

**Рабочая программа учебной
дисциплины**



**УТВЕРЖДАЮ
Директор ИДО**

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

**ОБЩАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА ЭЛЕКТРОТЕХНИКА
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**

Рабочая программа, методические указания и контрольные задания для студентов, обучающихся по специальностям: 200106 – Информационно-измерительная техника, 220201 – Управление и информатика в технических системах, 220301 – Автоматизация технологических процессов и производств (в нефтегазовой отрасли), 230101 – Вычислительные машины, комплексы, системы и сети, 230105 – Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем.

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

**Рабочая программа учебной
дисциплины**



Предисловие

1. Рабочая программа составлена на основе ГОС ВПО по специальностям: 200106 – Информационно-измерительная техника, 220201 – Управление и информатика в технических системах, 220301 – Автоматизация технологических процессов и производств (в нефтегазовой отрасли), 230101 – Вычислительные машины, комплексы, системы и сети, 230105 – Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем.

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	9
2.1. Электрические цепи	9
2.1.1. Электрические цепи постоянного тока.	9
2.1.2. Линейные однофазные электрические цепи синусоидального тока	10
2.1.3. Трёхфазные цепи	11
2.1.4. Переходные процессы	12
2.1.5. Периодические несинусоидальные напряжения и токи в электрических цепях	12
2.2. Магнитные цепи и электромагнитные устройства	13
2.2.1. Магнитные цепи	13
2.2.2. Трансформаторы	13
2.3. Электрические машины	14
2.3.1. Машины постоянного тока	14
2.3.2. Асинхронные машины	15
2.3.3. Синхронные машины	15
2.4. Основы электропривода	16
2.5. Электрические измерения и приборы	16
2.6. Электроснабжение промышленных предприятий	17

3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ	18
3.1. Тематика практических занятий	18
3.2. Перечень лабораторных работ	18
4. КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ	19
4.1. Общие методические указания	19
4.2. Контрольные задачи	21
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	58
5.1. Литература обязательная	58
5.2. Литература дополнительная	58
5.3. Учебно-методические пособия	59

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Общие методические указания

Изучение курсов «Общая электротехника», «Электротехника», «Теоретическая электротехника» является частью общеинженерной подготовки студентов следующих специальностей: 200106 – «Информационно-измерительная техника», 220201 – «Управление и информатика в технических системах», 220301 – «Автоматизация технологических процессов и производств (в нефтегазовой отрасли)», 230101 – «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети», 230105 – «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем».

Изучение данных дисциплин основывается на знаниях математики и физики в области электричества и магнетизма. 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 данных дисциплин.

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

1. Проработка теоретического раздела по рекомендованной литературе, приведенной на стр. 58 – 59. Изложение отдельных разделов теоретического курса 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 рас-

считать не как дополнительную нагрузку, а как одну из форм изучения и повторения дисциплины.

4. Таковую 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 следующих специальностей: 200106 – «Информационно-измерительная техника», 220201 – «Управление и информатика в технических системах», 220301 – «Автоматизация технологических процессов и производств (в нефтегазовой отрасли)», 230101 – «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети», 230105 – «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем». Электротехнические дисциплины по этим специальностям имеют различные наименования и разное количество часов, выделяемое учебным планом 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 будущих инженеров данных специальностей в области электротехники, электроснабжения, электрических машин и аппаратов, электрического привода 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 и технологическими 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 устройств и электроизмерительных приборов;
- электротехнической терминологии и символики;
- а также умений и навыков:
- экспериментальными способами определять основные параметры и характеристики типовых электротехнических элементов и устройств;

- производить измерения основных электрических и некоторых неэлектрических величин, связанных с профилем инженерной деятельности;

- включать электрические приборы и устройства, 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 и магнетизм», а из курса *математики* студенты должны знать:

- тригонометрические функции и операции с ними;
- решение систем линейных алгебраических уравнений;
- графическое и графо-аналитическое решение нелинейных алгебраических уравнений;
- решение однородных и неоднородных линейных дифференциальных уравнений;
- действия с функциями комплексного переменного;
- элементы векторной алгебры.

Таблица 1.1. Разделы программы к изучению дисциплины

Специальность	Дисциплина	Объем в час	Разделы программы к изучению дисциплины	Контрольные работы				Лаб. раб.	Аттест.
				№1	№2	№3	№4		
200106 – Информационно-измерительная техника и технологии	Общая электротехника	3 курс, 144 час. с. р. – 126	2.1.1.1–2.1.1.6; 2.1.2.1–2.1.2.8; 2.1.3.1–2.1.3.5; 2.1.4.1–2.1.4.4; 2.2.1.1–2.2.1.5; 2.2.2.1–2.2.2.6; 2.3.1.1–2.3.1.5; 2.3.2.1–2.3.2.4; 2.6.1–2.6.6	2,3,4,5,	10,12,16			1,3,5,7	5 сем. – экзамен
220201 – Управление и информатика в технических системах	Теоретическая электротехника	3 курс, 244 час. с. р. – 190	2.1.1.1–2.1.1.6; 2.1.2.1–2.1.2.8; 2.1.3.1–2.1.3.5; 2.1.4.1–2.1.4.4; 2.1.5.1–2.1.5.3; 2.2.1.1–2.2.1.5	1,2	4,7	5,6	3,9	1,2,3,4, 5,6,7,8, 15	5 сем. – экзамен 6 сем. – экзамен
220301 – Автоматизация технологических процессов и производств (в нефтегазовой отрасли)	Теоретическая электротехника	3 курс, 244 час. с. р. – 188	2.1.1.1–2.1.1.6; 2.1.2.1–2.1.2.8; 2.1.3.1–2.1.3.3; 2.1.4.1–2.1.4.4; 2.1.5.1–2.1.5.3; 2.2.1.1–2.2.1.5	1,2	4,7	5,6	3,9	1,2,3,4, 5,6,7,8, 15	5 сем. – экзамен 6 сем. – экзамен
230101 – Вычислительные машины, комплексы, системы и сети	Электротехника	3 курс, 136 час. с. р. – 118	2.1.1.1–2.1.1.6; 2.1.2.1–2.1.2.8; 2.1.3.1–2.1.3.5; 2.1.4.1–2.1.4.4; 2.2.1.1–2.2.1.5; 2.2.2.1–2.2.2.6; 2.3.1.1–2.3.1.5; 2.3.2.1–2.3.2.4; 2.5.1–2.5.14; 2.6.1–2.6.6	2,4,8	11,12			1,3,5	5 сем. – экзамен
230105 – Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем	Электротехника	3 курс, 136 час. с. р. – 114	2.1.1.1–2.1.1.6; 2.1.2.1–2.1.2.8; 2.1.3.1–2.1.3.5; 2.1.4.1–2.1.4.4; 2.2.1.1–2.2.1.5; 2.2.2.1–2.2.2.6; 2.3.1.1–2.3.1.5; 2.3.2.1–2.3.2.4; 2.5.1–2.5.14; 2.6.1–2.6.6	2,4,8,	11,12			1,3,5,10	5 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. Электрические 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: метод контурных токов, метод узлового напряжения, метод 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. Вольт-амперные характеристики нелинейных элементов. Графический метод анализа простейших нелинейных электрических цепей. Понятие стати-

ческого и динамического сопротивлений нелинейных элементов. Графо-аналитические методы расчета нелинейных электрических цепей. 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. Электрические 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 резонансов и их 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. Техничко-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 электрических 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-

дальних 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 индуктивной катушке с ферромагнитным магнитопроводом. Мощность потерь в магнитопроводе. График мгновенных значений магнитного потока и тока при синусоидальном напряжении. Анализ электромагнитного состояния индуктивной катушки с ферромагнитным магнитопроводом. Уравнение электрического состояния, электрическая 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, электрическая 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 трансформатора. 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 напряжения и тока. 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. Конструкция, 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, причины возникновения. 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 основные 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, конструкция 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, электрические схемы замещения, векторные диаграммы. Формула электромагнитного момента и угловые характеристики синхронной машины. 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 электрическом приводе. 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 электрического привода. 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. Электрические измерения и приборы

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

2.5.2. 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]

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

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

2.5.5. 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].

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

2.6. Электроснабжение промышленных предприятий

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

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

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

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

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

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

2.6.7. Компенсация реактивной мощности. Общие положения и задачи. Способы уменьшения потребления реактивной мощности приемниками электрической энергии. Компенсирующие устройства. Рекомендуемая литература: [8, с. 132 – 148].

3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Тематика практических занятий

1. Методы расчета линейных электрических цепей постоянного тока (2 часа).
2. Расчет электрических цепей однофазного синусоидального тока (2 часа).
3. Расчет симметричных и несимметричных трехфазных электрических цепей (2 часа).
4. Расчет нелинейных электрических цепей постоянного тока (2 часа).
5. Расчет электрических цепей несинусоидального периодического тока (2 часа).
6. Расчет переходных процессов в электрических цепях первого порядка (2 часа).
7. Расчет магнитных цепей с постоянной и переменной намагничивающей силой (2 часа).
8. Расчет параметров и характеристик трехфазного трансформатора (2 часа).
9. Расчет параметров и характеристик электрических машин постоянного тока (2 часа).
10. Расчет параметров и характеристик электрических машин переменного тока (2 часа).
11. 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 переходных процессов в электрических цепях первого порядка (2 часа).

9. Исследование однофазного трансформатора (2 часа).

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

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

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

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

14. Исследование синхронного генератора (2 часа).

15. Линейные электрические цепи с источником несинусоидального напряжения (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 титульном листе 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_B), узлов (N_Y) и независимых контуров (N_K) 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: $1 \text{ кВ} = 10^3 \text{ В}$; $1 \text{ мкФ} = 10^{-6} \text{ Ф}$; $1 \text{ мГн} = 10^{-3} \text{ Гн}$ 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 придерживаться 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: $m_U = \dots \frac{В}{мм}$; $m_I = \dots \frac{А}{мм}$.

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 удастся 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 (активного двухполюсника); составить баланс мощностей для заданной схемы; определить показание вольтметра.

