, с. 338 – 340]

2.6.2. Основные метрологические характеристики электроизмерительных приборов. Погрешности измерения, классы точности. Рекомендуемая литература: [3, с. 9 – 14], [4, с. 272 – 277], [5, с. 254 – 255], [6, с. 340 – 343]

2.6.3. Системы электроизмерительных показывающих приборов непосредственной оценки. Рекомендуемая литература: [3, с. 16 – 25], [4, с. 262 – 272], [5, с. 255 – 263], [6, с. 347 – 356].

2.6.4. Регистрирующие измерительные приборы. Рекомендуемая литература: [4, с. 278 – 279], [6, с. 371 – 375].

2.6.5. Понятие об электрических способах измерения неэлектрических величин. Рекомендуемая литература: [3, с. 54 – 61], [4, с. 298 – 301], [5, с. 287 – 292], [6, с. 376 – 377].

2.6.6. Понятие о цифровых приборах. Рекомендуемая литература: [3, с. 376 – 380], [4, с. 295 – 298], [5, с. 281 – 285], [6, с. 370 – 371].

2.7. Электроснабжение промышленных предприятий

2.7.1. Электрические нагрузки, графики электрических нагрузок. Рекомендуемая литература: [8, с. 10 – 22].

2.7.2. Показатели качества электрической энергии: отклонения напряжений, несимметрия напряжений, несинусоидальность формы кривых напряжения и тока, отклонения и колебания частоты. Рекомендуемая литература: [8, с. 42 – 76].

2.7.3. Схемы внутрицехового электроснабжения в сетях напряжением до 1000 В. Рекомендуемая литература: [8, с. 181 – 190].

2.7.4. Применяемые типы проводников для внутрицеховых и межцеховых сетей напряжением до 1000 В. Рекомендуемая литература: [8, с. 190 – 193].

2.7.5. Основные понятия о подстанциях. Электрические схемы цеховых трансформаторных подстанций. Рекомендуемая литература: [8, с. 320 – 329].

2.7.6. Коммутационные аппараты. Распределительные устройства низкого напряжения. Рекомендуемая литература: [8, с. 329 – 335, 347 – 350].

2.7.7. Компенсация реактивной мощности. Общие положения и задачи. Способы уменьшения потребления реактивной мощности прием-

никами электрической энергии. Компенсирующие устройства. Рекомендуемая литература: [8, с. 132 – 148].

3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Тематика практических занятий

1. Расчет линейных электрических цепей постоянного тока (2 часа).
2. Расчет электрических цепей однофазного синусоидального тока (2 часа).
3. Расчет трехфазных электрических цепей (2 часа).
4. Расчет нелинейных электрических цепей постоянного тока (2 часа).
5. Расчет магнитных цепей с постоянной и переменной намагничивающей силой (2 часа).
6. Расчет параметров и характеристик трехфазного трансформатора (2 часа).
7. Расчет параметров и характеристик электрических машин постоянного тока (2 часа).
8. Расчет параметров и характеристик электрических машин переменного тока (2 часа).
9. Основы электропривода. Расчет мощности и выбор вида и типа электродвигателя (2 часа).

3.2. Перечень лабораторных работ

1. Исследование линейной электрической цепи постоянного тока методом эквивалентного генератора (активного двухполюсника) (2 часа).
2. Изучение законов Кирхгофа в линейных электрических цепях постоянного тока (2 часа).
3. Исследование однофазной электрической цепи синусоидального тока с последовательным соединением элементов. Резонанс напряжений (2 часа).
4. Исследование однофазной электрической цепи синусоидального тока с параллельным соединением элементов. Резонанс токов (2 часа).
5. Исследование трехфазной цепи при соединении приемников звездой (2 часа).
6. Исследование трехфазной цепи при соединении приемников треугольником (2 часа).

7.Исследование нелинейных электрических цепей постоянного тока (2 часа).

8.Исследование однофазного трансформатора (2 часа).

9. Исследование трехфазного асинхронного электродвигателя с фазным ротором (2 часа).

10.Исследование трехфазного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором (2 часа).

11.Исследование электродвигателя постоянного тока параллельного возбуждения (2 часа).

12.Исследование генератора постоянного тока независимого и параллельного возбуждения (2 часа).

13.Исследование синхронного генератора (2 часа).

14.Исследование вольтамперных характеристик полупроводниковых диодов и стабилитронов (2 часа).

15.Исследование неуправляемых выпрямителей (2 часа).

16.Три схемы включения транзисторов (2 часа).

***Примечание*:** приведенный в таблице 1.1 перечень лабораторных работ, предназначенных к выполнению студентами специальности, может быть изменен по усмотрению преподавателя.

4. КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

4.1. Общие методические указания

Контрольные работы по электротехнике состоят из ряда задач, охватывающих основные разделы курса. Номера задач, входящих в контрольную работу, приведены в таблице 1.1.

К каждой задаче дается таблица с численными данными на 20 вариантов. Номер варианта, выполняемого студентом, определяется по двум последним цифрам учебного шифра студента. Если число, образованное этими цифрами, больше 20, то из него следует вычесть 20 столько раз, чтобы в результате получилось число не превышающее 20. Оно и будет номером варианта.

Контрольную работу следует выполнять в отдельной тетради, на обложке которой указать: фамилию, имя и отчество, домашний адрес, номер учебного шифра, номер контрольной работы и номер варианта.

Задачи, входящие в контрольные работы, весьма разнообразны, поэтому можно предложить такие общие рекомендации к их решению и оформлению:

1. Уяснить содержание задачи, изобразить электрическую схему цепи, выписать заданные и искомые величины.

2. Проанализировать схему электрической цепи, то есть выяснить, сколько ветвей ($N_в$), узлов ($N_у$) и независимых контуров ($N_к$) она содержит и определить возможности ее упрощения.

3. Разметить схему, то есть обозначить ее узлы, показать заданные и принятые направления электродвижущих сил, напряжений и токов. Индексы токов в ветвях рекомендуется выбирать такими же, как индексы у элементов данной ветви.

4. Выбрать способ решения задачи, если нет рекомендаций в условии. Предварительно ознакомиться с теорией по учебнику и методикой решения подобных задач по сборнику задач.

5. Во избежание ошибки при числовых расчетах все значения величин подставлять в формулы в основных единицах системы СИ (В, А, Ом, Ф, Гн и т.д.), для чего все производные единицы следует перевести в основные, например: 1 кВ = 10^3 В; 1 мкФ = 10^{-6} Ф; 1 мГн = 10^{-3} Гн и т. д. Проанализировать в процессе решения задачи полученные результаты: реальны ли найденные значения величин (коэффициент полезного действия меньше единицы, сопротивление положительно), возможны ли подобные режимы, правильны ли единицы полученных физических величин и др.

6. Проверить правильность полученных результатов каким-либо методом, например, решив задачу другим способом, составить баланс мощностей и т.п.

7. При чистовом оформлении контрольной работы текст, формулы и числовые расчеты вписывать четко и аккуратно, без помарок.

8. На каждой странице оставить поле шириной не менее трех сантиметров.

9. При числовых расчетах рекомендуется придерживаться определенного порядка: искомая величина описывается формулой, затем подставить числовые значения величин, результат расчета (числовое значение) искомой величины и единица измерения. Расчеты выполнить до двух или трех значащих цифр (в зависимости от заданной точности расчета).

10. Решение задачи обязательно сопровождать пояснениями, то есть назвать законы, на основании которых составлены уравнения, смысл преобразований в схемах и формулах, последовательность действий, комментировать полученные результаты.

11. Электрические схемы необходимо чертить с помощью чертежных инструментов при соблюдении ГОСТов на условные графические изображения элементов этих схем (можно пользоваться изображениями элементов схем в приведенных ниже задачах). Следует строго придер-

живаться установленных буквенных обозначений электрических величин.

12. Графики представить выполненными аккуратно желательно на миллиметровой бумаге. Оси координат чертить сплошными линиями со стрелками на концах. Масштабы шкал по осям необходимо выбрать равномерными, начиная с нуля, таким образом, чтобы использовалась вся площадь координатной плоскости. Цифры шкал нанести слева от оси ординат и под осью абсцисс. Буквенное обозначение шкалы и единицу измерения величины записать над числами шкалы ординат и под осью абсцисс, справа от последнего числа шкалы.

13. Векторные диаграммы строят в масштабе, который указывается таким образом: $m_U = \ldots \frac{\text{В}}{\text{мм}}$; $m_I = \ldots \frac{\text{А}}{\text{мм}}$.

14. В конце контрольной работы поставить дату выполнения и подпись.

15. Если контрольная работа не зачтена или зачтена при условии внесения исправлений, то все необходимые поправки делают в конце работы в разделе «Работа над ошибками». Нельзя вносить какие-либо исправления в текст, расчеты или графики, просмотренные преподавателем.

16. В случае затруднений, возникающих при решении задач, которые не удается преодолеть с помощью учебной литературы, студент может обратиться в университет для получения устной или письменной консультации.

4.2. Контрольные задачи

Задача 1. Для электрических цепей, схемы которых изображены на рисунках 1.1 – 1.20, по заданным величинам сопротивлений и электродвижущих сил выполнить следующие операции: составить систему уравнений, необходимых для определения токов по первому и второму законам Кирхгофа; рассчитать токи во всех ветвях заданной схемы методом контурных токов; упростить схему, заменив треугольник сопротивлений R_4, R_5, R_6 эквивалентным соединением звездой. Начертить схему, полученную после преобразования, показать токи в ветвях и рассчитать их методом узлового напряжения; определить ток в резисторе с сопротивлением R_6 методом эквивалентного генератора; составить баланс мощностей для заданной схемы; определить показание вольтметра.

