



Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Начальник УРОПС

Фонд оценочных средств
(приложение к рабочей программе модуля)
«ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА»

основной профессиональной образовательной программы бакалавриата
по направлению подготовки

13.03.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Профиль программы
«ТЕПЛОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ»

ИНСТИТУТ

морских технологий, энергетики и строительства

РАЗРАБОТЧИК

кафедра энергетики

1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
<p>ОПК-6: Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники</p>	<p>ОПК-6.1: Определение характеристик процессов распределения, преобразования и использования электрической энергии в электрических цепях</p>	<p>Электротехника и электроника</p>	<p><u>Знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - основные законы электротехники для электрических и магнитных цепей; - основные методы анализа электрических и магнитных цепей в установившемся и переходном режимах; - устройство, принцип действия и характеристики электрических машин и аппаратов; <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - качественно и количественно исследовать электрические и магнитные цепи; - определять параметры и характеристики электрических машин и аппаратов по паспортным данным и с помощью эксперимента; - использовать полученные при изучении дисциплины знания для успешного и мотивированного освоения образовательной программы высшего образования и в последующей работе; <p><u>Владеть:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками расчета линейных электрических цепей постоянного и переменного токов, трехфазных цепей, четырехполюсников, фильтров, нелинейных электрических цепей постоянного и переменного токов, переходных процессов; - методами измерения основных параметров электротехнических устройств

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ) И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1 Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

2.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- задания по темам практических занятий;
- задания и контрольные вопросы по лабораторным занятиям;
- задания по контрольным работам;
- тестовые задания.

2.3 К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме дифференцированного зачета, относятся:

- промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета проходит по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости.

3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

3.1 Для оценки освоения тем дисциплины используются задания на практические занятия, задания на лабораторные работы и тестовые задания.

3.2 Задания на практические занятия приведены в приложении 1.

По результатам выполнения практических заданий выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно», которая учитывается при промежуточной аттестации.

3.3 Задания на лабораторные работы и контрольные вопросы приведены в приложении 2.

Оценка результатов выполнения лабораторной работы проводится при представлении студентом отчета по лабораторной работе и на основании ответов студента на контрольные вопросы по тематике работы. По результатам защиты отчетов по лабораторным работам и ответов на контрольные вопросы выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно», которая учитывается при промежуточной аттестации.

3.4 Тестовые задания используются для оценки освоения тем дисциплины студентами. Тестирование обучающихся проводится на занятиях после изучения на лекциях

соответствующих разделов. В приложении 3 приведены типовые тестовые задания. Ключи правильных ответов к тестовым заданиям приведены в приложении 4.

По итогам выполнения тестовых заданий выставляется оценка в соответствии со следующими критериями:

- при правильных ответах на 84–100 % заданий – оценка «отлично»);
- при правильных ответах на 68–83 % заданий – оценка «хорошо»;
- при правильных ответах на 50–67 % заданий – оценка «удовлетворительно»;
- при правильных ответах на менее 50 % заданий – оценка «неудовлетворительно».

3.5 Задания по контрольным работам приведены в приложении 5. Оценивание контрольной работы выполняется по системе «зачтено» - «не зачтено».

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачёта с оценкой.

Зачет выставляется по результатам текущего контроля успеваемости. Учитываются результаты выполнения лабораторных работ и также тестовых заданий. Оценка на зачете выставляется в соответствии с четырехбалльной шкалой (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно) как усредненная по различным видам текущего контроля.

5 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Электротехника и электроника» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (профиль «Тепловые электрические станции»).

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры энергетики (протокол № 4 от 29.03.2022 г.).

Заведующий кафедрой



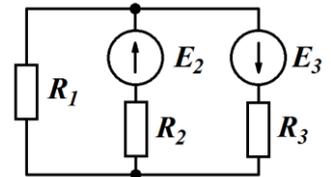
В.Ф. Белей

ТИПОВЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ТЕУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

Задание 1

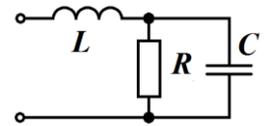
$E_2 = 33 \text{ В}$; $E_3 = 19 \text{ В}$; $R_1 = 6 \text{ Ом}$; $R_2 = 4 \text{ Ом}$; $R_3 = 8 \text{ Ом}$.

Определить токи в ветвях методом контурных токов и методом наложения.



Задание 2

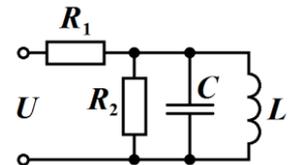
Входное напряжение цепи $U = 110 \cos 150t$. $L = 0,05 \text{ Гн}$; $C = 75 \text{ мкФ}$; $R = 8 \text{ Ом}$. Определить действующее значение тока через резистор. Построить векторную диаграмму.



Задание 3

$U = 150 \text{ В}$. $R_1 = 100 \text{ Ом}$. $R_2 = 50 \text{ Ом}$. $L = 11,9 \text{ мГн}$. $C = 2,12 \text{ мкФ}$.

Определить ток конденсатора в резонансном режиме. Построить векторную диаграмму токов.



Задание 4

К трехфазной линии с симметричными линейными напряжениями 380 В подключен треугольником приемник, сопротивление каждой фазы которого $15 + j25 \text{ Ом}$. Найти токи в каждой фазе нагрузки и в линии. Построить векторную диаграмму токов.

Задание 5

Ток, измеренный амперметром класса точности 2 с диапазоном измерения 15 А, составил 11,5 А. Определить диапазон возможного истинного значения измеряемого тока.

Задание 6

Паспортные данные счетчика электрической энергии: 220 В, 10 А, 1 кВт × ч — 640 оборотов диска. Определить относительную погрешность счетчика и поправочный коэффициент, если он был проверен при номинальных значениях тока и напряжения и за 10 мин сделал 236 оборотов.

