



УТВЕРЖДАЮ

Директор ИПТ

А.Ю. Дмитриев

2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
УНИФИЦИРОВАННОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
Электротехника 1.3**

КЛАСТЕР 3

КВАЛИФИКАЦИЯ (СТЕПЕНЬ) – Бакалавр, специалист  
БАЗОВЫЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН ПРИЕМА – 2016 г.

КУРС – 3, СЕМЕСТР – 5  
КОЛИЧЕСТВО КРЕДИТОВ – 3

КОД ДИСЦИПЛИНЫ БМ3.4

ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ВРЕМЕННОЙ РЕСУРС:

Лекции – 8 час.

Лабораторные занятия – 4 час.

Практические занятия – 6 час.

АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ – 18 час.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА – 90 час.

ИТОГО – 108 час.

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ – заочная

ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ: 5 сем. – экзамен  
ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ – кафедра ЭСиЭ ЭНИИ

Заведующий обеспечивающей кафедрой

Прохоров А.В.

Преподаватель

Кулешова Е.О.

Хохлова Т.Е.

2016 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ (ДИСЦИПЛИНЫ)

Целями изучения дисциплины, соответствующие целям ООП являются:

Ц1	формирование знаний о законах и современных методах расчета электрических цепей и электромагнитных полей электротехнических устройств и электроэнергетических систем;
Ц2	приобретение навыков расчета и анализа параметров электрических цепей, токов и напряжений в установившихся и переходных режимах линейных и нелинейных схем замещения электрических цепей;
Ц3	формирование знаний об основных типах электрических машин, их конструктивных особенностях и их технических характеристиках;
Ц4	приобретение навыков владения пакетами прикладных программ расчета электрических цепей;
Ц5	умение пользоваться электроизмерительными приборами.

## 2. МЕСТО МОДУЛЯ (ДИСЦИПЛИНЫ) В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина "Электротехника 1.3" является базовой частью общепрофессиональных дисциплин подготовки бакалавров и специалистов по направлениям 21.03.01 – «Нефтегазовое дело», 21.05.03 – «Технология геологической разведки», 21.05.02 – «Прикладная геология». Дисциплина реализуется на базе кафедры Электрические сети и электротехника (ЭСиЭ) Энергетического института Томского политехнического университета.

Указанная дисциплина является одной из базовых; имеет как самостоятельное значение, так и является основой для ряда специальных дисциплин.

Для успешного освоения дисциплины слушателю необходимо:

знать:

основные понятия и методы дифференциального и интегрального исчисления, функций комплексных переменных; методы численного решения алгебраических и дифференциальных уравнений; основные физические явления и законы электротехники;

уметь:

применять методы математического анализа, компьютерную технику и информационные технологии при решении инженерных задач; выявлять физическую сущность явлений и процессов в различных устройствах;

владеть:

инструментарием при решении математических и физических задач в области электротехники.

*Дисциплине «Электротехника» предшествует освоение дисциплин*

*«Математика 1.1, 2.1» БМ2.1, БМ2.2*

*«Физика 1.1, 2.1» БМ2.6, БМ2.8*

*«Информатика 1.1» БМ1.4*

Содержание разделов дисциплины «Электротехника 1.3» согласовано с содержанием дисциплин, изучаемых параллельно

*«Физика 3.1» БМ2.9*

«Электротехника 1.3» непосредственно связана с дисциплинами естественнонаучного и математического модуля (физика, математика, информатика) и опирается на освоенные при изучении данных дисциплин знания и умения.

При изучении дисциплины «Электротехника 1.3» студенты должны знать разделы математики: элементы теории функций комплексной переменной, уметь решать уравнения в матричной форме, дифференциальные и интегральные уравнения.

Студенты должны успешно освоить разделы физики «Электричество и магнетизм: электростатика и магнитостатика в вакууме и веществе, электрический ток, уравнение не-

прерывности, уравнения Максвелла, электромагнитное поле» и «Физика колебаний и волн: гармонический колебания, свободные и вынужденные колебания».

Из курса информатики студенты должны приобрести навыки работы в таких программах как Word, Excel, PowerPoint, MathCad, Labview, EWB, Multisim. Знать вычислительные методы решения: систем линейных уравнений с вещественными и комплексными коэффициентами; дифференциальных уравнений 1-го и 2-го порядков; операций с матрицами и иметь простейшие навыки работы на компьютере и в сети Интернет.

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе освоения дисциплины с учетом требований ФГОС, критериев АИОР, согласованных с требованиями международных стандартов *EURACE* и *FEANI*, а также заинтересованных работодателей планируются следующие компетенции:

Код направления ФГОС	Наименование направления	Набор компетенций из ФГОС
21.03.01	Нефтегазовое дело	<ul style="list-style-type: none"> <li>- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);</li> <li>- способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);</li> <li>- способность планировать и проводить необходимые эксперименты, обрабатывать, в том числе с использованием прикладных программных продуктов, интерпретировать результаты и делать выводы (ПК-24);</li> <li>- способностью работать в команде, толерантно воспринимая социальные и культурные различия (ОК-6);</li> </ul>
21.05.02	Прикладная геология	<ul style="list-style-type: none"> <li>- готовность обобщать, анализировать, воспринимать информацию, ставить цели и выбирать пути ее достижения (ОК-1);</li> <li>- готовность к кооперации с коллегами, работе в коллективе (ОК-4);</li> <li>- способность планировать и выполнять аналитические, имитационные и экспериментальные исследования, критически оценивая результаты исследований и делать выводы (ПК-23);</li> </ul>
21.05.03	Технология геологической разведки	<ul style="list-style-type: none"> <li>- стремлением к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства (ОК-9);</li> <li>- самостоятельным приобретением новых знаний и умений с помощью информационных технологий и использованием их в практической деятельности, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ПК-2);</li> <li>- способностью находить, анализировать и перерабатывать информацию, используя современные информационные технологии (ПК-25);</li> </ul>

Таблица 1

## Результаты обучения

<b>P1</b>	21.03.01 (ОК-7); 21.05.03 (ОК-9).	способность к самоорганизации и самообразованию
<b>P2</b>	21.03.01 (ОК-6); 21.05.02 (ОК-4).	готовностью к кооперации с коллегами, работе в коллективе
<b>P3</b>	21.03.01 (ОПК-2).	Способность использовать основные законы <i>электротехники</i> в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа, расчета и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
<b>P4</b>	21.03.01 (ПК-24); 21.05.02 (ПК-23).	Способность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов, составлять описания проводимых исследований и подготавливать данные для составления научных обзоров и публикаций

Таблица 2

Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины

Результаты обучения (компетенции из ФГОС)	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
P1			У1.1	Самообучаться	В1.1	Обобщения, анализа, восприятия информации
			У1.2	Работать с информацией в глобальных компьютерных сетях	В1.2	Работы с компьютером как средством управления информацией
P2	32.1	Особенности инженерной деятельности в области электротехники	У2.1	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, выполняя различные задания, а также проявлять инициативу	В2.1	Навыками работы в команде при планировании и проведении эксперимента
P3	33.1	Основных физических явлений и законов электротехники и их математическое описание	У3.1	Использования основных законов электротехники в профессиональной деятельности	В3.1	Применять методы математического описания физических явлений и процессов, определяющих принципы работы различных электротехнических устройств

Р4	34.1	Типовых стандартных приборов, устройств, аппаратов, программных средств, используемых при экспериментальных исследованиях	У4.1	Планировать измерительный эксперимент для получения конкретных данных с целью решения определенной научно-технической задачи в области и электротехники	В4.1	Применение современных пакетов прикладных программ для моделирования эксперимента и обработки результатов измерений
----	------	---	------	---	------	---

## Универсальные компетенции для дисциплины «Электротехника»

Таблица 3

### Планируемые результаты освоения дисциплины

№ п/п	Результат
РД1	Объяснять законы электротехники, устройство и принцип действия электромагнитных устройств
РД2	Рассчитывать основные параметры и характеристики линейных электрических цепей, электрических машин и трансформаторов
РД3	Проводить экспериментальные и имитационные исследования электрических цепей, электрических машин и трансформаторов
РД4	Анализировать результаты экспериментальных и теоретических исследований

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Наименование разделов (модулей) дисциплины:

Таблица 4

#### Структура дисциплины по разделам и формам организации обучения

Название разделов	Аудиторная работа (час.)			СРС (час.)	Итого (час.)
	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. раб.		
Линейные цепи с постоянными напряжениями и токами	2	2	2	30	36
Цепи с гармоническими напряжениями и токами	2	2		30	34
Электромагнитные устройства и электрические машины	4	2	2	30	38
Всего по формам обучения	8	6	4	90	108

#### Раздел 1. *Линейные цепи с постоянными напряжениями и токами*

Основные элементы и законы электрических цепей. Источники ЭДС и тока. Схемы замещения электрических цепей. Резистивные элементы схем замещения. Основные топологические понятия для схем замещения электрических цепей: ветвь, узел, контур, граф. Постоянные токи и напряжения. Выбор положительных направлений токов и напряжений. Закон Ома. Первый и второй законы Кирхгофа. Методы расчета электрических цепей: метод контурных токов, метод двух узлов, метод эквивалентного генератора, метод наложения, Теорема Телледжена. Баланс мощности в резистивных цепях.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1. ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИНЕЙНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА.