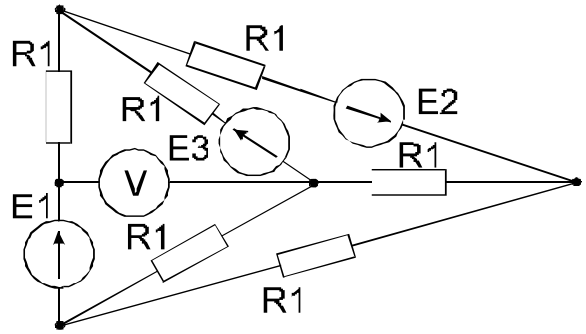

Рис.1.1

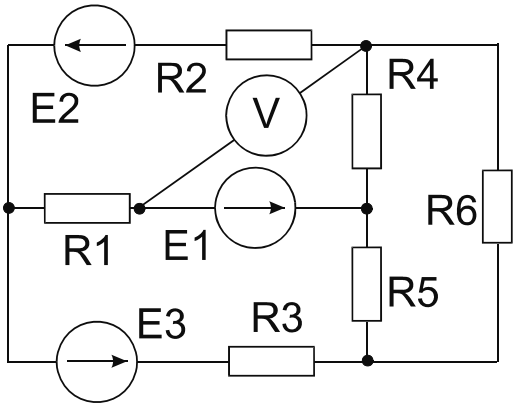

Рис. 1.2

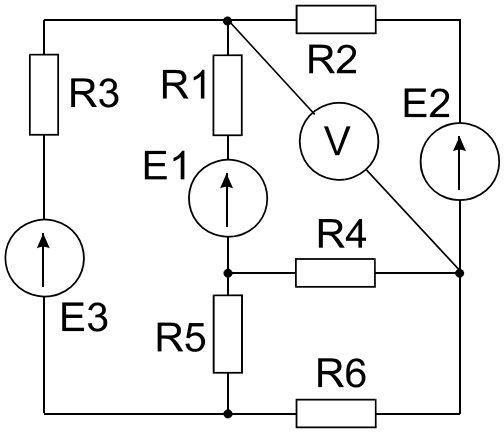

Рис. 1.3

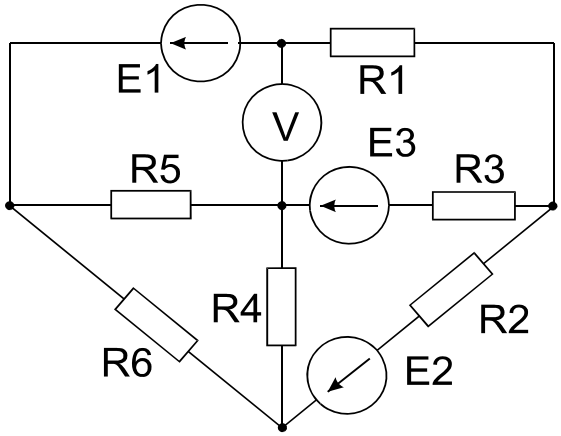

Рис. 1.4

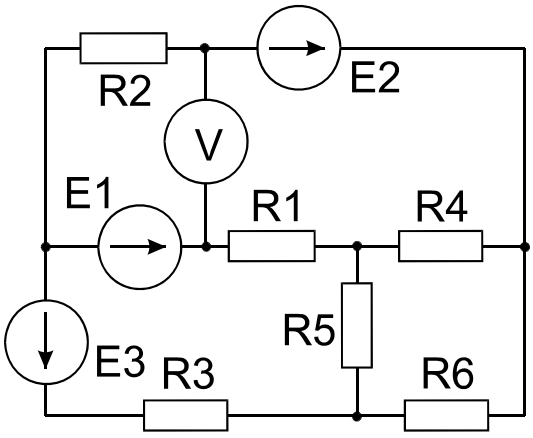

Рис. 1.5

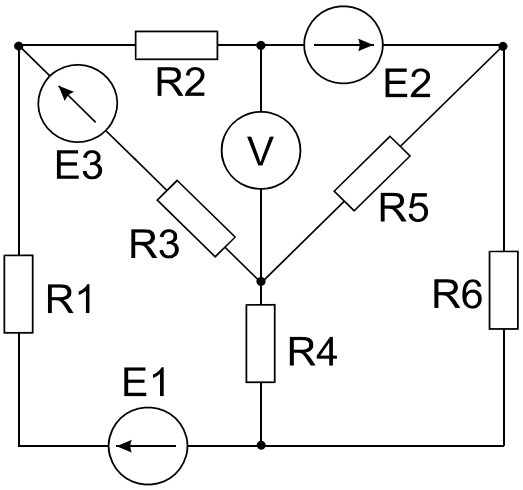

Рис. 1.6

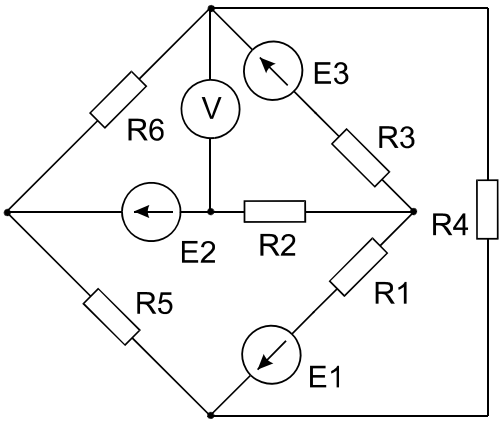

Рис. 1.7

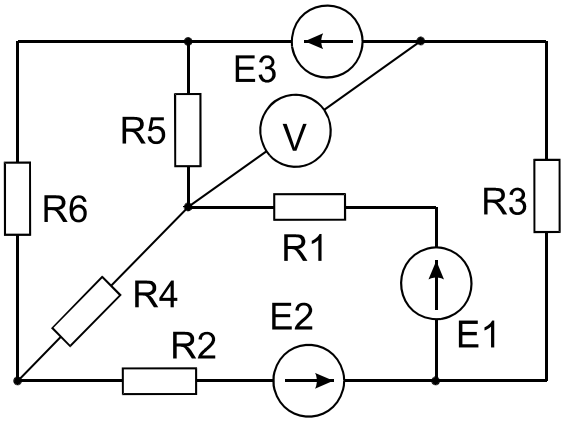

Рис. 1.8

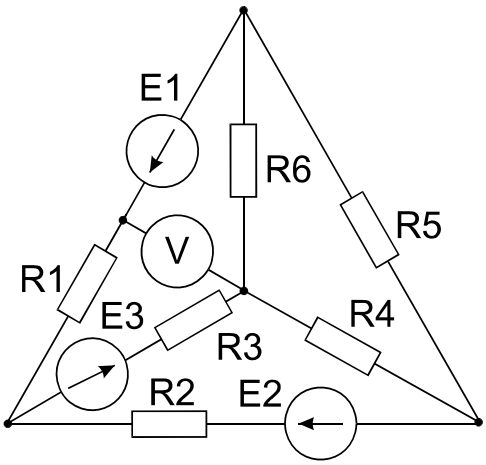

Рис. 1.9

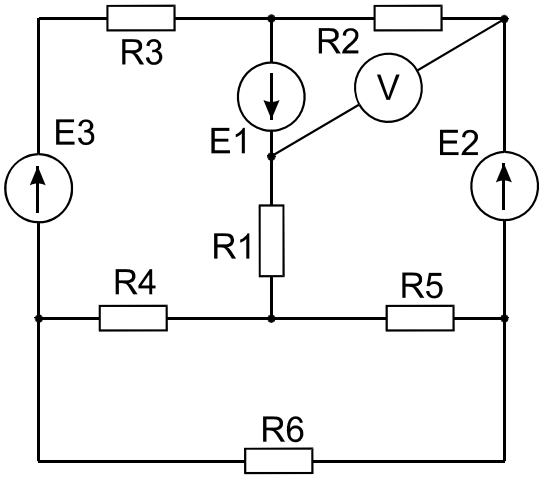

Рис. 1.10

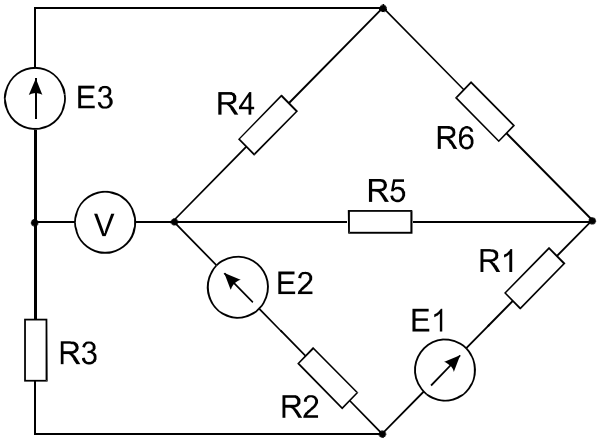

Рис. 1.11

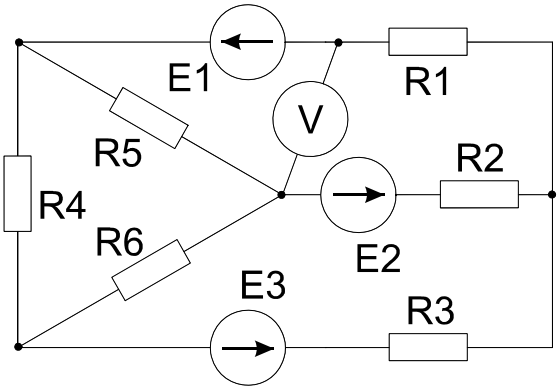

Рис. 1.12

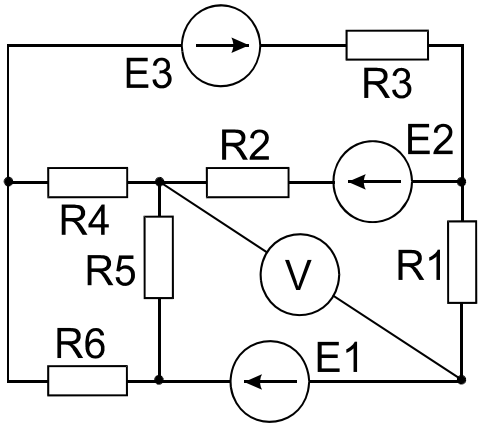

Рис. 1.13

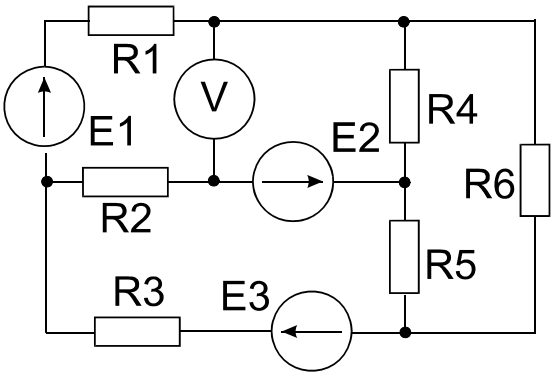

Рис. 1.14

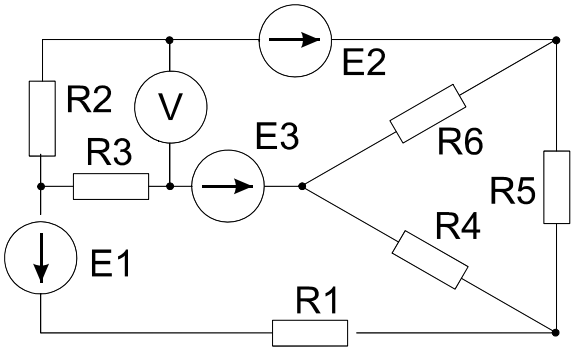

Рис. 1.15

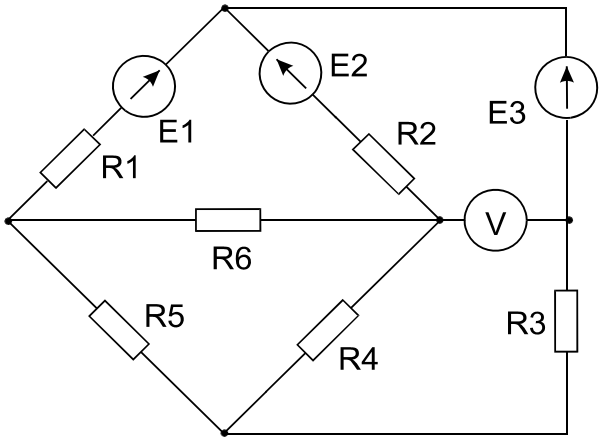

Рис. 1.16

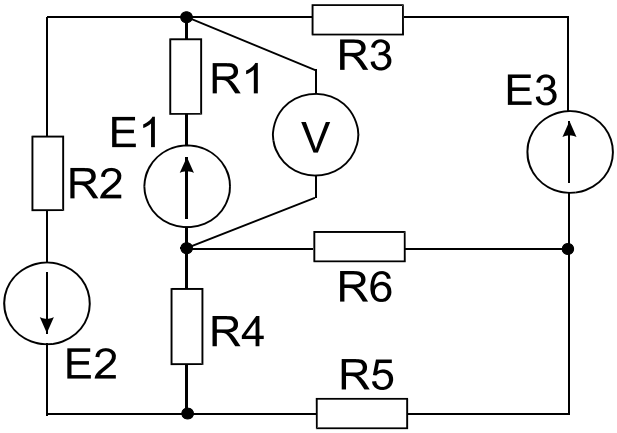

Рис.1.17

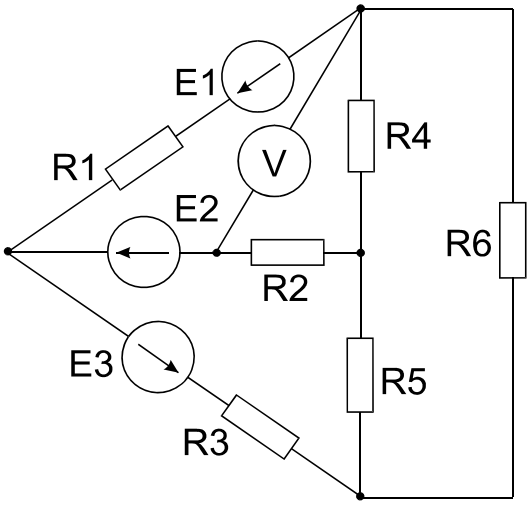

Рис. 1.18

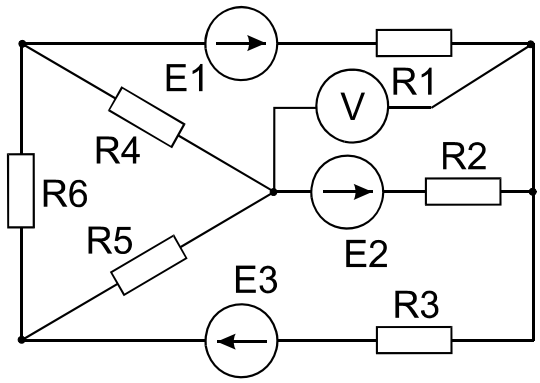

Рис. 1.19

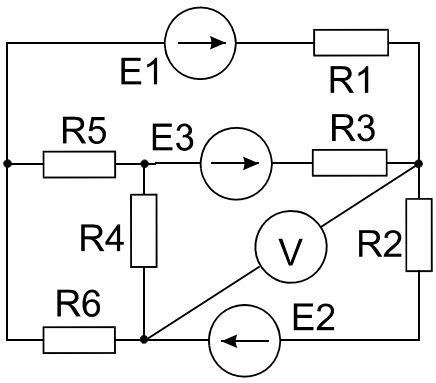

Рис. 1.20

Таблица 1

Номера		Данные к задаче 1								
Вар.	Рис.	E_1, В	E_2, В	E_3, В	R_1, Ом	R_2, Ом	R_3, Ом	R_4, Ом	R_5, Ом	R_6, Ом
1	1.1	22	24	10	2	1	6	4	10	6
2	1.2	55	18	4	8	4	3	2	4	4
3	1.3	36	10	25	4	8	3	1	2	7
4	1.4	16	5	32	9	3	2	4	1	5
5	1.5	20	22	9	1	2	6	3	8	4
6	1.6	25	14	28	5	2	8	2	2	6
7	1.7	5	16	30	6	4	3	2	5	3
8	1.8	10	6	24	3,5	5	6	6	3	1
9	1.9	6	20	4	4	6	4	4	3	3
10	1.10	21	4	10	5	7	2	8	1	1
11	1.11	14	9	18	2,7	10	4	8	10	2
12	1.12	15	24	6	9,1	8	1,5	16	10	8
13	1.13	16	8	23	2,8	6	6	11	9	5
14	1.14	48	12	6	4,2	4,6	2	12	6	9
15	1.15	12	36	12	3,5	5,6	1,8	5	6	9
16	1.16	12	6	40	18	34	8	15	7	12

Продолжение таблицы 1

Номера		Данные к задаче 1								
Вар.	Рис.	E_1, В	E_2, В	E_3, В	R_1, Ом	R_2, Ом	R_3, Ом	R_4, Ом	R_5, Ом	R_6, Ом
17	1.17	18	20	36	8,7	12	10	6	8	6
18	1.18	72	12	24	6,3	4,5	10	4	12	4
19	1.19	12	48	6	2,5	1,6	4,6	15	2	3