Задание 7

Определите напряжение на концах первичной обмотки трансформатора, имеющей $N_1=2000$ витков, если напряжение на концах вторичной обмотки, содержащей $N_2=5000$ витков, равно 50 В. Активными сопротивлениями обмоток трансформатора пренебречь.

Задание 8

Первичная обмотка трансформатора находится под напряжением 220 В, по ней проходит ток 0,5 А. На вторичной обмотке напряжение составляет 9,5 В, а сила тока равна 1 А. Определите коэффициент полезного действия трансформатора.

Задание 9

Вторичная обмотка трансформатора, имеющая 95 витков, пронизывается магнитным потоком, изменяющимся со временем через один виток по закону $\Phi = 0,01 \sin 100\pi t$. Напишите формулу, выражающую зависимость ЭДС во вторичной обмотке от времени.

Задание 10

Асинхронный трехфазный двигатель при напряжении сети 380 В развивает номинальную мощность 10 кВт, вращаясь с частотой 2920 об/мин и потребляя ток 18,6 А при коэффициенте мощности 0,913. В режиме холостого хода двигатель потребляет из сети мощность 325 Вт при токе 5,04 А. Активное сопротивление обмотки статора 0,326 Ом, механические потери мощности 130 Вт. Схема соединения обмотки статора — «звезда». Определить потери мощности в меди статора и ротора, потери в стали, добавочные потери при нагрузке, коэффициент полезного действия, электромагнитный момент, момент на валу для номинального режима работы двигателя.

Задание 10

Электродвигатель постоянного тока с параллельным (независимым) возбуждением включен сеть с напряжением U_H . Даны величины, характеризующие номинальный режим работы двигателя. Определить для номинального режима работы двигателя ток якоря и ток возбуждения, противо-ЭДС обмотки якоря, электромагнитную мощность $P_{эм}$ и вращающий момент M_H , а также частоту вращения якоря в режиме идеального холостого хода.

ЗАДАНИЯ НА ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ И КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Лабораторная работа №1. Измерение токов и напряжений приборами непосредственного отсчета в цепи постоянного тока, измерение сопротивлений методом амперметра и вольтметра

Порядок выполнения работы:

1. Произвести внешний осмотр измерительных приборов – амперметров и вольтметров, установленных на панели универсального лабораторного стенда и записать в отчет по лабораторной работе технические данные (тип, систему, род тока, предел измерения, класс точности, цену деления шкалы прибора).
2. Собрать электрическую цепь по заданию преподавателя.
3. Провести измерение токов и напряжений в электрической цепи. Для этого:
4. Провести измерение сопротивления методом амперметра и вольтметра.
5. Провести измерения сопротивления амперметра. Для этого:
6. Измерить сопротивление R_1 , R_2 , R_3 цифровым омметром и результаты записать в табл.1.2. В эту таблицу перенести данные этих сопротивлений и, приняв показания омметра за действительные величины, определить абсолютную и относительную погрешность измерения.

Контрольные вопросы:

1. Что называют абсолютной, относительной и приведенной погрешностью?
2. Определить абсолютную погрешность амперметра класса точности 1,5 с пределом измерения 2 А.
3. Определить абсолютную погрешность вольтметра класса точности 1,5 с пределом измерения 150 В.
4. Какие существуют классы точности измерительных приборов и что они означают?
5. Назвать способы расширения пределов измерения амперметров и вольтметров магнитно-электрической системы.
6. Определить сопротивление шунта для измерения тока до $I=10\text{А}$ измерительным механизмом с внутренним сопротивлением $R=10\text{ Ом}$ и номинальным током $I_n = 7,5\text{мА}$.
7. Определить добавочное сопротивление к измерительному механизму ($R=10\text{ Ом}$, $I_n = 7,5\text{мА}$) для измерения напряжения до 150В.

8. Перечислить существующие методы измерения напряжений и сопротивлений, и указать, какие из них применяются в данной работе.

Лабораторная работа №2. Исследование нелинейной электрической цепи постоянного тока

Порядок выполнения работы

1. Собрать электрическую цепь для снятия прямой ветви вольтамперной характеристики полупроводникового диода.

2. Изменяя напряжение на входе цепи от нуля до величины, при которой ток в цепи диода равен 2А, записать показания вольтметра при различных токах.

3. По измеренным величинам тока и напряжения построить вольтамперную характеристику для полупроводникового диода.

4. Заменить диод на лампу накаливания.

5. Увеличивая напряжение на входе цепи от нуля до 150В (через каждые 30В), занести показания вольтметра и амперметра.

6. По измеренным величинам тока и напряжения построить вольтамперную характеристику для лампы накаливания.

7. Снять вольтамперные характеристики двух нелинейных электрических цепей при последовательном соединении резистора ($R=100$ Ом) и лампы накаливания (27В, 40 Вт) и при параллельном их соединении.

8. По данным результатов измерений построить в одной координатной системе вольтамперные характеристики резистора $R=100$ Ом и лампы накаливания, пользуясь которыми нанести на график входные вольтамперные характеристики при последовательном и параллельном их соединении. На расчетные характеристики нанести экспериментально полученные точки. Сделать вывод о совпадении расчетных и экспериментальных данных.

Контрольные вопросы:

1. Напишите выражение для закона Кирхгофа в случае последовательного и параллельного соединения сопротивлений.

2. Что такое вольт-амперная характеристика?

3. Чем отличаются вольт-амперные характеристики линейного и нелинейного элементов?

4. Каким образом построить результирующую вольт-амперную характеристику последовательно соединенных нелинейных элементов?

5. Каким образом построить результирующую вольт-амперную характеристику параллельно соединенных нелинейных элементов?

6. Какой параметр электрической цепи можно определить с помощью результирующей вольт-амперной характеристики, и каким образом?

7. Как записать выражение закона Ома для цепи постоянного тока с последовательным и параллельным соединением элементов?