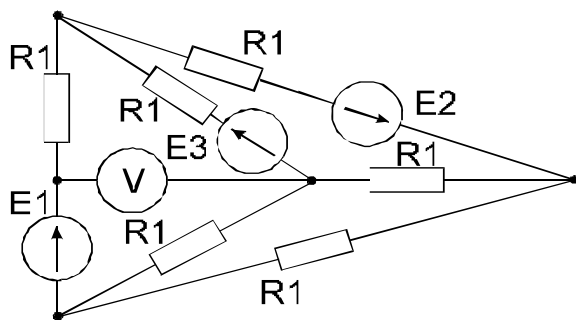


Рис. 1.1

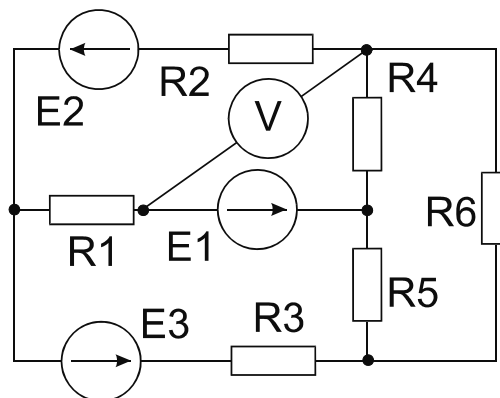


Рис. 1.2

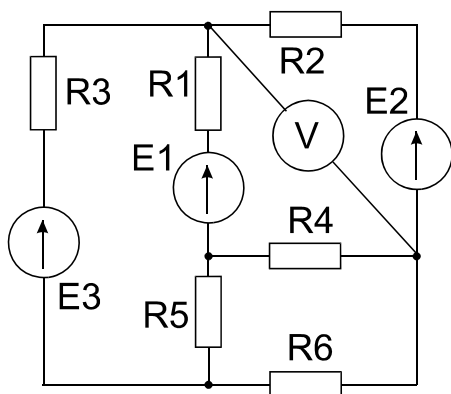


Рис. 1.3

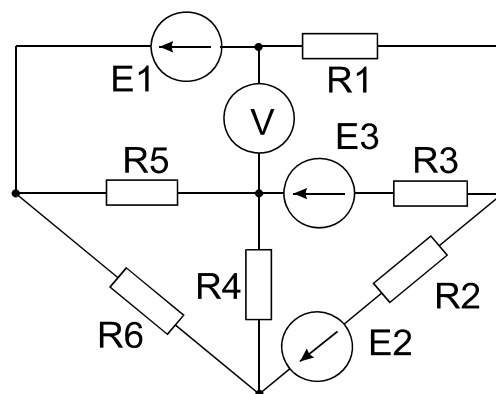


Рис. 1.4

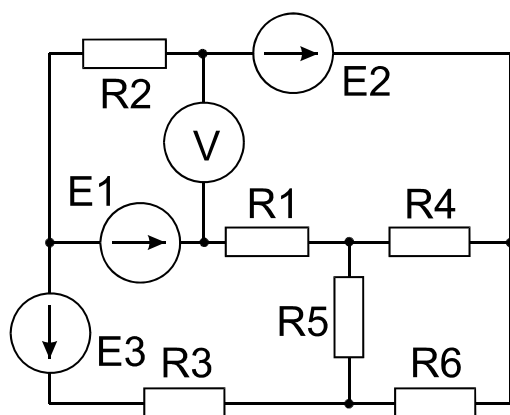


Рис. 1.5

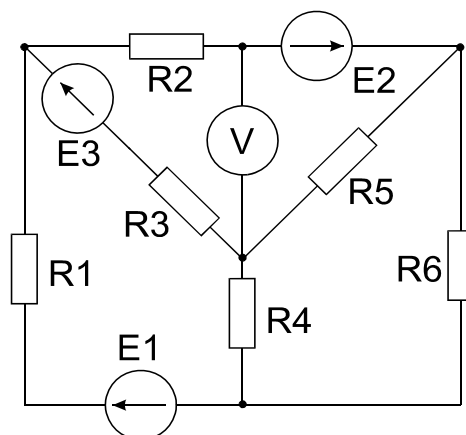
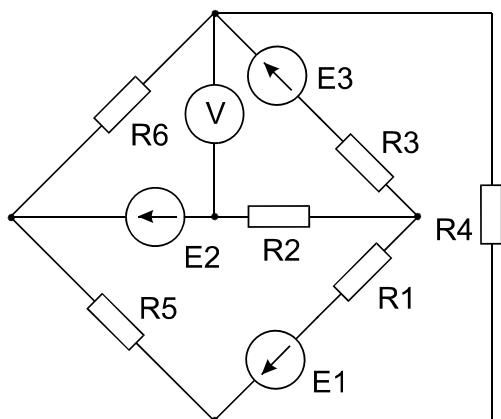
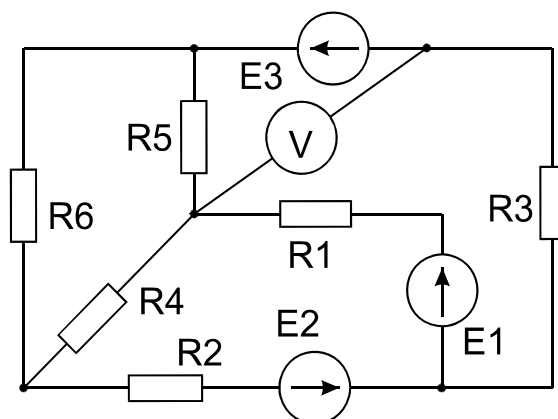


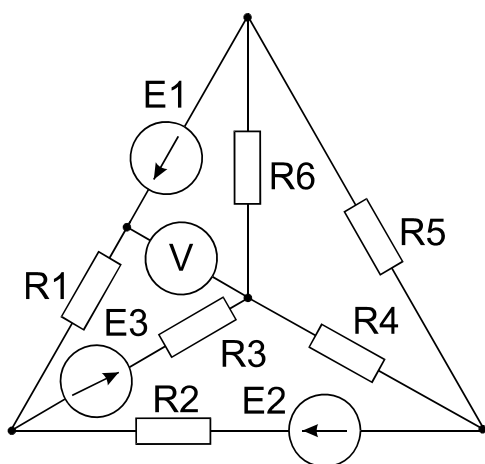
Рис. 1.6



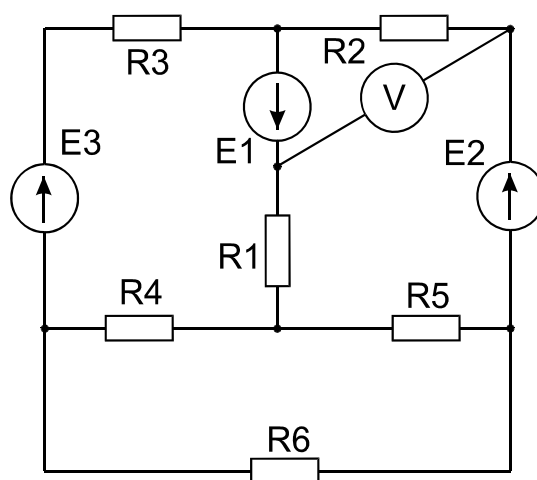
Puc. 1.7



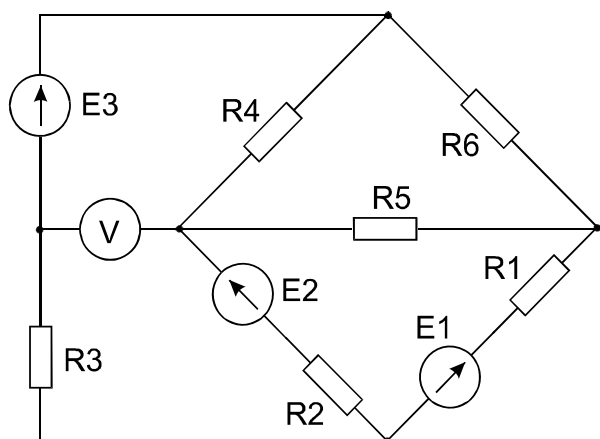
Puc. 1.8



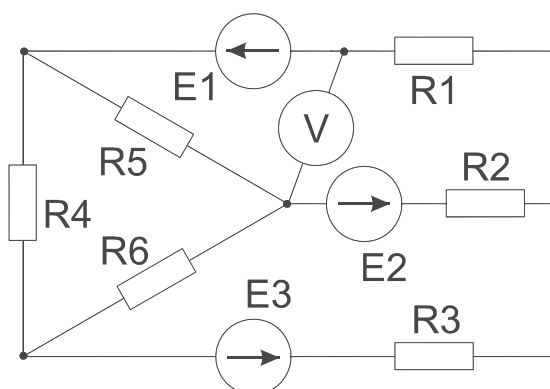
Puc. 1.9



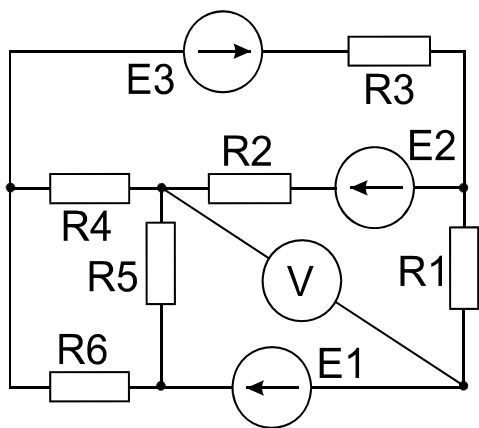
Puc. 1.10



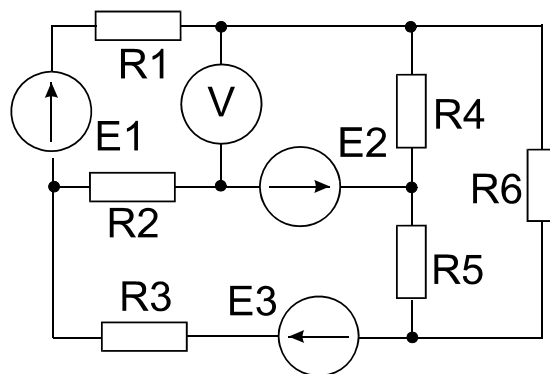
Puc. 1.11



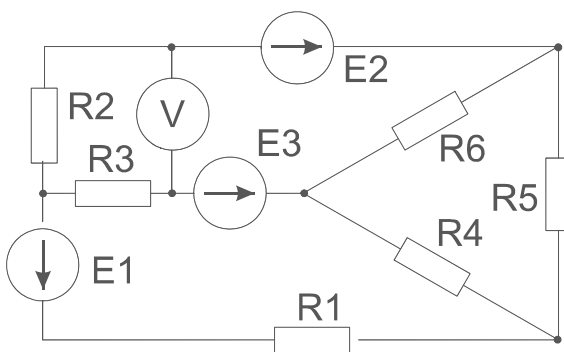
Puc. 1.12



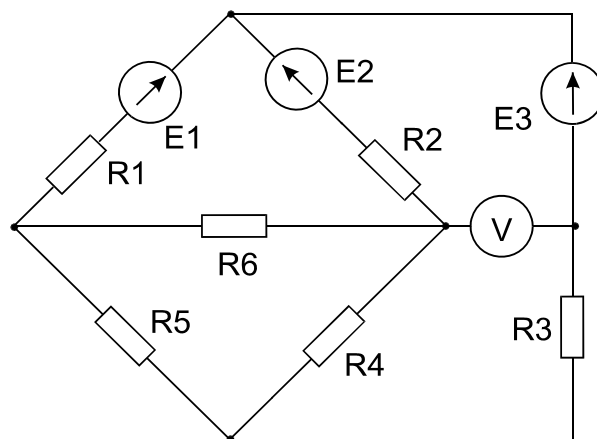
Puc. 1.13



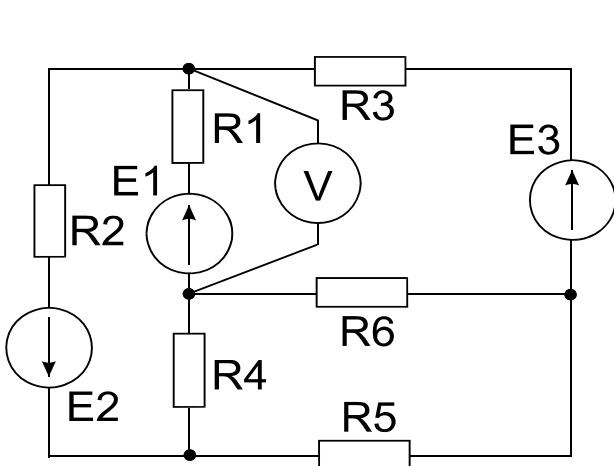
Puc. 1.14



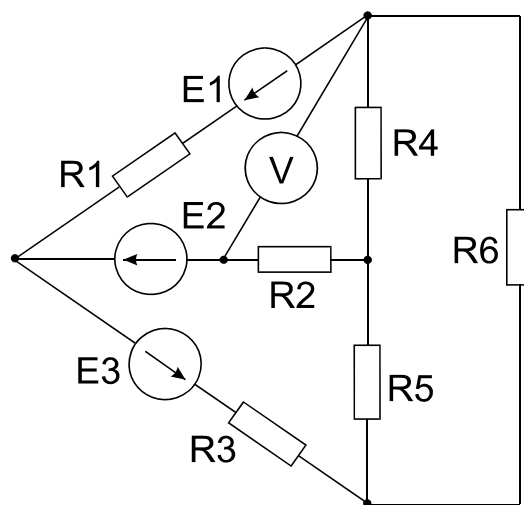
Puc. 1.15



Puc. 1.16



Puc. 1.17



Puc. 1.18

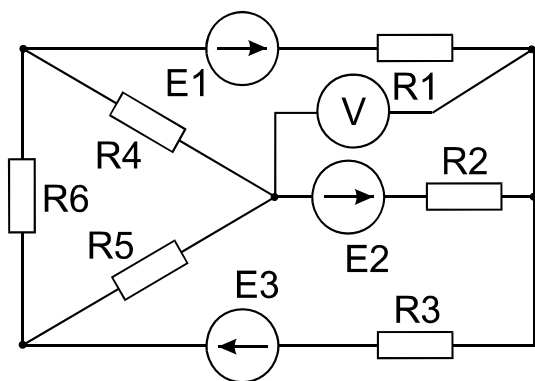


Рис. 1.19

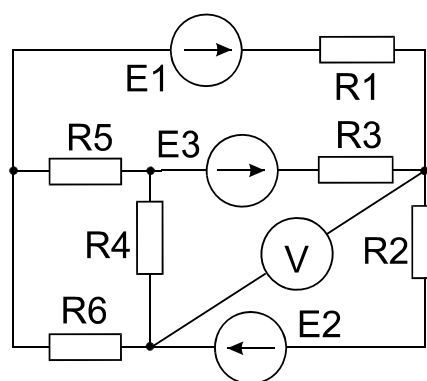


Рис. 1.20

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

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.