20	1.20	9	6	27	4,5	2	8,2	13	4	3

Задача 2. В электрических цепях, схемы которых представлены на рисунках 2.1 – 2.10 по заданным величинам сопротивлений резисторов и мощности на одном из элементов P, измеряемой ваттметром W, определить токи во всех ветвях схемы и напряжение источника питания. Составить баланс мощности.

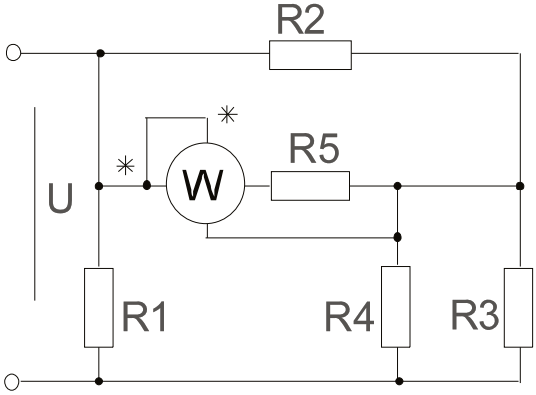

Рис. 2.1

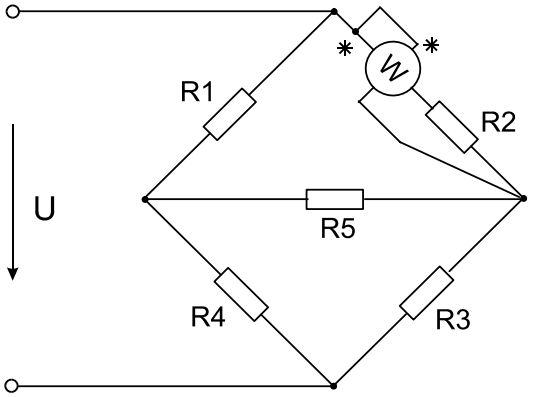

Рис. 2.2

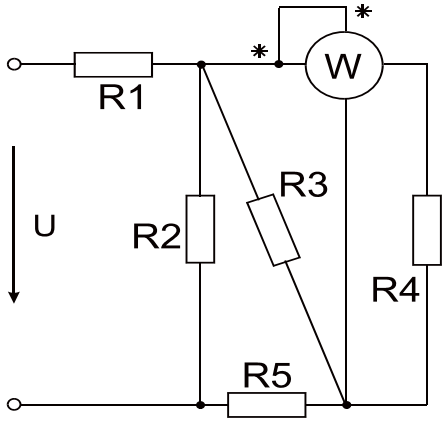

Рис. 2.3

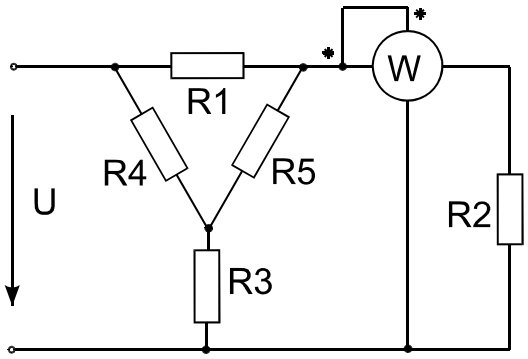

Рис. 2.4

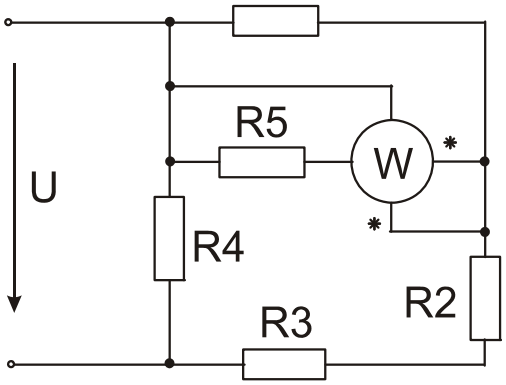

Рис. 2.5

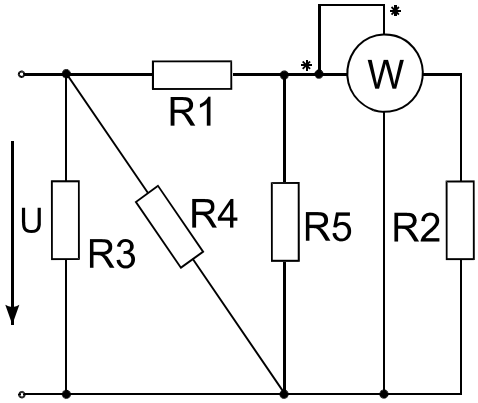

Рис. 2.6

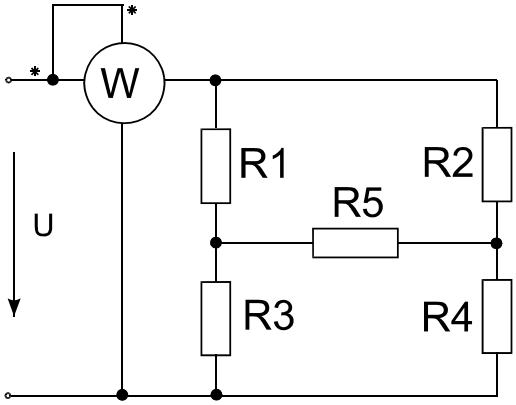

Рис. 2.7

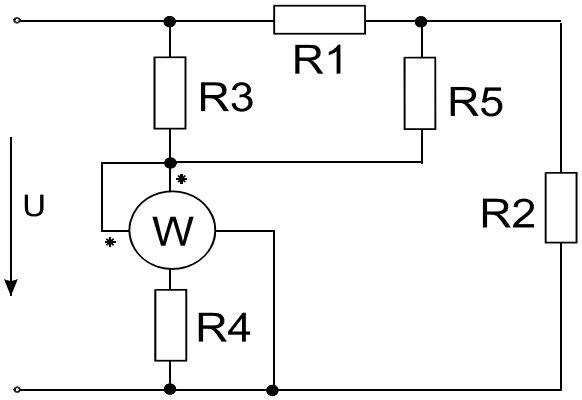

Рис. 2.8

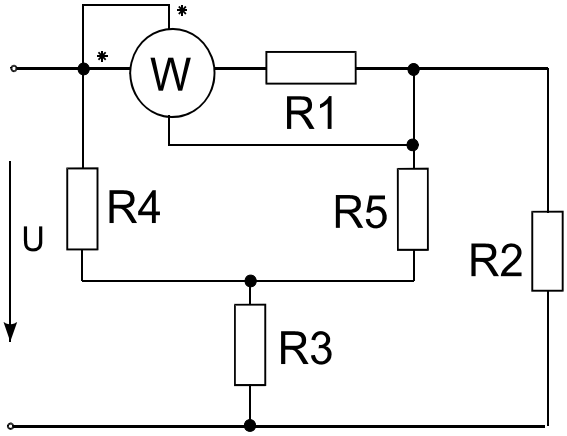

Рис. 2.9

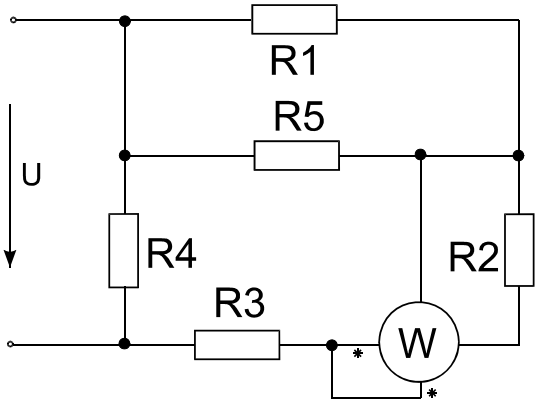

Рис. 2.10

Таблица 2

Номера		Данные к задаче 2					
Вар.	Рис.	P, Вт	R_1, Ом	R_2, Ом	R_3, Ом	R_4, Ом	R_5, Ом
1	2.1	75	3	5	4	8	15
2	2.2	80	8	15	12	6	3
3	2.3	45	14	11	6	4	8
4	2.4	144	6	10	12	8	5
5	2.5	15	9	14	18	6	12
6	2.6	24	11	7	13	9	10
7	2.7	72	6	12	17	13	4
8	2.8	250	9	3	11	30	25
9	2.9	48	22	10	42	18	30
10	2.10	165	10	8	6	14	18
11	2.1	24	4	9	13	16	4
12	2.2	95	8	11	23	7	6
13	2.3	28	11	16	8	3	15
14	2.4	120	28	34	56	44	11
15	2.5	80	45	30	58	32	14
16	2.6	55	14	9	7	16	24
17	2.7	34	10	3	5	8	13
18	2.8	22	14	18	9	22	16
19	2.9	40	30	42	16	9	24
20	2.10	25	10	7	14	3	18

Задача 3. В электрических цепях, схемы которых представлены на рисунках 3.1 – 3.20, известны параметры элементов цепи. К зажимам электрической цепи приложено синусоидальное напряжение вида $u(t) = \sqrt{2}\ U \sin \omega t$, изменяющееся с частотой $f = 50\,\text{Гц}$. Рассчитать комплексные действующие значения токов в ветвях схемы, определить показания приборов: амперметра, вольтметра электромагнитной системы, ваттметра и коэффициент мощности $\cos\varphi$ на входе электрической цепи.