Лабораторная работа №3. Исследование электрической цепи синусоидального тока с активно-реактивными сопротивлениями. Резонансы напряжений и токов

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с измерительными приборами и оборудованием панели лабораторного стенда и измерительным комплектом К505.

2. Записать в отчете по лабораторной работе технические данные измерительных приборов и оборудования, используемого при выполнении работы.

3. Собрать электрическую цепь последовательной электрической цепи синусоидального тока по заданию преподавателя.

4. Произвести измерение тока, мощности, напряжения на входе цепи с помощью амперметра, ваттметра измерительного комплекта К505.

5. Исследовать условия возникновения резонанса напряжений. Для этого, изменяя величину ёмкости, установить режим, при котором ток в цепи достигает наибольшей величины, а напряжения на катушке индуктивности и на батарее конденсаторов окажутся примерно равными.

6. Собрать электрическую цепь с параллельным соединением резистора, катушки индуктивности и батареи конденсаторов по заданию преподавателя.

7. Измерить ток, напряжение и мощность на входе цепи с использованием измерительного комплекта К505, а токи в цепи резистора, катушки индуктивности и батареи конденсаторов с помощью амперметров, установленных на панели лабораторного стенда.

Исследовать явление резонанса токов в цепи. Для этого, изменяя величину емкости конденсаторной батареи от нуля до значения, определить режим, при котором ток в неразветвленной части цепи будет иметь наименьшую величину.

Контрольные вопросы:

1. Какие из величин – ток или напряжение – имеют одинаковое значение при последовательном соединении элементов?

2. Напишите формулу закона Ома для последовательного соединения приемников электроэнергии с C , R , L .
3. Как рассчитать активную, реактивную и полную мощности цепи?
4. Что такое коэффициент мощности цепи?
5. Как измерить сдвиг по фазе между током и напряжением потребителя?
6. Какова связь напряжений U_R , U_L , U_C последовательно соединённых элементов с напряжением на зажимах цепи?
7. Каковы условия возникновения резонанса в цепи с последовательным соединением приемников электроэнергии?
8. В чём заключается польза и вред резонанса напряжений?
9. Какие из величин – ток или напряжение – имеют одинаковое значение при параллельном соединении приемников электроэнергии?
10. Напишите формулу закона Ома для параллельного соединения приемников электроэнергии с R , L , C .
11. Какова связь токов в параллельно соединенных элементах с током в неразветвленной части цепи?
12. Как увеличить коэффициент мощности в цепи с активно-индуктивной нагрузкой?
13. Как экспериментально установить резонансный режим в параллельной цепи?
14. Каковы условия возникновения резонанса в цепи с параллельным соединением приемников электроэнергии?
15. В какой из цепей – последовательной или параллельной – резонансная частота зависит от активного сопротивления?

Лабораторная работа №4. Исследование трёхфазной цепи при соединениях нагрузки звездой и треугольником

Порядок выполнения работы:

1. Собрать трехпроводную трехфазную цепь при соединении нагрузки звездой по заданию преподавателя.
2. Измерить токи и мощности по фазам с помощью приборов измерительного комплекса K505, измерение линейных напряжений, напряжение смещения нейтрали - вольтметром.
3. Изменяя сопротивление переменных резисторов в фазах цепи, измерить величины линейных токов, фазных и линейных напряжений, а также показания ваттметра для различных режимов работы цепи.

4. Подключить к исследуемой трёхпроводной цепи нейтральный провод. Измерить все токи, напряжения и мощности при симметричном и несимметричном режимах.

5. Собрать трехпроводную трехфазную цепь при соединении нагрузки треугольником по заданию преподавателя и повторить пункты 2, 3.

Контрольные вопросы:

1. Назначение нейтрального провода.
2. Соотношения между линейными и фазными токами и напряжениями при соединении звездой и треугольником.
3. Какая нагрузка называется симметричной и несимметричной?
4. Недостаток трёхпроводного соединения звездой.
5. Аналитическое определение смещения нейтрали.
6. Почему обрыв или отключение нейтрального провода в четырёхпроводном соединении звездой является аварийным режимом?
7. Расчёт фазных напряжений трёхпроводной цепи при симметричном и несимметричном соединении звездой.
8. Определение фазных токов по известным фазным напряжениям и фазным сопротивлениям.
9. Изменение токов в фазах треугольника при обрыве линейного провода.
10. Изменение линейных токов при обрыве фазного провода нагрузки, соединенной треугольником.
11. Допустимо ли короткое замыкание фазы соединения треугольником?
12. Оказывают ли взаимное влияние фазы потребителя при соединении треугольником?
13. Изменение мощности нагрузки при переключении со схемы треугольника на звезду.

Лабораторная работа № 5 Исследование однофазного трансформатора

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с приборами, аппаратами и оборудованием стенда, используемыми при выполнении работы.
2. Провести опыт холостого хода трансформатора, для чего:
 - 2.1. В соответствии с заданием преподавателя собрать электрическую цепь для проведения опыта холостого хода трансформатора. Питание цепи проводить от регулируемого источника синусоидального напряжения.

2.2. Измерение тока, мощности и напряжения в первичной обмотке трансформатора проводить измерительным комплектом К505, а напряжение на зажимах вторичной обмотки – цифровым вольтметром.

2.3. Установить напряжение на первичной обмотке трансформатора равным номинальному и записать показания всех приборов.

3. Провести опыт нагрузки трансформатора. Для этого:

3.1. Собрать электрическую цепь в соответствии с заданием преподавателя.

3.2. В качестве нагрузки к зажимам вторичной обмотки трансформатора подключить переменные и постоянные резисторы, суммарное сопротивление которых рассчитать из условия того, что ток по вторичной обмотке должен измениться от $I_2 = 0$ до $I_2 = (1,2-1,5)I$.

3.3. Измерение токов, мощности и напряжения первичной обмотки трансформатора проводить измерительным комплектом К505, а измерение тока и напряжения вторичной обмотки – цифровым амперметром и вольтметром. Установив на первичной обмотке трансформатора номинальное напряжение и изменяя величину сопротивления переменных резисторов во вторичной цепи, провести 5- 6 измерений при различных по величине токах нагрузки в указанном выше диапазоне изменений/

4. Опыт короткого замыкания трансформатора.

4.1. Опыт проводится при пониженном напряжении на первичной обмотке, при котором токи в обмотках равны номинальным. Поэтому напряжение, подводимое к первичной обмотке, должно устанавливаться изменением напряжения источника питания с нулевого значения. Для проведения опыта:

4.2. Собрать электрическую цепь для проведения опыта короткого замыкания исследуемого трансформатора по схеме, заданной преподавателем.

4.3. Измерения тока, мощности и напряжения в первичной обмотке трансформатора проводятся измерительным комплектом К-505, а измерение тока во вторичной обмотке – цифровым амперметром.

4.4. Плавно изменяя напряжение на первичной обмотке трансформатора от нуля до значения, при котором токи в обмотках достигнут номинальных значений, определяемых по паспортным данным, записать значения всех измеряемых величин.

5. По результатам измерений и расчетным формулам произвести:

5.1. вычисления величин, снятых экспериментально;

5.2. построение в одной координатной системе характеристик трансформатора: вторичного напряжения, КПД и $\cos\varphi$;

5.3. изображение Т-образной схемы замещения нагруженного трансформатора с указанием всех ее элементов;

5.4. построение векторной диаграммы трансформатора, включенного на активную нагрузку.

Контрольные вопросы:

1. Для чего и как проводится опыт холостого хода?
2. Для чего и как проводится опыт короткого замыкания?
3. Что называют внешней характеристикой трансформатора?
4. Изобразите вид Т-образной схемы замещения трансформатора и укажите способы экспериментального определения её параметров.
5. Какое влияние оказывает род нагрузки на вид внешней характеристики трансформатора?
6. Назовите основные элементы конструкции трансформатора.

Лабораторная работа №6. Исследование асинхронного электродвигателя

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с устройством асинхронного трехфазного электродвигателя с короткозамкнутым ротором на демонстрационном стенде лаборатории и отметить особенности его конструкции. Записать тип и номинальные данные исследуемого асинхронного электродвигателя.

2. На рабочей панели "Асинхронный электродвигатель" стенда собрать схему для снятия рабочих характеристик и механической характеристики исследуемого электродвигателя. Измерение линейного тока, линейного напряжения питания и потребляемой мощности P_1 электродвигателя проводить соответственно измерительными приборами – амперметром с пределом измерения 7,5 А, вольтметром с пределом измерения 250 В и трехфазным ваттметром.

3. Провести проверку электрического нуля прибора "Момент агрегата № 1". Для этого ручку регулятора " Момент нагрузки" на панели "нагрузочные устройства" стенда установить в крайнее левое положение, нажать кнопки "Сеть" и "Агрегат № 1", тем самым включив схемы измерения момента и частоты вращения агрегата № 1. Балансировка прибора грубо и точно проводится соответствующими переменными резисторами.

4. Провести пуск асинхронного электродвигателя нажатием кнопки "Включение асинхронной и синхронной машины", расположенной на панели «Машины переменного тока».

5. Снять рабочие и механические характеристики электродвигателя. Для этого:

5.1. Изменять нагрузку на валу асинхронного электродвигателя от режима холостого хода ($M = 0$) до режима, при котором мощность на валу имеет величину $P_2=(1,2-1,5) P_{2н}$. Изменение величины нагрузки на валу исследуемого электродвигателя производится изменением тока в цепи обмотки электромагнитного тормоза, находящегося на валу асинхронного электродвигателя, ручкой регулятора "Момент нагрузки» на панели "Нагрузочные устройства" стенда.

5.2. В указанном диапазоне нагрузки сделать 6–7 измерений. Одно из произведенных измерений должно соответствовать номинальному режиму нагрузки.

5.3. После окончания опыта отключить электродвигатель от сети, нажав кнопку "Откл." на нагрузочной панели стенда.

6. Произвести обработку результатов измерений. По измеренным величинам вычислить: P_2 ; S ; $\cos\varphi_1$; n .

7. По измеренным данным и вычисленным величинам построить в одной координатной системе рабочие характеристики, а в другой координатной системе – механическую характеристику асинхронного электродвигателя.

Контрольные вопросы:

1. Какие графики называют рабочими характеристиками трехфазных асинхронных двигателей?

2. С какой частотой изменяется ток в обмотке ротора исследуемого двигателя при номинальной нагрузке?

3. Почему относительная величина тока холостого хода трехфазного асинхронного двигателя больше, чем трехфазного трансформатора той же мощности?

4. Почему начальный пусковой ток двигателя с короткозамкнутым ротором превышает номинальный в 5–6 раз, а начальный пусковой момент только в 1,5–2 раза больше номинального?

5. Какие величины называют КПД и коэффициентом мощности трехфазного асинхронного двигателя? Как их определяют по показаниям измерительных приборов?

6. Назовите основные элементы конструкции трехфазного асинхронного двигателя?

Лабораторная работа № 7. Исследование электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения

Порядок выполнения работы:

1. Собрать на цепь по заданию преподавателя.

2. Полностью ввести сопротивление пускового реостата, для чего рукоятку пускового реостата повернуть против часовой стрелки до упора.

3. Вывести полностью сопротивление в цепи обмотки возбуждения, повернув рукоятку "Регулировка возбуждения" по часовой стрелке до упора.

4. Ручку "Регулировка нагрузки" повернуть против часовой стрелки до упора. Включить автоматический выключатель стенда, нажать кнопку «Вкл. сеть».

5. Нажав кнопку «Вкл.», установить на приборе «Напряжение якоря» 220 В.

6. Произвести пуск электродвигателя плавным переключением пускового реостата из положения «1» в положение «7» с выдержкой на каждой промежуточной ступени 0,5 – 1 с.

7. Опробовать работу двигателя при нагрузке, для чего нажать кнопку «Вкл. нагрузки». Ручкой "Регулировка нагрузки» установить номинальный ток якоря, кнопками «↑» «↓» – номинальное напряжение на якоре. Убедиться, что при токе $I = I_n$ и напряжении $U = U_n$ обороты двигателя и момент равны номинальным значениям.

8. Снять нагрузку с двигателя, повернув ручку "Регулировка нагрузки" против часовой стрелки. Снова установить напряжение на якоре равным 220 В.

9. Снять данные для построения рабочих ω , I , M , $R = f(P_2)$, естественных и искусственных, механических характеристик. Напряжения якоря, добавочное сопротивление r_0 и ток возбуждения для снятия искусственных, механических характеристик задается преподавателем.

10. Первая точка характеристик снимается на холостом ходу электродвигателя, то есть, при моменте электромагнитного тормоза, равном нулю. Затем, постепенно загружая двигатель (вращая ручку «Регулировка нагрузки») и поддерживая неизменным напряжение на якоре U и ток возбуждения I_B , записать показания всех приборов для 6-7 точек (включая точку номинального режима). Последнюю точку снять при токе $I = 1,21A$.

11. Рассчитать КПД установки при работе двигателя на естественной и искусственных механических характеристиках и построить все зависимости в одних координатных осях.

12. По результатам опытных данных построить характеристики скорости, тока и момента в функции P_2 . Для удобства анализа все характеристики нарисовать в одних координатных осях.

13. Рассчитать при неподвижном якоре его ток I_n при пуске двигателя без пускового реостата и номинальном напряжении сети. Сравнить ток I_n с номинальным током I_n .

Контрольные вопросы:

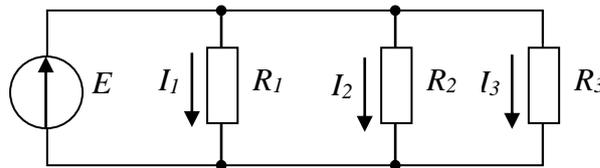
1. Когда целесообразно использовать двигатель постоянного тока?

2. Изобразите схему магнитной цепи исследуемого двигателя с указанием основных и дополнительных полюсов. Покажите, как замыкается главный магнитный поток.
3. Запишите и объясните основные уравнения электродвигателя постоянного тока.
4. Объясните принцип работы двигателя. Зачем в электродвигателе постоянного тока применяются дополнительные полюса и последовательная обмотка возбуждения?
5. Сравните назначение коллектора в двигателе и генераторе.
6. Почему при пуске двигателя реостат в цепи возбуждения должен быть полностью выведен?
7. Как можно осуществить реверс двигателя?
8. Какие существуют способы регулирования частота вращения двигателя?
9. Почему снижается частота вращения якоря при увеличении нагрузки на валу двигателя?
10. Объясните зависимость $I = f(P_2)$. Укажите, по какой причине с изменением механической мощности на валу изменяется ток якоря.
11. Какие существуют потери в электродвигателе постоянного тока, и от чего зависит их величина?

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Вариант № 1

Вопрос 1. В цепи известны сопротивления $R_1=45$ Ом, $R_2=90$ Ом, $R_3=30$ Ом и ток в первой ветви $I_1=2$ А. Тогда ток I и мощность P цепи соответственно равны



1. $I = 6$ А; $P = 960$ Вт

3. $I = 7$ А; $P = 840$ Вт

2. $I = 9$ А; $P = 810$ Вт

4. $I = 6$ А; $P = 540$ Вт

Вопрос 2. Параметры, от которых зависит сопротивление проводника:

1. удельное сопротивление и температуры

3. удельное сопротивление, длина, площадь поперечного сечения проводника, температура

2. удельное сопротивление, длина и температура

4. удельное сопротивление и площадь поперечного сечения проводника

Вопрос 3. Общее сопротивление при параллельном соединении двух резисторов, если $R_1 = 60$ Ом, $R_2 = 30$ Ом, равно:

1. 30 Ом

3. 50 Ом

2. 20 Ом

4. 90 Ом

Вопрос 4. Активная P , реактивная Q и полная S мощности цепи синусоидального тока связаны соотношением ...

1. $S = P - Q$

3. $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$

2. $S = \sqrt{P^2 - Q^2}$

4. $S = P + Q$

Вопрос 5. Эквивалентная (общая) емкость двух последовательно включенных конденсаторов $C_1=C_2=0,7$ мкФ равна:

1. 1,4 мкФ

3. 0,14 мкФ

2. 3,4 мкФ

4. 0,35 мкФ

Вопрос 6. Катушка с индуктивностью L и активным сопротивлением R подключена к источнику переменного тока с частотой f . Если эту катушку подключить к источнику постоянного тока, то величина тока через нее:

1. не изменится

3. увеличится

2. уменьшится

4. будет равна нулю

Вопрос 7. Первичная обмотка однофазного силового трансформатора питается от

<i>сети с синусоидальным напряжением частотой 100 Гц, тогда частота напряжения во вторичной обмотке:</i>	
1. 50 Гц	3. 200 Гц
2. 100 Гц	4. 0 Гц (постоянный ток)

<i>Вопрос 8. Обмотки трехфазного генератора соединены «звездой». Действующее значение фазного напряжения равно 127В, тогда линейное напряжение равно:</i>	
1. 127 В	3. 380 В
2. 220 В	4. 64 В.

<i>Вопрос 9. Число витков первичной обмотки трансформатора 900, а вторичной – 35. Если трансформатор подключен к сети переменного тока с напряжением 6000 В, то напряжение холостого хода на вторичной обмотке равно:</i>	
1. 200 В	3. 233 В
2. 100 В	4. 466 В

<i>Вопрос 10. Максимальная частота вращения магнитного поля статора асинхронного электродвигателя при частоте переменного тока 50Гц составляет:</i>	
1. 6000 об./мин.	3. 3000 об./мин.
2. 1500 об./мин.	4. 750 об./мин.

<i>Вопрос 11. Якорем называется:</i>	
1. Неподвижная часть генератора	3. Та часть генератора, где создается магнитный поток
2. Та часть генератора, где индуцируется ЭДС	4. Ротор генератора

<i>Вопрос 12. Электрическая машина называется синхронной, если</i>	
1. Частота вращения поля статора больше частоты вращения поля ротора	3. Частота вращения поля статора совпадает с частотой вращения ротора
2. Частота вращения поля ротора больше частоты вращения поля статора	4. Частота вращения статора совпадает с частотой вращения ротора

<i>Вопрос 13. Режим работы электрической машины называется кратковременным,</i>	
1. когда период номинальной нагрузки сочетается с отключением; за время отключения температура машины падает до температуры окружающей среды, а за время работы не устанавливается до установившегося значения	3. когда период номинальной нагрузки сочетается с отключением; температура машины возрастает, но постоянна; а за время паузы электрическая машина не успевает охладиться до температуры окружающей среды
2. когда машина работает длительно и за это время нагревается до установившейся температуры, выдавая номинальную мощность	4. когда электрическая машина работает не более 15 минут

<i>Вопрос 14. Источниками электроснабжения являются:</i>	
1. электродвигатели	3. генераторы
2. трансформаторы	4. трансформаторные подстанции

<i>Вопрос 15. В электроприводах в качестве приводного устройства применяют:</i>	
1. выпрямители	3. трехфазные и однофазные двигатели
2. преобразователи частоты	4. трансформаторы

Вариант № 2

<i>Вопрос 1 Величина тока, который потечет по проводнику сопротивлением 0,5 кОм при приложенном напряжении 0,5 кВ, равна:</i>	
1. 1 А	3. 10 А
2. 1,5 А	4. 1,5 мА

<i>Вопрос 2 Электрическая цепь содержит последовательно соединенные активное сопротивление и емкостное сопротивление, равное 30 Ом. Если на зажимах цепи напряжение 200 В, а ток в цепи 4 А, тогда активное сопротивление равно:</i>	
1. 40 Ом	3. 13 Ом
2. 20 Ом	4. 50 Ом

<i>Вопрос 3. Обрыв нулевого провода в четырехпроводной трехфазной системе является аварийным, так как:</i>	
1. увеличивается напряжение на всех фазах потребителя, соединенного «треугольником»	3. на одних фазах потребителя, соединенного «звездой», напряжение увеличится, на других уменьшится
2. на одних фазах потребителя, соединенного «треугольником», напряжение увеличится, на других уменьшится	4. на всех фазах потребителя, соединенного «звездой», напряжение возрастет

<i>Вопрос 4 Активную мощность P цепи синусоидального тока можно определить по формуле</i>	
1. $P=UI \sin \varphi$	3. $P=UI \cos \varphi$
2. $P=UI \operatorname{tg} \varphi$	4. $P=U/I \operatorname{tg} \varphi$

<i>Вопрос 5. Единицей измерения реактивной мощности в цепи синусоидального тока является:</i>	
1. ВАр	3. Вт
2. ВА	4. Дж

<i>Вопрос 6. Магнитопровод трансформатора собирается из отдельных тонких листов электротехнической стали для:</i>	
1. уменьшения тока холостого хода	3. уменьшения магнитных потерь
2. для удобства сборки	4. уменьшения электрических потерь

Вопрос 7. Число витков первичной обмотки трансформатора 800, а вторичной – 30. Если трансформатор подключен к сети переменного тока с напряжением 6000 В то напряжение холостого хода на вторичной обмотке равно:

1. 100 В	3. 150 В
2. 225 В	4. 400 В

Вопрос 8. Электрическая машина называется асинхронной, если

1. Частота вращения поля ротора больше частоты вращения поля статора	3. Частота вращения поля статора совпадает с частотой вращения ротора
2. Частота вращения поля статора больше частоты вращения ротора	4. Частота вращения ротора больше частоты вращения поля статора

Вопрос 9. Если асинхронный двигатель подключен к трехфазной сети частотой 50Гц и ротор его вращается с частотой 2940 об/мин., то количество полюсов статора:

1. 2	3. 6
2. 3	4. 5

Вопрос 10. Вид энергии, которую преобразует электрический двигатель:

1. Электрическую в электрическую	3. Механическую в механическую
2. Механическую в электрическую	4. Электрическую в механическую

Вопрос 11. Обмотки трехфазного генератора соединены «треугольником». Действующее значение напряжения в фазе равно 127 В, тогда линейное напряжение равно:

1. 220 В	3. 380 В
2. 127 В	4. 440 В

Вопрос 12. Приборы электромагнитной системы имеют, как правило, неравномерную шкалу. Отсчет практически невозможен

1. в середине шкалы	3. в начале шкалы
2. в конце шкалы	4. в начале и в конце шкалы

Вопрос 13. Режим работы электрической машины называется длительным,

1. когда период номинальной нагрузки сочетается с отключением; за время отключения температура машины падает до температуры окружающей среды, а за время работы не устанавливается до установившегося значения	3. когда машина работает длительно и за это время нагревается до установившейся температуры, вырабатывает номинальную мощность
2. когда электрическая машина работает не менее 100 часов	4. когда период номинальной нагрузки сочетается с отключением; температура машины возрастает, но постоянна; а за время паузы электрическая машина не успевает охладиться до температуры окружающей среды

<i>Вопрос 14. Электроустановка, предназначенная для преобразования и распределения электроэнергии:</i>	
1. электрическая станция	3. приемник электрической энергии
2. электрическая подстанция	4. электрическая сеть

<i>Вопрос 15. Устройства, в которых производится электрическая энергия:</i>	
1. трансформаторы	3. электрооборудование
2. генераторы	4. электрические машины

Вариант №3

<i>Вопрос 1. Закон Ома графически представляется в виде:</i>	
1. параболы	3. прямой, параллельной вертикальной оси
2. прямой, проходящей через начало координат	4. прямой, параллельной горизонтальной оси

<i>Вопрос 2. При неизменном сопротивлении участка цепи увеличение тока приводит к тому, что падение напряжения на данном участке...</i>	
1. увеличится	3. не изменится
2. будет равно нулю	4. уменьшится

<i>Вопрос 3. Критерием возникновения резонансного явления в цепи, содержащей индуктивные и емкостные элементы, является:</i>	
1. равенство нулю активного сопротивления	3. равенство 180^0 угла сдвига фаз между напряжением и током на входе цепи
2. равенство индуктивности и емкости	4. равенство 0 угла сдвига фаз между напряжением и током на входе цепи

<i>Вопрос 4. Реактивную мощность Q цепи синусоидального тока можно определить по формуле...</i>	
1. $Q = UI \operatorname{tg} \varphi$	3. $Q = UI \cos \varphi + UI \sin \varphi$
2. $Q = UI \cos \varphi$	4. $Q = UI \sin \varphi$

<i>Вопрос 5. Единицей измерения полной мощности в цепи синусоидального тока является</i>	
1. Вт	3. ВА
2. ВАр	4. Дж

<i>Вопрос 6. Первичная обмотка однофазного трансформатора питается от сети с синусоидальным напряжением частотой 50 Гц. Тогда частота напряжения во вторичной обмотке будет:</i>	
1. 50 Гц	3. 200 Гц
2. 100 Гц	4. в зависимости от коэффициента трансформации

<i>Вопрос 7. Величина "скольжение" в асинхронном двигателе характеризует:</i>	
1. Относительное отставание скорости вращения ротора от скорости вращения магнитного поля статора	3. Потери мощности в подшипниках

2. Величину добавочного сопротивления в цепи статора	4. Величину потребляемой реактивной мощности
--	--

Вопрос 8. Частота вращения асинхронного двигателя при уменьшении механической нагрузки на валу

1. не изменится	3. уменьшится
2. увеличится	4. станет равной нулю

Вопрос 9. Электрическая машина называется синхронной, если:

1. частота вращения ротора больше частоты вращения поля статора	3. частота вращения поля статора совпадает с частотой вращения ротора
2. частота вращения поля статора больше частоты вращения ротора	4. происходит преобразование напряжения одной величины в другую

Вопрос 10. Если скорость вращения поля статора синхронной четырехполюсной машины 1500 об/мин, то скорость вращения ротора

1. 2940 об/мин	3. 1500 об/мин
2. 1000 об/мин	4. 3000 об/мин

Вопрос 11. Основной магнитный поток машины постоянного тока создается

1. обмоткой добавочных полюсов	3. обмоткой якоря
2. компенсационной обмоткой	4. обмоткой возбуждения

Вопрос 12. На электрических станциях в начале линии электропередачи устанавливают повышающие трансформаторы:

1. для увеличения мощности, передаваемой по линии	3. для уменьшения потерь энергии
2. для повышения коэффициента мощности системы	4. для уменьшения капитальных затрат на сооружение линии электропередачи

Вопрос 13. Режим работы электрической машины называется повторно-кратковременным,

1. когда машина работает длительно и за время работы нагревается до установившейся температуры, выдавая номинальную мощность	3. когда электрическая машина работает циклами длительностью не более 15 минут
2. когда период номинальной нагрузки сочетается с отключением; температура машины не успевает возрасти до установившегося значения, а за время паузы электрическая машина не успевает охладиться до температуры окружающей среды	4. когда период номинальной нагрузки сочетается с отключением; температура машины не успевает возрасти до установившегося значения, и за время паузы электрическая машина успевает охладиться до температуры окружающей среды

Вопрос 14. Основное электрооборудование электрических станций:

1. двигатели постоянного тока, асинхронные электродвигатели	3. трансформаторы тока, трансформаторы напряжения
2. линии электропередач, токопроводы	4. синхронные генераторы, силовые

	трансформаторы, компенсаторы
--	------------------------------

Вопрос15. Распределительное устройство, предназначенное для приема и распределения электроэнергии на одном напряжении без преобразования:

1. распределительный пункт	3. источник питания
2. трансформаторная подстанция	4. приемный пункт

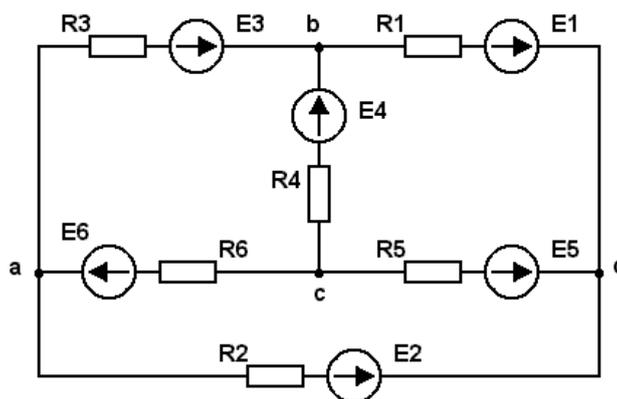
ТИПОВОЕ ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Задание 1

На рисунке 1 приведена схема электрической цепи. Заданы величины и направления действия электродвижущих сил источников электрической энергии и сопротивления резисторов.

Необходимо выполнить следующее:

1. Определить токи во всех ветвях электрической цепи методами контурных токов и наложения.
2. Не производя вычислений, составить уравнения для расчета цепи по законам Кирхгофа. В одно из уравнений подставить полученные при решении в п. 1 значения токов и проверить правильность решения.
3. Определить ток в ветви, указанной в задании, воспользовавшись методом эквивалентного генератора.
4. Построить потенциальную диаграмму для контура электрической цепи, указанного в задании.
5. Определить мощность, отдаваемую каждым источником, и мощность, рассеиваемую на каждом участке цепи. Проверить баланс мощностей.



рассеиваемую на каждом участке цепи. Проверить баланс мощностей.

Рисунок 1. Схема электрической цепи постоянного тока

Задание 2

На рисунке 2 приведена схема однофазной электрической цепи переменного тока. Заданы значения параметров элементов и закон изменения напряжения на входе схемы.

Необходимо определить: законы изменения токов на участках цепи; действующие значения напряжений и токов в ветвях схемы; коэффициент мощности цепи и её отдельных ветвей; активную, реактивную и полную мощность в ветвях и всей цепи; условия, при которых на заданных участках наступит резонанс напряжений или токов. Построить топографическую и векторную диаграммы напряжений и токов.

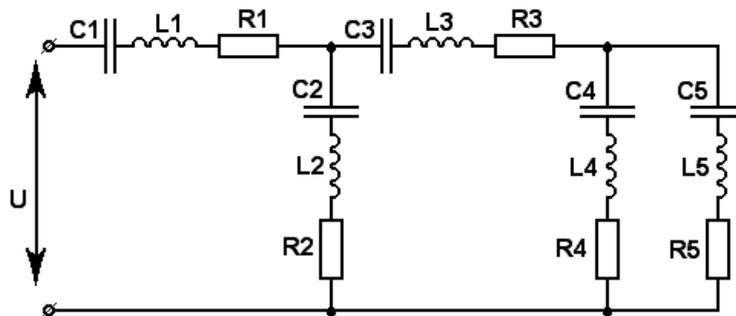


Рисунок 2. Схема однофазной электрической цепи переменного тока

Задание 3

Трехфазный трансформатор имеет следующие параметры: номинальная мощность $S_{ном}$; номинальное первичное и вторичное напряжения $U_{1ном}$ и $U_{2ном}$; номинальный ток первичной цепи $I_{1ном}$; напряжение короткого замыкания $u_{к\%}$, его активная $u_{ка}$ и реактивная $u_{кр}$ составляющие; сопротивление короткого замыкания $Z_{к}$. его активная $r_{к}$ и реактивная $x_{к}$ составляющие; ток холостого хода I_0 , $i_0\%$; мощности холостого хода P_0 и короткого замыкания $P_{к}$; коэффициент мощности холостого хода $\cos\varphi_0$ и короткого замыкания $\cos\varphi_{к}$; коэффициент мощности нагрузки $\cos\varphi_2$; коэффициент полезного действия η при номинальной нагрузке. Конкретные варианты исходных данных для расчета трансформатора выдаются преподавателем. Часть указанных параметров содержится в исходных данных, остальные параметры необходимо определить в ходе расчета.

Соединение обмоток трансформатора Y/Y, частота переменного тока сети 50 Гц.

Пример варианта задания содержится в нижеприведенной таблице. Расчету подлежат параметры, значения которых в таблице заменены прочерком.

$S_{ном}$, кВА	$U_{1ном}$, кВ	$U_{2ном}$, кВ	$I_{1ном}$, А	P_0 , кВт	I_0 , А	$i_0\%$	$\cos\varphi_0$	$P_{к}$, кВт	$U_{к}$, В
25	10	0,4	–	0,13	–	3,2	–	0,6	–

Задание 4

Трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, работающий от сети частотой $f = 50$ Гц напряжением $U_{л} = 380$ В имеет: номинальную потребляемую мощность из сети P_1 ; номинальную мощность на валу P_2 ; ток, потребляемый двигателем из сети I , число пар полюсов $2p$; номинальный КПД η ; номинальный коэффициент мощности $\cos\phi$; кратность максимального момента k_M ; частоту вращения ротора n_2 ; скольжение s ; критическое скольжение $s_{кр}$; добавочное сопротивление R_d ; активное R_r и индуктивное X_r сопротивления фазы обмотки ротора; электрические потери в обмотках статора и ротора P_3 ; добавочные и механические потери P_m . Часть указанных параметров содержится в исходных данных, остальные параметры необходимо определить в ходе расчета.

Пример варианта задания содержится в нижеприведенной таблице. Расчету подлежат параметры, значения которых в таблице заменены прочерком.

Построить для заданного варианта естественную и искусственную механические характеристики.

Примечание: для построения искусственной механической характеристики в цепь обмотки ротора включают добавочное сопротивление R_d .

P_1 , кВт	P_2 , кВт	I , А	$2p$	η	$\cos\phi$	k_M	n_2 , об/мин
–	5,5	–	4	–	0,85	2,1	–

Задание 5

Генератор постоянного тока имеет параметры: номинальная мощность P ; номинальное напряжение U ; частота вращения n ; номинальный ток генератора I ; ток в цепи возбуждения I_b ; ток в цепи якоря I_a ; сопротивление обмоток цепи обмотки возбуждения R_b ; сопротивление в цепи якоря R_a , приведенное к рабочей температуре; ЭДС якоря E ; электромагнитный момент при номинальной нагрузке M_3 ; электромагнитная мощность P_m ; мощность приводного двигателя N ; КПД в номинальном режиме η_n . Часть указанных параметров содержится в исходных данных, остальные параметры необходимо определить в ходе расчета.

Пример варианта задания содержится в нижеприведенной таблице. Расчету подлежат параметры, значения которых в таблице заменены прочерком.

Начертить для заданного варианта схему генератора постоянного тока.

P , кВт	U , В	n , об/мин	I , А	I_b , А	I_a , А	R_b , Ом	R_a , Ом
24	230	1450	–	–	–	150	0.3