ПРАКТИКА №1. МЕТОДЫ РАСЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ.

Раздел 2. Цепи с гармоническими напряжениями и токами

Гармонические токи и напряжения. Промышленная частота. Постоянный ток как частный случай гармонического тока. Действующие значения гармонических величин. Символический метод. Топографические и лучевые векторные диаграммы. Резонанс. Трехфазные цепи. Соединения обмоток генераторов и трансформаторов. Симметричный и несимметричный режим трехфазных цепей. Вращающееся магнитное поле.

ПРАКТИКА №2. СИМВОЛИЧЕСКИЙ МЕТОД. ТРЕХФАЗНЫЕ ЦЕПИ.

Раздел 3. Электромагнитные устройства и электрические машины

Однофазный, трехфазный и специальные трансформаторы. Устройство, принцип действия, «Г»- и «Т»-образные схемы замещения и их параметры. Режимы и опыты холостого хода и короткого замыкания.

Машины постоянного тока, их устройство и принцип действия. Основные характеристики МПТ.

Асинхронные машины. Устройство и принцип действия. Основные характеристики АМ.

Синхронные машины. Устройство и принцип действия. Основные характеристики СМ.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ.

ПРАКТИКА №3. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ И ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ УСТРОЙСТВ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН.

Таблица 5

Матрица соответствия модулей дисциплины и результатов обучения

Название разделов \ Результаты	РД1	РД2	РД3	РД4	РД5
Лекции	х				
Лабораторные работы		х	х	х	х
Практические занятия		х			
ИДЗ		х		х	

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для успешного освоения дисциплины «Электротехника 1.3» применяются как предметно – ориентированные технологии обучения (технология постановки цели, технология полного усвоения, технология концентрированного обучения), так и личностно – ориентированные технологии обучения (технология обучения как учебного исследования, технология педагогических мастерских, технология коллективной мыследеятельности, технология эвристического обучения), которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной образовательной программе.

Таблица 6

Методы и формы организации обучения

Методы	ФОО	Лекц.	Лаб. раб.	Пр. зан./ сем.,	Тр.*, Мк**	СРС	К. пр.***
ИТ-методы		х	х			х	
Работа в команде			х				
Обучение на основе опыта		х	х	х			
Опережающая самостоятельная работа			х			х	
Поисковый метод						х	
Исследовательский метод						х	

\* – Тренинг, \*\* – мастер-класс, \*\*\* – командный проект

## 6. ОРГАНИЗАЦИЯ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Самостоятельная работа является наиболее продуктивной формой образовательной и познавательной деятельности студента в период обучения. Для реализации творческих способностей и более глубокого освоения дисциплины предусмотрены следующие виды самостоятельной работы: **1) текущая и 2) творческая проблемно – ориентированная.**

**6.1. Текущая самостоятельная работа,** направленная на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений включает:

- работу с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуальному заданию;
- опережающую самостоятельную работу;
- выполнение домашних заданий;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовку к лабораторным работам, к практическим занятиям;
- подготовку к контрольным работам, экзамену;

### 6.3. Индивидуальные домашние задания:

#### 6.3.1. Общие методические указания

Индивидуальное домашнее задание (ИДЗ) выполняется и предоставляется на проверку преподавателю в соответствии с графиком изучения дисциплины.

ИДЗ состоит из ряда задач, охватывающих основные разделы курса.

К каждой задаче дается таблица с численными данными на 20 вариантов.

**Номер варианта индивидуального задания определяется по последним двум цифрам номера зачетной книжки. Если образуемое ими число больше 20, то следует взять сумму этих цифр.** Например, если номер зачетной книжки 3-2Б61/12, то номер варианта задания равен 12. Если номер зачетной книжки 3-2Б61/23, то номер варианта задания равен 5.

Задачи, входящие в ИДЗ, весьма разнообразны, поэтому можно предложить общие рекомендации к их решению:

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 полученные в процессе решения задачи 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 числовых расчетах рекомендуется придерживаться определенного порядка: искомую величину описать формулой, затем подставить числовые значения величин, результат расчета (числовое значение) искомой величины и единицы измерения. Расчеты выполнить до трех значащих цифр.

8. 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.

9. Электрические схемы необходимо чертить 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.

10. Графики представить аккуратно выполненными. 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.

11. Векторные диаграммы строят в масштабе, который указывается таким образом:

$$m_U = \dots \frac{\text{В}}{\text{мм}}; \quad m_I = \dots \frac{\text{А}}{\text{мм}}.$$

12. В случае несоответствия работы требованиям студент получает оценку «незачетно». В этом случае работа должна быть исправлена и повторно предоставлена преподавателю.

13. Если индивидуальное домашнее задание не зачтено или зачтено 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.

### 6.3.2. Требования к оформлению ИДЗ

Условия и решения задач необходимо набрать с использованием программы Microsoft Word, формулы набираются в MathType. Кегль не менее 12. Обязательно должен быть титульный лист. На титульном листе указывают: фамилию, имя и отчество, номер учебного шифра, номер группы и номер варианта. Все страницы работы должны иметь сквозную нумерацию. Обязательно прилагается список использованной литературы, в который включаются методические указания, в соответствии с которыми выполнены задания. В случае несоответствия работы требованиям к оформлению студент получает отрицательную рецензию. Работа должна быть исправлена и повторно отправлена на проверку в минимально короткий срок.

Защита ИДЗ происходит в индивидуальной беседе с преподавателем по выполненным задачам. Студент, не получивший положительной рецензии на защите ИДЗ, не допускается к сдаче экзамену по данной дисциплине.

### 6.3.3. Варианты ИДЗ и методические указания

**Задача 1.** Для электрических цепей, схемы которых изображены на рис. 1.1–1.20, по заданным величинам сопротивлений и электродвижущих сил (табл. 7) выполнить следующие операции:

- 1) составить систему уравнений, необходимых для определения токов по первому и второму законам Кирхгофа;
- 2) рассчитать токи во всех ветвях заданной схемы методом контурных токов;
- 3) составить баланс мощностей для заданной схемы;
- 4) определить показание вольтметра;
- 5) определить ток в резисторе с сопротивлением  $R_6$  методом эквивалентного генератора;
- 6) упростить схему, заменив треугольник сопротивлений  $R_4, R_5, R_6$  эквивалентным соединением звездой, в полученной схеме показать токи в ветвях и рассчитать их методом узлового напряжения.

Таблица 7

Данные к задаче 1										
Вар-т	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

**Данные к задаче 1**

Вар-т	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
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
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

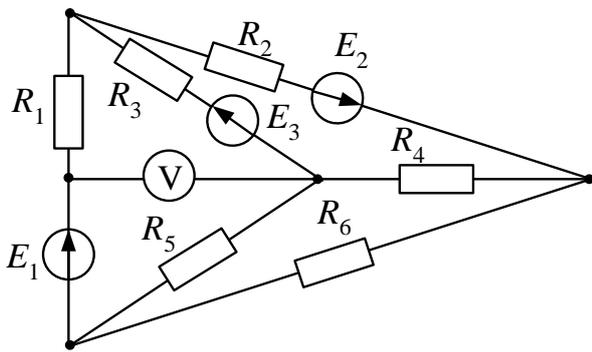


Рис. 1.1

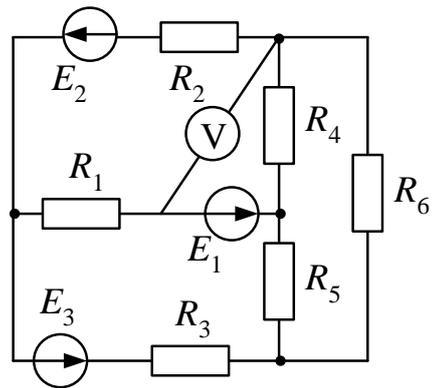


Рис. 1.2

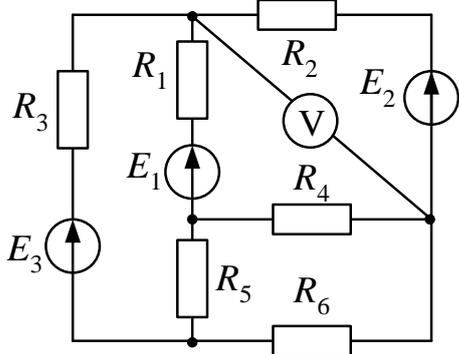


Рис. 1.3

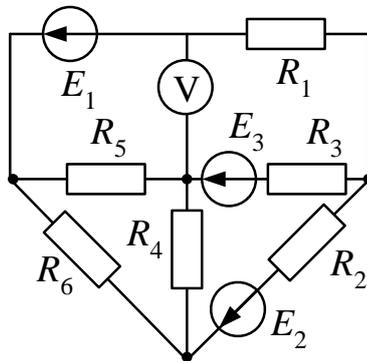


Рис. 1.4

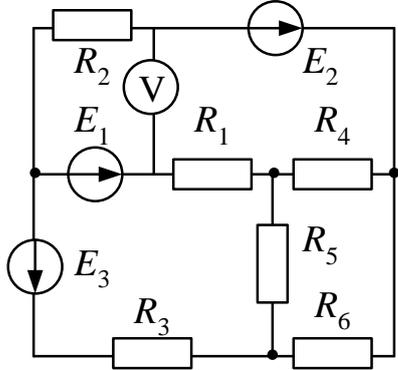


Рис. 1.5

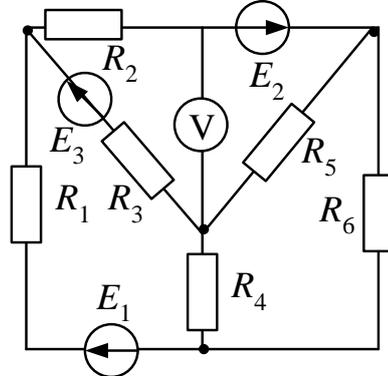


Рис. 1.6

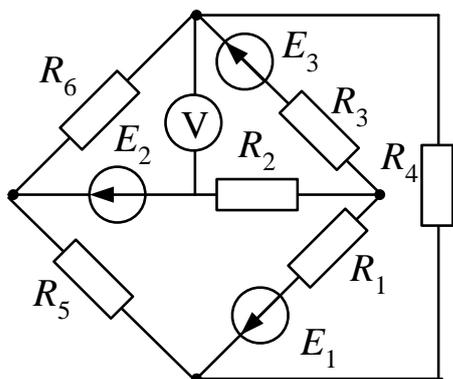


Рис. 1.7

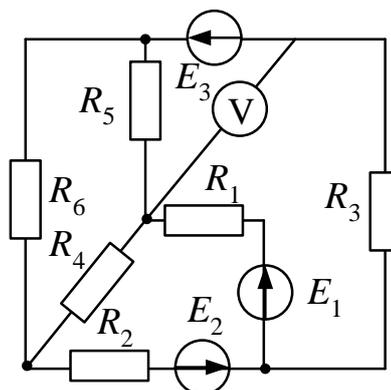


Рис. 1.8

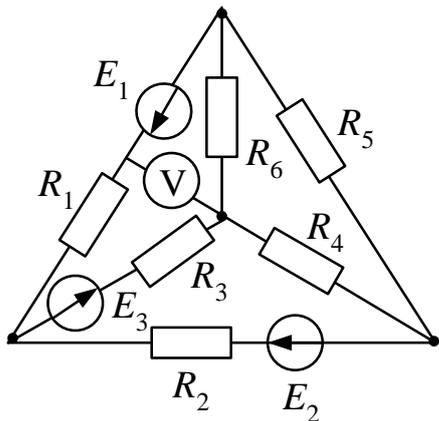


Рис. 1.9

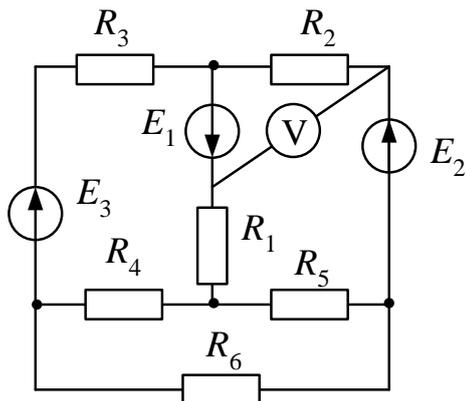


Рис. 1.10

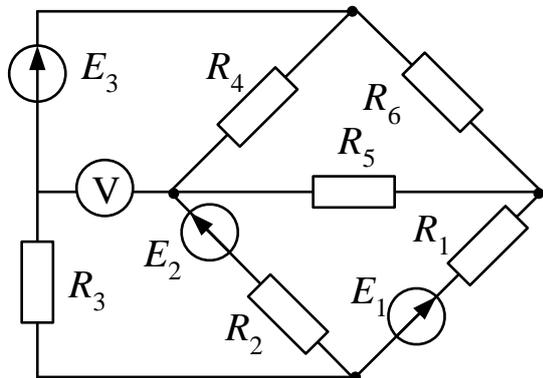


Рис. 1.11

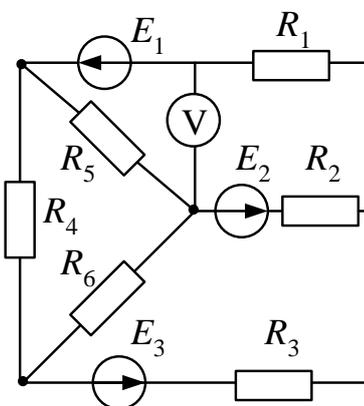


Рис. 1.12

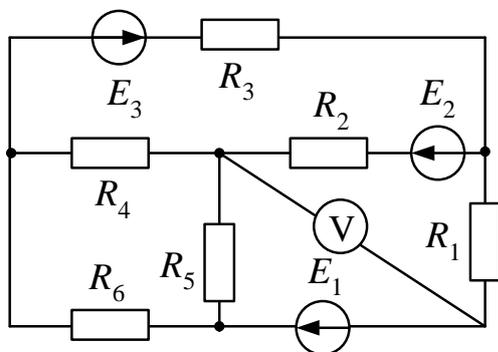


Рис. 1.13

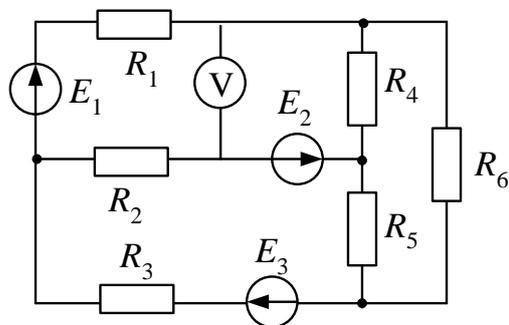


Рис. 1.14

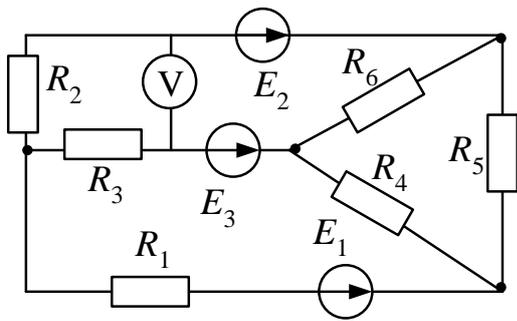


Рис. 1.15

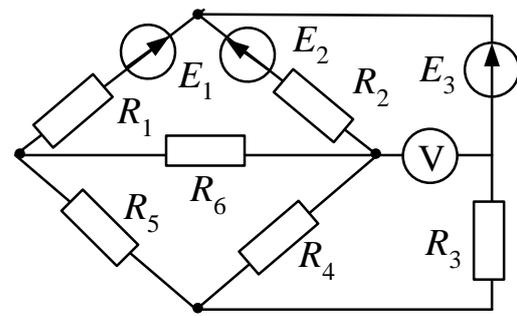


Рис. 1.16

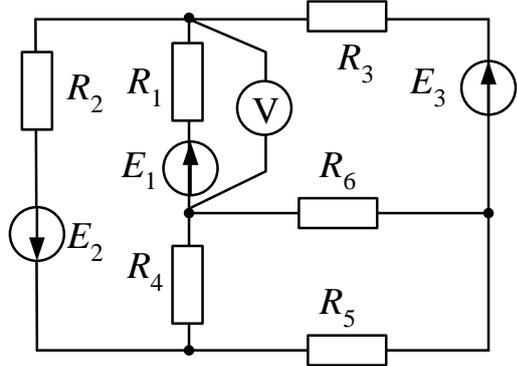


Рис. 1.17

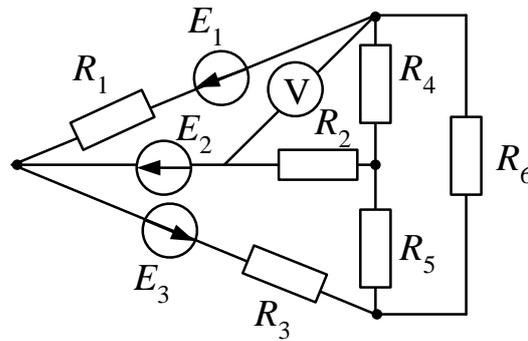


Рис. 1.18

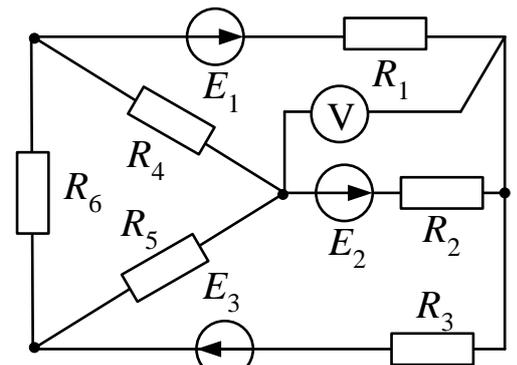


Рис. 1.19

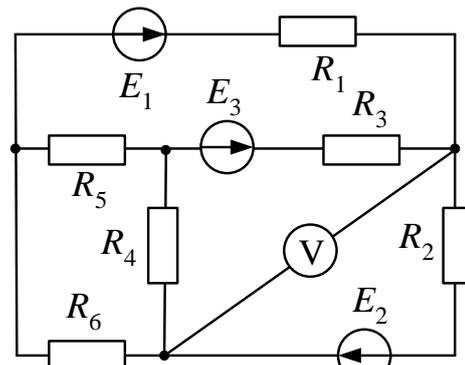


Рис. 1.20

**Задача 2.** В электрических цепях, схемы которых представлены на рис. 2.1–2.20, известны параметры элементов цепи (табл. 8). К зажимам электрической цепи приложено синусоидальное напряжение вида  $u(t) = \sqrt{2} U \sin \omega t$ , изменяющееся с частотой  $f = 50$  Гц. Необходимо рассчитать:

- 1) комплексные действующие значения токов в ветвях схемы;
- 2) определить показания приборов: амперметра, вольтметра электромагнитной системы, ваттметра;
- 3) определить коэффициент мощности  $\cos \varphi$  на входе электрической цепи.

Таблица 8

Данные к задаче 2											
Вар-т	Рис.	$U$ , 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	2.1	150	637	–	–	–	18	15,9	2	3	4
2	2.2	100	–	100	–	15,9	–	15,9	8	3	–
3	2.3	120	–	–	318	–	–	15,9	8	3	4
4	2.4	200	–	–	398	15,9	15,9	–	–	3	4

**Данные к задаче 2**

Вар-т	Рис.	$U$ , 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
5	2.5	220	637	159	—	—	—	19,1	8	—	4
6	2.6	50	318	—	—	—	—	115	—	20	50
7	2.7	100	159	—	—	15,9	—	115	—	25	40
8	2.8	200	—	—	159	115	63,7	—	—	22	18
9	2.9	220	—	212	100	63,7	—	—	—	15	35
10	2.10	50	—	530	—	—	—	19,1	10	4	8
11	2.11	100	63,7	—	265	—	31,8	—	—	—	15
12	2.12	120	398	—	—	—	—	38,2	8	—	10
13	2.13	200	—	—	212	—	63,7	—	25	—	12
14	2.14	220	—	159	—	—	—	115	45	—	30
15	2.15	150	—	212	—	115	—	—	15	25	—
16	2.16	100	398	—	—	—	—	38,2	18	—	8
17	2.17	120	—	265	—	—	—	47,8	12	10	—
18	2.18	200	159	—	—	—	—	115	25	—	40
19	2.19	220	398	—	—	—	115	—	15	36	—
20	2.20	50	—	530	159	—	—	38,2	6	—	8

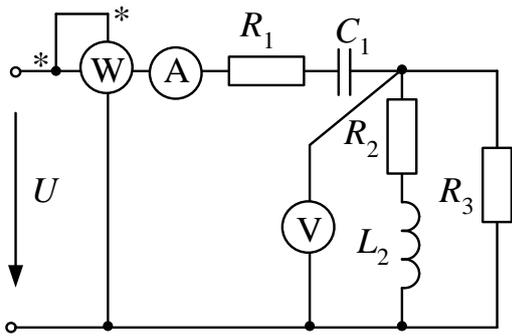


Рис. 2.1

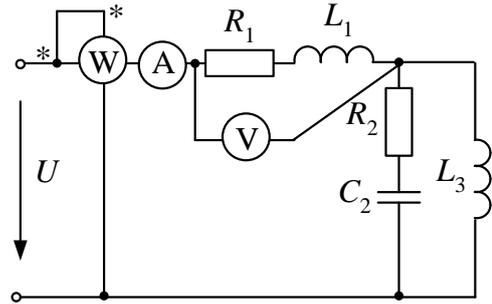


Рис. 2.2

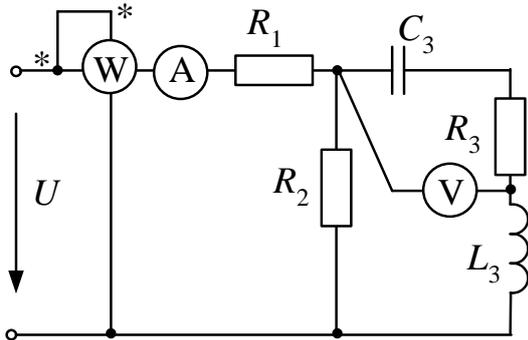


Рис. 2.3

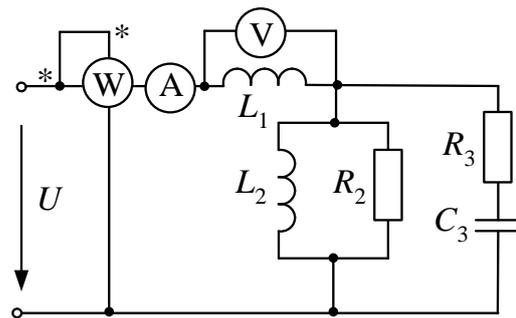


Рис. 2.4

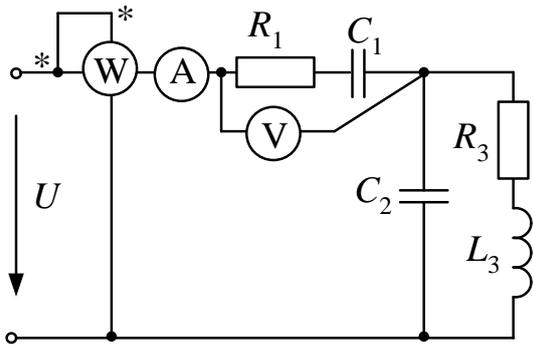


Рис. 2.5

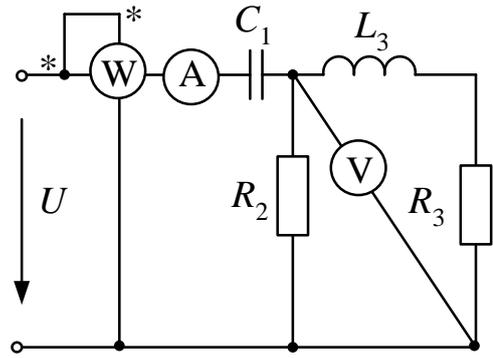


Рис. 2.6

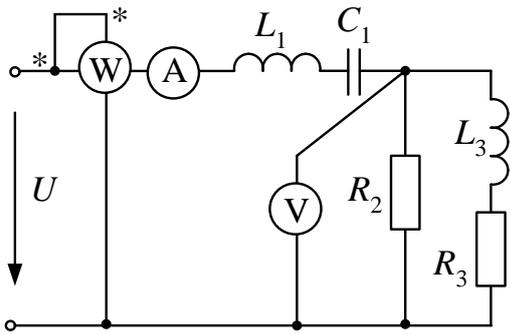


Рис. 2.7

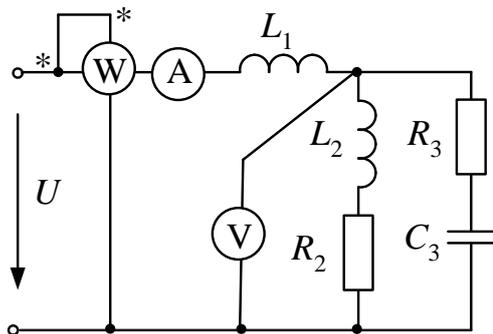


Рис. 2.8

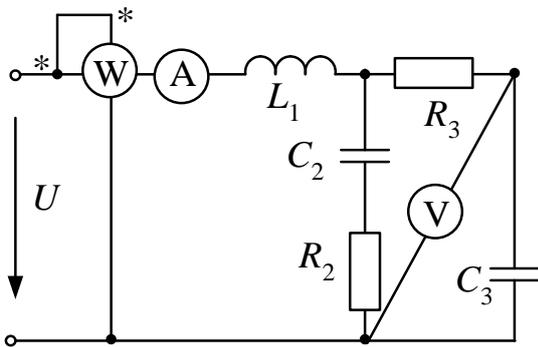


Рис. 2.9

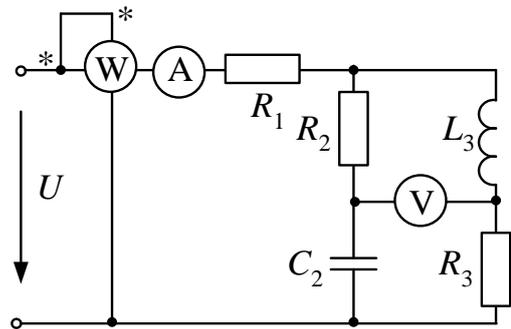


Рис. 2.10

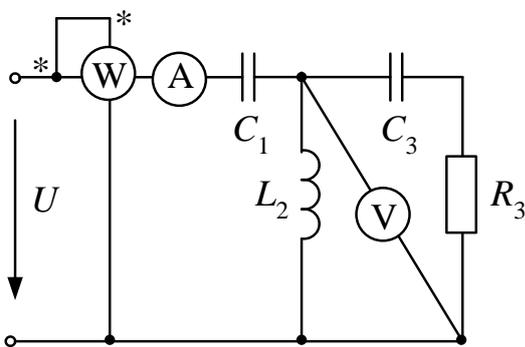


Рис. 2.11

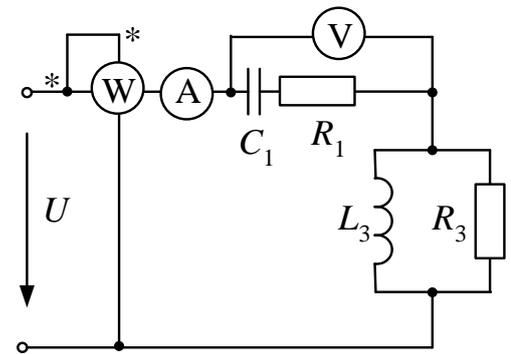


Рис. 2.12

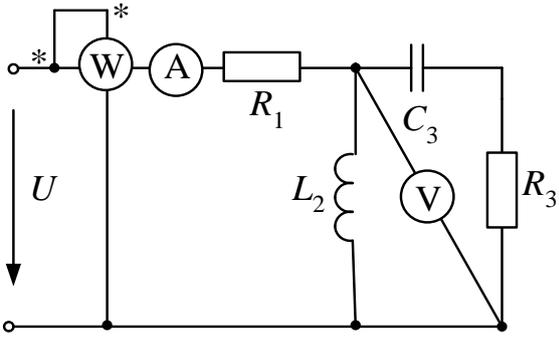


Рис. 2.13

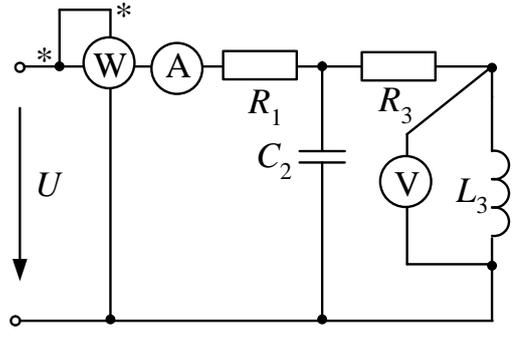


Рис. 2.14

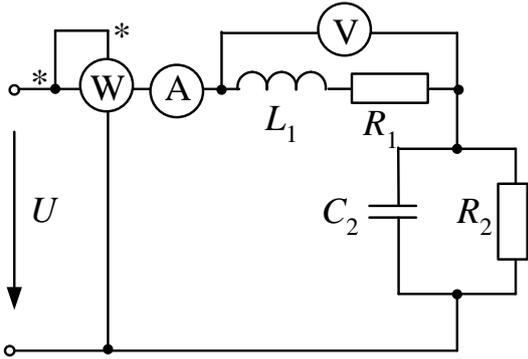


Рис. 2.15

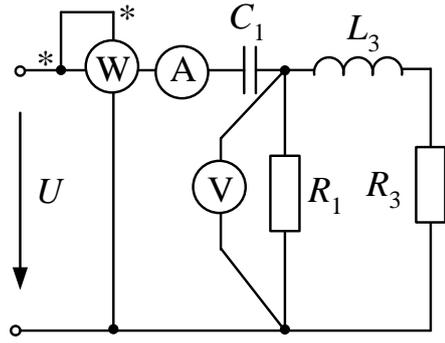


Рис. 2.16

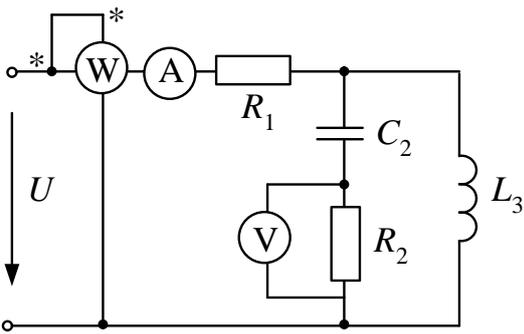


Рис. 2.17

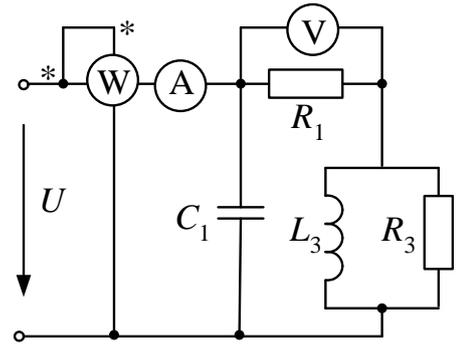


Рис. 2.18

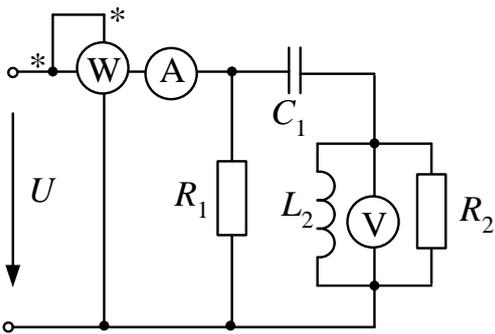


Рис. 2.19

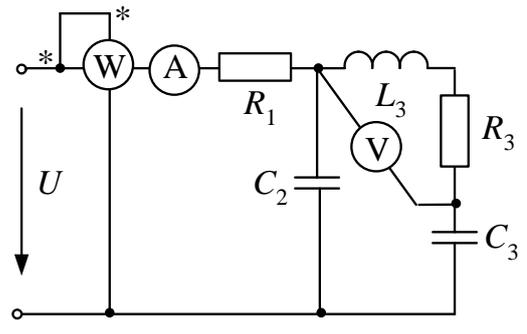


Рис. 2.20

**Задача 3.** Для электрических цепей, схемы которых изображены на рис. 3.1–3.3, по заданным параметрам трехфазной симметричной нагрузки  $Z_k = R_k \pm jX_k$  и линейному напряжению источника электрической энергии (табл. 9) рассчитать:

- 1) фазные и линейные токи;
- 2) фазные напряжения;
- 3) активную и реактивную мощности;
- 4) построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений.

Таблица 9

Данные к задаче 3								
Вар-т	Рис.	Лин. напр $U$ , В	$R_1$ , Ом	$R_2$ , Ом	$R_3$ , Ом	$X_1$ , Ом	$X_2$ , Ом	$X_3$ , Ом
1	3.1	220	8	8	8	6(инд)	6(инд)	6(инд)
2	3.3	220	10	10	10	–	–	–
3	3.1	380	15	15	15	5(емк)	5(емк)	5(емк)
4	3.3	127	4	4	4	3(инд)	3(инд)	3(инд)
5	3.2	380	–	–	–	11 (емк)	11 (емк)	11 (емк)
6	3.3	127	–	–	–	10 (инд)	10 (инд)	10 (инд)
7	3.1	220	15	15	15	–	–	–
8	3.3	127	–	–	–	20 (емк)	20 (емк)	20 (емк)
9	3.1	220	5	5	5	8(инд)	8(инд)	8(инд)
10	3.3	380	16	16	16	12 (инд)	12 (инд)	12 (инд)
11	3.1	380	12	12	12	6(инд)	6(инд)	6(инд)
12	3.3	220	25	25	25	–	–	–
13	3.2	380	12	12	12	16 (инд)	16 (инд)	16 (инд)
14	3.3	220	18	18	18	10 (емк)	10 (емк)	10 (емк)
15	3.2	220	10	10	10	15 (инд)	15 (инд)	15 (инд)
16	3.3	127	30	30	30	–	–	–
17	3.1	380	–	–	–	22 (емк)	22 (емк)	22 (емк)
18	3.3	220	–	–	–	40 (емк)	40 (емк)	40 (емк)
19	3.1	220	8	8	8	16 (инд)	16 (инд)	16 (инд)
20	3.2	380	20	20	20	15 (инд)	15 (инд)	15 (инд)

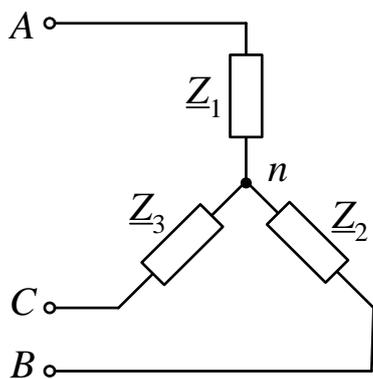


Рис. 3.1

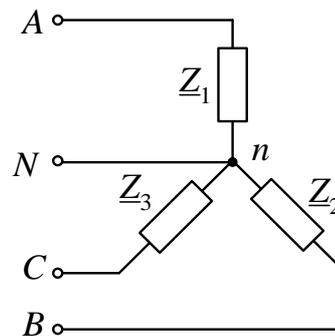


Рис. 3.2

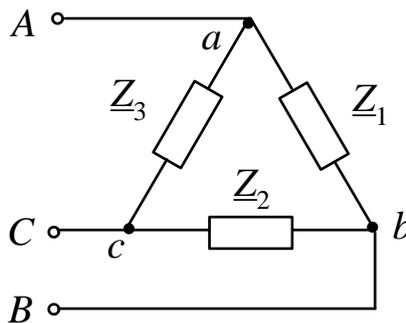


Рис. 3.3

**Задача 4.** Подъемный электромагнит имеет магнитопровод и якорь прямоугольного сечения (рис. 4), 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  $F$ . Параметры электромагнита заданы в табл. 10.

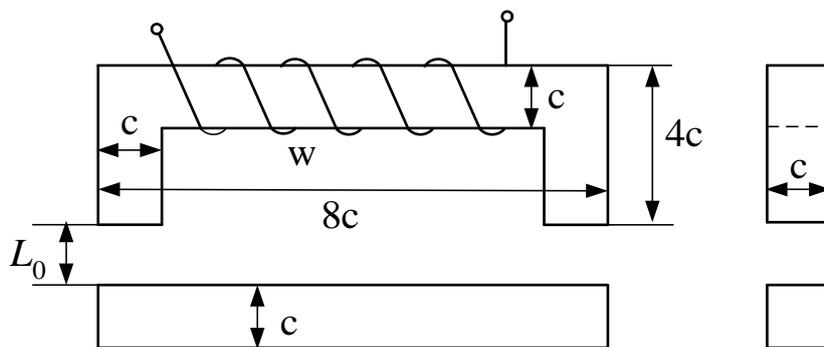


Рис. 4

Таблица 10

Данные к задаче 4							
Вар-т	с, см	w, витков	F, кН	Вар-т	с, 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

Данные к задаче 4							
Вар-т	с, см	w, ВИТКОВ	F, кН	Вар-т	с, см	w, ВИТКОВ	F, кН
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 5.** 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 (табл. 11).

Определить:

- 1) коэффициент мощности холостого хода  $\cos \varphi_0$ ;
- 2) сопротивления первичной и вторичной обмоток  $R_1, X_1, R_2, X_2$ ;
- 3) сопротивления ветви намагничивания  $Z_m, R_m, X_m$ .

Построить:

- 1) внешнюю характеристику  $U_2 = f_1(\beta)$ ;
- 2) 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:

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

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

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

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

Таблица 11

Данные к задаче 5								
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

Данные к задаче 5								
Вар-т	Группа соедин.	$S_n$ , кВА	$U_{1н}$ , кВ	$U_{2х}$ , В	$u_K$ %	$P_k$ , Вт	$P_x$ , Вт	$k$ %
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
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 6.** Генератор постоянного тока независимого возбуждения имеет следующие номинальные данные: номинальная мощность  $P_n$ , номинальное напряжение  $U_n$ , сопротивление обмотки якоря в нагретом состоянии  $R_a$  (табл. 12).

Определить при переходе от номинального режима к режиму холостого хода:

- 1) электромагнитную мощность генератора;
- 2) относительное изменение напряжения  $\Delta u$  % на его зажимах.

Построить: внешнюю характеристику генератора.

Реакцией якоря и падением напряжения в контактах щеток пренебречь.

Таблица 12

Данные к задаче 6							
Вар-т	$P_n$ , кВт	$U_n$ , В	$R_{я}$ , Ом	Вар-т	$P_n$ , кВт	$U_n$ , 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 7.** Электродвигатель постоянного тока параллельного возбуждения имеет следующие номинальные величины: номинальную мощность на валу  $P_n$ ; номинальное напряжение  $U_n$ ; номинальную частоту вращения якоря  $n_n$ ; номинальный коэффициент полезного действия  $\eta_n$ ; сопротивление цепи обмотки якоря  $R_{я}$ ; сопротивление цепи обмотки возбуждения  $R_{в}$  (табл. 13).

Определить:

- 1) частоту вращения якоря при холостом ходе;
- 2) частоту вращения якоря при номинальном моменте на валу двигателя;
- 3) частоту вращения якоря при включении в цепь обмотки якоря добавочного сопротивления, равного  $3R_{я}$ .

Построить:

- 1) естественную механическую характеристики  $n(M)$  электродвигателя;
- 2) реостатную (при  $R_d = 3R_{я}$  в цепи обмотки якоря) механические характеристики  $n(M)$  электродвигателя.

Нарисовать: схему включения электродвигателя постоянного тока параллельного возбуждения.

Таблица 13

Данные к задаче 7						
Вар-т	$P_n$ , кВт	$U_n$ , В	$n$ , об/мин	$\eta_n$ , %	$R_{я}$ , Ом	$R_{в}$ , 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
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

Данные к задаче 7						
Вар-т	$P_n$ , кВт	$U_n$ , В	$n$ , об/мин	$\eta_n$ , %	$R_y$ , Ом	$R_b$ , Ом
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 8.** 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  $P_n$ ; номинальное скольжение  $s_n$ ; номинальный коэффициент мощности  $\cos \varphi_n$ ; номинальный коэффициент полезного действия  $\eta_n$ ; число пар полюсов  $p$ ; кратности максимального и пускового моментов относительно номинального  $m_k$  и  $m_n$  (табл. 14).

Определить:

- 1) ток, потребляемый электродвигателем из сети;
- 2) частоту вращения ротора при номинальном режиме;
- 3) номинальный, максимальный и пусковой моменты;
- 4) критическое скольжение, пользуясь приближенной формулой:

$$M = \frac{2M_{\max}}{\frac{s}{s_k} + \frac{s_k}{s}};$$

5) величины моментов, соответствующие значениям скольжений:  $s_n$ ;  $s_k$ ; 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0.

Построить:

механическую характеристику  $n(M)$  электродвигателя.

Таблица 14

Данные к задаче 8							
Вар-т	$P_n$ , кВт	$\eta_n$ , %	$\cos \varphi_n$	$s_n$ , %	$p$	$m_k$	$m_n$
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 задаче 8							
Вар-т	$P_n$ , кВт	$\eta_n$ , %	$\cos \varphi_n$	$S_n$ , %	$p$	$m_k$	$m_n$
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

#### 6.4. Контроль самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы студентов и качество освоения отдельных модулей дисциплины осуществляется посредством:

- защиты лабораторных работ в соответствии графиком выполнения;
- представления результатов индивидуальных домашних работ;
- результатов ответов на контрольные вопросы;
- тестовые задания,
- опроса студентов на практических занятиях.

Оценка текущей успеваемости студентов определяется в баллах в соответствии с рейтингом – планом, предусматривающем все виды учебной деятельности.

#### 6.5. Учебно – методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

При выполнении самостоятельной работы студенты имеют возможность пользоваться специализированными источниками, приведенными в разделе 9. «Учебно – методическое и информационное обеспечение дисциплины».

### 7. СРЕДСТВА ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролируемых мероприятий:

Таблица 15

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
Контрольные вопросы, задаваемые при выполнении и защитах лабораторных работ	РД1, РД2
Выполнение лабораторных работ, составление и защита отчетов	РД3, РД4
Комплекты задач для закрепления теоретического материала по темам практических занятий	РД1, РД2
Защита индивидуальных домашних заданий	РД1, РД2, РД3
Экзамен	РД1, РД2

#### 7.1. Пример контрольных вопросов по лабораторным работам

*а) для допуска к выполнению лабораторной работы*

1. Сформулируйте цель работы.
2. Что называется ветвью, узлом и контуром?

3. Сформулируйте первый закон Кирхгофа для цепей постоянного тока.
4. Сформулируйте второй закон Кирхгофа для цепей постоянного тока.
5. К какому участку электрической цепи применим первый закон Кирхгофа?
6. К какому участку электрической цепи применим второй закон Кирхгофа?
7. В чем сущность принципа наложения?

*б) для защиты отчета по лабораторной работе*

1. Какие узлы называют независимыми?
2. Как определяют число независимых узлов в сложной разветвленной схеме?
3. Какие контуры называются независимыми?
4. Как определяют число независимых контуров в сложной разветвленной схеме?
5. Составьте систему необходимого числа уравнений по законам Кирхгофа для схемы, предложенной преподавателем.
6. Как определить общее число уравнений, составляемых по законам Кирхгофа, сколько из них составляется по первому закону Кирхгофа и сколько по второму закону Кирхгофа.

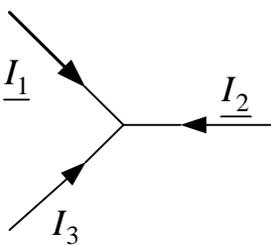
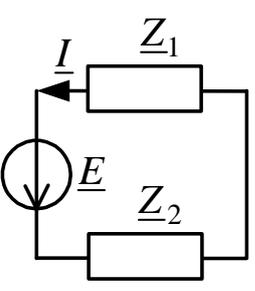
*а) для допуска к выполнению лабораторной работы:*

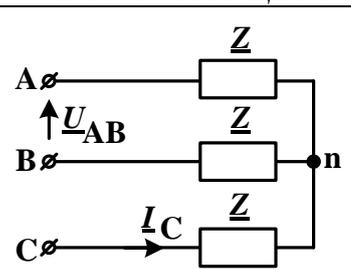
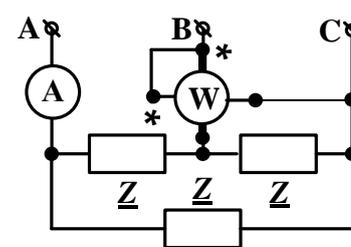
1. Сформулируйте цель лабораторной работы.
2. Расскажите устройство генератора постоянного тока.
3. Из какого материала должны быть изготовлены корпус и полюса генератора постоянного тока?
4. Что такое коллектор, из какого материала он выполнен и каковы его основные функции в генераторах постоянного тока?
5. Расскажите принцип действия генератора постоянного тока со смешанным возбуждением.
6. Что такое номинальные данные исследуемого генератора и где их можно взять?
7. Токи каких частей электрической цепи генератора показывают амперметры, указанные в схеме электрической цепи генератора?
8. Что такое реакция якоря генератора постоянного тока?
9. Как происходит процесс самовозбуждения генератора постоянного тока?
10. Какие причины могут помешать самовозбуждению генераторов постоянного тока?
11. От чего зависит ЭДС обмотки якоря генератора постоянного тока?
12. Как регулируют напряжение на зажимах генератора постоянного тока?
13. На что влияет величина воздушного зазора между якорем и полюсами машины постоянного тока?
14. Назовите области применения генераторов постоянного тока.

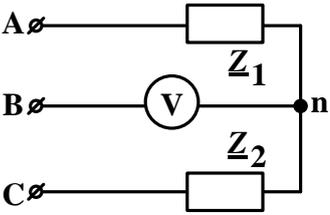
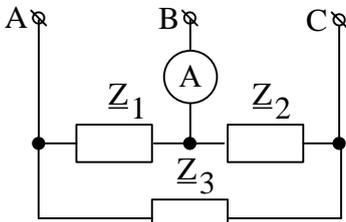
*б) для защиты отчета по лабораторной работе:*

1. Каковы условия самовозбуждения генератора постоянного тока с параллельным возбуждением?
2. При каких условиях и как снимается характеристика холостого хода генератора постоянного тока с параллельным возбуждением?
3. Объясните характер полученной характеристики холостого хода.
4. Что такое внешняя характеристика и при каких условиях она снимается?
5. Почему при увеличении нагрузки напряжение на зажимах генератора с параллельным возбуждением уменьшается?
6. Что представляет собой регулировочная характеристика и при каких условиях она снимается?
7. Какая из электрических величин генератора подлежит регулированию при снятии регулировочной характеристики?
8. Почему регулировочная характеристика при увеличении нагрузки имеет возрастающий характер?
9. Напишите уравнения для ЭДС обмотки якоря и напряжения на зажимах генератора.
10. Какая по характеру ЭДС наводится в обмотке якоря генератора постоянного тока?
11. Как следует понимать выражение: «Нагрузка генератора увеличилась»?
12. Что Вы знаете о коэффициенте полезного действия генератора постоянного тока?

## 7.2. Пример задач для закрепления теоретического материала

<b>ОСНОВЫ ТЕОРИИ</b>		<b>1*</b>
<b>1</b>	<p>В ветви с последовательно соединенными <math>R=10</math> Ом и <math>C=100</math> мкФ известен ток <math>i(t) = \sqrt{2} \sin(1000t + 45^\circ)</math>, А.</p> <p>Определить в показательной форме комплекс действующего значения напряжения ветви.</p>	
<b>2</b>	 <p>Определить в показательной форме комплекс действующего значения тока <math>\underline{I}_3</math>, если известны комплексы действующих значений других токов: <math>\underline{I}_1 = 3e^{j15^\circ}</math> А; <math>\underline{I}_2 = 4e^{-j75^\circ}</math> А.</p>	
<b>3</b>	 <p>Определить в показательной форме комплекс действующего значения ЭДС <math>\underline{E}</math>, если в цепи с <math>\underline{Z}_1 = 10e^{j30^\circ}</math> Ом и <math>\underline{Z}_2 = 10e^{-j30^\circ}</math> Ом протекает ток <math>\underline{I} = 1e^{j10^\circ}</math> А.</p>	
<b>4</b>	<p>В задаче 3 рассчитать активную (<math>P</math>), реактивную (<math>Q</math>) и полную (<math>S</math>) мощности.</p>	

<b>ТРЕХФАЗНЫЕ ЦЕПИ</b>	<b>Вариант № 1</b>
	<p><b>Задача 1</b></p> <p>Определить в показательной форме ток <math>\underline{I}_C</math>, если известно сопротивление <math>\underline{Z}=100</math> (Ом) и напряжение симметричного трехфазного источника <math>\underline{U}_{AB}=380e^{j90^\circ}</math> (В).</p>
	<p><b>Задача 2</b></p> <p>Трехфазный источник симметричен. Определить показание ваттметра <math>P_W</math>, если известно сопротивление <math>\underline{Z}=j50</math> (Ом) и показание амперметра <math>I=7,61</math> (А).</p>

	<p><b>Задача 3</b> Трехфазный источник с <math>U_{\text{л}}=100</math> (В) симметричен. Определить показание вольтметра <math>U_V</math>, если известны <math>Z_1=200</math> (Ом); <math>Z_2=j200</math> (Ом).</p>
	<p><b>Задача 4</b> Трехфазный источник с <math>U_{\text{л}}=200</math> (В) симметричен. Определить показание амперметра <math>I_A</math>, если известны <math>Z_1=j150</math> (Ом); <math>Z_2=j150</math> (Ом); <math>Z_3=150</math> (Ом).</p>

### 7.3. Требования для допуска к экзамену

Студент считается допущенным к сдаче экзамена при обязательном выполнении следующих условий:

- 1) сдано и зачтено индивидуальное домашнее задание;
- 2) выполнены и зачтены отчеты по лабораторным работам.

Экзамен считается сданным, если студент ответил на 55 % вопросов билета.

### 7.4. Вопросы для подготовки к экзамену

1. Параметры и элементы схем замещения электрических цепей.
2. Основные законы электрических цепей.
3. Законы Кирхгофа и их применение для расчета установившегося режима линейных резистивных электрических цепей.
4. Символический метод расчета установившегося режима линейных электрических цепей с гармоническими (синусоидальными) напряжениями и токами.
5. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме.
6. Активная, реактивная и полная мощности при гармонических (синусоидальных) напряжениях и токах.
7. Сущность и применение метода контурных токов при постоянных и гармонических (синусоидальных) токах.
8. Сущность и применение метода узловых потенциалов при постоянных и гармонических (синусоидальных) токах.
9. Сущность и применение метода наложения при постоянных и гармонических (синусоидальных) токах.
10. Сущность и применение метода эквивалентного генератора при постоянных и гармонических (синусоидальных) токах.
11. Согласное и встречное включение индуктивно связанных элементов; развязка индуктивной связи.
12. Расчет схем замещения линейных электрических цепей с индуктивно связанными элементами и гармоническими (синусоидальными) напряжениями и токами.
13. Закон сохранения энергии электрической цепи; балансы мощностей при постоянных и гармонических (синусоидальных) токах и напряжениях.
14. Потенциальная диаграмма при постоянных токах; лучевые и топографические векторные диаграммы при гармонических (синусоидальных) токах и напряжениях.
15. Резонансные явления в электрических цепях.
16. Расчет симметричного режима линейных трехфазных цепей с гармоническими (синусоидальными) токами и напряжениями.

17. Расчет несимметричного режима линейных трехфазных цепей с гармоническими (синусоидальными) токами и напряжениями.
18. Измерение мощности в трехфазных цепях.
19. Методы расчета нелинейных резистивных цепей.
20. Применение метода эквивалентного генератора для расчета резистивных цепей с одним нелинейным элементом.
21. Законы Кирхгофа для магнитных цепей.
22. Схемы замещения участков магнитной цепи с постоянной МДС.
23. Расчет неразветвленной магнитной цепи с постоянной МДС; прямая и обратная задача.
24. Магнитная цепь с переменной МДС; схема замещения реальной катушки индуктивности.
25. Расчет магнитной цепи с постоянной МДС с разветвленным магнитопроводом; прямая задача.
26. Идеальная индуктивная катушка со стальным сердечником; уравнение, векторная диаграмма, схемы замещения; расчет параметров схем замещения.
27. Реальная индуктивная катушка со стальным сердечником; уравнение, векторная диаграмма, схема замещения.
28. Эквивалентный синусоидальный ток в катушке с ферромагнитным сердечником.
29. Форма кривой тока в идеализированной катушке с ферромагнитным сердечником при синусоидальном приложенном напряжении.
30. Устройство, принцип действия однофазного трансформатора.
31. Уравнения электрического и магнитного равновесия идеализированного трансформатора.
32. Схема замещения идеализированного трансформатора; параметры схемы замещения.
33. Реальный трансформатор; уравнения, схема замещения.
34. Опыты холостого хода и короткого замыкания трансформатора.
35. Потери энергии и коэффициент полезного действия трансформатора.
36. Внешняя характеристика трансформатора.
37. Измерительные трансформаторы.
38. Устройство и конструкция трехфазной асинхронной машины.
39. Короткозамкнутый и фазный ротор.
40. Создание вращающегося магнитного поля.
41. Скольжение; режимы работы асинхронной машины.
42. Способы пуска трехфазного асинхронного двигателя.
43. Способы регулирования частоты вращения трехфазного асинхронного двигателя.
44. Механическая характеристика трехфазного асинхронного двигателя.
45. Рабочие характеристики асинхронного двигателя.
46. Пуск асинхронного двигателя с фазным ротором.
47. Пуск асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.
48. Однофазные асинхронные двигатели.
49. Устройство и конструкция машин постоянного тока.
50. Назначение щеточно-коллекторного узла в машинах постоянного тока.
51. Режимы работы машины постоянного тока.
52. Магнитное поле машин постоянного тока под нагрузкой; реакция якоря.
53. Схемы возбуждения магнитного потока в машинах постоянного тока.
54. Характеристики генератора постоянного тока независимого возбуждения.
55. Условия самовозбуждения генераторов постоянного тока.
56. Характеристики генератора постоянного тока параллельного возбуждения.
57. Характеристики генератора постоянного тока смешанного возбуждения.
58. Способы пуска двигателей постоянного тока.

59. Уравнение механической характеристики двигателя постоянного тока параллельного возбуждения.
60. Способы регулирования частоты вращения двигателей постоянного тока независимого и параллельного возбуждения.
61. Способы регулирования частоты вращения двигателей постоянного тока последовательного возбуждения.
62. Конструкция синхронных машин.
63. Режимы работы синхронной машины.
64. Угловая характеристика синхронного генератора; регулирование активной мощности.
65. U-образная характеристика синхронного генератора; регулирование реактивной мощности.
66. Уравнения, векторная диаграмма и схема замещения синхронного генератора, работающего параллельно с мощной сетью.
67. Уравнения, векторная диаграмма и схема замещения синхронного двигателя.
68. Принцип действия и внешняя характеристика синхронного генератора, работающего в автономном режиме.

### 7.5. Образец экзаменационного билета

Билет охватывает основные разделы курса и может содержать как теоретические вопросы, так и практические задания. Количество и форму вопросов экзаменационного билета определяет преподаватель, принимающий экзамен.

Билет №1		
8 бл.	1. Определить токи $I$ и $I_1$ методом контурных токов <i>Дано:</i> $J = 9 \text{ A}$ $R = 10 \text{ Ом}$	
10 бл.	2. Определить токи $I_1$ , $i_2$ , $I_{m3}$ . <i>Дано:</i> $e(t) = 100 \sin(\omega t + 90^\circ) \text{ В}$ $R = 10 \text{ Ом}$ $L = 0.1 \text{ Гн}$ $\omega = 100 \text{ рад/с}$	
7 бл.	4. Определить $R_{\text{диф}}$ нелинейного элемента (НЭ) в рабочей точке с известной ВАХ, если $E = 160 \text{ В}$ , $R_1 = R_2 = R_3 = 200 \text{ Ом}$ , $R_4 = 100 \text{ Ом}$ .	
10 бл.	ДПТ с параллельным возбуждением имеет следующие данные: $P_{2\text{ном}} = 8 \text{ кВт}$ , напряжение $U_{\text{ном}} = 200 \text{ В}$ , частота вращения $n_{\text{ном}} = 1000 \text{ об/мин}$ , ток, потребляемый из сети, $I_{\text{ном}} = 43 \text{ А}$ . Определить номинальный момент на валу $M_{\text{ном}}$ , номинальные суммарные потери мощности $\sum P_{\text{ном}}$ и номинальный КПД $\eta_{\text{ном}}$ ДПТ при номинальном режиме работы.	

5 бл	Определение параметров однофазного двухобмоточного трансформатора из опытов ХХ и КЗ. «Г» - образная схема замещения.
------	--

## 8. РЕЙТИНГ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Руководящими материалами по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов Томского политехнического университета», утвержденными приказом ректора № 77/од от 29.11.2011 г.

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

- текущая аттестация (оценка качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы и др.) и результаты практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 33 баллов);
- промежуточная аттестация (экзамен) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на экзамене студент должен набрать не менее 22 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам. Оценке «отлично» соответствует 90...100 баллов; «хорошо» – 70...89; «удовлетворительно» – 55...69; менее 55 – «неудовлетворительно».

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Новожилов, Олег Петрович. Электротехника и электроника: учебник для бакалавров / О. П. Новожилов; Московский государственный индустриальный университет (МГИУ). – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Юрайт, 2013. – 653 с.: ил. – Бакалавр. Базовый курс. – Библиогр.: с. 632-635.
2. Бессонов, Лев Алексеевич. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле : учебник для бакалавров / Л. А. Бессонов. – 11-е изд., перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2014.
3. Бессонов, Лев Алексеевич. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи : учебник для бакалавров / Л. А. Бессонов; Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики (МГТУ МИРЭА). – 12-е изд., испр. и доп. – Москва: Юрайт, 2014. – 701 с.
4. Электротехника и электроника: учебное пособие/ А.В. Лукутин, Е.Б. Шандарова; Томский политехнический университет – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. - 198 с.
5. Электрические машины: учебное пособие / С. Г. Прохоров, Р. А. Хуснутдинов. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2012. – 410 с.
6. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу “Электротехника и электроника” для студентов неэлектротехнических специальностей. [Электронный ресурс] / Сост. Л.И. Аристова, Н.М. Малышенко –Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2007. - 64 с.
7. Электротехника и электроника: Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Электротехника и электроника» часть 2 «Электрические машины» для студентов неэлектротехнических специальностей. [Электронный ресурс] / Л.И. Аристова, В.И. Курец, А.В. Лукутин, Т.Е. Хохлова. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. - 60 с.

8. Сборник задач по электротехнике: учебное пособие для вузов / Л. И. Аристова, А. В. Лукутин; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 107 с.
9. Кацман, Марк Михайлович. Электрические машины : учебник для среднего профессионального образования / М. М. Кацман. – 13-е изд., стер. – Москва: Академия, 2014. – 492 с.: ил. – Среднее профессиональное образование. Электротехника. – Библиогр.: с. 482.
10. Лукутин, Алексей Владимирович. Расчет характеристик электрических машин: учебное пособие / А. В. Лукутин, Е. Б. Шандарова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. Ч. 2: Электрические машины. – 2011. – 112 с.

#### Дополнительная литература

1. Руководство к лабораторным работам по теоретическим основам электротехники/ В.Д. Эськов, Г.В.Носов, Ю.Н.Исаев – Томск: Изд. ТПУ, 2001.– 52 с.
2. Правила устройства электроустановок. – 7-е изд. – Москва: Омега-Л, 2012. – 268 с.
3. Носов, Геннадий Васильевич. Теоретические основы электротехники [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г. В. Носов, Е. О. Кулешова, В. А. Колчанова ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2011-.Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие. – 1 компьютерный файл (pdf; 2.0 МВ). — 2011. — Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Adobe Reader. – <URL:<http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m184.pdf>>.
4. Носов, Геннадий Васильевич. Теоретические основы электротехники [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г. В. Носов, Е. О. Кулешова, В. А. Колчанова ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011-.Часть 2 [Электронный ресурс] : учебное пособие. – 1 компьютерный файл (pdf; 16.0 МВ). – 2012. – Заглавие с титульного экрана. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Adobe Reader. – <URL:<http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m185.pdf>>.
5. Теоретические основы электротехники в экспериментах и упражнениях. Практикум в среде Electronics Workbench [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. О. Кулешова [и др.] ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) ; Ю. П. Усов ; М. Ю. Катаев. – 1 компьютерный файл (pdf; 2.6 МВ). — Томск : Изд-во ТПУ, 2011. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Adobe Reader. Издание на др. носителе: Теоретические основы электротехники в экспериментах и упражнениях. Практикум в среде Electronics Workbench : учебное пособие / Е. О. Кулешова [и др.] ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) ; рец. Ю. П. Усов, М. Ю. Катаев. — Томск : Изд-во ТПУ, 2011. – 136 с. : ил. – <URL:<http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m303.pdf>>.

#### Internet-ресурсы:

<http://portal.tpu.ru> - персональные сайты преподавателей, обеспечивающих дисциплину «Электротехника 1.3»

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 16

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Корпус, ауд., количество установок
1	Учебные лаборатории	8 корпус, 261 ауд., 103 ауд., 105 ауд.; в каждой аудитории 10 установок
2	Компьютерные классы	8 корпус, 119-126 ауд., 10 компьютеров
3	Лекционные аудитории	8 корпус, 101, 201, 301, 306 – 345 ауд.

- Лабораторные работы проводятся в специализированных учебных лабораториях;
- компьютеры подключены к сети учебного корпуса ЭНИН с выходом в Internet ;
- используется электронный вариант лабораторных работ, разработанный на кафедре и профессиональный программный комплекс MathCad;
- практические занятия проводятся в компьютерных классах;
- лекции читаются в учебных аудиториях с использованием технических средств;
- материал лекций представлен в виде презентаций в Power Point.

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС 3+ .

Программа одобрена на заседании кафедры «Электрических сетей и электротехники» (протокол № 44 от «08» сентября 2016 г.).

Автор: к.ф.-м.н., доцент каф. ЭСиЭ Кулешова Е.О. Кулешова

к.т.н., доцент каф. ЭСиЭ Хохлова Т.Е. Хохлова

Рецензент: к.т.н., доцент каф. ЭСиЭ Шандарова Е.Б. Шандарова