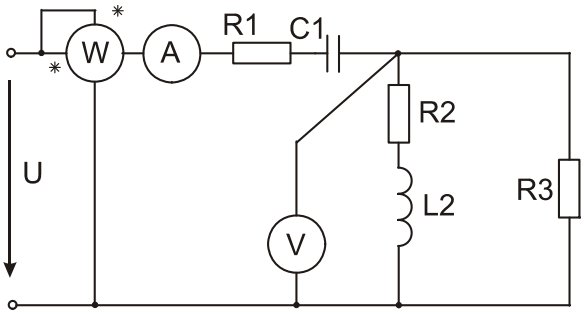

Рис. 3.1

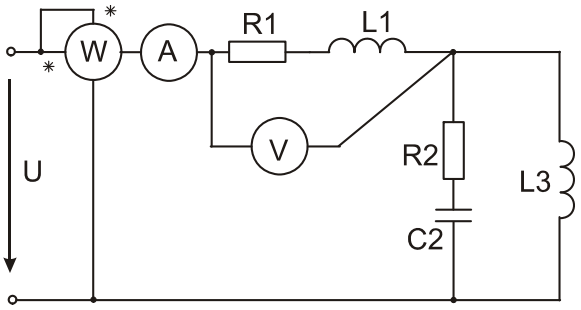

Рис. 3.2

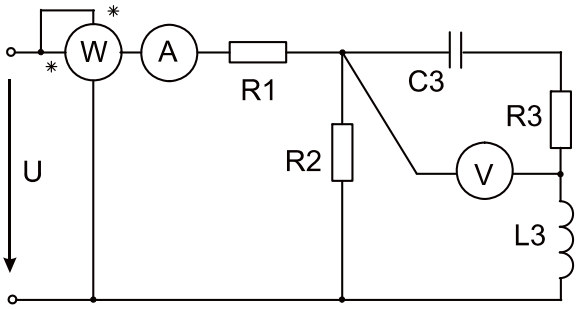

Рис. 3.3

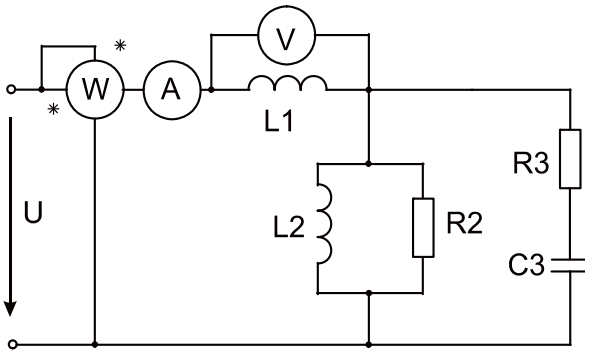

Рис. 3.4

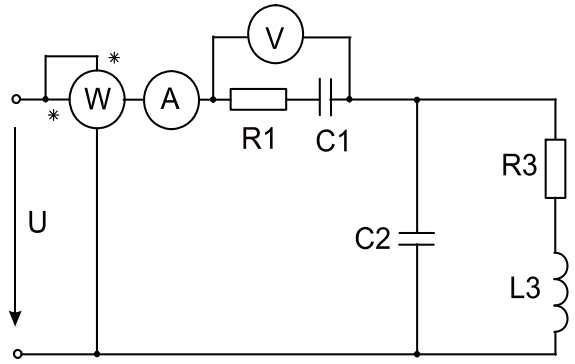

Рис. .3.5

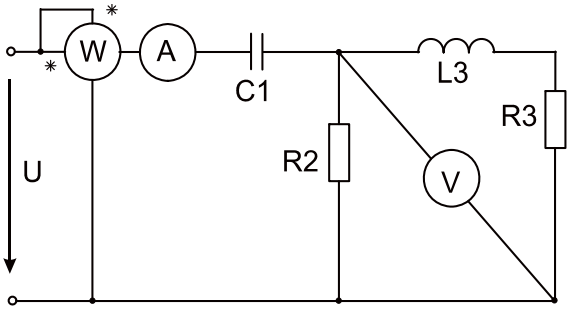

Рис. 3.6

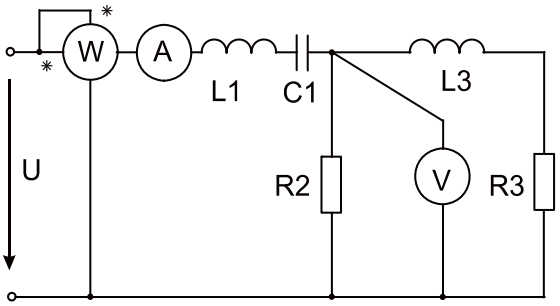

Рис. 3.7

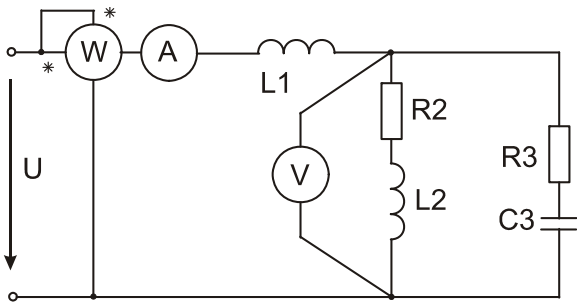

Рис. 3.8

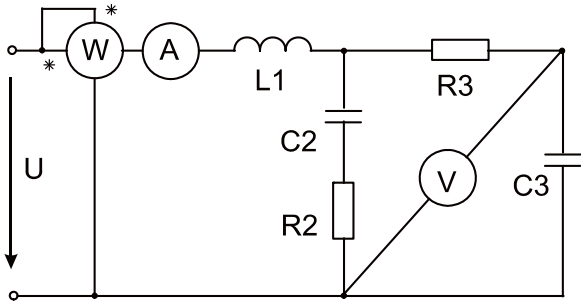

Рис. 3.9

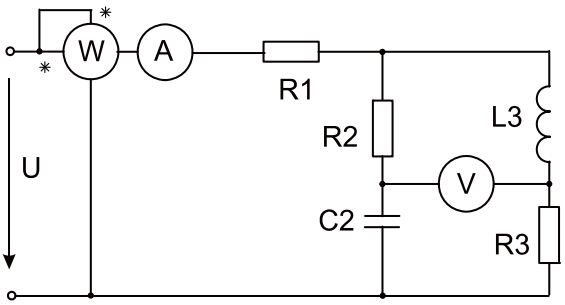

Рис. 3.10

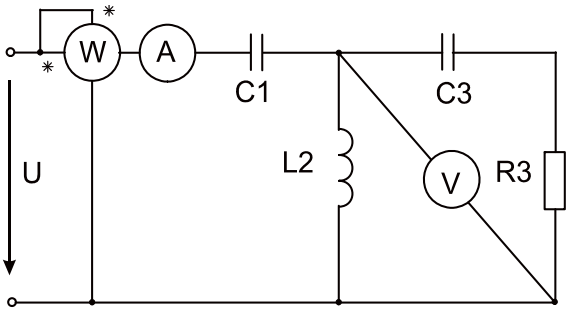

Рис. 3.11

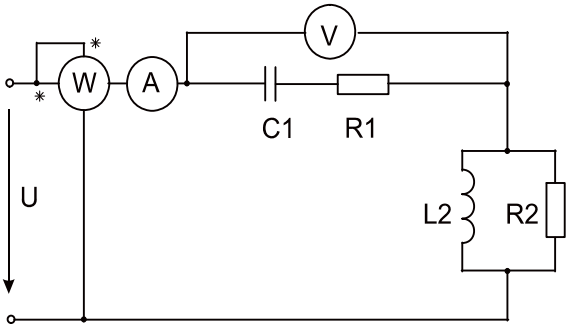

Рис. 3.12

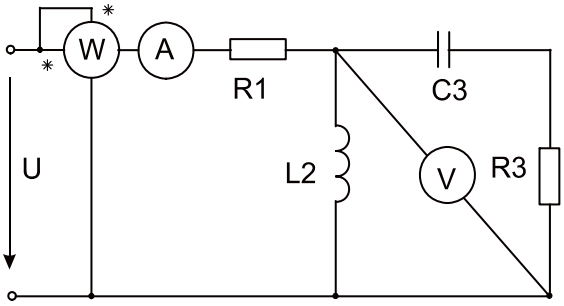

Рис. 3.13

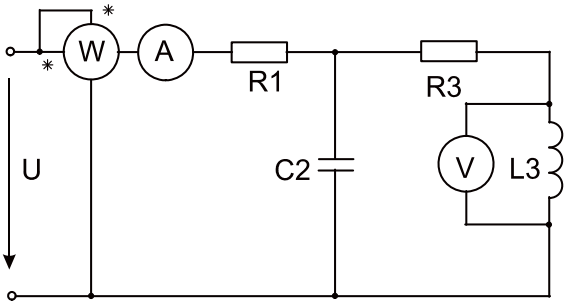

Рис. 3.14

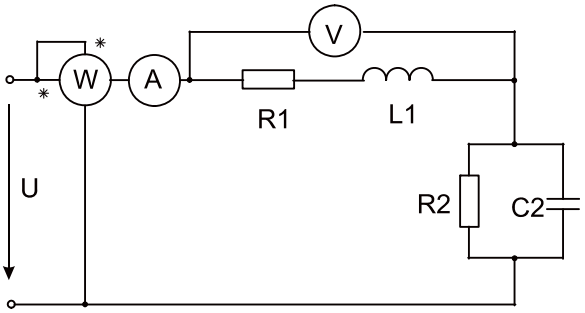

Рис. 3.15

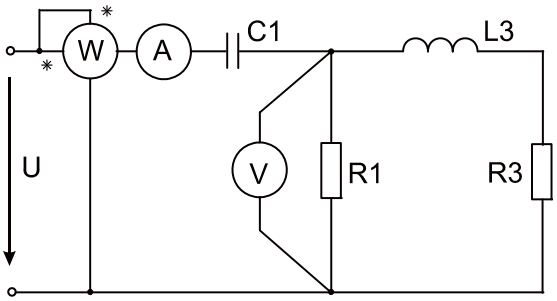

Рис. 3.16

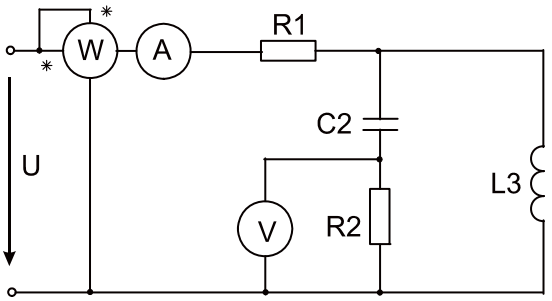

Рис. 3.17

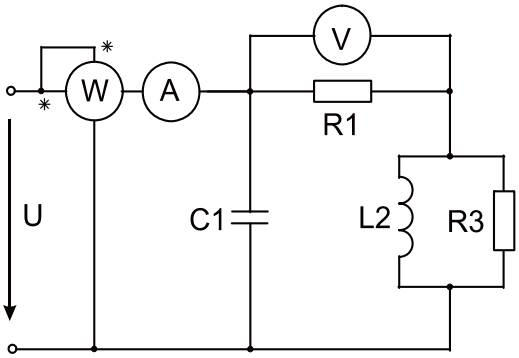

Рис. 3.18

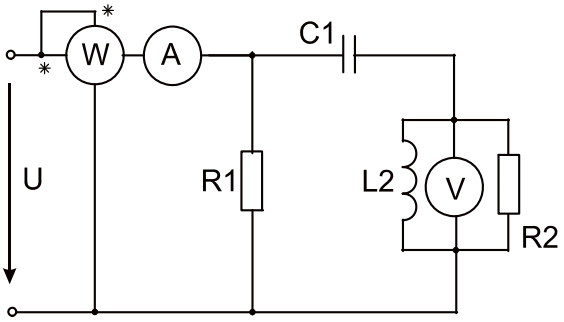

Рис. 3.19

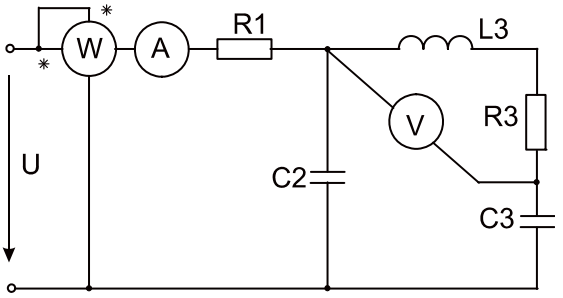

Рис. 3.20

Таблица 3

Номера		Данные к задаче 3									
Вариант	Рисунок	U, В	C_1, мкФ	C_2, мкФ	C_3, мкФ	L_1, мГн	L_2, мГн	L_3, мГн	R_1, Ом	R_2, Ом	R_3, Ом
1	4.1	150	637	-	-	-	18	15,9	2	3	4
2	4.2	100	-	100	-	15,9	-	15,9	8	3	-
3	4.3	120	-	-	318	-	-	15,9	8	3	4

Продолжение таблицы 3

Номера		Данные к задаче 3									
Вариант	Рисунок	U, В	C_1, мкФ	C_2, мкФ	C_3, мкФ	L_1, мГн	L_2, мГн	L_3, мГн	R_1, Ом	R_2, Ом	R_3, Ом
4	4.4	200	-	-	398	15,9	15,9	-	-	3	4
5	4.5	220	637	159	-	-	-	19,1	8	-	4
6	4.6	50	318	-	-	-	-	115	10	20	50
7	4.7	100	-	-	159	15,9	115	-	-	25	40
8	4.8	200	159	-	-	115	-	63,7	-	22	18
9	4.9	220	-	212	100	63,7	-	-	-	15	35
10	4.10	50	-	530	-	-	-	19,1	10	4	8
11	4.11	100	63,7	-	265	-	31,8	-	-	-	15
12	4.12	120	398	-	-	-	38,2	-	8	-	10
13	4.13	200	-	-	212	-	63,7	-	25	-	12
14	4.14	220	-	159	-	-	-	115	45	-	30
15	4.15	150	-	-	212	115	-	-	15	25	-
16	4.16	100	398	-	-	-	-	38,2	-	18	8
17	4.17	120	-	265	-	-	-	47,8	12	10	-
18	4.18	200	159	-	-	-	115	-	25	-	40
19	4.19	220	398	-	-	-	115	-	15	36	-
20	4.20	50	-	530	159	-	-	38,2	6	-	8

Задача 4. Для электрических цепей, схемы которых изображены на рисунках 4.1 – 4.3, по заданным параметрам трехфазной симметричной нагрузки $Z_k = R_k \pm jX_k$ и линейному напряжению источника электрической энергии рассчитать фазные и линейные токи, фазные напряжения, активную и реактивную мощности симметричного трехфазного приемника. Определить фазные и линейные токи, ток в нейтральном проводе (для четырехпроводной схемы) и фазные напряжения при-

емников для одного из несимметричных режимов электрической цепи, указанных в примечании таблицы 4. Построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений для случая симметричного режима.