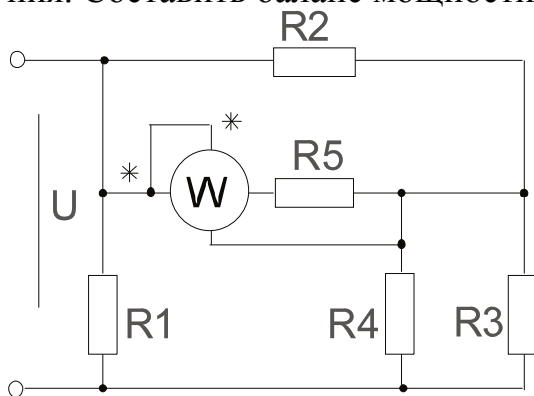


Рис. 2.1

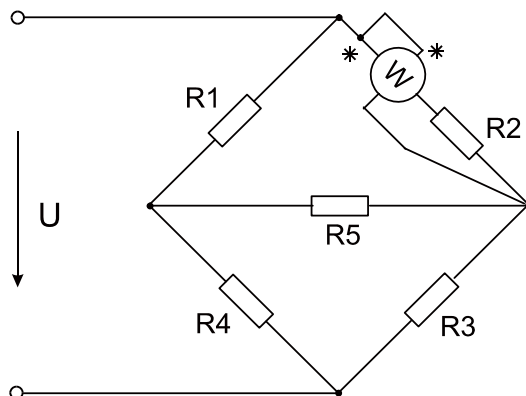


Рис. 2.2

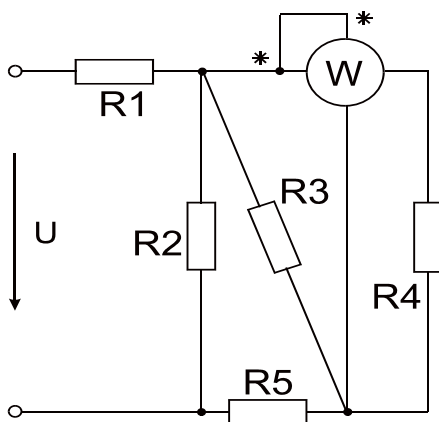


Рис. 2.3

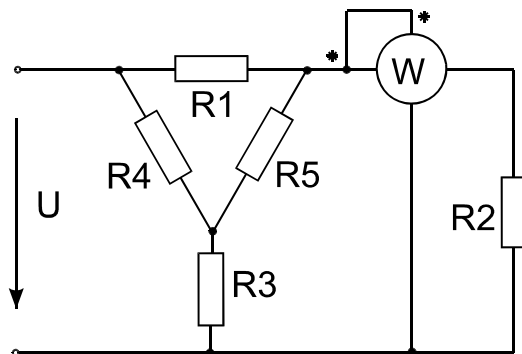
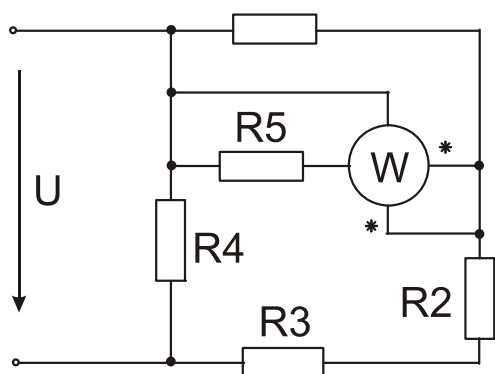
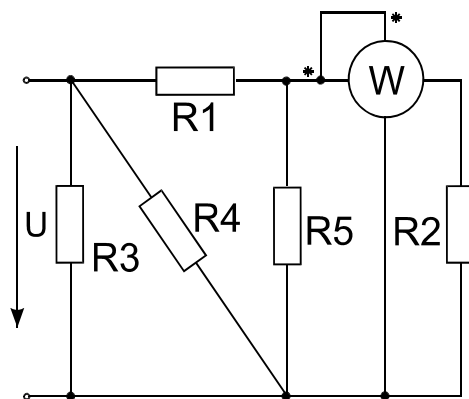


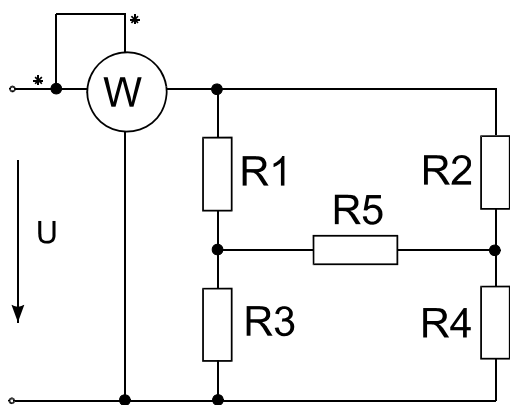
Рис. 2.4



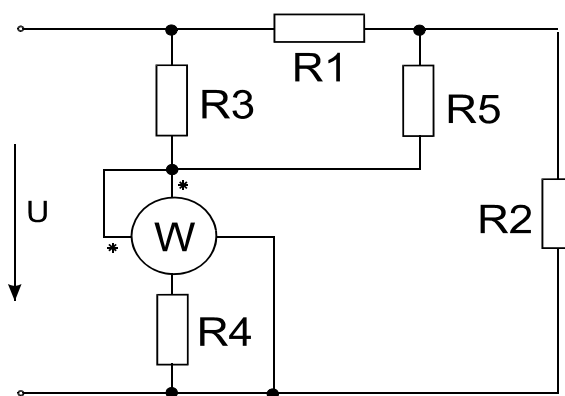
Puc. 2.5



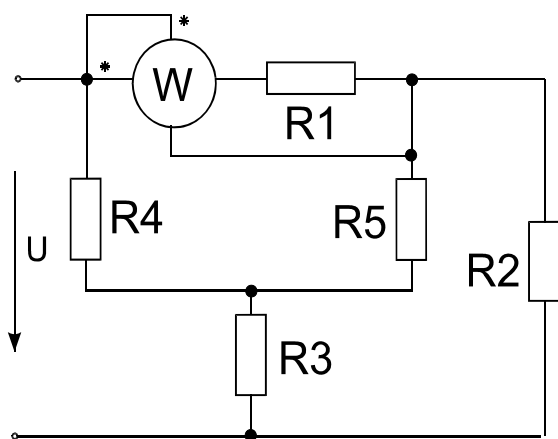
Puc. 2.6



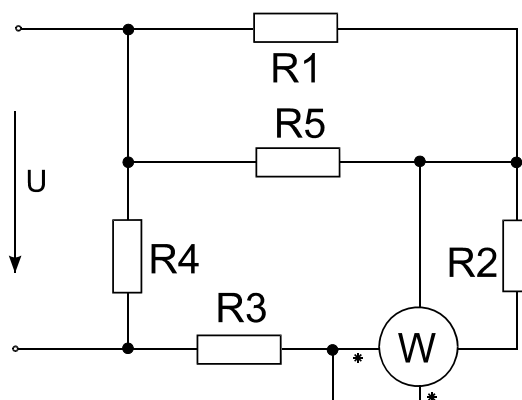
Puc. 2.7



Puc. 2.8



Puc. 2.9



Puc. 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. Электрическая цепь содержит линейные резисторы R_1 , R_2 , R_3 , R_4 ; два источника постоянной электродвижущей силы и нелинейный элемент, вольтамперная характеристика которого задана уравнением $U = mI^3$. В соответствии с шифром выбрать схему и параметры пас-

сивных и активных элементов. Привести электрическую схему к эквивалентному генератору, нагрузкой которого является нелинейный элемент. Рассчитать параметры эквивалентного генератора и построить вольтамперную характеристику источника электродвижущей силы. Рассчитать ток и напряжение на нелинейном элементе графическим методом сложения вольтамперных характеристик. Графическим методом определить статическое и динамическое сопротивление нелинейного элемента для полученной рабочей точки.

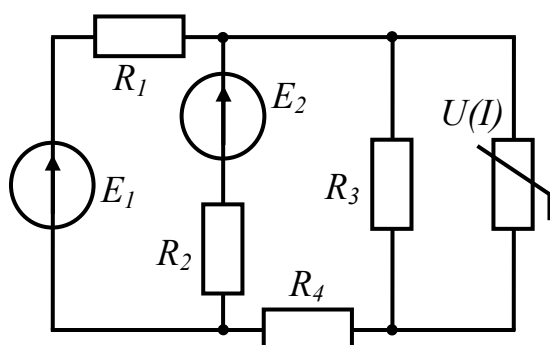


Рис.3.1

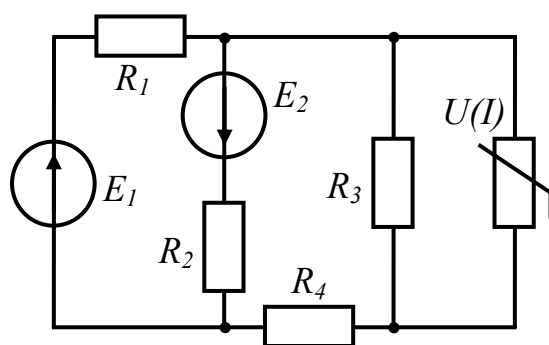


Рис.3.2

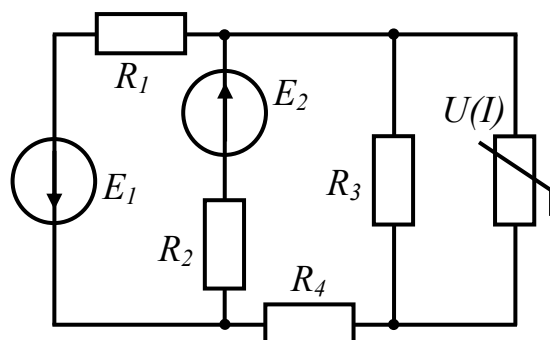


Рис.3.3

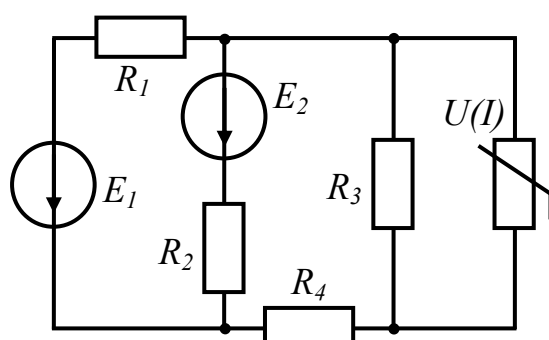


Рис.3.4

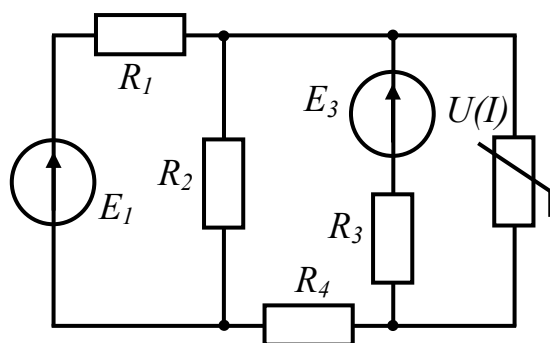


Рис.3.5

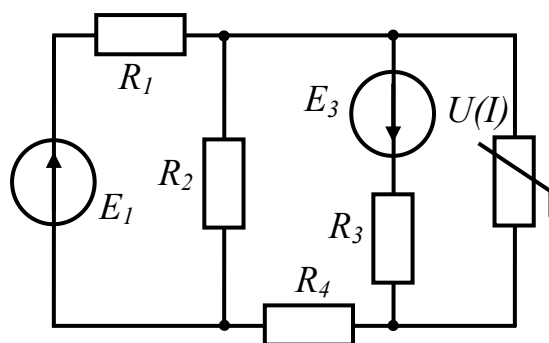
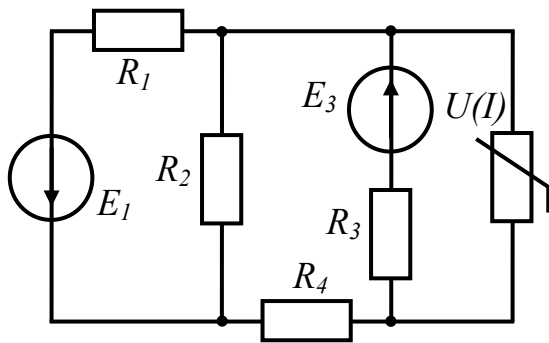
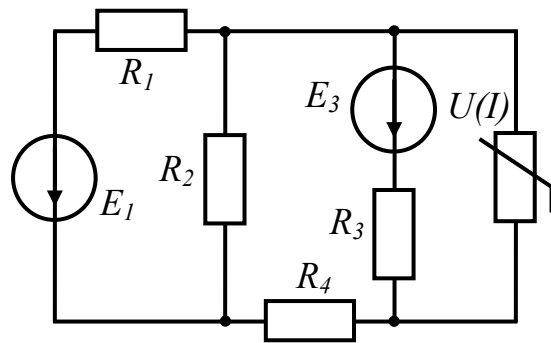