Задача 5. Для электрических цепей, схемы которых изображены на рисунках 4.1 – 4.3, по заданным параметрам трехфазной симметричной нагрузки $Z_k = R_k \pm jX_k$ и линейному напряжению источника электрической энергии рассчитать фазные и линейные токи, фазные напряжения, активную и реактивную мощности трехфазного симметричного приемника. Построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений.

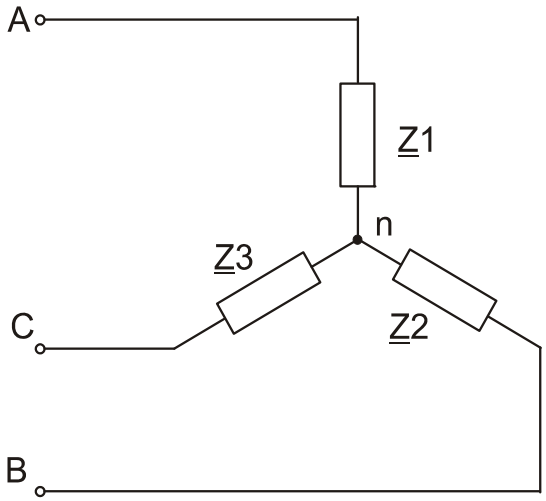

Рис. 4.1

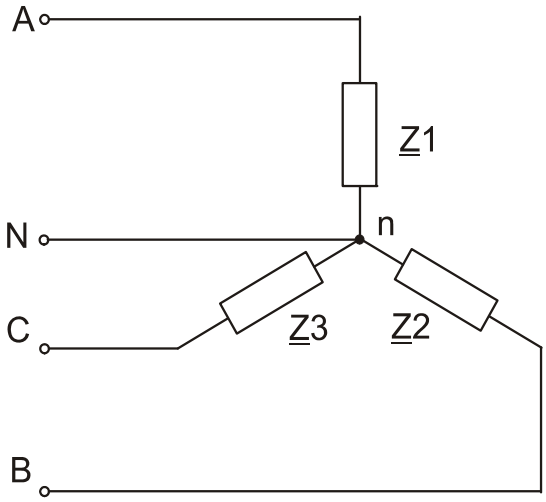

Рис. 4.2

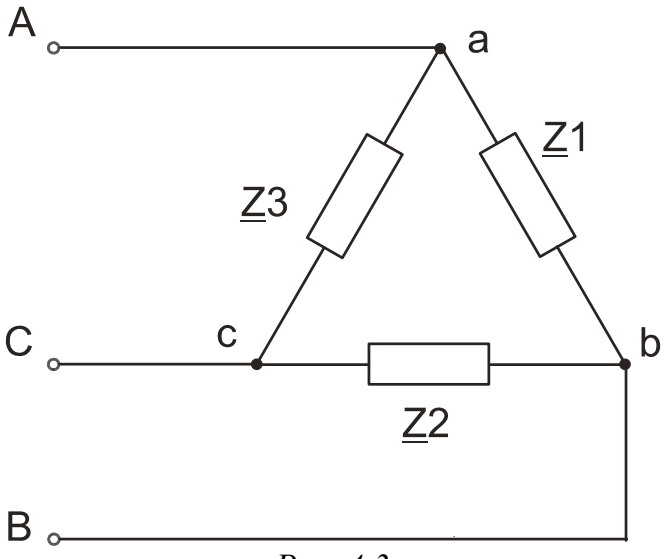

Рис. 4.3

Таблица 4

Номера		Данные к задачам 4 и 5							
Вариант	Рисунок	Лин. напр. U ,В	R_1, Ом	R_2, Ом	R_3, Ом	X_1, Ом	X_2, Ом	X_3, Ом	Примечание
1	7.1	220	8	8	8	6(инд)	6(инд)	6(инд)	Отключение фазы "***a***"
2	7.3	220	10	10	10	-	-	-	Отключение фазы "***bc***"
3	7.1	380	15	15	15	5(емк)	5(емк)	5(емк)	Короткое замыкание фазы "***c***"
4	7.3	127	4	4	4	3(инд)	3(инд)	3(инд)	Обрыв линейного провода "***C***"
5	7.2	380	-	-	-	11 (емк)	11 (емк)	11 (емк)	Обрыв линейного провода "***A***"
6	7.3	127	-	-	-	10 (инд)	10 (инд)	10 (инд)	Обрыв линейного провода "***B***"
7	7.1	220	15	15	15	-	-	-	Короткое замыкание фазы "***a***"
8	7.3	127	-	-	-	20 (емк)	20 (емк)	20 (емк)	Обрыв линейного провода "***C***"
9	7.1	220	5	5	5	8(инд)	8(инд)	8(инд)	Короткое замыкание фазы "***b***"

Продолжение таблицы 4

Номера		Данные к задачам 4 и 5							
Вариант	Рисунок	Лин. напр. U ,В	R_1, Ом	R_2, Ом	R_3, Ом	X_1, Ом	X_2, Ом	X_3, Ом	Примечание
10	7.3	380	16	16	16	12 (инд)	12 (инд)	12 (инд)	Обрыв линейного провода "***A***"
11	7.1	380	12	12	12	6(инд)	6(инд)	6(инд)	Короткого замыкания фазы "***b***"
12	7.3	220	25	25	25	-	-	-	Отключение фазы "***ca***"
13	7.2	380	12	12	12	16 (инд)	16 (инд)	16 (инд)	Обрыв линейного провода "***C***"
14	7.3	220	18	18	18	10 (емк)	10 (емк)	10 (емк)	Отключение фазы "***ab***"
15	7.2	220	10	10	10	15 (инд)	15 (инд)	15 (инд)	Обрыв линейного провода "***A***"
16	7.3	127	30	30	30	-	-	-	Отключение фазы "***bc***"
17	7.1	380	-	-	-	22 (емк)	22 (емк)	22 (емк)	Короткое замыкание фазы "***a***"
18	7.3	220	-	-	-	40 (емк)	40 (емк)	40 (емк)	Обрыв линейного провода "***B***"

Продолжение таблицы 4

Номера		Данные к задачам 4 и 5							
Вариант	Рис.	Лин. напр. U,В	R_1, Ом	R_2, Ом	R_3, Ом	X_1, Ом	X_2, Ом	X_3, Ом	Примечание
19	7.1	220	8	8	8	16 (инд)	16 (инд)	16 (инд)	Короткое замыкание фазы "***c***"
20	7.2	380	20	20	20	15 (инд)	15 (инд)	15 (инд)	Отключение фазы "***b***"

Задача 6. Для указанного на рисунке 6 усилительного каскада с общим эмиттером определить коэффициенты усиления по напряжению, току и мощности, выходное напряжение, входное и выходное сопротивления по следующим заданным величинам схемы $U_{вх}, R_к, R_б, h_{11}, h_{21}, h_{22}$.

***Указание*:** перед решением задачи ознакомиться с решениями задач 9.20, 9.26 по [9, с. 170 – 171].

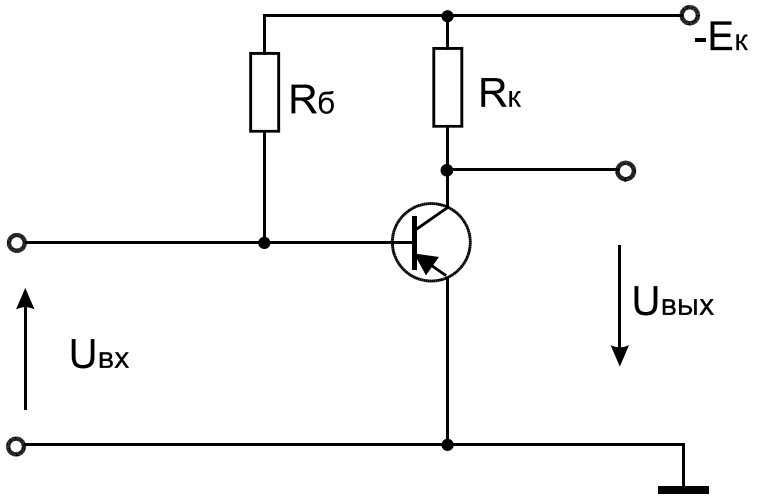

Рис.6

Таблица 6

Данные к задаче 6						
Вариант	h_{11}, Ом	h_{21}	h_{22}, $Ом^{-1}$	$R_к$, кОм	$R_б$, кОм	$U_{вх}$, мВ
1	700	40	4×10^{-5}	3,8	65	2
2	1100	85	6×10^{-5}	4.2	100	3.8
3	550	200	7×10^{-5}	3.2	60	6
4	640	55	12×10^{-5}	5	40	14
5	980	80	8×10^{-5}	4.8	75	0.8
6	860	120	5×10^{-5}	10	93	1.2
7	1000	90	9×10^{-5}	8	72	3
8	540	100	4×10^{-5}	3.6	56	2.4
9	950	60	1×10^{-5}	5.4	50	28
10	880	110	7×10^{-5}	4.2	86	12
11	660	75	6×10^{-5}	6.4	78	5.6
12	1200	125	5×10^{-5}	8.5	106	24
13	750	45	4×10^{-5}	12	70	11
14	920	60	9×10^{-5}	4.4	106	24
15	800	85	7×10^{-5}	5.6	70	15
16	860	130	8×10^{-5}	7.5	57	6
17	1050	50	5×10^{-5}	4.6	77	50
18	580	35	4×10^{-5}	3.7	94	60
19	900	95	6×10^{-5}	2.8	68	14
20	840	105	9×10^{-5}	10	60	5

Задача 7. Подъемный электромагнит имеет магнитопровод и якорь прямоугольного сечения (смотри рисунок 7), выполненные из

листовой электротехнической стали марки 1212. Катушка электромагнита имеет w витков. Воздушный зазор между стержнями и якорем электромагнита имеет длину $L_0 = 0{,}5$ мм. Определить величину тока в катушке электромагнита для создания подъемной силы F.

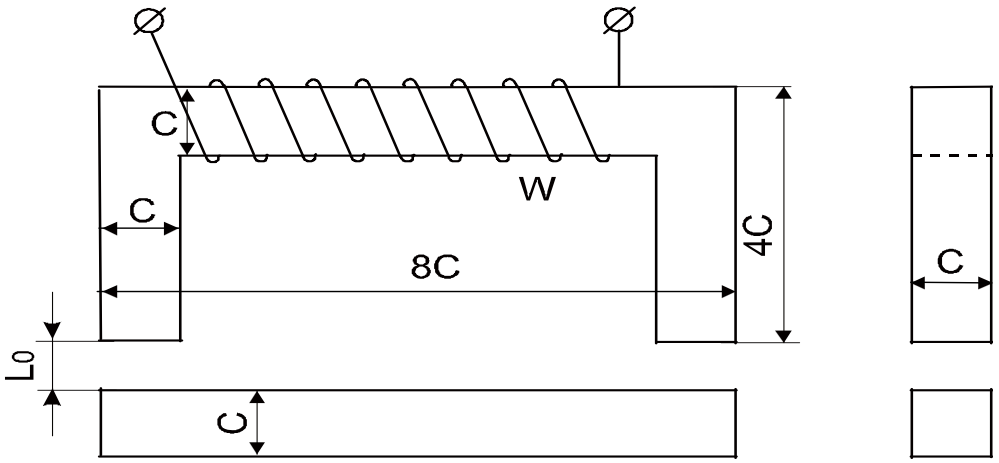

Рис. 7

Таблица 7

Данные к задаче 7							
Вариант	c, см	w, витков	F, кН	Вариант	c, см	w, витков	F, кН
1	3	200	1,5	11	8	850	9
2	3,5	200	2	12	8,5	1000	10
3	4	300	2,5	13	9	1200	10
4	4,5	300	3	14	9,5	3000	11
5	5	400	4	15	10	4000	12
6	5,5	500	5	16	5	1500	5
7	6	650	6	17	5,5	2000	5,5
8	6,5	800	7	18	6	1400	8
9	7	1000	8	19	6,5	1300	6
10	7,5	1700	9	20	7	2500	7

Задача 8. Трехфазный трансформатор имеет номинальную мощность $S_{\text{н}}$, первичное номинальное линейное напряжение $U_{1\text{н}}$, вторичное линейное напряжение холостого хода $U_{2\text{х}}$, напряжение $u_{\text{к}}\%$ и мощность $P_{\text{к}}$ номинального короткого замыкания, мощность холостого хода $P_{\text{х}}$. Ток холостого хода составляет k процентов от номинального тока первичной обмотки. Определить коэффициент мощности холостого хода $\cos\varphi_0$, сопротивления первичной и вторичной обмоток R_1, X_1, R_2, X_2, сопротивления ветви намагничивания Z_m, R_m, X_m. Построить внешнюю характеристику $U_2 = f_1(\beta)$ и зависимость коэффициента полезного действия трансформатора от нагрузки $\eta = f_2(\beta)$ при коэффициентах нагрузки β = 0.25; 0.5; 0,75; 1,0; 1,25 и коэффициенте мощности $\cos\varphi_2$ = 0,8. Нарисовать Г- образную схему замещения трансформатора.

Примечание. Для построения внешней характеристики воспользоваться изменением вторичного напряжения:

$$\Delta u_2\% = \beta(u_{\text{ка}}\cos\varphi_2 + u_{\text{кр}}\sin\varphi_2);$$

$$U_2 = U_{2\text{х}}\left(1 - \frac{\Delta u_2\%}{100}\right);$$

$$u_{\text{ка}} = u_{\text{к}}\cos\varphi_{\text{к}}; \quad u_{\text{кр}} = \sqrt{(u_{\text{к}})^2 - (u_{\text{ка}})^2};$$

$$\cos\varphi_{\text{к}} = \frac{R_{\text{к}}}{Z_{\text{к}}}; \quad \beta = \frac{I_1}{I_{1\text{н}}} \approx \frac{I_2}{I_{2\text{н}}}.$$

Таблица 8

Данные к задаче 8								
Вар-т	Группа соедин.	$S_{\text{н}}$, кВА	$U_{1\text{н}}$, кВ	$U_{2\text{х}}$, В	$u_{\text{к}}$,%	$P_{\text{к}}$, Вт	$P_{\text{х}}$, Вт	k,%
1	$Y/Y_0 - 0$	10	6,3	400	5,0	335	105	10
2	$Y/\Delta - 11$	20	6,3	230	5,0	600	180	9
3	$Y/Y_0 - 0$	30	10	400	5,0	850	300	9
4	$Y/Y_0 - 0$	50	10	400	5,0	1325	440	8

Продолжение таблицы 8

Данные к задаче 8								
Вар-т	Группа соедин.	$S_н$, кВА	$U_{1н}$, кВ	$U_{2х}$, В	$u_к$,%	$P_к$, Вт	$P_х$, Вт	k,%
5	Y/Y_0-0	75	10	230	5,0	1875	590	7,5
6	$Y/\Delta-11$	180	10	525	5,0	4100	1200	7
7	Y/Y_0-0	240	10	525	5,0	5100	1600	7
8	$Y/\Delta-11$	320	35	10500	6,5	6200	2300	7,5
9	Y/Y_0-0	420	10	525	5,5	7000	2100	6,6
10	Y/Y_0-0	25	6	230	4,5	600	125	3
11	Y/Y_0-0	25	10	230	4,7	690	125	3
12	$Y/\Delta-11$	25	6	400	4,5	600	125	3
13	Y/Y_0-0	40	10	230	4,5	880	180	3
14	Y/Y_0-0	40	6	400	4,7	1000	180	3
15	$Y/\Delta-11$	63	6	230	4,5	1280	260	2,8
16	$Y/\Delta-11$	63	10	230	4,7	1470	260	2,8
17	$Y/\Delta-11$	100	10	230	4,7	2270	365	2,6
18	$Y/\Delta-11$	160	6	230	4,5	2650	540	2,4
19	Y/Y_0-0	160	10	400	4,5	3100	540	2,4
20	$Y/\Delta-11$	250	6	230	4,5	3700	780	2,3

Задача 9. Генератор постоянного тока независимого возбуждения имеет следующие номинальные данные: номинальная мощность $P_н$, номинальное напряжение $U_н$, сопротивление обмотки якоря в на-

гретом состоянии $R_{\text{я}}$. Определить электромагнитную мощность генератора и относительное изменение напряжения $\Delta u\%$ на его зажимах при переходе от номинального режима к режиму холостого хода. Построить внешнюю характеристику генератора. Реакцией якоря и падением напряжения в контактах щеток пренебречь.

Указание. Ознакомиться с решением задачи 11.2 по [9, с.216 – 217], при этом следует помнить, что в генераторе постоянного тока с независимым возбуждением изменение нагрузки не оказывает влияния на магнитный поток.

Таблица 9

Данные к задаче 9							
Вар-т	$P_{\text{н}}$, кВт	$U_{\text{н}}$, В	$R_{\text{я}}$, Ом	Вар-т	$P_{\text{н}}$, кВт	$U_{\text{н}}$, В	$R_{\text{я}}$, Ом
1	16	230	0,064	11	37	220	0,051
2	22	230	0,041	12	90	460	0,017
3	5,5	115	0.095	13	110	460	0,05
4	30	230	0,051	14	71	230	0,096
5	7,5	230	0,343	15	4,0	230	0,87
6	10	115	0,042	16	3,0	230	1,6
7	13,2	220	1,046	17	55	230	0,092
8	300	460	0,106	18	2,5	230	1,47
9	25	230	0,106	19	160	460	0,01
10	55	460	0,085	20	1,25	230	2,72

Задача 10. Электродвигатель постоянного тока с параллельным возбуждением серии 2П характеризуется следующими номинальными величинами: номинальной мощностью на валу $P_{\text{н}}$; номинальным напряжением $U_{\text{н}}$; номинальной частотой вращения якоря $n_{\text{н}}$; номинальным коэффициентом полезного действия $\eta_{\text{н}}$; сопротивлением цепи обмотки якоря $R_{\text{я}}$; сопротивлением цепи обмотки возбуждения $R_{\text{в}}$. Определить: ток I, потребляемый электродвигателем из сети при номинальной нагрузке; номинальный момент на валу электродвигателя; пусковой момент при токе $I_{\text{п}} = 2I_{\text{н}}$ (без учета реакции якоря) и соответствующее

сопротивление пускового реостата; частоту вращения якоря при токе якоря, равном номинальному, но при введении в цепь обмотки возбуждения добавочного сопротивления, увеличивающего заданное в условии задачи 13 значение $R_{\text{в}}$ на 30%. Построить естественную механическую характеристику электродвигателя. Начертить схему включения электродвигателя.