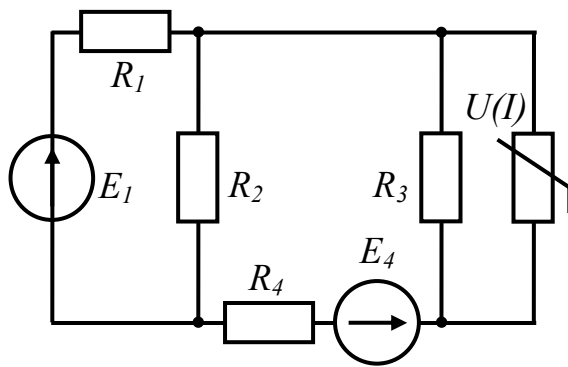
Рис.3.6



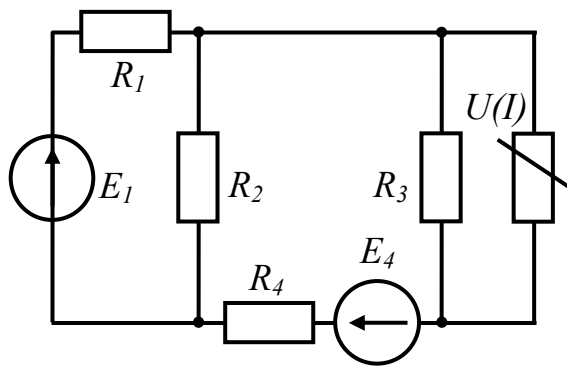
Puc.3.7



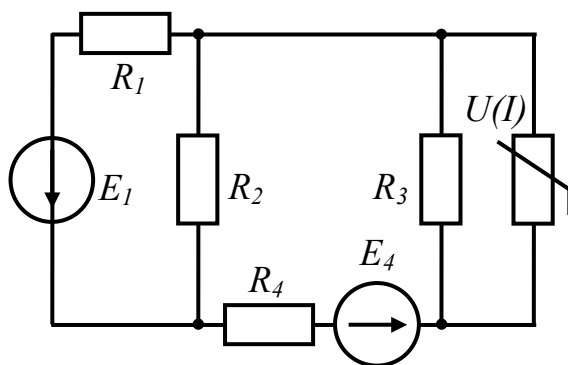
Puc.3.8



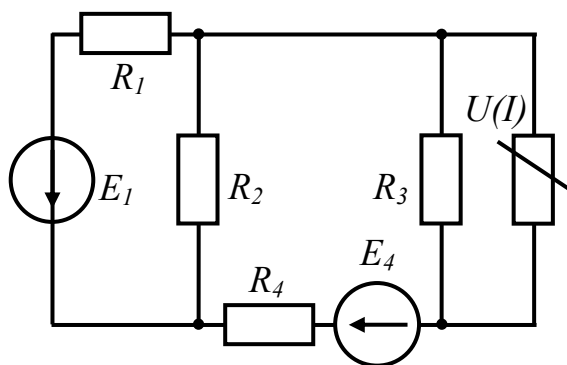
Puc.3.9



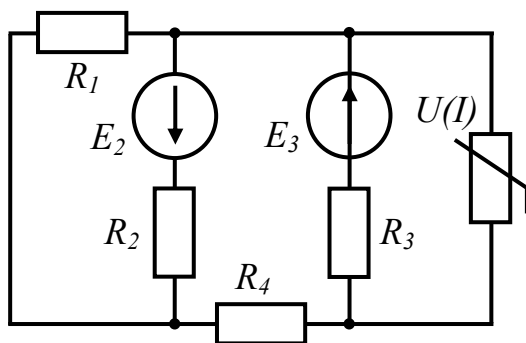
Puc.3.10



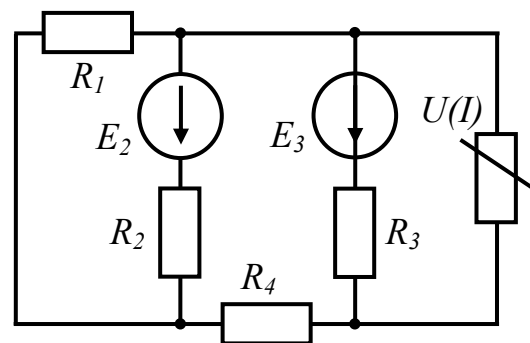
Puc.3.11



Puc.3.12



Puc.3.13



Puc.3.14

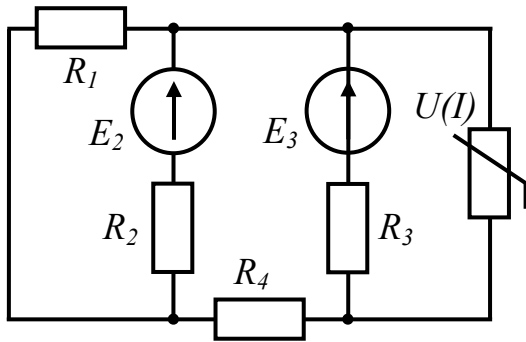


Рис.3.15

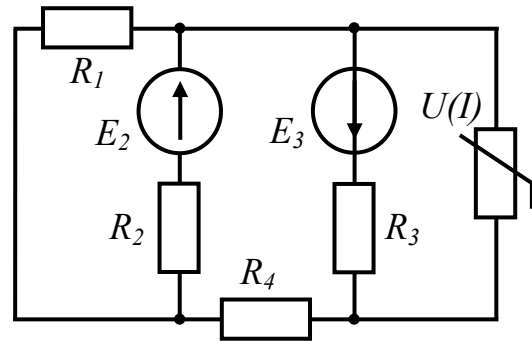


Рис.3.16

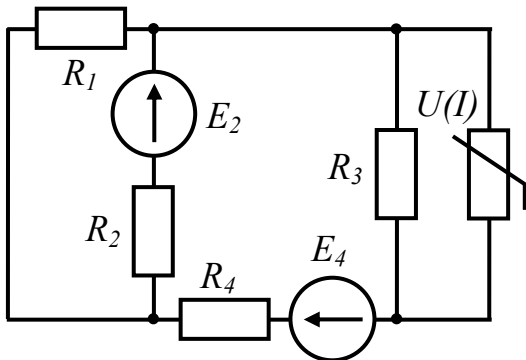


Рис.3.17

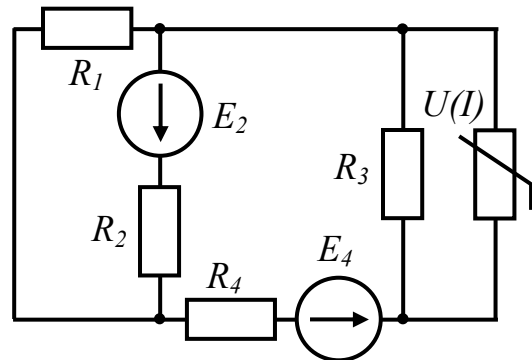


Рис.3.18

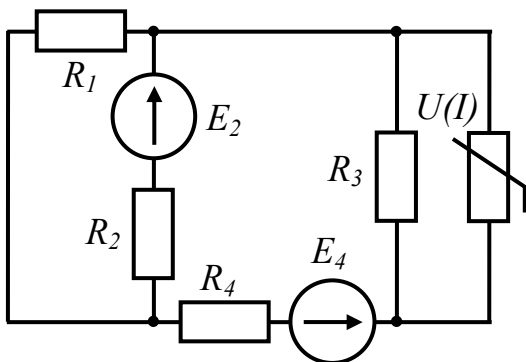


Рис.3.19

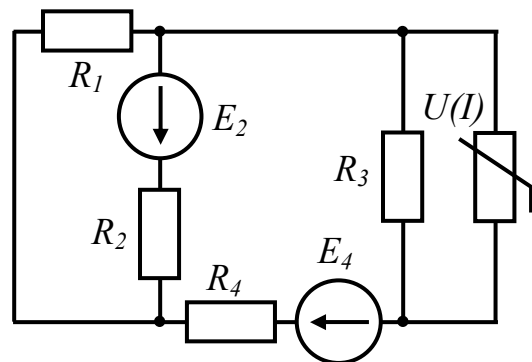


Рис.3.20

Таблица 3

Данные к задаче 3									
Номер схемы	E_1 , В	E_2 , В	E_3 , В	E_4 , В	R_1 , Ом	R_2 , Ом	R_3 , Ом	R_4 , Ом	m
1	20	10	-	-	1	2	3	4	0,10

Данные к задаче 3									
Номер схемы	$E_1, В$	$E_2, В$	$E_3, В$	$E_4, В$	$R_1,$ Ом	$R_2,$ Ом	$R_3,$ Ом	$R_4,$ Ом	m
2	18	12	-	-	4	1	2	3	0,09
3	16	14	-	-	3	4	1	2	0,08
4	14	16	-	-	2	3	4	1	0,07
5	20	-	10	-	1	2	3	4	0,10
6	18	-	12	-	4	1	2	3	0,11
7	16	-	14	-	3	4	1	2	0,12
8	14	-	16	-	2	3	4	1	0,13
9	20	-	-	10	1	2	3	4	0,10
10	18	-	-	12	4	1	2	3	0,08
11	16	-	-	14	3	4	1	2	0,07
12	14	-	-	16	2	3	4	1	0,06
13	-	20	10	-	1	2	3	4	0,10
14	-	18	12	-	4	1	2	3	0,12
15	-	16	14	-	3	4	1	2	0,13
16	-	14	16	-	2	3	4	1	0,14
17	-	20	-	10	1	2	3	4	0,10
18	-	18	-	12	4	1	2	3	0,07
19	-	16	-	14	3	4	1	2	0,06
20	-	14	-	16	2	3	4	1	0,05

Задача 4. В электрических цепях, схемы которых представлены на рисунках 4.1 – 4.20, известны параметры элементов цепи. К зажимам электрической цепи приложено синусоидальное напряжение $u(t) = \sqrt{2} U \sin \omega t$, 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.

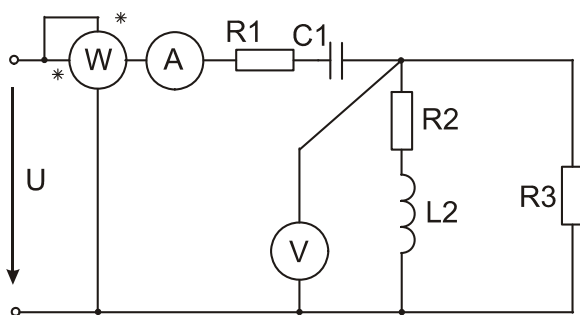


Рис. 4.1

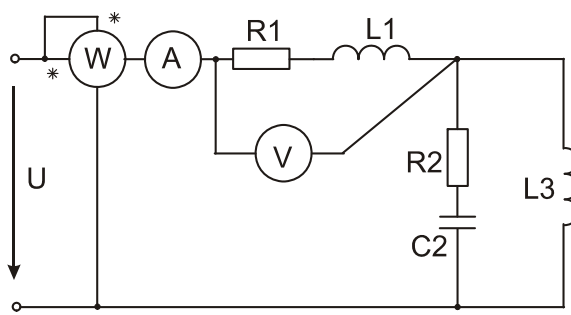


Рис. 4.2

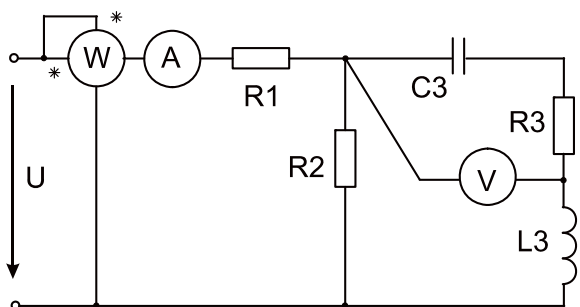


Рис. 4.3

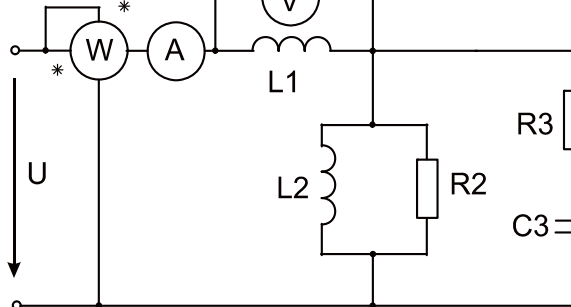


Рис. 4.4

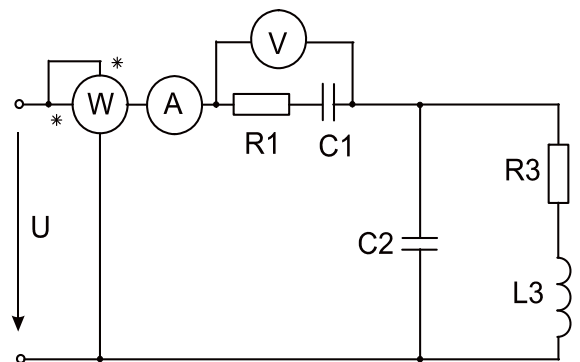


Рис. 4.5

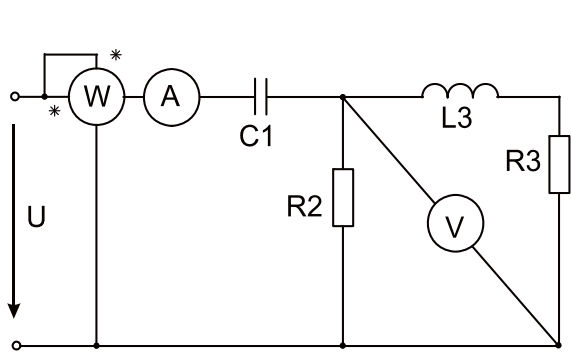
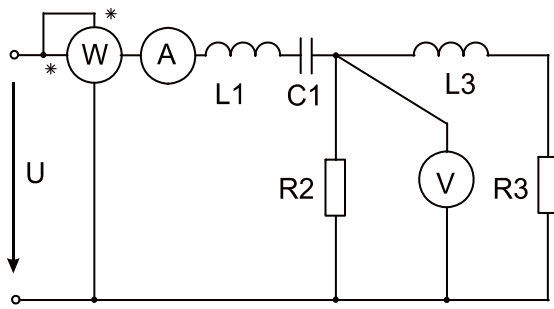
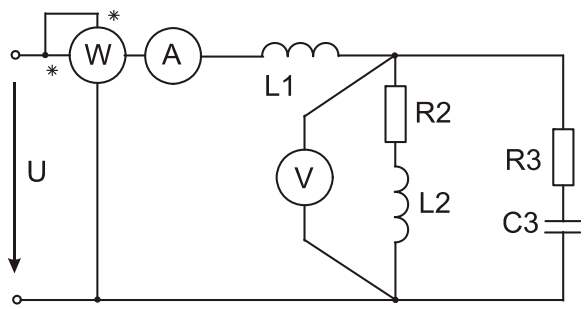


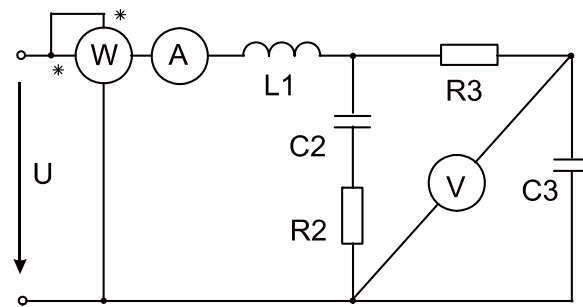
Рис. 4.6



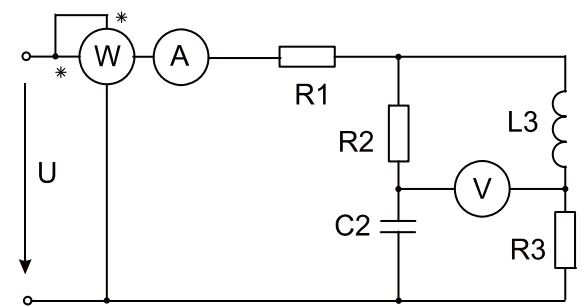
Puc. 4.7



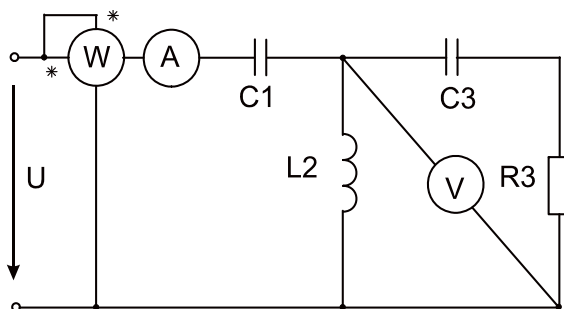
Puc. 4.8



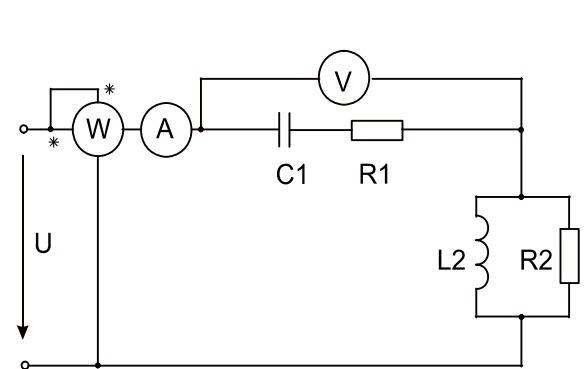
Puc. 4.9



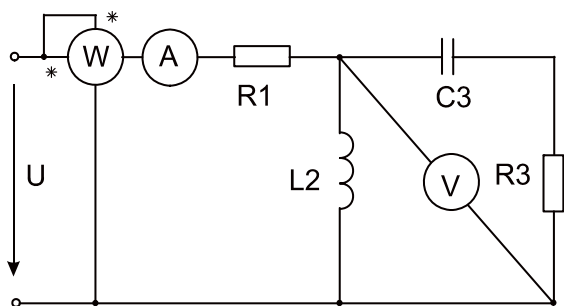
Puc. 4.10



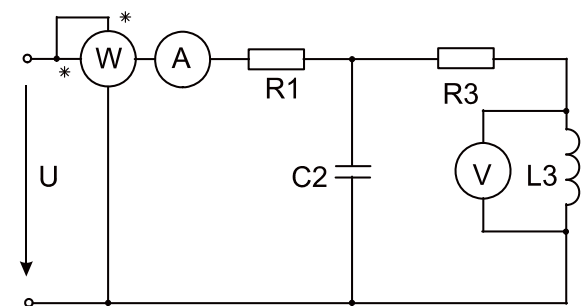
Puc. 4.11



Puc. 4.12



Puc. 4.13



Puc. 4.14

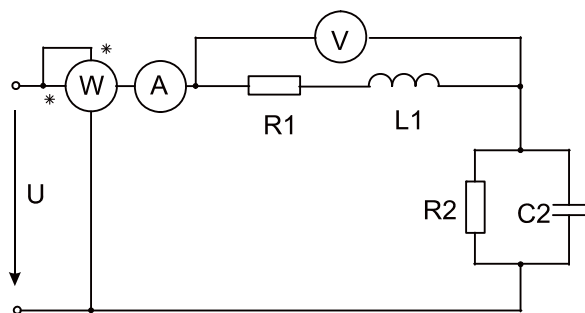


Рис. 4.15

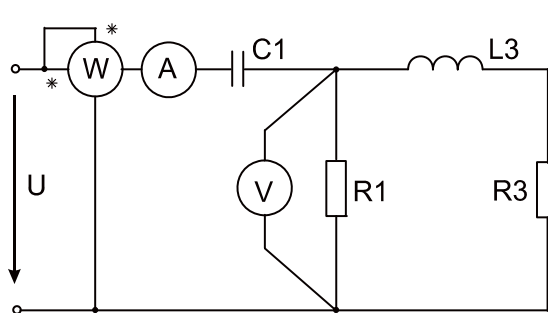


Рис. 4.16

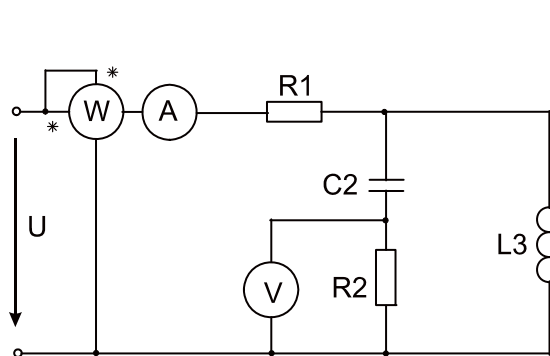


Рис. 4.17

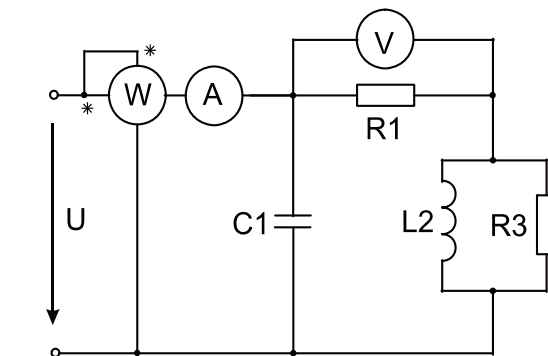


Рис. 4.18

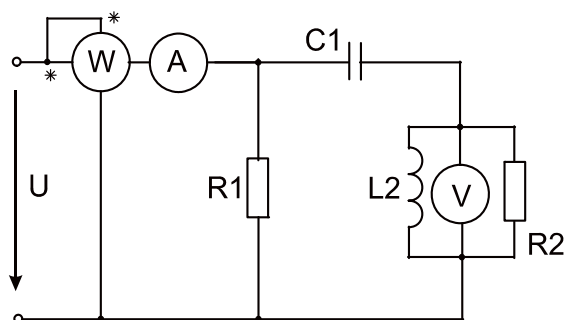


Рис. 4.19

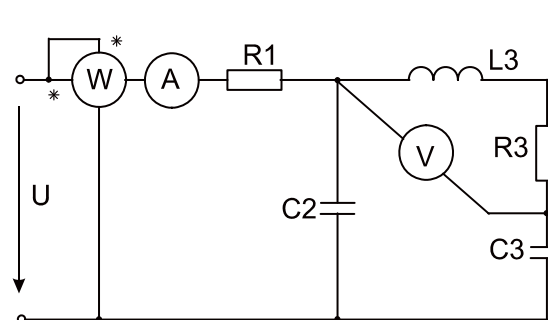


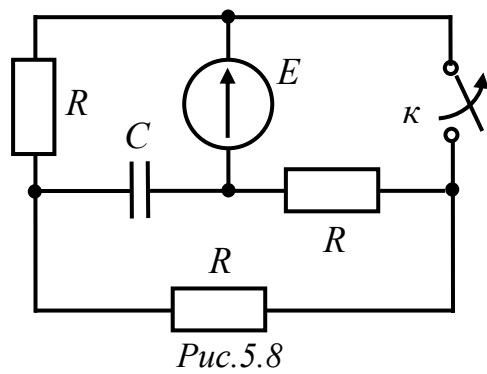
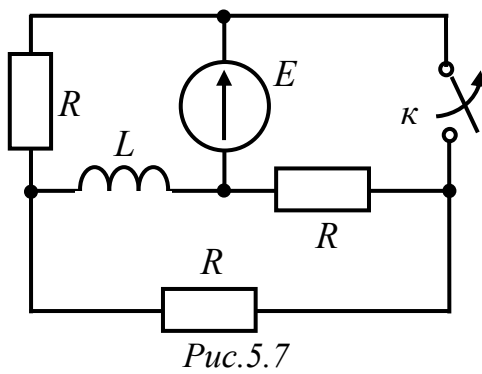
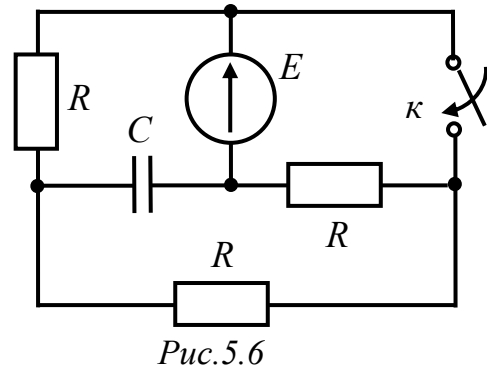
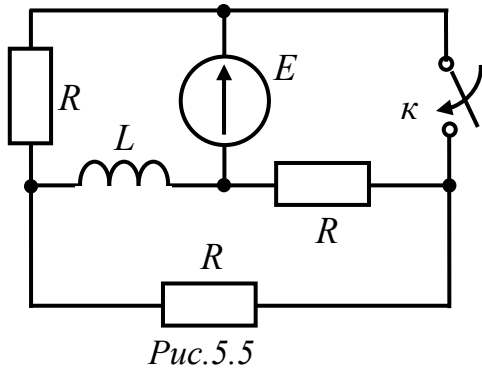
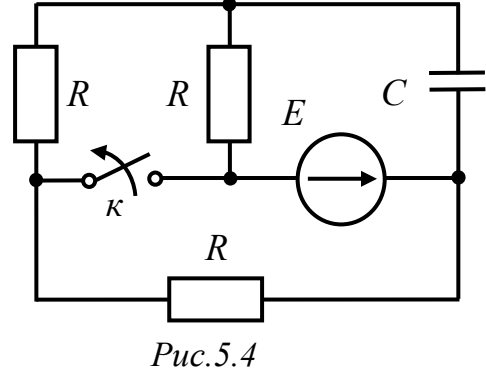
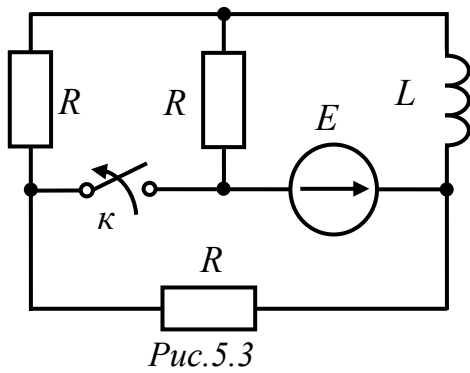
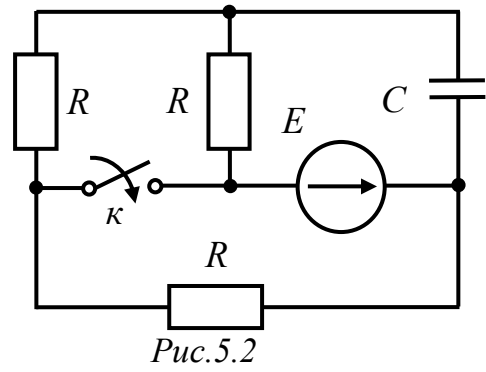
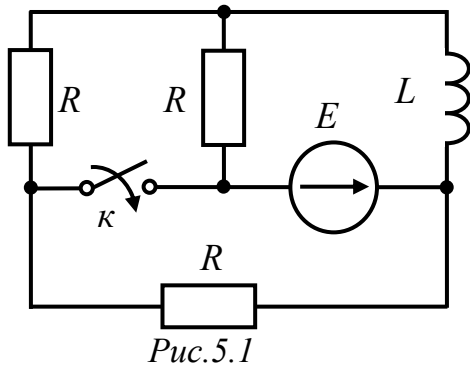
Рис. 4.20

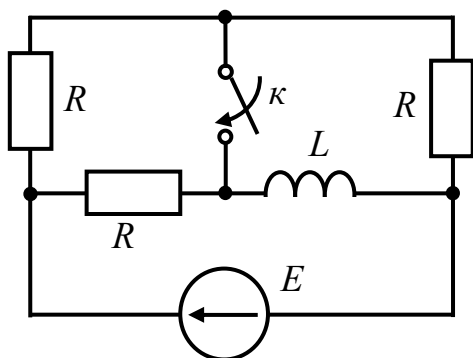
Таблица 4

Номера		Данные к задаче 4									
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

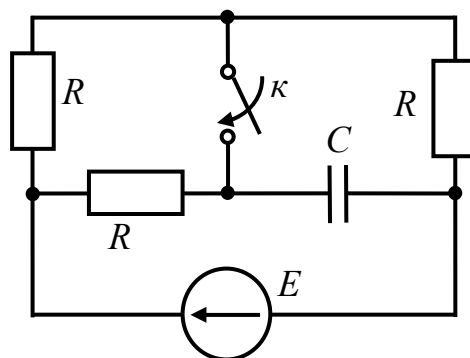
Номера		Данные к задаче 4									
Вариант	Рисунок	U , В	C_1 , мкФ	C_2 , мкФ	C_3 , мкФ	L_1 , мГн	L_2 , мГн	L_3 , мГн	R_1 , Ом	R_2 , Ом	R_3 , Ом
4	4.4	200	-	-	398	15,9	15,9	-	-	3	4
5	4.5	220	637	159	-	-	-	19,1	8	-	4
6	4.6	50	318	-	-	-	-	115	10	20	50
7	4.7	100	-	-	159	15,9	115	-	-	25	40
8	4.8	200	159	-	-	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 5. Электрическая цепь содержит активные и пассивные элементы, а также ключи. На рисунках 5.1 – 5.20 приведены схемы электрических цепей, а в таблице 5 – параметры элементов, входящих в электрическую цепь. Потребители подключены к постоянной электродвижущей силе E . Определить закон изменения напряжения на индуктивности $u_L(t)$ или тока на емкости $i_C(t)$ классическим методом расчета переходных процессов.

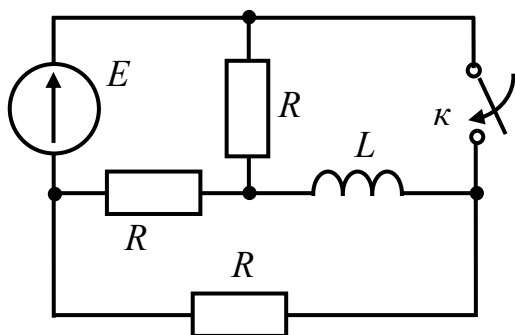




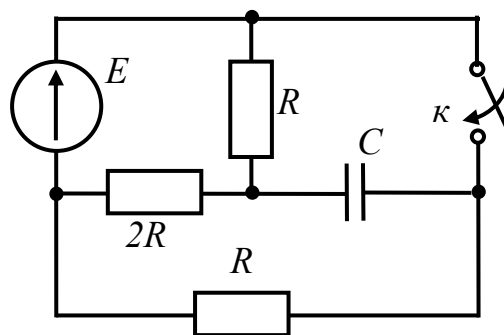
Puc.5.9



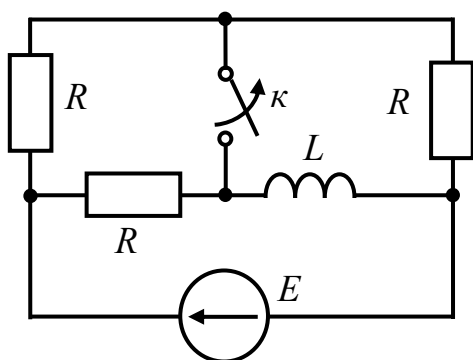
Puc.5.10



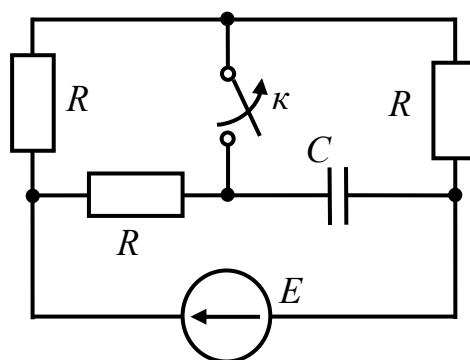
Puc.5.11



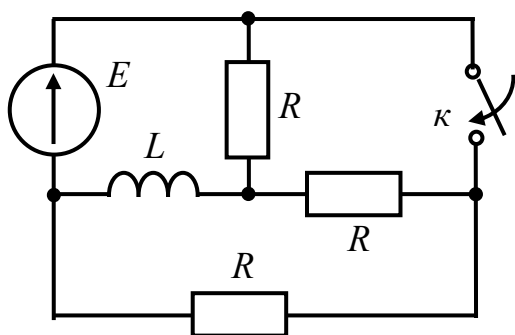
Puc.5.12



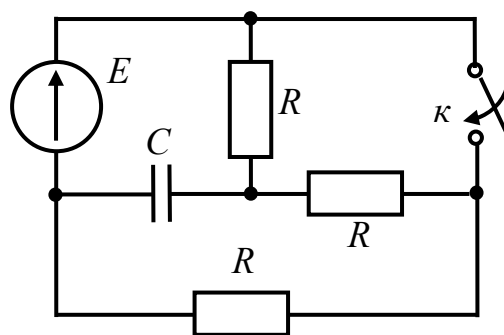
Puc.5.13



Puc.5.14



Puc.5.15



Puc.5.16

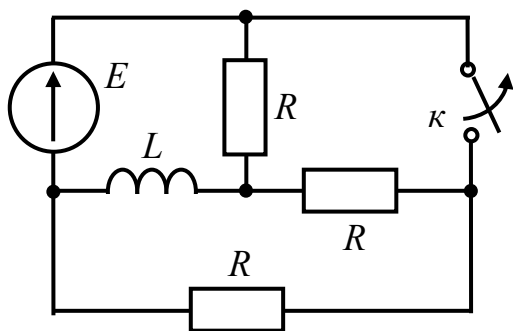


Рис.5.17

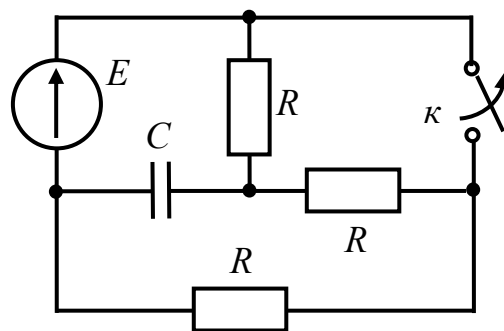


Рис.5.18

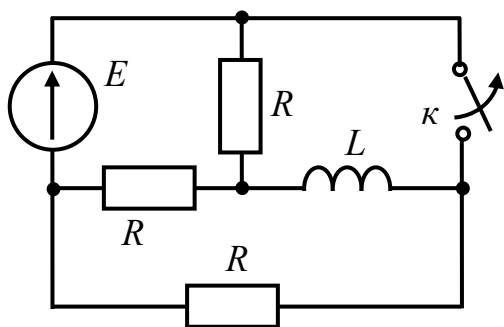


Рис.5.19

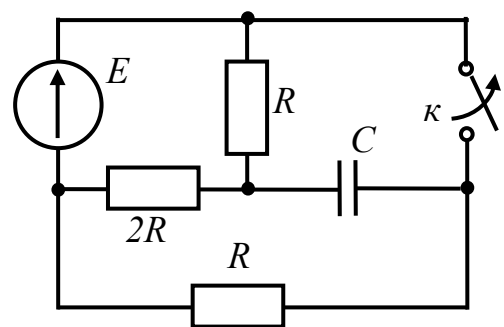


Рис.5.20

Таблица 5

Данные к задаче 5			
E	C	L	R
В	мкФ	мГн	Ом
120	637	31,85	10

Задача 6. На рисунках 6.1 – 6.4 изображены схемы электрических цепей, на входе которых действует источник периодического несинусоидального напряжения $u_1(t)$. Формы этих напряжений приведены в виде графиков $f(\omega t)$ в таблице 6.1. Нагрузкой четырехполюсников является сопротивление R_H . Параметры периодического несинусоидального напряжения электрических цепей представлены в таблице 6.2.

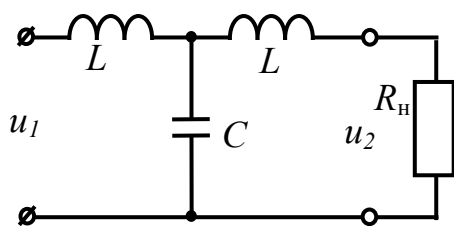


Рис. 6.1

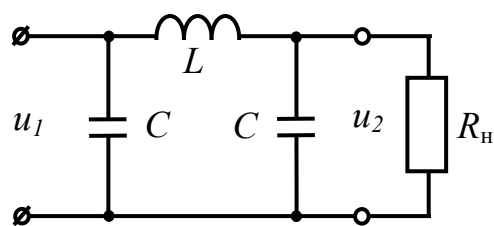
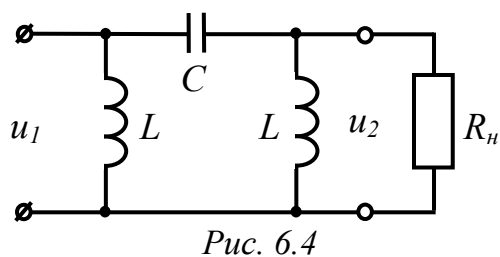
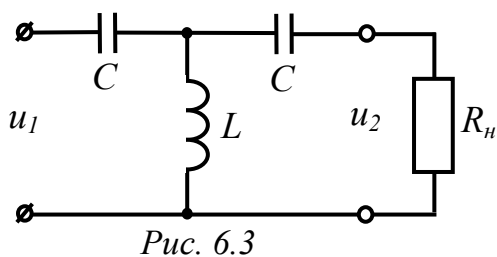


Рис. 6.2



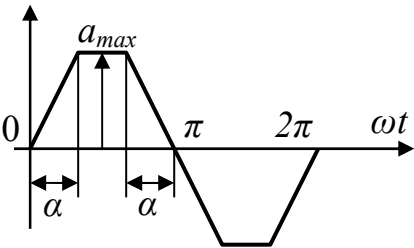
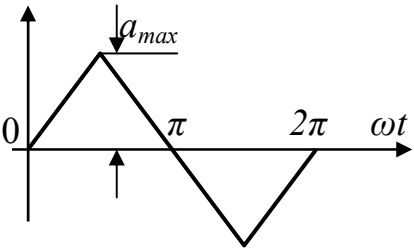
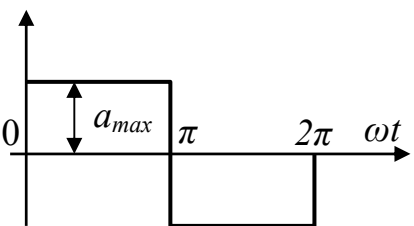
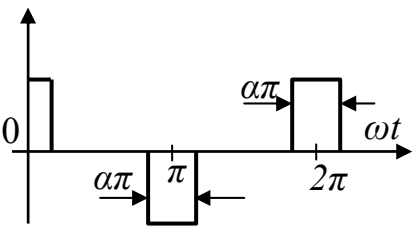
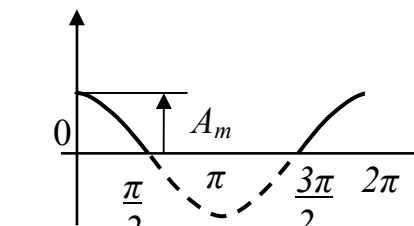
Согласно номеру шифра и схеме цепи выбрать форму несинусоидального периодического напряжения $u_1(t)$ и изобразить его с указанием периода и максимальных значений. Разложить входное напряжение $u_1(t)$ источника в ряд Фурье (по пятую гармонику включительно), используя таблицу 6.2. Обозначив сопротивления элементов схемы в общем виде как R_H , jx_L , и $-jx_C$, вывести формулу для передаточной функции по напряжению $k_u(j\omega) = \frac{u_2(j\omega)}{u_1(j\omega)}$. Записать в общем виде комплексную амплитуду напряжения на нагрузке R_H для k -ой гармоники, а затем определить числовые значения для всех членов ряда, включая пятую гармонику. Построить друг под другом графики спектров амплитуд входного и выходного напряжения. Записать мгновенные значения напряжения на нагрузке в виде ряда Фурье и определить его действующее значение. Рассчитать активную, реактивную и полную мощности цепи, а также мощность искажения. Определить коэффициент мощности.

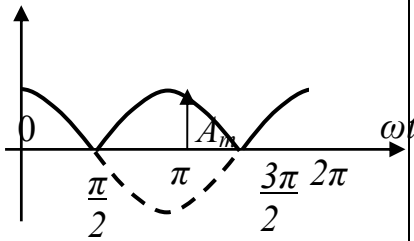
Таблица 6.1

Данные к задаче 6								
Шифр	Схема	График $f(\omega t)$	$a_{\max}$	α	ω	L , мГн	C , мкФ	R_H , Ом
1	6.1	1	8	$\pi/4$	1000	50	20	100
2	6.1	2	10	-	2000	250	4	200
3	6.1	3	12	-	1000	100	5	250
4	6.1	4	14	$\pi/4$	2000	100	5	100
5	6.1	5	16	-	1000	100	20	200
6	6.1	6	18	-	2000	10	100	10

Данные к задаче 6								
Шифр	Схема	График $f(\omega t)$	$a_{\max}$	α	ω	L , мГн	C , мкФ	R_H , Ом
7	6.2	1	20	$\pi/3$	1000	50	5	50
8	6.2	2	22	-	2000	100	5	200
9	6.2	3	24	-	1000	25	20	25
10	6.2	4	8	$\pi/3$	2000	100	5	250
11	6.2	5	10	-	1000	50	20	50
12	6.2	6	12	-	2000	50	40	25
13	6.3	1	14	$\pi/5$	1000	100	5	150
14	6.3	2	16	-	2000	25	10	25
15	6.3	3	18	-	1000	10	100	25
16	6.3	4	20	$\pi/5$	2000	100	5	200
17	6.3	5	22	-	1000	25	10	25
18	6.3	6	24	-	2000	10	100	50
19	6.4	1	26	$\pi/6$	1000	40	25	50
20	6.4	2	8	-	2000	25	5	25
21	6.4	3	10	-	1000	10	100	50
22	6.4	4	12	$\pi/6$	2000	100	2,5	200
23	6.4	5	14	-	1000	100	2,5	100
24	6.4	6	16	-	2000	50	2,5	50
25	6.1	2	18	-	1000	100	20	100

Таблица 6.2

Данные к задаче 6		
	График $f(\omega t)$	Разложение в ряд $f(\omega t)$
1.		$f(\omega t) = \frac{4a_{\max}}{\alpha\pi} (\sin \alpha \times \sin \omega t + \frac{1}{9} \sin 3\alpha \times \sin 3\omega t + \frac{1}{25} \sin 5\alpha \times \sin 5\omega t)$
2.		$f(\omega t) = \frac{8a_{\max}}{\pi^2} (\sin \omega t - \frac{1}{9} \sin 3\omega t + \frac{1}{25} \sin 5\omega t)$
3.		$f(\omega t) = \frac{4a_{\max}}{\pi} (\sin \omega t + \frac{1}{3} \sin 3\omega t + \frac{1}{5} \sin 5\omega t)$
4.		$f(\omega t) = \frac{4a_{\max}}{\pi} (\sin \frac{\alpha\pi}{2} \times \cos \omega t + \frac{1}{3} \sin \frac{3\alpha\pi}{2} \times \cos 3\omega t + \frac{1}{5} \sin \frac{5\alpha\pi}{2} \times \cos 5\omega t)$
5.		$f(\omega t) = \frac{2a_{\max}}{\pi} (\frac{1}{2} + \frac{\pi}{4} \cos \omega t + \frac{1}{3} \cos 2\omega t - \frac{1}{15} \cos 4\omega t)$

Данные к задаче 6		
	График $f(\omega t)$	Разложение в ряд $f(\omega t)$
6.		$f(\omega t) = \frac{4a_{\max}}{\pi} \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{3} \cos 2\omega t - \frac{1}{15} \cos 4\omega t + \frac{1}{35} \cos 6\omega t \right)$

Задача 7. Для электрических цепей, схемы которых изображены на рисунках 7.1 – 7.3, 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, полную, активную и реактивную мощности симметричного трехфазного приемника. Определить фазные и линейные токи, ток в нейтральном проводе (для четырехпроводной схемы) и фазные напряжения приемников для одного из несимметричных режимов электрической цепи, указанных в примечании таблицы 7. Построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений для случая симметричного режима.

Задача 8. Для электрических цепей, схемы которых изображены на рисунках 7.1 – 7.3, 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, полную, активную и реактивную мощности трехфазного симметричного приемника. Построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений.

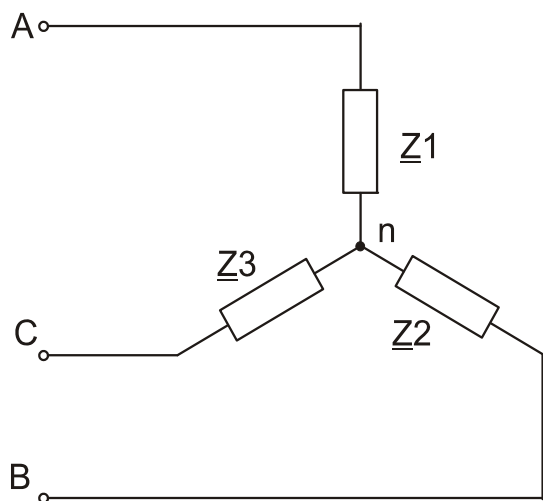


Рис. 7.1

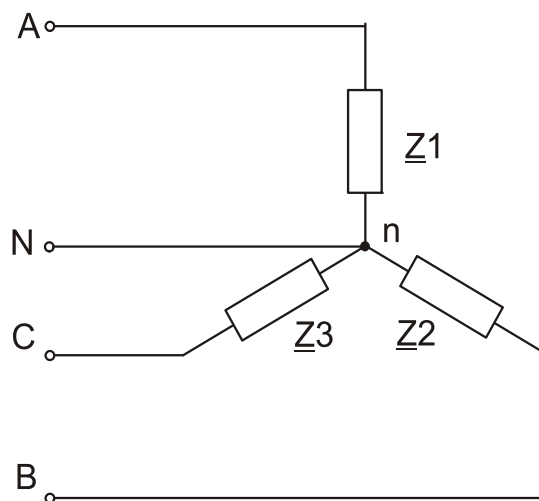


Рис. 7.2

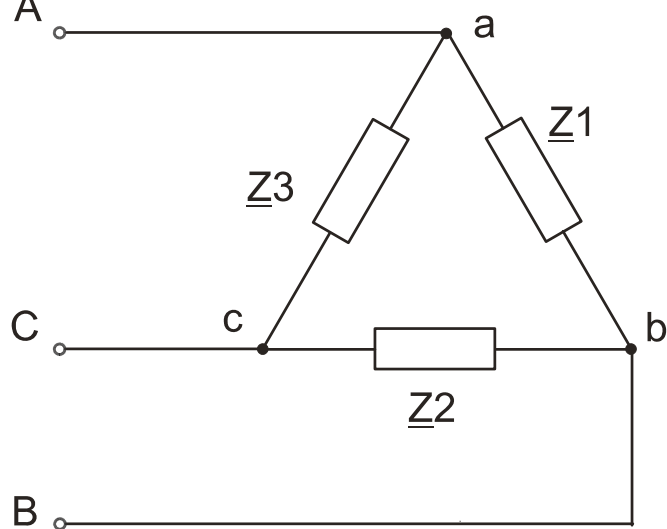


Рис. 7.3

Таблица 7

Номера		Данные к задачам 7 и 8							
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"

Номера		Данные к задачам 7 и 8							
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
3	7.1	380	15	15	15	5(емк)	5(емк)	5(емк)	Короткое замыкание фазы "с"
4	7.3	127	4	4	4	3(инд)	3(инд)	3(инд)	Обрыв линейного провода "С"
5	7.2	380	-	-	-	11 (емк)	11 (емк)	11 (емк)	Обрыв линейного провода "А"
6	7.3	127	-	-	-	10 (инд)	10 (инд)	10 (инд)	Обрыв линейного провода "В"
7	7.1	220	15	15	15	-	-	-	Короткое замыкание фазы "а"
8	7.3	127	-	-	-	20 (емк)	20 (емк)	20 (емк)	Обрыв линейного провода "С"
9	7.1	220	5	5	5	8(инд)	8(инд)	8(инд)	Короткое замыкание фазы "b"
10	7.3	380	16	16	16	12 (инд)	12 (инд)	12 (инд)	Обрыв линейного провода "А"

Номера		Данные к задачам 7 и 8							
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
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 "
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 9. Подъемный электромагнит имеет магнитопровод и якорь прямоугольного сечения (смотри рисунок 9), 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 .

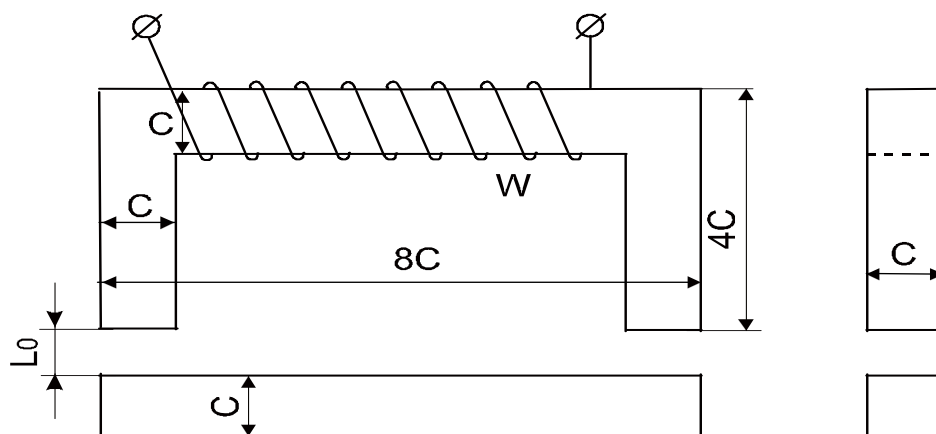


Рис. 9

Таблица 9

Данные к задаче 9							
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 10. Трехфазный трансформатор имеет номинальную мощность S_H , первичное номинальное линейное напряжение U_{1H} , вторичное линейное напряжение холостого хода U_{2X} , напряжение $u_K\%$ и мощность P_K номинального короткого замыкания, мощность холостого хода P_X . 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 $\beta = 0.25; 0.5; 0.75; 1.0; 1.25$ и коэффициенте мощности $\cos \varphi_2 = 0.8$. Нарисовать Г-образную схему замещения трансформатора.

Примечание. Для построения внешней характеристики воспользоваться изменением вторичного напряжения:

$$\Delta u_2\% = \beta(u_{Ka} \cos \varphi_2 + u_{Kp} \sin \varphi_2);$$

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

$$u_{Ka} = u_K \cos \varphi_K; \quad u_{Kp} = \sqrt{(u_K)^2 - (u_{Ka})^2};$$

$$\cos \varphi_K = \frac{R_K}{Z_K}; \quad \beta = \frac{I_1}{I_{1H}} \approx \frac{I_2}{I_{2H}}.$$

Таблица 10

Данные к задаче 10								
Вар-т	Группа соедин.	S_H , кВА	U_{1H} , кВ	U_{2X} , В	$u_K, \%$	P_K , Вт	P_X , 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
5	$Y/Y_0 - 0$	75	10	230	5,0	1875	590	7,5

Данные к задаче 10								
Вар-г	Группа соедин.	S_H , кВА	U_{1H} , кВ	U_{2x} , В	u_K , %	P_K , Вт	P_x , Вт	k , %
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 11. Генератор постоянного тока независимого возбуждения имеет следующие номинальные данные: номинальная мощность P_H , номинальное напряжение U_H , сопротивление обмотки якоря в нагретом 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 11

Данные к задаче 11							
Вар-т	P_H , кВт	U_H , В	$R_{я}$, Ом	Вар-т	P_H , кВт	U_H , В	$R_{я}$, 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 12. Электродвигатель постоянного тока с параллельным возбуждением серии 2П характеризуется следующими номинальными величинами: номинальной мощностью на валу P_H ; номинальным напряжением U_H ; номинальной частотой вращения якоря n_H ; номинальным коэффициентом полезного действия η_H ; сопротивлением цепи обмотки якоря $R_{я}$; сопротивлением цепи обмотки возбуждения R_B . Определить: ток I , потребляемый электродвигателем из сети при номинальной нагрузке; номинальный электромагнитный момент на валу электродвигателя; пусковой электромагнитный момент при токе $I_{\Pi} = 2I_H$ (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_B на 30%. Построить естественную механическую характеристику электродвигателя. Начертить схему включения электродвигателя.

Задача 13. Электродвигатель постоянного тока параллельного возбуждения имеет следующие номинальные величины: номинальную мощность на валу P_H ; номинальное напряжение U_H ; номинальную частоту вращения якоря n_H ; номинальный коэффициент полезного действия η_H ; сопротивление цепи обмотки якоря $R_{\text{я}}$; сопротивление цепи обмотки возбуждения R_B . Определить частоту вращения якоря при холостом ходе; частоту вращения якоря при номинальном электромагнитном моменте на валу двигателя и при включении в цепь обмотки якоря добавочного сопротивления, равного $3 R_{\text{я}}$. Построить естественную и реостатную (при $R_d = 3 R_{\text{я}}$ в цепи обмотки якоря) механические характеристики $n(M)$ электродвигателя. Нарисовать схему включения электродвигателя постоянного тока параллельного возбуждения.

Таблица 13

Данные к задачам 12 и 13						
Вариант	P_H , кВт	U_H , В	n , об./мин.	η_H , %	$R_{\text{я}}$, Ом	R_B , 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
9	15	220	1500	85,5	0,338	45

Данные к задачам 12 и 13						
Вариант	P_H , кВт	U_H , В	n , об./мин.	η_H , %	$R_{я}$, Ом	$R_{в}$, Ом
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 14. Трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором питается от сети с линейным напряжением 380 В частотой $f = 50$ Гц. Величины, характеризующие номинальный режим двигателя: номинальная мощность на валу P_H ; номинальное скольжение s_H ; номинальный коэффициент мощности $\cos \varphi_H$; номинальный коэффициент полезного действия η_H ; число пар полюсов p ; кратности максимального и пускового моментов относительно номинального m_K и m_H . Определить ток, потребляемый электродвигателем из сети; частоту вращения ротора при номинальном режиме; номинальный, максимальный и пусковой электромагнитные моменты; критическое скольжение, пользуясь приближенной формулой $M = \frac{2M_{\max}}{\frac{s}{s_K} + \frac{s_K}{s}}$; величины моментов, используя эту формулу и частоты вращения ротора, соответствующие

щие значениям скольжений: s_H ; s_K ; 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0. Построить механическую характеристику $n(M)$ электродвигателя.

Задача 15. Трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором имеет следующие величины, характерные для номинального режима: номинальная мощность на валу P_H ; номинальное скольжение s_H ; номинальный коэффициент мощности $\cos \varphi_H$; номинальный коэффициент полезного действия η_H ; число пар полюсов p ; значения отношений начального пускового и максимального моментов m_{Π} и m_K . 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 электромагнитные моменты.

Таблица 15

Данные к задачам 14 и 15							
Вар-т	P_H , кВт	η_H , %	$\cos \varphi_H$	s_H , %	p	m_K	m_{Π}
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
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

Данные к задачам 14 и 15							
Вар-т	P_H , кВт	η_H , %	$\cos \varphi_H$	S_H , %	p	m_K	m_{II}
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 16. Производственный механизм приводится во вращение трехфазным асинхронным электродвигателем. Изменение момента на валу электродвигателя за цикл работы производственного механизма изображается нагрузочной диаграммой на рисунке 16. Синхронная частота вращения магнитного поля равна n_c . Определить методом эквивалентных величин [2, с.228 – 231] расчетную мощность выбираемого электродвигателя. Выбрать типоразмер трехфазного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором для расчетной мощности $P_{расч.}$ и синхронной частоты вращения n_c 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 16

Данные к задаче 16									
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

Данные к задаче 16									
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
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

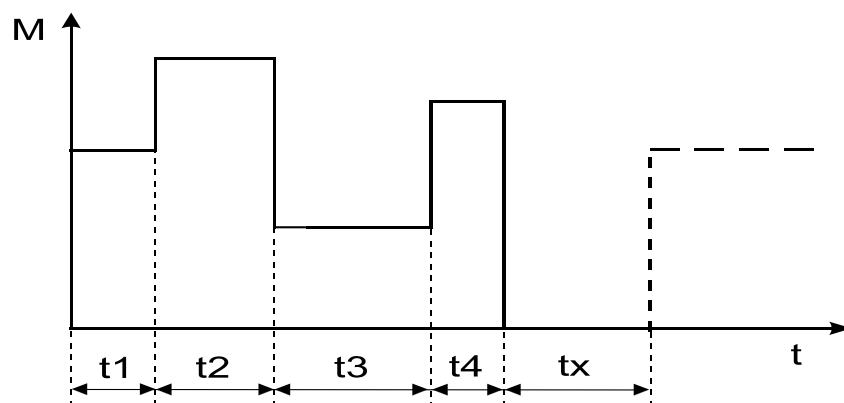


Рис. 16

Задача 17. Для привода насоса в водогрейной котельной установлен трехфазный асинхронный электродвигатель, имеющий следующие паспортные данные: номинальную мощность на валу P_H ; номинальное линейное напряжение U_H ; номинальный коэффициент мощности $\cos \varphi_H$; номинальный коэффициент полезного действия η_H ; кратность пускового тока $i_{\Pi} = I_{\Pi} / I_H$. 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_c и коэффициент мощности $\cos \varphi$ в начале линии, питающей электродвигатель. Коэффициент загрузки электродвигателя принять $k_3 = 1$. Реактивным сопротивлением кабеля пренебречь.

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

Таблица 17

Данные к задаче 17							
Вариант	l , м	Тип двигателя	P_H , кВт	U_H , В	η_H	$\cos \varphi_H$	$i_{\Pi} = I_{\Pi} / I_H$
1	50	4A180M2Y3	30	220	0,905	0,9	7,5
2	40	4A180S2Y3	22	220	0,88	0,91	7,5

Данные к задаче 17							
Вариант	l , м	Тип двигателя	P_H , кВт	U_H , В	η_H	$\cos \varphi_H$	$i_{II} = \frac{I_{II}}{I_H}$
3	47	4A200M2Y3	37	380	0,9	0,89	7,5
4	60	4A160M2Y3	18,5	220	0,885	0,92	7,0
5	55	4A160S2Y3	15	220	0,88	0,91	7,0
6	45	4A200L2Y3	45	380	0,91	0,9	7,5
7	30	4A132M4Y3	11	220	0,875	0,87	7,5
8	38	4A160S4Y3	15	220	0,885	0,88	7,0
9	53	4A225M4Y3	55	380	0,925	0,9	7,0
10	50	4A250S4Y3	75	380	0,93	0,9	7,0
11	45	4A250M4Y3	90	380	0,93	0,91	7,0
12	64	4A280S4Y3	110	380	0,925	0,9	6,0
13	48	4A200L6Y3	30	220	0,905	0,9	6,5
14	57	4A225M6Y3	37	220	0,91	0,89	6,5
15	44	4A250S6Y3	45	380	0,915	0,89	6,5
16	35	4A250M6Y3	55	380	0,915	0,89	6,5
17	62	4A280S6Y3	75	380	0,92	0,89	7,0
18	55	4A315M6Y3	132	380	0,935	0,9	7,0
19	60	4A250M2Y3	90	380	0,92	0,9	7,5

Данные к задаче 17							
Вариант	l , м	Тип двигателя	P_H , кВт	U_H , В	η_H	$\cos \varphi_H$	$i_H = \frac{I_H}{I_H}$
20	43	4A225M2Y3	55	220	0,91	0,92	7,5

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. Федоров А. А., Ристхейн Э. М. Электроснабжение промышленных предприятий. – М.: Энергия, 1980. – 336 с.
8. Сборник задач по электротехнике и основам электроники /Под ред. В. Г. Герасимова. – М.: Высшая школа, 1987. – 286 с.
9. Рекус Г. Г., Белоусов А. И. Сборник задач и упражнений по электротехнике и основам электроники. – М.: Высшая школа, 2001. – 416 с.

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

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

5.2. Литература дополнительная

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

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

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

5.3. Учебно-методические пособия

15. 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.

16. 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.

17. Руководство к лабораторным работам по теоретическим основам электротехники на учебном лабораторном комплексе, часть 1 – «Установившиеся режимы линейных электрических цепей» /Сост. В.Д. Эськов, Г.В. Носов, В.А. Зорин. – Томск: Издательство ТПУ, 2007. – 64 с.

18. Руководство к лабораторным работам по теоретическим основам электротехники на учебном лабораторном комплексе, часть 2 – «Переходные процессы и нелинейные электрические цепи» /Сост. В.Д. Эськов, Г.В. Носов, В.А. Зорин. – Томск: Издательство ТПУ, 2007. – 40 с.

Учебное издание

ОБЩАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА ЭЛЕКТРОТЕХНИКА ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Рабочая программа, методические указания и контрольные задания для студентов, обучающихся по специальностям: 200106 – Информационно-измерительная техника, 220201 – Управление и информатика в технических системах, 220301 – Автоматизация технологических процессов и производств (в нефтегазовой отрасли), 230101 – Вычислительные машины, комплексы, системы и сети, 230105 – Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем.

Разработчики

Аристова Людмила Ивановна
Лукутин Алексей Владимирович
Шпаков Владимир Иванович

Подписано к печати Формат 60х84/16. 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