Задача 11. Электродвигатель постоянного тока параллельного возбуждения имеет следующие номинальные величины: номинальную мощность на валу $P_{\text{н}}$; номинальное напряжение $U_{\text{н}}$; номинальную частоту вращения якоря $n_{\text{н}}$; номинальный коэффициент полезного действия $\eta_{\text{н}}$; сопротивление цепи обмотки якоря $R_{\text{я}}$; сопротивление цепи обмотки возбуждения $R_{\text{в}}$. Определить частоту вращения якоря при холостом ходе; частоту вращения якоря при номинальном моменте на валу двигателя и при включении в цепь обмотки якоря добавочного сопротивления, равного $3R_{\text{я}}$. Построить естественную и реостатную (при $R_{\text{д}} = 3R_{\text{я}}$ в цепи обмотки якоря) механические характеристики $n(M)$ электродвигателя. Нарисовать схему включения электродвигателя постоянного тока параллельного возбуждения.

Таблица 10

Данные к задачам 10 и 11						
Вариант	$P_{\text{н}}$, кВт	$U_{\text{н}}$, В	n, об./мин.	$\eta_{\text{н}}$, %	$R_{\text{я}}$, Ом	$R_{\text{в}}$, Ом
1	1,0	110	3000	71,5	0,6	365
2	2,0	220	3000	79	0,805	73
3	5,3	110	3350	79,5	0,46	96,3
4	7,5	440	3000	85	0,55	25, 6
5	11	440	750	83,5	0,565	15,9
6	10	110	1000	82,5	0,042	72,5
7	30	440	2200	89	0,136	46,7
8	5,2	220	800	81,5	0,26	72,5

Продолжение таблицы 10

Данные к задачам 10 и 11						
Вариант	$P_н$, кВт	$U_н$, В	n, об./мин.	$\eta_н$, %	$R_я$, Ом	$R_в$, Ом
9	15	220	1500	85,5	0,338	45
10	12	110	1060	81	0,036	49,2
11	75	440	3150	91,5	0,031	31,7
12	3,0	220	950	87,5	0,125	137
13	18,5	440	750	83	0,473	49,7
14	45	220	1500	87,5	0,237	38,6
15	55	440	1700	87	0,059	20,2
16	110	220	1500	89,5	0,0075	22,8
17	160	440	1900	90	0,0116	25,6
18	20	220	2360	89,5	0,026	74
19	6	110	750	81,5	0,071	96
20	30	440	1600	89,5	0,185	40,6

Задача 12. Трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором питается от сети с линейным напряжением 380В частотой f = 50 Гц. Величины, характеризующие номинальный режим двигателя: номинальная мощность на валу $P_н$; номинальное скольжение $s_н$; номинальный коэффициент мощности $\cos\varphi_н$; номинальный коэффициент полезного действия $\eta_н$; число пар полюсов p; кратности максимального и пускового моментов относительно номинального $m_к$ и $m_п$. Определить ток, потребляемый электродвигателем из сети; частоту вращения ротора при номинальном режиме; номинальный, максимальный и пусковой моменты; критическое скольжение, пользуясь приближенной формулой $M = \dfrac{2M_{max}}{s/s_к + s_к/s}$; величины моментов, используя эту

формулу и частоты вращения ротора, соответствующие значениям скольжений: $s_{\text{н}}$; $s_{\text{к}}$; 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0. Построить механическую характеристику $n(M)$ электродвигателя.

Задача 13. Трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором имеет следующие величины, характерные для номинального режима: номинальная мощность на валу $P_{\text{н}}$; номинальное скольжение $s_{\text{н}}$; номинальный коэффициент мощности $\cos\varphi_{\text{н}}$; номинальный коэффициент полезного действия $\eta_{\text{н}}$; число пар полюсов p; значения отношений начального пускового и максимального моментов $m_{\text{п}}$ и $m_{\text{к}}$. Электродвигатель подключен к сети с линейным напряжением 220 В частотой f = 50 Гц. Определить: ток, потребляемый электродвигателем из сети; номинальную частоту вращения ротора; номинальный, максимальный и пусковой моменты.

Таблица 12

Данные к задачам 12 и 13							
Вар-т	$P_{\text{н}}$, кВт	$\eta_{\text{н}}$, %	$\cos\varphi_{\text{н}}$	$s_{\text{н}}$, %	p	$m_{\text{к}}$	$m_{\text{п}}$
1	0,75	77	0,87	5,9	1	2,2	2,0
2	0,12	63	0,7	9,7	1	2,2	2,0
3	11	88	0,9	2,3	1	2,3	1,7
4	90	90	0,9	1,4	1	2,5	1,2
5	0,25	63	0,65	9,0	2	2,2	2,0
6	4,0	84	0,84	4,4	2	2,4	2,0
7	22	90	0,9	2,0	2	2,3	1,4
8	75	93	0,9	1,2	2	2,3	1,2
9	0,18	56	0,62	11,5	3	2,2	2,2

Продолжение таблицы 12

Данные к задачам 12 и 13							
Вар-т	$P_н$, кВт	$\eta_н$, %	$\cos\varphi_н$	$s_н$, %	p	$m_к$	$m_п$
10	3,0	81	0,76	4,7	3	2,5	2,0
11	30	90,5	0,9	2,1	3	2,4	1,3
12	75	92	0,89	2,0	3	2,2	1,2
13	0,55	64	0,65	9,0	4	1,7	1,6
14	7,5	86	0,75	2,5	4	2,2	1,4
15	30	90	0,81	1,8	4	2,1	1,3
16	110	93	0,85	1,5	4	2,3	1,2
17	37	91	0,78	1,7	5	1,8	1,0
18	90	92,5	0,83	1,6	5	1,8	1,0
19	45	90,5	0,75	2,5	6	1,8	1,0
20	75	91,5	0 76	1,5	6	1,8	1,0

Задача 14. Производственный механизм приводится во вращение асинхронным электродвигателем. Изменение момента на валу электродвигателя за цикл работы производственного механизма изображается нагрузочной диаграммой на рисунке 14. Синхронная частота вращения магнитного поля равна $n_с$. Определить методом эквивалентных величин [2, с.228 – 231] расчетную мощность выбираемого электродвигателя. Выбрать типоразмер асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором для расчетной мощности $P_{расч.}$ и синхронной частоты вращения $n_с$ по справочнику [10, с.27 – 72]. Проверить выбранный электродвигатель на перегрузочную способность и по пусковому моменту с учетом возможного понижения напряжения сети на 10%, то есть $0,9^2 M_{max\,д} \geq M_2$ и $0,9^2 M_{пд} \geq M_1$.

Таблица 14

Данные к задаче 14									
Вариант	M_1, Нм	M_2, Нм	M_3, Нм	M_4, Нм	n_c, об./мин	t_1, мин	t_2, мин	t_3, мин	t_4, мин
1	20	30	10	25	3000	0,5	1,0	1,5	1,3
2	20	35	10	30	3000	0,6	1,1	1,6	1,4
3	20	40	15	35	3000	0,7	1,2	1,7	1,5
4	95	150	80	40	3000	1,0	1,2	2,0	1,8
5	25	40	15	35	1500	0,8	1,3	1,8	1,6
6	43	60	50	30	1500	1,2	1,8	1,5	1,8
7	52	87	65	48	1500	1,0	1,5	2,0	1,3
8	25	50	15	40	1500	0 9	1,4	2,0	1,6
9	65	110	78	50	1500	1,5	1,3	1,2	1,5
10	30	75	20	60	1000	0,9	1,2	1,6	1,8
11	73	115	65	87	1000	1,3	1,9	2,1	2,0
12	90	165	95	115	1000	1,6	2,2	1,3	1,7
13	60	80	30	70	1000	0,6	0,9	1,9	2,0
14	100	175	74	130	750	0,7	2,0	1,4	3,0
15	95	200	150	65	750	1,4	1,8	2,0	2,5
16	180	430	125	300	750	1,5	2,1	3,0	2,0
17	225	500	350	400	750	1,7	1,5	2,0	2,4
18	320	650	380	540	600	2,0	1,6	2,5	2,2
19	380	780	560	450	600	1,8	2,3	1,3	2,8
20	710	1050	680	930	500	2,2	1,8	2,4	3,0

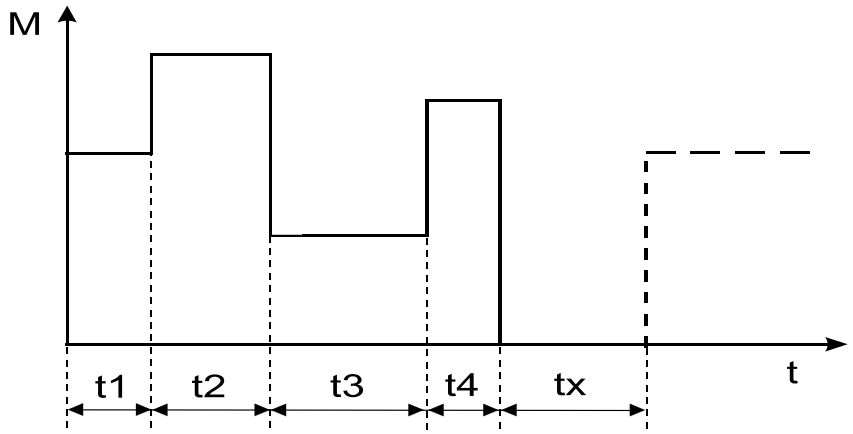

Рис. 14

Задача 15. Для привода насоса в водогрейной котельной установлен трехфазный асинхронный электродвигатель, имеющий следующие паспортные данные: номинальную мощность на валу $P_{\text{н}}$; номинальное линейное напряжение $U_{\text{н}}$; номинальный коэффициент мощности $\cos\varphi_{\text{н}}$; номинальный коэффициент полезного действия $\eta_{\text{н}}$; кратность пускового тока $i_{\text{п}} = I_{\text{п}} / I_{\text{н}}$. Подключение электродвигателя к распределительному щиту выполнено трехжильным алюминиевым кабелем с резиновой изоляцией длиной l, проложенным по стенам помещения. Рассчитать сечение трехжильного алюминиевого кабеля и выбрать плавкую вставку предохранителя. Определить мощность P, напряжение сети $U_{\text{с}}$ и коэффициент мощности $\cos\varphi$ в начале линии, питающей электродвигатель. Коэффициент загрузки электродвигателя принять $k_{\text{з}} = 1$. Реактивным сопротивлением кабеля пренебречь.

***Указание*:** ознакомиться с решением задачи 14.26 по [9, с.267 – 268].

Таблица 15

Данные к задаче 15							
Вариант	l, м	Тип двигателя	$P_{\text{н}}$, кВт	$U_{\text{н}}$, В	$\eta_{\text{н}}$	$\cos\varphi_{\text{н}}$	$i_{\text{п}} = I_{\text{п}} / I_{\text{н}}$
1	50	4А180М2У3	30	220	0,905	0,9	7,5
2	40	4А180S2У3	22	220	0,88	0,91	7,5

Продолжение таблицы 15

Данные к задаче 15							
Вариант	l, м	Тип двигателя	$P_н$, кВт	$U_н$, В	$\eta_н$	$\cos\varphi_н$	$i_п = I_п / I_н$
3	47	4А200М2У3	37	380	0,9	0,89	7,5
4	60	4А160М2У3	18,5	220	0,885	0,92	7,0
5	55	4А160S2У3	15	220	0,88	0,91	7,0
6	45	4А200L2У3	45	380	0,91	0,9	7,5
7	30	4А132М4У3	11	220	0,875	0,87	7,5
8	38	4А160S4У3	15	220	0,885	0,88	7,0
9	53	4А225М4У3	55	380	0,925	0,9	7,0
10	50	4А250S4У3	75	380	0,93	0,9	7,0
11	45	4А250М4У3	90	380	0,93	0,91	7,0
12	64	4А280S4У3	110	380	0,925	0,9	6,0
13	48	4А200L6У3	30	220	0,905	0,9	6,5
14	57	4А225М6У3	37	220	0,91	0,89	6,5
15	44	4А250S6У3	45	380	0,915	0,89	6,5
16	35	4А250М6У3	55	380	0,915	0,89	6,5
17	62	4А280S6У3	75	380	0,92	0,89	7,0
18	55	4А315М6У3	132	380	0,935	0,9	7,0
19	60	4А250М2У3	90	380	0,92	0,9	7,5
20	43	4А225М2У3	55	220	0,91	0,92	7,5

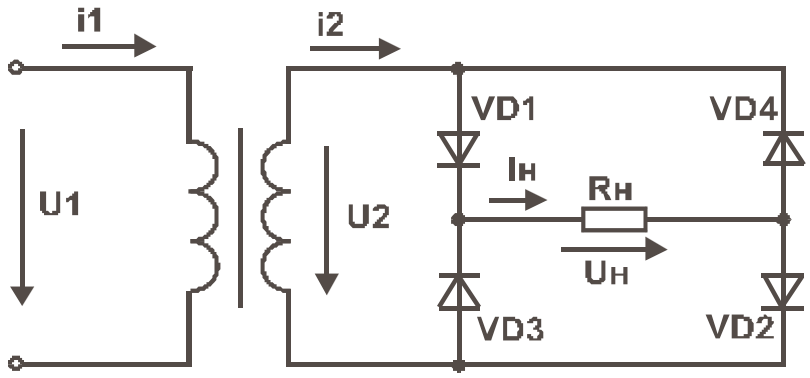

Рис.16

Задача 16. Однофазный мостовой неуправляемый выпрямитель (смотри рисунок 16) подключен с помощью трансформатора к сети с действующим значением напряжения U_1. Нагрузкой для выпрямителя является резистор с сопротивлением $R_н$, среднее значение выпрямленного тока в котором $I_н$. Определить коэффициент трансформации трансформатора n; средний $I_{пр.ср}$ и максимальный $I_{пр.max}$ токи каждого диода при прямом включении; максимальное обратное напряжение $U_{обр.max}$; выбрать из таблицы 16.1 –- «Справочные данные диодов» или из справочника [16] тип диода. Рассчитать мощность, выделяемую в резисторе $R_н$.

Указание. 1. Диоды считать идеальными с $R_д = 0$ при прямом включении и $R_д = \infty$ при обратном включении.

2. Если $U_{2m} > U_{обр.max}$ при среднем значении выпрямленного тока $I_{пр.ср}$, то можно включить последовательно два или несколько однотипных диодов.

3. Перед выполнением задания ознакомиться с решением задачи 9.7 по [9, с.166].

Таблица 16.1

Справочные данные диодов					
Тип диода	Параметры диода		Тип диода	Параметры диода	
	$U_{обр.max}$, В	$I_{пр.max}$, А		$U_{обр.max}$, В	$I_{пр.max}$, А
Д7Ж	150	0,2	Д226	300	0,25

Продолжение таблицы 16.1

Справочные данные диодов					
Тип диода	Параметры диода		Тип диода	Параметры диода	
	$U_{обр.max}$, В	$I_{пр.max}$, А		$U_{обр.max}$, В	$I_{пр.max}$, А
Д202	100	0,4	Д226А	200	0,25
Д203	200	0,4	Д226Е	150	0,25
Д204	300	0,4	Д245Б	300	2
Д205	400	0,4	Д247	500	5
Д206	100	0,1	Д302	200	1
Д207	200	0,1	Д303	150	3
Д209	400	0,1	Д304	100	10

Таблица 16.2

Данные к задаче 16							
Вариант	U_1, В	$I_н$, А	$R_н$, Ом	Вариант	U_1, В	$I_н$, А	$R_н$, Ом
1	220	0,2	500	11	127	0,3	300
2	380	0,6	200	12	127	1,8	70
3	110	0,25	700	13	220	0,3	200
4	127	2	55	14	380	0,8	150
5	220	0,5	180	15	220	0,2	1200
6	50	0,6	150	16	220	0,18	350
7	220	0,15	400	17	127	0,12	850
8	100	1,6	75	18	100	0,2	120
9	127	0,2	520	19	380	0,17	650
10	220	3,0	50	20	220	0,48	60

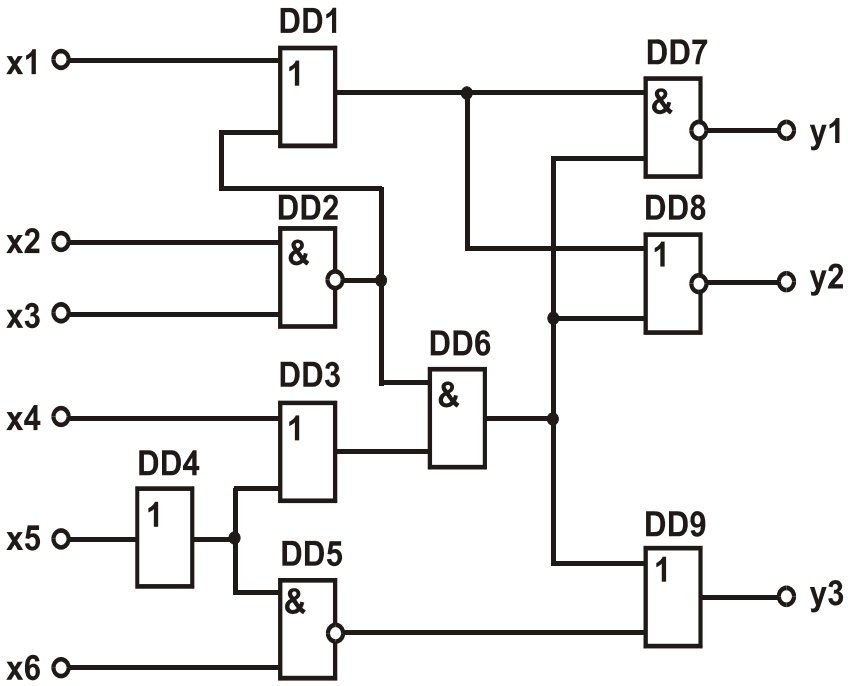

Рис. 17

Задача 17. В схеме, приведенной на рисунке 20, определить логические величины на выходах y_1, y_2, y_3. Значения входных величин даны в таблице.

Таблица 17

Данные к задаче 17						
Вариант	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
1	0	1	1	0	0	1
2	1	0	0	1	1	0
3	0	1	1	1	0	0
4	1	0	1	0	1	0
5	1	1	0	0	1	1
6	1	1	1	0	0	0

Продолжение таблицы 17

Данные к задаче 17						
Вариант	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
7	0	1	0	1	0	1
8	0	0	1	1	0	0
9	0	0	0	1	1	0
10	1	1	0	1	0	0
11	0	1	1	1	1	0
12	0	0	0	0	0	1
13	0	1	0	0	1	1
14	0	1	0	0	1	0
15	1	0	0	0	1	1
16	0	0	0	1	1	1
17	1	1	1	0	0	1
18	1	1	1	1	1	0
19	1	0	0	1	0	1
20	0	1	1	1	1	0

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Литература обязательная

1. Электротехника и электроника: В трех книгах, кн. 1: Электрические и магнитные цепи /Под ред. В. Г. Герасимова. – М.: Энергоатомиздат, 1996. – 288 с.

2. Электротехника и электроника: В трех книгах, кн. 2: Электромагнитные устройства и электрические машины /Под ред. В. Г. Герасимова. – М.: Энергоатомиздат, 1997. – 272 с.

3. Электротехника и электроника: В трех книгах, кн. 3: Электрические измерения и основы электроники /Под ред. В. Г. Герасимова. – М.: Энергоатомиздат, 1998. – 432 с.

4. Борисов Ю.М., Липатов Д.Н., Зорин Ю.Н. Электротехника. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 551 с.

5. Волынский Б. А., Зейн Е. Н., Шатерников В. Е. Электротехника. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 525 с.

6. Касаткин А. С., Немцов М. В. Электротехника. – М.: Высшая школа, 2000. – 542 с.

7. Основы промышленной электроники /Под ред. В. Г. Герасимова. – М.: Высшая школа, 1987. – 336 с.

8. Федоров А. А., Ристхейн Э. М. Электроснабжение промышленных предприятий. – М.: Энергия, 1980. – 336 с.

9. Сборник задач по электротехнике и основам электроники /Под ред. В. Г. Герасимова. – М.: Высшая школа, 1987. – 286 с.

10. Рекус Г. Г., Белоусов А. И. Сборник задач и упражнений по электротехнике и основам электроники. – М.: Высшая школа, 2001. – 416 с.

11. Лукутин А.В., Шандарова Е.Б. Электротехника и электроника: Учебное пособие. – Томск: ТПУ, 2010. – 198 с.

12. Аристова Л. И., Лукутин А. В. Сборник задач по электротехнике: Учебное пособие. – Томск: ТПУ, 2010. – 107 с.

5.2. Литература дополнительная

13. Кравчик А. Э., Шлаф М. М., Афонин В. Н., Соболевская Е. А. Асинхронные двигатели серии 4А: Справочник. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 503 с.

14. Аристова Л. И., Лукутин А. В., Малышенко Н. М., Шпаков В. И. Электротехника и электроника: Учебное пособие. – Томск: ТПУ, 2004. – 120 с.

15. Справочник по проектированию электроснабжения /Под ред. Ю. Г. Барыбина и др. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 576 с.

16. Полупроводниковые приборы. Диоды выпрямительные, стабилитроны, тиристоры: Справочник /Под ред. А. В. Голомедова. – М.: КубК-а, 1994. – 527 с.

5.3. Учебно-методические пособия

17. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Электротехника и электроника», часть 1 – «Электрические цепи» /Сост. Л. И. Аристова, Н. И. Малышенко. – Томск: Издательство ТПУ, 2007. – 64 с.

18. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Электротехника и электроника», часть 2 – «Электрические машины»/Сост. Л. И. Аристова, В. И. Курец, А. В. Лукутин, Т. Е. Хохлова. – Томск: Издательство ТПУ, 2010. – 58 с.

Учебное издание

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОНИКА

Рабочая программа, методические указания и контрольные задания для студентов, обучающихся по специальностям: 140101 – Тепловые электрические станции, 140104 – Промышленная теплоэнергетика, 140404 – Атомные электрические станции и установки, 150202 – Оборудование и технология сварочного производства, 151001 – Технология машиностроения, 240304 – Химическая технология тугоплавких и силикатных материалов, 240401 – Химическая технология органических веществ, 240403 – Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов, 240801 – Машины и аппараты химических производств, 280201 – Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов, 280202 – Инженерная защита окружающей среды.

Разработчики Аристова Людмила Ивановна
Лукутин Алексей Владимирович
Шпаков Владимир Иванович

Подписано к печати Формат 60x84/16. Бумага «Снегурочка».
Печать XEROX. Усл.печ.л. . Уч.-изд.л. .
Заказ . Тираж экз.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Система менеджмента качества

Издательства Томского политехнического университета сертифицирована

NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту BS EN ISO 9001:2008

ИЗДАТЕЛЬСТВО ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

Тел./факс: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru