

Федеральное агентство по образованию  
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГОУВПО «АмГУ»

УТВЕРЖДАЮ  
Зав. кафедрой АПП и Э  
\_\_\_\_\_ А.Н. Рыбалёв  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2007 г.

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

для специальностей: 260704 – «Технология текстильных изделий»,  
260901 – «Технология швейных изделий»,  
260902 – «Конструирование швейных изделий»,  
280101 – «Безопасность жизнедеятельности в техносфере»

Составители: Л. А. Вилесова, доцент кафедры автоматизации  
производственных процессов и электротехники  
О.В. Зотова, доцент кафедры автоматизации производственных  
процессов и электротехники

Благовещенск  
2007 г.

Печатается по решению  
редакционно-издательского совета  
инженерно-физического факультета  
Амурского государственного  
университета.

Л. А. Вилесова, О.В. Зотова,

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Электротехника и электроника» для студентов очной формы обучения специальностей 260704 – «Технология текстильных изделий», 260901 – «Технология швейных изделий», 260902 – «Конструирование швейных изделий», 280101 – «Безопасность жизнедеятельности в техносфере» – Благовещенск. Амурский государственный университет, 2007.

Учебно-методические рекомендации ориентированы на оказание помощи студентам неэлектротехнических специальностей очной формы обучения для формирования основ бск

## СОДЕРЖАНИЕ:

1. Рабочая программа	
для специальностей 260704, 260901, 260902.....	5
для специальности 280101.....	23
2. План-конспект лекций	
для специальностей 260704, 260901, 260902.....	43
для специальности 280101.....	51
3. Практические занятия .....	57
3.1 Методические рекомендации по проведению практических занятий.....	57
3.2 Методические указания к практическим занятиям.....	58
4. Лабораторные занятия.....	67
4.1 Методические рекомендации по проведению лабораторных работ .....	67
4.2 Методические указания по выполнению лабораторных работ.....	69
5. Самостоятельная работа студентов.....	73
5.1 График самостоятельной учебной работы студентов для специальностей 260902, 260902, 260902.....	73
для специальности 280101.....	74
5.2 Методические указания к выполнению и оформлению расчетно-графической работы .....	75
5.3 Задание на расчетно–графическую работу для специальностей 260902, 260902, 260902 .....	77
для специальности 280101.....	83
5.4 Примеры выполнения РГР .....	86
6. Вопросы к экзамену	
для специальностей 260902, 260902, 260902.....	93
для специальности 280101.....	95
7. Экзаменационные билеты.....	97
7.1. Общие положения.....	97
7.2. Примеры экзаменационных билетов	
для специальностей 260704, 260901, 260902.....	97
для специальности 280101.....	98
8. Контроль знаний студентов.....	99
8.1 Методические рекомендации.....	99
8.2 Входной контроль знаний.....	99
8.3 Промежуточный контроль.....	101
8.4 Тестовые задания по проверке остаточных знаний .....	104
9. Критерий оценки знаний студентов.....	107
10.Перечень программного обеспечения дисциплины.....	109

Федеральное агентство по образованию Российской Федерации  
Амурский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
Е.С. Астапова  
личная подпись, И.О.Ф  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «Электротехника и электроника»

для специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере»

Курс 2 Семестр 4

Лекции 36 (час.) Экзамен 4

Практические занятия 18 (час.)

Лабораторные занятия 18 (час.)

Самостоятельная работа 47 (час.)

Всего часов 119

Составитель Л. А. Вилесова, доцент кафедры автоматизации производственных процессов и электротехники

Факультет Энергетический

Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники

2006 г.

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта ВПО специальности 280101 (3301) «Безопасность жизнедеятельности в техносфере»

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры автоматизации производственных процессов и электротехники

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 200 \_\_\_ г., протокол №

Заведующий кафедрой

А. Н. Рыбалёв

Рабочая программа одобрена на заседании УМС специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере»

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 200 \_\_\_ г., протокол №

Председатель УМС

А. Б. Булгаков

СОГЛАСОВАНО

Начальник УМУ

\_\_\_\_\_ Г. Н. Торопчина

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 200 \_\_\_ г.

СОГЛАСОВАНО

Председатель УМС факультета

\_\_\_\_\_

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 200 \_\_\_ г.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей кафедрой

\_\_\_\_\_ А. Б. Булгаков

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 200 \_\_\_ г.

## ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Основной целью дисциплины «Электротехника и электроника» для студентов специальности «Безопасность жизнедеятельности в техносфере» является изучение основных законов электрических и магнитных цепей, основных свойств цепей. В ходе аудиторных и самостоятельных занятий по первой части курса «Электротехника и электроника» студенты должны:

- изучить и понять физическую сторону электромагнитных явлений в цепях;

- изучить методы формирования и решения уравнений электрических цепей в переходных режимах;

- освоить общие принципы анализа нелинейных цепей;

В результате изучения дисциплины студенты должны:

- уметь составлять алгебраические и дифференциальные уравнения электрических и магнитных цепей с целью их решения;

- уметь проводить экспериментальные исследования и критически анализировать полученные результаты, сравнивая их с результатами теоретических расчетов.

При изучении электрических цепей студенты должны знать хорошо раздел «Электричество» из курса физики, а также владеть математическими методами расчета алгебраических и дифференциальных уравнений, знать основы дифференцирования и интегрирования, операционного исчисления, теорию комплексных чисел и т.д. из курса математики.

## СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1. ГОСУДАРСТВЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К МИНИМУМУ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПД – Ф 07. «Электротехника и электроника»:

Электрическая цепь, основные законы электрических цепей. Методы расчета электрических цепей постоянного и синусоидального переменного потока, тепловое действие электрического потока, электромагнетизм и магнитные цепи. Электромагнитные расчеты, трехфазная система, переходные процессы в электрических цепях, типовое электротехническое оборудование: трансформаторы, асинхронные бесколлекторные машины, коллекторные машины, синхронные машины, электропривод, режим работы электрооборудования и расчет их основных параметров, электротехническая аппаратура; основы промышленной электроники: электронные, ионные и полупроводниковые приборы, элементы промышленной автоматики и их применение; основы электрических измерений и используемая аппаратура.

### 2. ЛЕКЦИОННЫЕ ЗАНЯТИЯ (36 час).

Введение – 0,5 час.

Электрическая энергия, её особенности и области применения. Развитие электротехники как науки. Электрификация и её роль в развитии экономики страны. Значение электротехники для инженеров по БЖД.

Тема 1. Линейные электрические цепи постоянного тока – 3,5 час.

Основные определения: Электрическая цепь, электрический ток, напряжение, ЭДС, мощность и энергия. Графические модели электрических цепей. Схемы замещения. Источники и потребители электрической энергии. Свойства линейных электрических цепей. Принципы суперпозиции, компенсации и взаимности. Основные топологические понятия. Основные законы электрических цепей. Закон Ома, законы Кирхгофа, закон Джоуля – Ленца. Работа и мощ-

ность. Уравнение баланса мощностей. Режимы работы электрических цепей. Расчёт простых электрических цепей. Последовательное, параллельное соединение, соединение треугольником и звездой. Преобразование электрических цепей. Расчёт и анализ сложных электрических цепей. Основные методы расчёта.

Тема 2. Линейные электрические цепи переменного однофазного синусоидального тока – 6 час.

Способы представления синусоидальных величин. Элементы цепей переменного тока. Особенности электромагнитных процессов в электрических цепях синусоидального тока. Схемы замещения цепей. Законы Ома и Кирхгофа. Анализ простейших цепей. Цепь с чисто активным сопротивлением, цепь с чисто индуктивным сопротивлением, цепь с чисто ёмкостным сопротивлением. Последовательное соединение активно-реактивных элементов цепи. Активная, реактивная и полная мощность. Векторная диаграмма. Понятие о топографических диаграммах. Параллельное соединение элементов. Понятие об активных, реактивных и полных проводимостях. Расчёт сложных цепей переменного тока. Графический анализ цепей с помощью топографических и векторных диаграмм. Символический метод расчёта. Законы Ома и Кирхгофа в комплексном виде. Комплексные схемы замещения. Резонансные явления в электрических цепях синусоидального тока. Резонанс напряжений, резонанс токов. Коэффициент мощности, его значение и способы повышения. Цепи с взаимно – индуктивными связями. Согласное и встречное включение двух взаимосвязанных магнитными полями катушек.

Тема 3. Электрические цепи переменного синусоидального трёхфазного тока – 4 час.

Понятие о многофазных системах. Трёхфазные системы, причины их наибольшего применения в энергетике. Получение трёхфазного тока. Способы представления ЭДС трёхфазного генератора. Способы соединения обмоток трёхфазного генератора. Фазные и линейные напряжения. Трёхфазные цепи, способы их соединения. Симметричные и несимметричные трёхфазные цепи.



Классификация потребителей электрической энергии. Расчёт симметричных и несимметричных трёхфазных цепей, соединённых звездой и треугольником. Роль нулевого провода. Векторные и топографические диаграммы. Активная, реактивная и полная мощность в трёхфазных цепях. Вращающееся магнитное поле. Принцип действия электрических машин переменного тока.

Тема 4. Электрические цепи при периодических несинусоидальных воздействиях – 2 час.

Спектры периодических сигналов. Причины возникновения несинусоидальных ЭДС, токов и напряжений. Способы представления несинусоидальных ЭДС, токов и напряжений. Мгновенные, амплитудные и действующие значения несинусоидальных ЭДС, токов и напряжений. Активная, реактивная и полная мощность. Влияние индуктивных и ёмкостных элементов на форму кривых тока при несинусоидальной ЭДС. Понятие об электрических фильтрах.

Тема 5. Переходные процессы в линейных электрических цепях с сосредоточенными параметрами – 2 час.

Причины возникновения переходных процессов в электрических цепях. Законы коммутации. Принуждённые и свободные составляющие токов и напряжений. Основные принципы анализа и расчёта переходных процессов. Переходные процессы в простых цепях при подключениях их к источникам постоянного и синусоидального напряжений.

Тема 6. Нелинейные электрические цепи – 2 час.

Нелинейные элементы. Основные их параметры и характеристики. Управляемые и неуправляемые нелинейные элементы. Анализ нелинейных цепей постоянного тока.

Нелинейные цепи при синусоидальном напряжении. Особенности нелинейных цепей переменного тока. Инерционные и безинерционные нелинейные элементы.

Тема 7. Нелинейные магнитные цепи – 2 час.

Электромагнитные устройства. Магнитное поле, его основные характеристики. Ферромагнитные материалы и их свойства. Неразветвлённые и разветв-

лённые магнитные цепи. Однородные и неоднородные магнитные цепи. Основные законы магнитных цепей. Закон полного тока. Законы Ома и Кирхгофа. Схемы замещения магнитных цепей. Основные принципы анализа и расчёта неразветвлённых и разветвлённых магнитных цепей постоянных и переменных магнитных потоков.

#### Тема 8. Электрические машины – 6 час.

Трансформаторы. Назначение и принцип действия. Виды трансформаторов. Потери мощности и кпд трансформаторов. Параллельная работа трехфазных трансформаторов.

Асинхронные машины. Основные понятия и принцип действия. Однофазные и трехфазные асинхронные двигатели.

Синхронные машины. Основные понятия и принцип действия. Синхронные трехфазные генераторы и двигатели. Сравнительная характеристика асинхронных и синхронных двигателей. Области применения.

Машины постоянного тока. Принцип действия и основные понятия, области применения.

Электрические машины систем управления и автоматики.

#### Тема 9. Электропривод – 2 час.

Основы теории электропривода. Назначение и типы. Режимы работы электроприводов. Управление электроприводами. Выбор двигателей для электроприводов.

#### Тема 10. Основы промышленной электроники – 6 час.

Электроника как отрасль науки и техники. Основные сведения. Промышленная электроника – одно из направлений технической электроники. Элементная база электроники. Полупроводниковые приборы, их классификация и назначение. Общетехнические и экономические параметры полупроводниковых приборов. Системы обозначений. Интегральные микросхемы, гибридные и полупроводниковые. Параметры их, системы и обозначения. Электронные устройства: выпрямители, усилители, генераторы гармонических колебаний. Импульсные устройства. Применение электронных устройств в промышленности,

перспективы развития электронных устройств.

### 3. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (18 час.)

- 3.1. Анализ и расчёт простых цепей постоянного тока. – 2 час.
- 3.2. Анализ и расчёт сложных цепей постоянного тока. – 2 час.
- 3.3. Анализ и расчёт простых цепей переменного синусоидального тока. – 2 час.
- 3.4. Анализ и расчёт сложных цепей переменного синусоидального тока. – 4 час.
- 3.5. Анализ и расчёт трёхфазных цепей. – 4 час.
- 3.6. Расчёт переходных процессов в простых цепях. – 4 час.

### 4. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ (18 час.)

- 4.1. Вводное занятие. Техника безопасности. Знакомство с лабораторным стендом ЭВ4. – 2 час.
- 4.2. Исследование простых цепей при постоянном напряжении. – 2 час.
- 4.3. Исследование простых цепей переменного тока. – 2 час.
- 4.4. Резонанс напряжений. – 2 час.
- 4.5. Исследование трёхфазных цепей при соединении звездой и треугольником. – 2 час.
- 4.6. Исследование переходных процессов в электрической цепи с R и L, R и C при подключении её к источнику постоянного напряжения. – 2 час.
- 4.7. Исследование трехфазного трансформатора. – 2 час.
- 4.8. Электронный усилитель. – 2 час.
- 4.9. Электронный выпрямитель. – 2 час.

### 5. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА (47 часов)

Самостоятельная работа студентов по дисциплине предусматривается в следующих формах:

5.1. Предварительная подготовка к практическим и лабораторным занятиям, выполнение заданий по темам практических занятий и составление отчетов по лабораторным занятиям – 21 час.

5.2. Выполнение расчетно-графической работы по дисциплине «Расчёт линейных электрических цепей переменного однофазного синусоидального и трёхфазного напряжений». – 8 часов.

5.3. Самостоятельное изучение ряда тем (18 часов):

5.3.1. Свойства линейных электрических цепей. – 2 часа.

5.3.2. Вывод формул преобразования треугольника в звезду и обратного. – 2 часа.

5.3.3. Метод контурных токов. Метод наложения. – 2 часа.

5.3.4. Получение вращающегося магнитного поля в трехфазной системе. – 2 часа.

5.3.5. Влияние реактивных элементов цепи на форму кривых тока при не-синусоидальной ЭДС. – 4 часа.

5.3.6. Операторный метод расчёта. Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме. – 4 часа.

5.3.7. Феррорезонанс токов и напряжения. – 2 часа.

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ И ТЕМЫ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ФОРМ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Промежуточный контроль знаний студентов по дисциплине предусматривает две контрольные точки в 4 семестре, оценки по которым выставляются на основе информации о выполнении практических и лабораторных работ, расчетно-графического задания, а также на основе тестирования теоретических знаний, полученных за прошедший период обучения, в том числе в результате

самостоятельной работы. Предусмотрено тестирование по следующим темам:

6.1. Линейные электрические цепи переменного однофазного синусоидального тока.

6.2. Трёхфазные цепи.

6.3. Расчёт несимметричных трёхфазных цепей.

6.4. Нелинейные электрические цепи постоянного тока.

## 7. ЭКЗАМЕН

7.1. Общие положения.

Экзамен предусматривает ответы на два теоретических вопроса и решение несложной задачи на расчет установившегося или переходного режима электрической цепи.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие и защитившие лабораторные работы, выполнившие программу практических занятий и расчетно-графическую работу по дисциплине. В порядке исключения к экзамену может также быть допущен студент, не выполнивший в общей сложности одну или две лабораторные и практические работы, в этом случае он отвечает на дополнительные вопросы по теме этих работ. Для подготовки ответа студенту отводится 40 мин.

7.2. Вопросы к экзамену.

1. Электрические цепи постоянного тока. Основные законы. Режимы работы электрических цепей.

2. Энергетический баланс в электрических цепях постоянного тока. Работа, мощность, уравнение баланса мощностей.

3. Расчет простых цепей постоянного тока. Метод преобразования.

4. Расчет сложных цепей постоянного тока. Метод уравнений Кирхгофа.

5. Электрические цепи переменного синусоидального тока. Элементы цепей, схемы замещения.

6. Способы представления синусоидальных величин. Основные законы в цепях переменного синусоидального тока.

7. Цепь с чисто активным сопротивлением при синусоидальном напряжении. Закон Ома. Векторная диаграмма.

8. Цепь с чисто индуктивным сопротивлением при синусоидальном напряжении. Закон Ома. Векторная диаграмма.

9. Цепь с чисто емкостным сопротивлением при синусоидальном напряжении. Закон Ома. Векторная диаграмма.

10. Последовательное соединение активно-реактивных элементов при синусоидальном напряжении. Закон Ома. Векторная диаграмма.

11. Параллельное соединение активно-реактивных элементов при синусоидальном напряжении. Векторная диаграмма. Понятие о проводимостях.

12. Мощность в цепях переменного синусоидального тока. Коэффициент мощности. Компенсация сдвига фаз.

13. Изображение элементов цепей и величин, характеризующих работу электрических цепей в комплексном виде. Законы Ома и Кирхгофа в символической форме записи.

14. Символический метод расчета сложных электрических цепей переменного тока (показать на примере).

15. Резонанс напряжений в цепях синусоидального тока.

16. Резонанс токов в цепях синусоидального тока.

17. Согласное включение двух взаимосвязанных катушек индуктивности.

18. Встречное включение двух взаимосвязанных катушек индуктивности.

19. Трехфазные системы. Причины их наибольшего использования. Трехфазная цепь.

20. Способы представления эдс трехфазного генератора.

21. Фазное и линейное напряжение трехфазного генератора.

22. Расчет симметричных трехфазных цепей, соединенных звездой и треугольником.

23. Расчет несимметричных трехфазных цепей, соединенных звездой с нулевым проводом. Роль нулевого провода.

24. Расчет несимметричных трехфазных цепей, соединенных звездой без

нулевого провода.

25. Расчет несимметричных трехфазных цепей, соединенных треугольником.

26. Активная, реактивная, полная мощность в трехфазных цепях.

27. Способы представления несинусоидальных величин.

28. Мгновенные и действующие значения несинусоидальных напряжений и токов.

29. Активная, реактивная и полная мощность несинусоидального тока.

30. Переходные процессы в линейных электрических цепях. Законы коммутации.

31. Переходные процессы в цепи с  $R$ ,  $L$  при подключении ее к источнику постоянного напряжения.

32. Переходные процессы в цепи с  $R$ ,  $C$  при подключении ее к источнику постоянного напряжения.

33. Переходные процессы в цепи с  $R$ ,  $L$ ,  $C$  при подключении ее к источнику постоянного напряжения.

34. Нелинейные электрические цепи постоянного тока. Общая характеристика методов расчета нелинейных цепей постоянного тока.

35. Нелинейные электрические цепи переменного синусоидального тока. Общая характеристика нелинейных элементов. Общие принципы их анализа.

36. Основные преобразования, осуществляемые с помощью нелинейных электрических цепей.

37. Магнитные цепи. Разновидности их. Основные законы магнитных цепей.

38. Анализ и расчет магнитных цепей постоянного магнитного потока.

39. Особенности нелинейных магнитных цепей переменного магнитного потока. Роль воздушного зазора в магнитопроводе.

40. Трансформаторы. Назначение и принцип действия. Типы трансформаторов.

41. Особенности трехфазных трансформаторов.

42. Параллельная работа трансформаторов.
43. Потери мощности и кпд трансформатора.
44. Общие сведения об асинхронных машинах.
45. Трехфазный асинхронный двигатель.
46. Общие сведения о синхронных машинах.
47. Работа синхронной машины в режиме генератора и двигателя.
48. Сравнительная характеристика асинхронных и синхронных двигателей.
49. Общие сведения о машинах постоянного тока. Генераторы и двигатели.
50. Электрические машины систем управления и автоматики.
51. Электропривод. Виды электроприводов. Режимы работы.
52. Полупроводниковые приборы. Классификация их. Системы обозначений.
53. Общетехнические и экономические параметры полупроводниковых приборов.
54. Интегральные микросхемы. Гибридные и полупроводниковые. Системы обозначений.
55. Параметры интегральных микросхем.
56. Электронные устройства. Однофазные и трехфазные выпрямители.
57. Электронные устройства. Усилители.
58. Импульсные устройства.
59. Генераторы гармонических колебаний.

### 7.3. Критерии оценки на экзамене.

Для получения удовлетворительной оценки достаточно показать знание основных понятий по теме вопросов и показать направление решения задачи. Оценка «хорошо» выставляется студенту, правильно решившему задачу и показавшему способность экономического, математического, технического и др. обоснований ответов. Оценка «отлично» выставляется, если, кроме того, студент правильно ответил на дополнительные вопросы по темам, смежным с те-



мами основных вопросов. При этом неправильные ответы на дополнительные вопросы могут служить основанием для снижения оценки до «удовлетворительно», если эти ответы свидетельствуют о слабом понимании материала.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 1. ПЕРЕЧЕНЬ ОБЯЗАТЕЛЬНОЙ (ОСНОВНОЙ) ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.1. Электротехника и электроника. Книга 1. Электрические и магнитные цепи. Под редакцией В.Г. Герасимова – М.: Энергоатомиздат, 1999.
- 1.2. Общая электротехника с основами электроники. И.А. Данилов, П.М. Иванов. – М.: Высшая школа, 2000.
- 1.3. Электротехника. А.С. Касаткин, М.В. Немцов. - М.: Высшая школа, 2005.
- 1.4. Электротехника. Под редакцией П.А. Бутырина. – Челябинск: ЮУрГУ, 2003.
- 1.5. Основы промышленной электроники. Учебник для вузов. В.Г. Герасимов, О.М. Князьков и др. – М.: Высшая школа, 1995.
- 1.6. Электрические цепи. Учебное пособие. Л.А. Вилесова. – Б.: АмГУ, 2004.
- 1.7. Сборник задач и упражнений по электротехнике и основам электроники. – Г.Г. Рекус. – М.: Высшая школа, 2001.

### 2. ПЕРЕЧЕНЬ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 2.1. Теоретические основы электротехники. Курс лекций В.А.Прянишников. – СПб.: «Корона принт», 2000.
- 2.2. Электротехника: программированное учебное пособие. Под редакцией В.Г. Герасимова. – М.: Высшая школа, 1985г., 1994.
- 2.3. Справочное пособие по электротехнике и основам электроники. Под редакцией А.В. Нетушила. – М.: Высшая школа, 1982.
- 2.4. Теория линейных электрических цепей. Г.И. Атабеков. – М.: Совет-

ское радио, 1960.

2.5. Основы теории цепей. Г.И. Атабеков. – М.: Высшая школа, 1985.

2.6. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. Л.А. Бессонов. – М.: Гардарики, 2002.

## Учебно-методическая (технологическая) карта дисциплины

Номер недели	Номер темы	Вопросы, изучаемые на лекции	Занятия (номера)		Используемые нагляд. и метод. пособия	Самостоятельная работа студентов		Формы контроля
			Практич. (семина.)	Лаборат.		Содержание	Часы	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	<p>Введение. Электрическая энергия, её особенности и области применения. Развитие электротехники как науки. Электрификация и её роль в развитии экономики страны. Значение электротехники для инженеров по БЖД.</p> <p>Линейные электрические цепи постоянного тока.</p> <p>Основные определения: Электрическая цепь, электрический ток, напряжение, ЭДС, мощность и энергия. Графические модели электрических цепей. Схемы замещения. Источники и потребители электрической энергии. Свойства линейных электрических цепей. Принципы суперпозиции, компенсации и взаимности. Основные топологические понятия.</p>	–	–	–	Свойства линейных электрических цепей.	2	
2	1	<p>Линейные электрические цепи постоянного тока.</p> <p>Основные законы электрических цепей. Закон Ома, законы Кирхгофа, закон Джоуля – Ленца. Работа и мощность. Уравнение баланса мощностей. Режимы работы электрических цепей. Расчёт простых электрических цепей. Последовательное, параллельное соединение, соединение треугольником и звездой. Преобразование электрических цепей. Расчёт и анализ сложных электрических цепей. Основные методы расчета.</p>	Расчёт простых цепей постоянного тока.	Вводное занятие. Техника безопасности.	Лабораторный стенд ЭВ4.	Вывод формул преобразования треугольника в звезду и наоборот	2	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	2	Линейные электрические цепи переменного однофазного синусоидального тока. Способы представления синусоидальных величин. Элементы цепей переменного тока. Особенности электромагнитных процессов в электрических цепях синусоидального тока. Схемы замещения цепей. Законы Ома и Кирхгофа. Анализ простейших цепей. Цепь с чисто активным сопротивлением, цепь с чисто индуктивным сопротивлением, цепь с чисто ёмкостным сопротивлением.	–	–	–	Метод контурных токов. Метод наложения.	2	Экзамен.
4	2	Линейные электрические цепи переменного однофазного синусоидального тока. Последовательное соединение активно-реактивных элементов цепи. Активная, реактивная и полная мощность. Векторная диаграмма. Понятие о топографических диаграммах. Параллельное соединение элементов. Понятие об активных, реактивных и полных проводимостях. Расчёт сложных цепей переменного тока. Графический анализ цепей с помощью топографических и векторных диаграмм. Символический метод расчёта.	Расчёт сложных цепей постоянного тока.	Работа №1. Исследование цепей постоянного тока.	Лабораторный стенд ЭВ4.	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.	2	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ, тестовый опрос.
5	2	Линейные электрические цепи переменного однофазного синусоидального тока. Законы Ома и Кирхгофа в комплексном виде. Комплексные схемы замещения. Резонансные явления в электрических цепях синусоидального тока. Резонанс напряжений, резонанс токов. Коэффициент мощности, его значение и способы повышения. Цепи с взаимно – индуктивными связями. Согласное и встречное включение двух взаимосвязанных магнитными полями катушек.	–	–	–	–	2	Экзамен.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	3	Понятие о многофазных системах. Трёхфазные системы, причины их наибольшего применения в энергетике. Получение трёхфазного тока. Способы представления ЭДС трёхфазного генератора. Способы соединения обмоток трёхфазного генератора. Фазные и линейные напряжения. Трёхфазные цепи, способы их соединения. Симметричные и несимметричные трёхфазные цепи. Классификация потребителей электрической энергии.	Расчёт простых цепей переменного синусоидального тока	Работа №2. Исследование простых цепей постоянного тока.	Лабораторный стенд ЭВ4.	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.	2	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ.
7	3	Электрические цепи переменного синусоидального трёхфазного тока. Расчёт симметричных и несимметричных трёхфазных цепей, соединённых звездой и треугольником. Роль нулевого провода. Векторные и топографические диаграммы. Активная, реактивная и полная мощность в трёхфазных цепях. Вращающееся магнитное поле. Принцип действия электрических машин переменного тока.			–	РГР.	4	Экзамен, проверка РГР
8	2	Резонансные явления в электрических цепях переменного тока. Резонанс напряжений. Резонанс токов. Компенсация сдвига фаз. Основные сведения о цепях со взаимно-индуктивными связями.	Расчёт сложных цепей переменного синусоидального тока.	Работа №4. Исследование простых цепей переменного тока.	Лабораторный стенд ЭВ4.	РГР. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.	4	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ, проверка РГР
9	3	Трёхфазные цепи. Причины наибольшего применения трёхфазных систем. Способы представления ЭДС трёхфазного генератора. Способы соединения обмоток трёхфазного генератора.	–	–	Плакаты.	РГР. Получение вращающегося магнитного поля в трехфазной системе.	4	Экзамен, проверка РГР, тестовый опрос.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	3	Классификация потребителей в трёхфазных цепях. Активная, реактивная и полная мощности. Расчёт симметричных трёхфазных цепей.	Расчёт сложных цепей переменного тока. Символический метод.	Работа №5. Резонанс напряжений	Лабораторный стенд ЭВ4.	РГР №1. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.	4	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ, проверка РГР
11	3	Расчёт несимметричных трёхфазных цепей, соединённых звездой с нулевым проводом, звездой без нулевого провода, соединённых треугольником. Топографические векторные диаграммы.	–	–	–	–	2	Экзамен, тестовый опрос.
12	4	Несинусоидальные ЭДС, токи и напряжения. Причины появления. Способы их представления. Основные принципы анализа цепей с несинусоидальной ЭДС.	Расчёт симметричных трёхфазных цепей.	Работа №6. Исследование трёхфазных цепей, соединённых звездой.	Лабораторный стенд ЭВ4.	Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	2	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ
13	5	Переходные процессы в линейных электрических цепях. Причины их возникновения. Законы коммутации. Основные принципы анализа и расчёта переходных процессов.	–	–	–	Влияние реактивных элементов цепи на форму кривых тока при несинусоидальной ЭДС.	4	Экзамен.
14	5	Переходные процессы в цепи с R, L; R, C; R, L, C при подключении её к источнику постоянного напряжения. Классический метод расчёта.	Расчёт несимметричных трёхфазных цепей.	Работа №7. Исследование трёхфазных цепей, соединённых треугольником.	Лабораторный стенд ЭВ4.	Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	2	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ
15	6	Нелинейные цепи. Основные параметры и характеристики нелинейных элементов. Общая характеристика методов расчёта нелинейных цепей постоянного тока.	–	–	–	Операторный метод расчёта. Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме.	4	Экзамен, тестовый опрос

1	2	3	4	5	6	7	8	9
16	6	Особенности нелинейных цепей переменного синусоидального тока. Основные преобразования, осуществляемые с помощью нелинейных цепей.	Расчёт переходных процессов. Определение начальных и конечных значений.	Работа №8. Исследование переходных процессов в цепи R, L.	Лабораторный стенд ЭВ4.	Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	2	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ.
17	7	Магнитные цепи. Незазветвлённые и разветвлённые, однородные и неоднородные. Законы Ома и Кирхгофа для магнитных цепей. Основные принципы расчёта магнитных цепей с постоянным магнитным потоком.			–	Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	1	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ.
18	7	Особенности магнитных цепей переменного магнитного потока. Магнитные цепи с воздушным зазором в магнитопроводе.	Классический метод расчёта переходных процессов	Работа №9. Исследование переходных процессов в цепи R, C.	Лабораторный стенд ЭВ4.	Феррорезонанс напряжений и токов. Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	2	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ.

Федеральное агентство по образованию Российской Федерации

Амурский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УНР

Е.С. Астапова  
личная подпись, И.О.Ф

«\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «Электротехника и электроника»

для специальностей 260704 – «Технология текстильных изделий», 260901 – «Технология швейных изделий», 260902 – «Конструирование швейных изделий».

Курс \_\_\_\_\_ 3 \_\_\_\_\_ Семестр 5

Лекции \_\_\_\_\_ 18 \_\_\_\_\_ (час.) Экзамен 5

Практические занятия 18 (час.)

Лабораторные занятия 18 (час.)

Самостоятельная работа: для специальности 260704 46 (час.)

для специальностей 260901, 26092 44 (час.)

Всего часов: для специальности 260704 100 (час.)

для специальностей 260901, 26092 98 (час.)

Составитель О.В. Зотова, доцент кафедры автоматизации производственных процессов и электротехники

Факультет Энергетический

Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники

2006 г.



Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта ВПО специальностей 260704 – «Технология текстильных изделий», 260901 – «Технология швейных изделий», 260902 – «Конструирование швейных изделий»

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры автоматизации производственных процессов и электротехники

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 200 \_\_\_ г., протокол №

Заведующий кафедрой

А. Н. Рыбалёв

Рабочая программа одобрена на заседании УМС 260704 – «Технология текстильных изделий», 260901 – «Технология швейных изделий», 260902 – «Конструирование швейных изделий».

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 200 \_\_\_ г., протокол №

Председатель УМС \_\_\_\_\_

СОГЛАСОВАНО

Начальник УМУ

\_\_\_\_\_ Г. Н. Торопчина

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 200 \_\_\_ г.

СОГЛАСОВАНО

Председатель УМС факультета

\_\_\_\_\_

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 200 \_\_\_ г.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей кафедрой

\_\_\_\_\_

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 200 \_\_\_ г.

## ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина «Электротехника и электроника» преследует цель обеспечить общую теоретическую и практическую подготовку квалифицированных инженеров, которые должны разбираться в сущности электрических и магнитных явлений и знать способы применения их на практике, так как любая отрасль современного производства не может обойтись без применения электротехнических и электронных устройств.

Основной целью дисциплины "Электротехника и электроника" для студентов специальностей «Технология текстильных изделий», «Технология швейных изделий», «Конструирование швейных изделий» является изучение принципов построения и функционирования электрических цепей, машин и электронных схем. В ходе аудиторных и самостоятельных занятий курса «Электротехника и электроника» студенты должны:

- изучить основополагающие законы электротехники и современные методы анализа электрических, магнитных и электронных цепей;
- изучить принципы действия, особенности конструкции, свойства, области применения и потенциальные возможности основных видов электротехнических и электронных устройств;
- изучить основные виды электроизмерительных приборов и методики измерения с их помощью различных электрических и неэлектрических величин;
- изучить терминологию и символику, применяемые в электротехнике, а так же методы составления и чтения основных видов электрических схем электротехнических устройств.

В ходе изучения дисциплины студент должен приобрести следующие навыки и умения:

- уметь производить расчет цепей постоянного тока, переменного синусоидального тока;
- уметь производить измерения основных электрических величин с помощью электроизмерительных приборов;

– уметь экспериментальным путем определить параметры и характеристики типовых электротехнических и электронных элементов и устройств;

– уметь анализировать полученные результаты измерений, сравнивая их с результатами теоретических расчетов.

– уметь свободно читать и составлять принципиальные электрические схемы электрических цепей, а так же различных электротехнических устройств.

При изучении электрических цепей студенты должны хорошо знать раздел «Электричество» из курса физики, а также владеть математическими методами расчета алгебраических и дифференциальных уравнений, знать основы дифференцирования и интегрирования, операционного исчисления, теорию комплексных чисел из курса высшей математики. Знания, полученные по данной дисциплине, могут быть непосредственно использованы в инженерной практике.

## СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1. ГОСУДАРСТВЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К МИНИМУМУ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПД.Ф.04. «Электротехника и электроника»:

введение; электрические и магнитные цепи; основные определения, топологические параметры и методы расчета электрических цепей; анализ и расчет линейных цепей переменного тока; анализ и расчет электрических цепей с нелинейными элементами; анализ и расчет магнитных цепей; электромагнитные устройства и электрические машины; электромагнитные устройства; трансформаторы; машины постоянного тока (МПТ); асинхронные машины; синхронные машины; основы электроники и электрические измерения; элементная база современных электронных устройств; источники вторичного электропитания; усилители электрических сигналов; импульсные и автогенераторные устройства; основы цифровой электроники; микропроцессорные средства; электрические измерения и приборы.

### 2. ЛЕКЦИОННЫЕ ЗАНЯТИЯ (18 час).

Введение – 0,5 час.

Электрическая энергия, её особенности и области применения. Развитие электротехники как науки.

Тема 1. Линейные электрические цепи постоянного тока – 1,5 час.

Основные определения: Электрическая цепь, электрический ток, источники и потребители электрической энергии. Графические модели электрических цепей. Схемы замещения. Свойства линейных электрических цепей. Основные топологические понятия. Основные законы электрических цепей. Работа и мощность. Уравнение баланса мощностей. Режимы работы электрических цепей.

Тема 2. Линейные электрические цепи переменного однофазного синусоидального тока – 4 час.

Способы представления синусоидальных величин. Элементы цепей переменного тока. Особенности электромагнитных процессов в

электрических цепях синусоидального тока. Схемы замещения цепей. Законы Ома и Кирхгофа. Анализ простейших цепей. Цепь с чисто активным сопротивлением, цепь с чисто индуктивным сопротивлением, цепь с чисто ёмкостным сопротивлением. Последовательное соединение активно-реактивных элементов цепи. Векторная диаграмма. Активная, реактивная и полная мощность. Понятие о топографических диаграммах. Параллельное соединение элементов. Понятие об активных, реактивных и полных проводимостях. Расчёт сложных цепей переменного тока. Графический анализ цепей с помощью топографических и векторных диаграмм. Символический метод расчёта. Законы Ома и Кирхгофа в комплексном виде. Комплексные схемы замещения. Резонансные явления в электрических цепях синусоидального тока.

Тема 3. Электрические цепи переменного синусоидального трёхфазного тока – 4 час.

Понятие о многофазных системах. Трёхфазные системы, причины их наибольшего применения в энергетике. Получение трёхфазного тока. Способы представления ЭДС трёхфазного генератора. Способы соединения обмоток трёхфазного генератора. Фазные и линейные напряжения. Трёхфазные цепи, способы их соединения. Симметричные и несимметричные трёхфазные цепи. Классификация потребителей электрической энергии. Расчёт симметричных и несимметричных трёхфазных цепей, соединённых звездой и треугольником. Роль нулевого провода. Векторные и топографические диаграммы. Активная, реактивная и полная мощность в трёхфазных цепях. Вращающееся магнитное поле. Принцип действия электрических машин переменного тока.

Тема 4 Нелинейные электрические цепи.– 2 час.

Нелинейные элементы. Основные их параметры и характеристики. Управляемые и неуправляемые нелинейные элементы. Анализ нелинейных цепей постоянного тока. Нелинейные цепи при синусоидальном напряжении. Особенности нелинейных цепей переменного тока.

Тема 5. Магнитные цепи – 2 час.

Электромагнитные устройства. Магнитное поле, его основные характеристики. Ферромагнитные материалы и их свойства. Неразветвлённые и разветв-

лённые магнитные цепи. Однородные и неоднородные магнитные цепи. Основные законы магнитных цепей. Закон полного тока. Законы Ома и Кирхгофа. Схемы замещения магнитных цепей. Основные принципы анализа и расчёта неразветвлённых и разветвлённых магнитных цепей постоянных и переменных магнитных потоков.

Тема 6. Трансформаторы. Электрические машины – 2 час.

Трансформаторы. Назначение и принцип действия. Режимы работы.

Асинхронные машины. Основные понятия и принцип действия.

Синхронные машины. Основные понятия и принцип действия. Сравнительная характеристика асинхронных и синхронных двигателей.

Тема 7. Основы промышленной электроники – 2 час.

Элементная база электроники. Полупроводниковые приборы, их классификация и назначение. Общетехнические параметры полупроводниковых приборов. Системы обозначений. Интегральные микросхемы, гибридные и полупроводниковые, их параметры, и система обозначений. Электронные устройства: выпрямители, усилители, генераторы гармонических колебаний. Импульсные устройства. Применение электронных устройств в промышленности, перспективы развития электронных устройств.

### 3. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (18 час.)

- 3.1. Анализ и расчёт простых цепей постоянного тока. – 2 час.
- 3.2. Анализ и расчёт сложных цепей постоянного тока. – 2 час.
- 3.3. Анализ и расчёт простых цепей переменного синусоидального тока. – 2 час.
- 3.4. Анализ и расчёт сложных цепей переменного синусоидального тока. – 4 час.
- 3.5. Анализ и расчёт трёхфазных цепей. – 4 час.
- 3.6. Основы расчета нелинейных электрических цепей постоянного тока. - 2 час.

#### 4. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ (18 час.)

- 4.1. Вводное занятие. Техника безопасности. Знакомство с лабораторным стендом ЭВ4. – 2 час.
- 4.2. Исследование простых цепей при постоянном напряжении. – 4 час.
- 4.3. Исследование нелинейных цепей постоянного тока. – 2 час.
- 4.4. Исследование простых цепей переменного тока. – 2 час.
- 4.5. Резонанс напряжений. – 2 час.
- 4.6. Исследование трёхфазных цепей при соединении звездой и треугольником. – 4 час.
- 4.7. Отчет по выполненным работам. – 2 час.

#### 5. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА (46 часов)

Самостоятельная работа студентов по дисциплине предусматривается в следующих формах:

- 5.1. Предварительная подготовка к практическим и лабораторным занятиям, выполнение заданий по темам практических занятий и составление отчетов по лабораторным занятиям – 20 час.
- 5.2. Выполнение расчетно-графической работы по теме «Расчёт линейных электрических цепей постоянного тока и переменного однофазного синусоидального тока». – 8 час.
- 5.3. Самостоятельное изучение ряда тем (18 часов):
  - 5.3.1. Свойства линейных электрических цепей. – 2 часа.
  - 5.3.2. Вывод формул преобразования треугольника в звезду и наоборот. – 2 часа.
  - 5.3.3. Электроизмерительные приборы. Их классификация. Виды и методы электрических измерений. Измерение тока, напряжения и мощности в цепях постоянного, переменного и трехфазного тока. – 4 часа.
  - 5.3.4. Получение вращающегося магнитного поля в трехфазной системе. – 2 часа.
  - 5.3.5. Виды трансформаторов. Автотрансформаторы. – 2 часа.

- 5.3.6. Синхронные трехфазные генераторы и двигатели. Области применения. – 2 часа.
- 5.3.7. Однофазные и трехфазные асинхронные двигатели. Принцип действия и область применения.– 2 часа.
- 5.3.8. Машины постоянного тока. Принцип действия и области применения.– 2 часа.

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ И ТЕМЫ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ФОРМ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Промежуточный контроль знаний студентов по дисциплине предусматривает две контрольные точки в 5 семестре, оценки по которым выставляются на основе информации о выполнении практических и лабораторных работ, расчетно-графического задания, а также на основе тестирования теоретических знаний, полученных за прошедший период обучения, в том числе в результате самостоятельной работы. Предусмотрено тестирование по следующим темам:

- 6.1. Линейные электрические цепи постоянного тока.
- 6.2. Линейные электрические цепи переменного однофазного синусоидального тока.
- 6.3. Трёхфазные цепи.

## 7. ЭКЗАМЕН

### 7.1. Общие положения.

Экзамен предусматривает ответы на два теоретических вопроса и решение несложной задачи на расчет установившегося режима электрической цепи.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие и защитившие лабораторные работы, выполнившие программу практических занятий и расчетно-графическую работу по дисциплине. В порядке исключения к экзамену может также быть допущен студент, не выполнивший в общей сложности одну или две лабораторные и практические работы, в этом случае он отвечает на дополнительные вопросы по теме этих работ. Для подготовки ответа студенту отводится 40 мин.



## 7.2. Вопросы к экзамену.

1. Электрическая цепь. Элементы электрической цепи постоянного тока. Источники и приемники электрической энергии. Схемы замещения.
2. Основные законы электрических цепей постоянного тока.
3. Режимы работы электрических цепей.
4. Мощность в цепях постоянного тока. Уравнение баланса мощностей.
5. Расчет простых цепей постоянного тока. Метод преобразований.
6. Расчет сложных цепей постоянного тока. Метод уравнений Кирхгофа.
7. Электрические цепи переменного синусоидального тока. Способы представления синусоидальных величин. Элементы схем замещения.
8. Простейшие цепи переменного тока. Цепи с активным, идеально индуктивным и идеально емкостным сопротивлениями.
9. Последовательное соединение  $R$ ,  $L$ ,  $C$ . Закон Ома. Векторная диаграмма.
10. Параллельное соединение  $R$ ,  $L$ ,  $C$ . Векторная диаграмма.
11. Символический метод расчета цепей переменного тока.
12. Резонанс напряжений в цепях синусоидального тока
13. Резонанс токов в цепях синусоидального тока
14. Мощность в цепях переменного тока. Коэффициент мощности. Способы его повышения.
15. Трехфазные системы. Причины их наибольшего использования. Трехфазная цепь.
16. Способы представления ЭДС трехфазного генератора.
17. Способы соединения фаз трехфазного генератора. Фазное и линейное напряжения.
18. Расчет симметричных трехфазных цепей, соединенных в звезду и треугольник.
19. Расчет несимметричной трехфазной четырехпроводной цепи. Роль нулевого провода.
20. Мощность в трехфазных цепях.

21. Основные сведения о нелинейных цепях постоянного тока. Общая характеристика методов расчета нелинейных цепей постоянного тока.
22. Нелинейные электрические цепи переменного синусоидального тока. Общая характеристика нелинейных элементов. Общие принципы их анализа.
23. Магнитные цепи. Их разновидности. Законы Ома и Кирхгофа для магнитной цепи.
24. Анализ и расчет магнитных цепей постоянного магнитного потока.
25. Трансформаторы. Принцип действия. Назначение. Режимы работы.
26. Общие сведения об электрических машинах постоянного тока. Принцип действия.
27. Общие сведения о синхронных электрических машинах. Принцип действия.
28. Асинхронные электрические машины. Принцип действия.
29. Сравнительная характеристика асинхронных и синхронных двигателей.
30. Общие сведения об измерительных приборах. Измерение тока, напряжения и мощности в цепях постоянного, переменного и трехфазного тока.
31. Классификация полупроводниковых приборов, их назначение и система условных обозначений в электрических схемах.
32. Общетехнические параметры полупроводниковых диодов.
33. Общетехнические параметры полупроводниковых транзисторов
34. Интегральные микросхемы. Общетехнические параметры ИМС, система обозначений и применение.
35. Структурная схема однофазного неуправляемого одно- и двухполупериодного выпрямителя.
36. Электронные усилители. Их типы и основные параметры. Структурная схема однокаскадного усилителя на биполярном транзисторе.
37. Генераторы гармонических колебаний. Их виды. Структурная схема транзисторного LC-генератора.
38. Импульсные устройства. Их элементная база и назначение.

### 7.3. Критерии оценки на экзамене.

Для получения удовлетворительной оценки достаточно показать знание основных понятий по теме вопросов и <sub>15</sub> показать направление решения задачи.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, правильно решившему задачу и показавшему способность экономического, математического, технического и др. обоснований ответов. Оценка «отлично» выставляется, если, кроме того, студент правильно ответил на дополнительные вопросы по темам, смежным с темами основных вопросов. При этом неправильные ответы на дополнительные вопросы могут служить основанием для снижения оценки до «удовлетворительно», если эти ответы свидетельствуют о слабом понимании материала.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 1. ПЕРЕЧЕНЬ ОБЯЗАТЕЛЬНОЙ (ОСНОВНОЙ) ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.1. Курс электротехники. А.С. Касаткин, М.В. Немцов. - М.: Высшая школа, 2005.
- 1.2. Сборник задач и упражнений по электротехнике и основам электроники. – Г.Г. Рекус, А.И. Белоусов – М.: Высшая школа, 2001.
- 1.3. Общая электротехника с основами электроники. И.А. Данилов, П.М. Иванов. – М.: Высшая школа, 2000.
- 1.4. Электротехника и электроника. Книга 1. Электрические и магнитные цепи. Под редакцией В.Г. Герасимова – М.: Энергоатомиздат, 1999.
- 1.5. Электротехника. Под редакцией П.А. Бутырина. – Челябинск: ЮУрГУ, 2003.
- 1.6. Основы промышленной электроники. Учебник для вузов. В.Г. Герасимов, О.М. Князьков и др. – М.: Высшая школа, 1995.
- 1.7. Электрические цепи. Учебное пособие. Л.А. Вилесова. – Б.: АмГУ, 2004.

### 2. ПЕРЕЧЕНЬ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 2.1. Теоретические основы электротехники. Курс лекций В.А. Прянишников. – СПб.: «Корона принт», 2000.
- 2.2. Лабораторный практикум по электротехнике и основам электроники. Г.Г. Рекус, В.Н. Чесноков. – М.: Высшая школа, 2001.
- 2.3. Электротехника: программированное учебное пособие. Под редакцией В.Г. Герасимова. – М.: Высшая школа, 1985г., 1994.
- 2.4. Справочное пособие по электротехнике и основам электроники. Под редакцией А.В. Нетушила. – М.: Высшая школа, 1982.

2.5. Основы теории цепей. Г.И. Атабеков. – М.: Высшая школа, 1985.

## Учебно-методическая (технологическая) карта дисциплины

Номер недели	Номер темы	Вопросы, изучаемые на лекции	Занятия (номера)		Используемые нагляд. и метод. пособия	Самостоятельная работа студентов		Формы контроля
			Практич. (семина.)	Лаборат.		Содержание	Часы	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	Электрическая энергия, её особенности и области применения. Развитие электротехники как науки. Линейные электрические цепи постоянного тока. Основные определения: Электрическая цепь, электрический ток, источники и потребители электрической энергии. Графические модели электрических цепей. Схемы замещения. Свойства линейных электрических цепей. Основные топологические понятия. Основные законы электрических цепей. Работа и мощность. Уравнение баланса мощностей. Режимы работы электрических цепей.	Расчёт простых цепей постоянного тока.	–	–	Свойства линейных электрических цепей.	2	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ.
2		–	–	Вводное занятие. Техника безопасности	Лабораторный стенд ЭВ4.	Вывод формул преобразования треугольника в звезду и наоборот.	2	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ, тестовый опрос.
3	2	Линейные электрические цепи переменного однофазного синусоидального тока. Способы представления синусоидальных величин. Элементы цепей переменного тока. Особенности электромагнитных процессов в электрических цепях синусоидального тока. Схемы замещения цепей. Законы Ома и Кирхгофа. Анализ простейших цепей. Цепь с чисто активным сопротивлением, цепь с чисто индуктивным сопротивлением, цепь с чисто ёмкостным сопротивлением.	Расчёт сложных цепей постоянного тока.	–	–	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.	2	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4		–	–	Работа №1. Исследование цепи постоянного тока.	Лабораторный стенд ЭВ4.	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.	2	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ.
5	2	Последовательное соединение активно-реактивных элементов цепи. Векторная диаграмма. Активная, реактивная и полная мощность. Понятие о топографических диаграммах. Параллельное соединение элементов. Понятие об активных, реактивных и полных проводимостях. Расчёт сложных цепей переменного тока. Графический анализ цепей с помощью топографических и векторных диаграмм. Символический метод расчёта. Законы Ома и Кирхгофа в комплексном виде. Комплексные схемы замещения. Резонансные явления в электрических цепях синусоидального тока.	Расчет простых цепей переменного синусоидального тока.	–	Плакаты	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.	2	Экзамен сдача и защита практических заданий и лабораторных работ.
6		–	–	Работа №2. Исследование цепи постоянного тока со смешанным соединением элементов.	Лабораторный стенд ЭВ4.	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.	2	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	3	Понятие о многофазных системах. Трёхфазные системы, причины их наибольшего применения в энергетике. Получение трёхфазной ЭДС. Способы представления ЭДС трёхфазного генератора. Способы соединения обмоток трёхфазного генератора. Фазные и линейные напряжения. Трёхфазные цепи, способы их соединения. Симметричные и несимметричные трёхфазные цепи. Классификация потребителей электрической энергии.	Расчет простых цепей переменного синусоидального тока. Построение векторных диаграмм.	–	Плакаты	РГР.	2	Экзамен, проверка РГР
8		–	–	Работа №4. Исследование простых цепей переменного тока.	Лабораторный стенд ЭВ4.	РГР. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.	4	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ, проверка РГР
9	3	Электрические цепи переменного синусоидального трёхфазного тока. Расчёт симметричных и несимметричных трёхфазных цепей, соединённых звездой и треугольником. Роль нулевого провода. Векторные и топографические диаграммы. Активная, реактивная и полная мощность в трёхфазных цепях. Вращающееся магнитное поле. Принцип действия электрических машин переменного тока.	Расчет сложных цепей переменного синусоидального тока.	–	Плакаты.	РГР. Получение вращающегося магнитного поля в трехфазной системе.	4	Экзамен, проверка РГР, тестовый опрос.
10		–	–	Работа №5. Резонанс напряжений.	Лабораторный стенд ЭВ4.	РГР. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.	4	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ, проверка РГР.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
11	4	Нелинейные элементы. Основные их параметры и характеристики. Управляемые и неуправляемые нелинейные элементы. Анализ нелинейных цепей постоянного тока. Нелинейные цепи при синусоидальном напряжении. Особенности нелинейных цепей переменного тока.	Расчёт сложных цепей переменного тока. Символический метод.	–	–	Электроизмерительные приборы. Их классификация.	2	Экзамен, тестовый опрос.
12		–	–	Работа №6. Исследование трёхфазных цепей, соединённых звездой.	Лабораторный стенд ЭВ4.	Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	2	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ.
13	5	Электромагнитные устройства. Магнитное поле, его основные характеристики. Ферромагнитные материалы и их свойства. Магнитные цепи. Неразветвлённые и разветвлённые, однородные и неоднородные. Законы Ома и Кирхгофа для магнитных цепей. Основные принципы расчета магнитных цепей с постоянным магнитным потоком.	Расчёт симметричных трёхфазных цепей.	–	–	Виды и методы электрических измерений. Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	4	Экзамен.
14		–	–	Работа №7. Исследование трёхфазных цепей, соединённых треугольником.	Лабораторный стенд ЭВ4.	Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	2	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ



1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	6	Трансформаторы. Назначение и принцип действия. Режимы работы. Асинхронные машины. Основные понятия и принцип действия. Синхронные машины. Основные понятия и принцип действия. Сравнительная характеристика асинхронных и синхронных двигателей	Расчёт несимметричных трёхфазных цепей.	–	Плакаты	Виды трансформаторов. Автотрансформатор. Подготовка к лабораторным и практическим занятиям	4	Экзамен.
16		–	–	Работа №3. Исследование нелинейных цепей постоянного тока.	Лабораторный стенд ЭВ4.	Машины постоянного тока. Принцип действия и области их применения.	2	Экзамен, тестовый опрос.
17	7	Основы промышленной электроники. Элементная база электроники. Полупроводниковые приборы, их классификация и назначение. Общетехнические и экономические параметры полупроводниковых приборов. Системы обозначений. Интегральные микросхемы, гибридные и полупроводниковые. Параметры их, системы и обозначения. Электронные устройства: выпрямители, усилители, генераторы гармонических колебаний. Импульсные устройства. Применение электронных устройств в промышленности, перспективы развития электронных устройств.	Основы расчета нелинейных электрических цепей постоянного тока.	–	Плакаты	Синхронные трехфазные генераторы и двигатели. Принцип действия. Области их применения	2	Экзамен.
18		–	–	Отчет по выполненным работам		Однофазные и трехфазные асинхронные двигатели. Принцип действия. Области применения.	2	Экзамен.

**ПЛАН-КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ**  
**по дисциплине «Электротехника и электроника»**  
**(для специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в**  
**техносфере»)**  
(36 часов лекций – один семестр)

Лекция 1.

Раздел 1. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Введение. Электротехника, как наука. Вклад русских и иностранных ученых в развитие электротехники. Электрическая энергия и ее применение. Единая энергетическая система России и ее значение .

Тема 1. ЛИНЕЙНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА.

1.1 Основные понятия.

Электрическая цепь. Основные элементы. Классификация электрических цепей: неразветвленные и разветвленные, простые и сложные. Понятие ветвей, узлов, контуров. Классификация электрических цепей по роду источника электрической энергии. Схемы замещения.

1.2 Источники электрической энергии постоянного тока.

Электромашинные генераторы, химические элементы, аккумуляторы, теплоэлектрогенераторы, солнечные батареи. ЭДС и внутреннее сопротивление. Обозначения в схемах замещения.

1.3. Потребители электрической энергии.

Виды потребителей, их изображения в схемах замещения.

1.4. Основные законы электрических цепей.

Законы Ома и Кирхгофа.

Закон Джоуля-Ленца, энергия, работа и мощность. Уравнение баланса мощностей.

1.5. Основные режимы работы электрических цепей

- номинальный;
- режим холостого хода (х.х.);
- режим короткого замыкания;

Лекция 2.

1.6. Анализ и расчет простых цепей постоянного тока.

1. Расчет простых цепей. Последовательное, параллельное соединение элементов цепи. Соединение «треугольником» и «звездой». Преобразование цепей.

1.7. Расчет сложных цепей.

Применение законов Кирхгофа для расчета сложных цепей. Метод уравнений Кирхгофа.

Лекция 3.

Тема 2. ЛИНЕЙНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО СИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА.

2.1. Способы представления синусоидальных величин.

- а) аналитическое  
мгновенные, амплитудные и действующие значения;
- б) графическое представление;

в) векторное представление, понятие о векторных диаграммах;

г) комплексное представление;

2.2. Элементы схем замещения.

а) источники электрической энергии ;

б) потребители электрической энергии. Элементы схем замещения – активные и реактивные элементы;

2.3. Основные законы цепей переменного тока.

Закон Ома и Кирхгофа для мгновенных значений. Законы Ома и Кирхгофа в комплексном виде.

Лекция 4.

2.4. Анализ простейших цепей переменного синусоидального тока.

1. Цепь с чисто активным сопротивлением. Закон Ома. Векторная диаграмма. Активная мощность.

2. Цепь с чисто индуктивным сопротивлением. Закон Ома. Векторная диаграмма. Индуктивная реактивная мощность.

3. Цепь с чисто емкостным сопротивлением. Закон Ома. Векторная диаграмма. Емкостная реактивная мощность.

4. Последовательное соединение активных и реактивных элементов. Закон Ома. Векторная диаграмма. Треугольники напряжений, сопротивлений мощностей. Коэффициент мощности.

Лекция 5.

5. Параллельное соединение активных и реактивных элементов. Векторная диаграмма. Понятие о проводимостях. Активная, реактивная и полная проводимости.

2.5. Анализ и расчет сложных цепей переменного тока.

Символический метод расчета. Изображение элементов цепи в комплексном виде, изображение синусоидальных величин в комплексном виде. Мощность в комплексном виде.

Лекция 6.

2.6. Резонансные явления в электрических цепях переменного тока. Условия возникновения резонансных явлений.

1. Резонанс напряжений

Условие резонанса, закон Ома. Резонансная частота. Активная, реактивная и полная мощность при резонансе напряжений.

2. Резонанс токов

Условие резонанса токов. Повышение коэффициента мощности.

2.7. Общие сведения о цепях со взаимно индуктивными связями. Согласное и встречное включение. Применение индуктивно-связанных катушек в электротехнических устройствах.

Лекция 7.

Тема 3. ТРЕХФАЗНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО СИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА.

3.1. Общие понятия о многофазных системах. Причины наибольшего использования трехфазных систем. Симметричные трехфазные системы.

3.2. Способы представления эдс трехфазного генератора- аналитическое, графическое, векторное, комплексное.

3.3. Способы соединения обмоток трехфазного генератора. Фазное и линейное напряжение.

3.4. Потребители в трехфазных цепях.

Классификация потребителей. Симметричные и несимметричные трехфазные сети.

#### Лекция 8.

3.5. Общие принципы анализа и расчета трехфазных цепей.

1. Трехфазные симметричные и несимметричные цепи, соединенные звездой и треугольником.

2. Трехфазные несимметричные цепи, соединенные звездой с нулевым проводом. Роль нулевого провода.

3.6. Мощность в трехфазных цепях – активная, реактивная, полная.

#### Лекция 9

Тема 4. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССАХ В ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ С СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ.

Причины возникновения переходных процессов, время переходных процессов. Законы коммутации, начальные условия. Дифференциальные уравнения, описывающие переходной режим. Общие принципы анализа переходных процессов. (Обращается внимание на необходимость учета переходных процессов, возникающих в реальных электрических цепях.)

#### Лекция 10.

Тема 5. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЦЕПЯХ С НЕСИНУСОИДАЛЬНЫМИ ЭДС, ТОКАМИ, НАПРЯЖЕНИЯМИ.

1. Причины появления несинусоидальных Эдс, токов, напряжений. Способы представления несинусоидальных величин.

2. Основные принципы анализа и расчета цепей с несинусоидальной эдс. Влияние индуктивности и емкости на форму кривых тока и напряжения.

#### Лекция 11.

Тема 6. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О НЕЛИНЕЙНЫХ ЦЕПЯХ.

6.1. Определение нелинейных элементов и нелинейных цепей. Преобразования, осуществляемые с помощью нелинейных цепей. Элементы схем замещения. Активные, индуктивные и емкостные.

6.2. Нелинейные цепи постоянного и переменного тока. Особенности нелинейных цепей переменного тока. Безинерционные и инерционные нелинейные элементы.

6.3. Общие сведения о магнитных цепях постоянного и переменного магнитного потоков. Использование катушек индуктивности с ферромагнитным сердечником при синусоидальном напряжении питания. Особенности магнитных цепей переменного магнитного потока.

#### Лекция 12.

Раздел П. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ.

Общие сведения. Статические и динамические электрические машины.

Тема 1. ТРАНСФОРМАТОРЫ.

1.1. Назначение трансформаторов. Виды трансформаторов. Силовые и специальные трансформаторы. Условные графические обозначения трансформаторов.

1.2. Устройство и принцип действия однофазных трансформаторов. Особенности трехфазных трансформаторов.

1.3. Потери энергии и КПД трансформаторов.

1.4. Параллельная работа трансформаторов.

### Лекция 13.

## Тема 2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ТОКА.

2.1. Основные сведения. Назначение электрических машин. Генераторы и двигатели. Принцип действия электрических машин. Номинальная мощность. Классификация электрических машин. Асинхронные и синхронные машины.

2.2. Асинхронные трехфазные двигатели.

1. Принцип действия и устройство трехфазного двигателя. Вращающийся момент. Типы асинхронных двигателей.

2. Применение асинхронных двигателей. Достоинства, недостатки.

### Лекция 14.

2.3. Синхронные машины.

1. Общие сведения. Области применения.

2. Синхронные генераторы. Классификация. Быстроходные и тихоходные синхронные генераторы.

3. Параллельная работа синхронных генераторов.

2.4. Синхронные двигатели. Особенности синхронных двигателей.

2.5. Сравнительная характеристика асинхронных и синхронных двигателей.

### Лекция 15.

2.6. Машины постоянного тока. Общие сведения. Классификация машин постоянного тока. Области применения машин постоянного тока. Генераторы и двигатели постоянного тока, особенности их.

### Лекция 16.

## РАЗДЕЛ III. ЭЛЕКТРОНИКА.

Введение. Электроника, как отрасль науки и техники. Основные направления ее. Физические основы электроники, техническая электроника. Промышленная электроника, как одно из направлений технической электроники. Применение электронных приборов и устройств в различных отраслях промышленности. Информационная электроника, энергетическая электроника, электронная технология – методы и устройства, используемые в технологических процессах (высокочастотный нагрев, плавка, сварка и т.п.). Интегральная микроэлектроника – главное направление промышленной электроники.

## Тема 1. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРИБОРЫ.

3.1. Общие сведения о полупроводниковых приборах.

3.2. Классификация полупроводниковых приборов

- полупроводниковые резисторы, типы, области применения;

- полупроводниковые диоды, типы, области применения;  
-полупроводниковые транзисторы. Полевые и биполярные, области применения.

3.3. Общетехнические и экономические характеристики и системы обозначений полупроводниковых приборов.

### Лекция 17.

#### Тема 2. ИНТЕГРАЛЬНЫЕ МИКРОСХЕМЫ.

2.1. Общие сведения. Гибридные и полупроводниковые микросхемы.

2.2. основные параметры интегральных микросхем, классификаций их по функциональному назначению. Система обозначений интегральных микросхем.

2.3. Общетехнические параметры интегральных микросхем. Механическая прочность, диапазон рабочих температур, устойчивость к повышенным и пониженным давлениям. Преимущества микросхем. Недостатки.

#### Тема 3. ЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА.

3.1. Общие сведения. Области применения основных электронных устройств, применяемых для получения постоянного тока из переменного, для получения переменного тока из постоянного, для усиления электрических сигналов, для измерения контроля, регулирования электрических величин. Использование электронных устройств в вычислительной технике, автоматике.

### Лекция 18.

3.2. Электронные выпрямители.

Общие сведения. Назначение. Классификация электронных выпрямителей. Управляемые, неуправляемые, однополупериодные, двухполупериодные. Структурная схема выпрямителей.

3.3. Электронные усилители.

Общие сведения. Назначение. Классификация усилителей. Усилители постоянного тока. Усилители низкой частоты, усилители высокой частоты, импульсные усилители. Области применения.

3.4. Импульсные устройства.

Общие сведения. Назначение.

3.5. Электронные устройства для определения размеров, площадей, объемов и перемещений. Электронные устройства для контроля механических величин.

**ПЛАН-КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ**  
**по дисциплине «Электротехника и электроника»**  
**для специальностей 260704, 260901, 260902**  
(18 часов лекций – один семестр)

**Введение**

*Электрическая энергия, её особенности и области применения.*

Преимущества электроэнергии перед другими видами энергии, обусловившие развитие электротехники и электроэнергетики:

- электроэнергия легко преобразуется в другие виды энергии (тепловую, механическую, химическую, световую) и наоборот;
- электроэнергия легко делится, т.е. ее можно подавать к любому числу потребителей и расходовать в любых количествах;
- к.п.д. электрических установок значительно выше (до 98-99%), чем к.п.д. установок работающих за счет других видов энергии;
- электроэнергию удобно передавать на большие расстояния по проводам, а также без проводов посредством электромагнитных волн (радиосвязь).

Примеры использования электротехнических устройств в быту, на производстве, в медицине, в военном деле, на транспорте и в связи.

*Развитие электротехники как науки.*

Электротехника — отрасль науки и техники, связанная с изучением и использованием электрических и магнитных явлений в технических устройствах. Электротехника изучает: электромагнитные явления в технических устройствах, использование электротехнических устройств в системах производства (генерации), передачи, распределения и преобразования электромагнитной энергии.

История возникновения и основные этапы развития теории электричества и электротехники как науки. Роль плана ГОЭЛРО (Государственной комиссии по электрификации России) в развитие электроэнергетики и электротехнической промышленности России.

Научно-технический прогресс и современные разделы электротехники.

## **Тема 1: Линейные электрические цепи постоянного тока**

1.1 *Основные определения:* электрический ток, постоянный электрический ток, электрическая цепь, электротехнические устройства (источники и потребители электрической энергии).

1.2 *Графические модели электрических цепей:* схема замещения, принципиальная и монтажная схемы. Условные обозначения элементов электрических цепей в схемах.

1.3 *Свойства линейных электрических цепей. Основные понятия геометрии цепей:* ветвь, узел, контур, последовательное, параллельное и смешанное соединения элементов.

1.4 *Основные законы электрических цепей:* закон Ома для участка цепи и законы Кирхгофа. Работа и мощность. Уравнение баланса мощностей.

1.5 *Режимы работы электрических цепей:* рабочий режим, режим номинальной нагрузки, режимы холостого хода и короткого замыкания, согласованный режим.

## **Тема 2: Линейные электрические цепи переменного однофазного синусоидального тока**

2.1 *Основные понятия:* переменный электрический ток; мгновенное, амплитудное, действующее и среднее значения синусоидального тока; частота, период, фаза и начальная фаза синусоидальной величины, сдвиг фаз между синусоидально изменяющимися величинами одной частоты.

2.2 *Получение однофазной синусоидальной ЭДС* (на примере вращения проводящего контура в поле постоянного магнита).

2.3 *Способы представления синусоидальных величин:* с помощью вращающихся векторов и комплексных чисел. Векторная диаграмма.

2.4 *Элементы цепей переменного тока:* идеальный резистивный, идеальный индуктивный и идеальный емкостный элементы. Особенности электромагнитных процессов в электрических цепях синусоидального тока. Схемы замещения цепей переменного тока.

2.5 *Анализ простейших цепей:* цепь с чисто активным сопротивлением, цепь с



чисто индуктивным сопротивлением, цепь с чисто ёмкостным сопротивлением. Активное и реактивное и полное сопротивления цепи переменного тока. Треугольник сопротивлений. Закон Ома для цепи переменного тока. Последовательное соединение активных и реактивных элементов цепи. Векторная диаграмма. Топографическая диаграмма.

2.6 *Мощность в цепи переменного тока*: активная, реактивная и полная мощность. Треугольник мощностей.

2.7 *Параллельное соединение активно-реактивных элементов цепи*: понятие об активных, реактивных и полных проводимостях. Треугольник проводимостей.

2.8 *Расчёт сложных цепей переменного тока*. Графический анализ цепей с помощью топографических и векторных диаграмм. Символический метод расчёта. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме. Комплексные схемы замещения.

2.9 *Резонансные явления в электрических цепях синусоидального тока*. Резонанс напряжений: условия возникновения, способы достижения и особенности режима. Резонанс токов: условия возникновения, способы достижения и особенности режима. Коэффициент мощности и его значение для энергетики. Способы и технико-экономическое значение повышения коэффициента мощности.

### **Тема 3: Электрические цепи переменного синусоидального трёхфазного тока**

3.1 *Понятие о многофазных системах*. Фаза, как отдельная цепь многофазной системы.

3.2 *Трёхфазные системы*. Причины их наибольшего применения в энергетике. Получение трёхфазной ЭДС. Способы представления ЭДС трёхфазного генератора. Связанная и несвязанная трёхфазная система. Способы соединения обмоток трёхфазного генератора («звездой» и «треугольником»). Фазные и линейные напряжения.

3.3 *Трёхфазные цепи, способы их соединения и анализ различных режимов работы*.

3.3.1 *Анализ различных режимов работы четырехпроводной трехфазной цепи*: при симметричной и несимметричной нагрузке, при отключении одной из

фаз нагрузки, при коротком замыкании одной из фаз нагрузки. Построение топографических векторных диаграмм.

3.3.2 *Анализ различных режимов работы трехпроводной трехфазной цепи при соединении потребителей «звездой»:* при симметричной и несимметричной нагрузке, при отключении одной из фаз нагрузки, при коротком замыкании одной из фаз нагрузки. Построение топографических векторных диаграмм. Сравнительный анализ работы в аналогичных режимах четырех- и трехпроводной трехфазной цепи с соединением нагрузки «звездой». Роль нейтрального (нулевого) провода.

3.3.3 *Анализ различных режимов работы трехпроводной трехфазной цепи при соединении потребителей «треугольником»:* при симметричной и несимметричной нагрузке, при обрыве одного из линейных проводов, при отключении нагрузки в одной из фаз. Построение топографических векторных диаграмм.

3.4 *Активная, реактивная и полная мощность в трёхфазных цепях.*

#### **Тема 4: Нелинейные электрические цепи**

4.1 *Нелинейные элементы.* Основное отличие нелинейного элемента электрической цепи от линейного. Основные параметры и характеристики нелинейных резистивных элементов (вольт-амперная характеристика, статическое, динамическое и дифференциальное сопротивление). Основные параметры и характеристики нелинейных реактивных элементов (вольт-амперная характеристика, статическая, и дифференциальная индуктивность и емкость). Управляемые и неуправляемые нелинейные элементы.

4.2 *Анализ нелинейных цепей постоянного тока и методы их расчета.* Расчет цепи с последовательным, параллельным и смешанным соединением нелинейных элементов.

4.3 *Нелинейные элементы в цепи синусоидального тока.* Особенности нелинейных цепей переменного тока: способность нелинейного элемента преобразовывать спектр воздействующих на него колебаний и преобразование переменного тока в постоянный (выпрямление тока).

## **Тема 5. Магнитные цепи**

5.1 *Электромагнитные устройства.* Принцип действия, назначение и использование простейших электромагнитных устройств: катушка индуктивности с ферромагнитным сердечником и без него, электромагнит.

5.2 *Магнитное поле, его основные характеристики:* (вектор магнитной индукции, напряженность магнитного поля, магнитная проницаемость вещества, силовые линии магнитного поля, магнитный поток).

5.3 *Ферромагнитные материалы и их свойства.* Различие свойств неферромагнитного и ферромагнитного материалов. Сравнительный анализ вольт-амперных характеристик катушки индуктивности с ферромагнитным сердечником и без него.

5.4 *Элементы магнитных цепей:* источник магнитного поля и магнитопровод.

5.5 *Основные характеристики магнитной цепи:* намагничивающая сила, напряженность магнитного поля, магнитное напряжение, магнитное сопротивление и магнитный поток.

5.6 *Классификация магнитных цепей:* неразветвлённые и разветвлённые магнитные цепи, однородные и неоднородные магнитные цепи.

5.7 *Основные законы магнитных цепей:* закон полного тока, законы Ома и Кирхгофа для магнитных цепей.

5.8 *Схемы замещения магнитных цепей.* Основные принципы анализа и расчёта неразветвлённых и разветвлённых магнитных цепей постоянных и переменных магнитных потоков: прямая и обратная задачи расчета магнитной цепи.

## **Тема 6. Трансформаторы и электрические машины**

6.1 *Трансформаторы:* назначение, устройство и принцип действия. Режимы работы: режим холостого хода, рабочий режим (работа под нагрузкой), режим короткого замыкания.

6.2 *Электрические машины:* двигатели и генераторы. Основные элементы конструкции: подвижная (ротор) и неподвижная часть (статор) и их роль в

процессе работы.

6.3 *Классификация электрических машин:* машины постоянного и переменного тока; однофазные и трехфазные, синхронные и асинхронные машины переменного тока.

6.4 *Основные сведения об асинхронных машинах:* устройство и принцип действия, пуск и реверсирование двигателей, достоинства и недостатки, область применения.

6.5 *Основные сведения о синхронных машинах:* устройство и принцип действия, пуск синхронного двигателя, достоинства и недостатки, область применения.

6.6 *Сравнительная характеристика асинхронных и синхронных двигателей.*

## **Тема 7. Основы промышленной электроники**

7.1 *Элементная база электроники:* общие сведения о вакуумных и полупроводниковых приборах, сравнительный анализ их принципа действия.

7.2 *Полупроводниковые приборы:* их классификация, система условных обозначений в электрических схемах и назначение.

7.3 *Полупроводниковые диоды и их общетехнические параметры:* (вольт-амперная характеристика, максимальное среднее значение прямого тока, максимальная допустимая частота входного напряжения, наибольшие допустимые значения прямого и постоянного обратного падений напряжения).

7.4 *Полупроводниковые транзисторы* (биполярные и полевые) и их общетехнические параметры: (вольт-амперная характеристика, коэффициенты усиления по току, по напряжению и по мощности).

7.5 *Основные сведения об интегральных микросхемах, (гибридных и полупроводниковых):* их параметры, система обозначений и применение.

7.6 *Электронные устройства:* выпрямители, усилители, генераторы гармонических колебаний. Их элементная база. Процесс преобразования переменного напряжения в постоянное на примере работы однофазного неуправляемого одно- и двухполупериодного выпрямителя. Принцип действия электронного усилителя на примере схемы однокаскадного усилителя на

биполярном транзисторе. Принцип преобразования постоянного сигнала в синусоидальный сигнал требуемой частоты и мощности на примере схема транзисторного LC-генератора.

*7.7 Импульсные устройства: их элементная база и назначение.*

*7.8 Применение электронных устройств в промышленности, перспективы развития электронных устройств.*

### **3. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ**

#### **3.1 Методические рекомендации по проведению практических занятий**

«Электротехника и электроника» – это общеинженерная дисциплина, изучаемая студентами неэлектротехнических специальностей вузов. Целью изучения курса является создание теоретической базы для изучения последующих специальных дисциплин, связанных с автоматизацией технологических процессов, электроснабжением и электрооборудованием соответствующих отраслей.

Одним из средств овладения системой знаний по электротехнике и электронике является решение задач на практических занятиях. Практические занятия студентов под руководством преподавателя позволяют глубже освоить изучаемый материал, овладеть методами расчета простых электрических цепей и закрепить знание основных законов электротехники. Как правило, на первом занятии проводится тестовый контроль остаточных знаний по математике и физике (см. п. 8.2. «Тесты для входного контроля знаний»).

Для отработки навыков электротехнических расчетов предлагаются более простые задачи, не требующие сложных математических расчетов, это дает возможность проработать большее количество задач и рассмотреть большее количество электротехнических вопросов. Решение некоторых задач выполняется в общем виде (без численного расчета), что является одним из способов, заставляющих студентов развивать логическое мышление и глубже познавать взаимные связи между различными величинами и явлениями.

Согласно рабочей программе, на практические занятия по данной дисциплине отводится 18 часов. Поскольку число практических занятий мало, то на аудиторных занятиях возможно рассмотреть только наиболее важные и сложные вопросы. Остальные знания студент должен приобрести в результате самостоятельной работы с учебниками и учебно-методическими пособиями, а также в процессе выполнения домашней расчетно-графической работы (РГР) (см. п.5 «Самостоятельная работа студентов»).

В п.3.2 приводятся методические указания к практическим занятиям и примеры типовых задач (без решений) для работы на занятиях и дома, а также рекомендуемая литература, в которой можно найти образцы решений задач, если выполнение домашнего задания вызывает затруднение.

#### **Рекомендуемое распределение тем для практических занятий**

для специальностей 260704, 260901, 260902

1. Анализ и расчёт простых цепей постоянного тока.
2. Анализ и расчёт сложных цепей постоянного тока.
3. Анализ и расчёт простых цепей переменного синусоидального тока.
4. Анализ и расчёт сложных цепей переменного синусоидального тока.
5. Анализ и расчёт трёхфазных цепей.
6. Основы расчета нелинейных электрических цепей постоянного тока.

## Рекомендуемое распределение тем для практических занятий для специальности 280101

1. Анализ и расчёт простых цепей постоянного тока.
2. Анализ и расчёт сложных цепей постоянного тока.
3. Анализ и расчёт простых цепей переменного синусоидального тока.
4. Анализ и расчёт сложных цепей переменного синусоидального тока.
5. Анализ и расчёт трёхфазных цепей.
6. Расчёт переходных процессов в простых цепях.

### 3.2 Методические указания к практическим занятиям

#### Тема: Анализ и расчёт простых цепей постоянного тока

Прежде, чем приступать к решению задач на данную тему, необходимо:

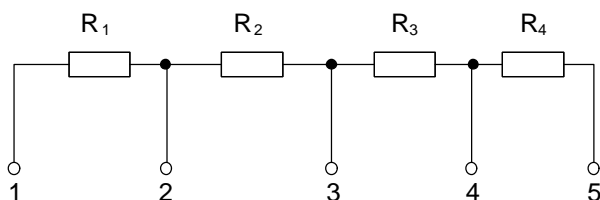
- хорошо усвоить следующие основные понятия: электрическая цепь и ее элементы, постоянный электрический ток, электрическое сопротивление, напряжение (разность потенциалов), ЭДС, мощность;
- знать обобщенный закон Ома и следствия из него (законы Ома для участка цепи и для замкнутой цепи).

#### Задача 1

Лампа, рассчитанная на напряжение 127 В, потребляет мощность 50 Вт. Какое дополнительное сопротивление  $R_d$  нужно присоединить к лампе, чтобы включить её в сеть с напряжением 220 В.

#### Задача 2

На вход делителя напряжения подается напряжение  $U_{вх}=U_{15}=24$  В, сопротивления его резисторов соответственно равны:  $R_1=500$  Ом,  $R_2=1,5$  кОм,  $R_3=13$  кОм,  $R_4=45$  кОм. Определить напряжения на выводах делителя  $U_{12}, U_{13}, U_{24}$ .

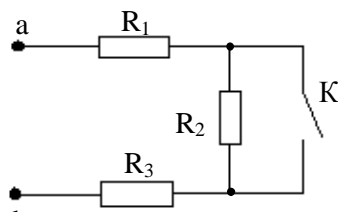


#### Задача 3

30 электрических лампочек сопротивлением по 18 Ом каждая соединены последовательно и включены в сеть с напряжением 110 В. Сопротивление соединительных проводов 2 Ом. Вычислить сопротивление цепи и мощность потребляемую каждой лампочкой.

#### Задача 4

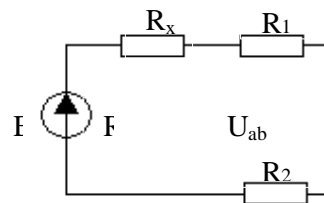
Определить ток в цепи и напряжения на ее участках до и после замыкания ключа К, если



напряжение между точками **a** и **b**  
 $U_{ab}=100$  В,  $R_1=60$  Ом,  $R_2=100$  Ом,  $R_3=40$  Ом.

Задача 5

Определить ток в цепи, напряжение на зажимах источника и на сопротивлении  $R_x$ , а также значение  $R_x$ , если  $E=120$  В,  $R=4$  Ом,  $R_1=25$  Ом,  $R_2=35$  Ом,  $U_{ab}=30$  В.



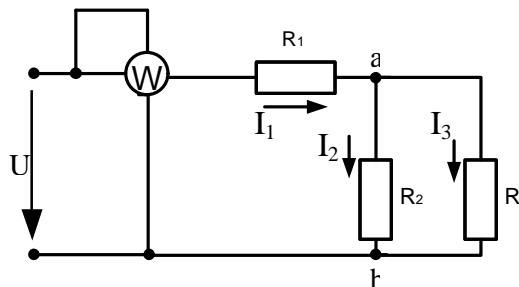
**Тема: Анализ и расчёт сложных цепей постоянного тока**

Прежде, чем приступать к решению задач на данную тему, необходимо:

- твердо уяснить следующие основные понятия, используемые при анализе электрических цепей: узел, ветвь, контур;
- знать законы Кирхгофа и Ома, уравнение баланса мощностей;
- свойства электрических цепей с параллельным, последовательным и смешанным соединением сопротивлений, с одним или несколькими источниками напряжения.

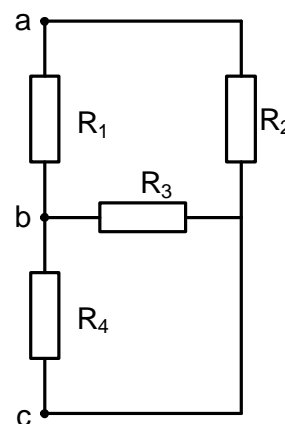
Задача 1

В цепи известны сопротивления  $R_1=10$  Ом,  $R_2=60$  Ом. Напряжение на зажимах цепи равно  $U=100$  В, мощность, измеряемая ваттметром равна  $P_w=400$  Вт. Определить сопротивление  $R_3$  и токи во всех ветвях цепи. Составить уравнение баланса мощностей.



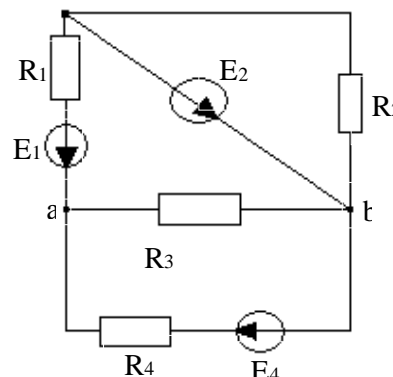
Задача 2

Определить эквивалентное сопротивление цепи, относительно двух любых точек ( $R_{ab}$ ,  $R_{bc}$ ,  $R_{ac}$ ), если  $R_1=5$  Ом,  $R_2=R_3=R_4=10$  Ом.



Задача 3

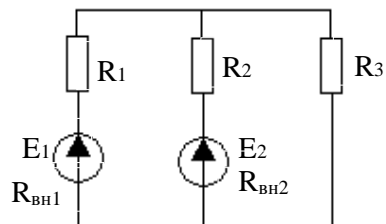
Дано  $R_1=R_2=R_3=R_4=10$  Ом. Определить  $R_{ab}$  (внутреннее сопротивление эквивалентного генератора).





#### Задача 4

Дано:  $E_1=150$  В;  $E_2=50$  В;  $I_2=0,5$  А;  $R_{вн1}=3$  Ом;  $R_{вн2}=5$  Ом;  $R_1=17$  Ом;  $R_2=95$  Ом. Определить токи  $I_3$ ,  $I_1$ , сопротивление  $R_3$  и режимы работы источников.



#### Тема: Анализ и расчёт простых цепей переменного синусоидального тока

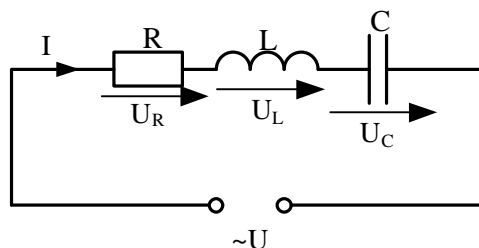
При изучении этой темы важно:

- четко уяснить основные понятия и определения: переменный синусоидальный ток, его мгновенное, амплитудное и действующее значения, период и частота синусоидального тока, фаза и начальная фаза, сдвиг фаз;
- понять физический смысл явлений, происходящих в цепи при протекании переменного тока, знать чем обусловлены индуктивное и емкостное сопротивления, а также различие между омическим сопротивлением цепи постоянного тока и активным сопротивлением цепи переменного тока;
- уметь выводить количественные соотношения между током, напряжением и сопротивлением цепи при переменном токе (закон Ома для цепи переменного тока), а также понять причины обуславливающие сдвиг фаз между током и напряжением в цепи с индуктивной катушкой и конденсатором.

Особое внимание нужно уделить вопросам, связанным с мощностью переменного тока в цепи. Здесь важно не только запомнить основные количественные соотношения, но и ясно представить себе физическую сущность явлений.

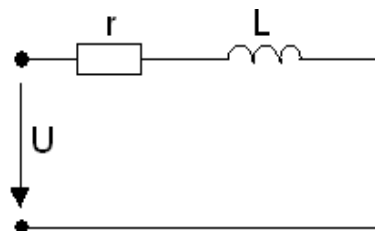
#### Задача 1

В цепь синусоидального переменного тока частотой  $f=50$  Гц и напряжением  $U=80$  В включены последовательно катушка индуктивностью  $L=36$  мГн, конденсатор емкостью  $C=500$  мкФ и активное сопротивление  $R=10$  Ом. Найти действующее значение тока и построить векторную диаграмму тока и напряжений. Записать выражения для мгновенных значений тока и напряжения.



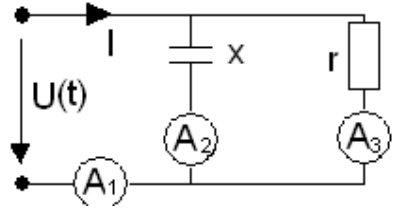
#### Задача 2

Определить полную  $S$ , активную  $P$  и реактивную  $Q$  мощности цепи переменного тока, а также коэффициент мощности, если напряжение приложенное к цепи изменяется по закону  $u=14 \cdot \sin \omega t$ ,  $x_L=10$  Ом,  $r=10$  Ом.



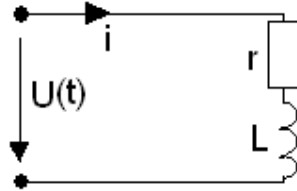
### Задача 3

Определить ток в ветви с конденсатором  $I_2$ , если: ток в неразветвленной части цепи  $I_1=2\text{А}$ , а ток в ветви с активным сопротивлением  $I_3=1,6\text{ А}$ . Построить векторную диаграмму токов.



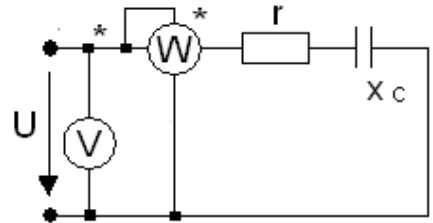
### Задача 4

Определить выражение для мгновенного значения приложенного напряжения  $u(t)$ , если:  $r=32\text{ Ом}$ ,  $L=0.024\text{Г}$ ,  $i(t)=4\sin(1000t-120)$ .



### Задача 5

Определить емкостное сопротивление  $x_C$  и коэффициент мощности схемы, если активная мощность, потребляемая цепью  $P=250\text{Вт}$ , приложенное напряжение  $U=100\text{В}$ , активное сопротивление  $r=10\text{ Ом}$ .



### Тема: Анализ и расчёт сложных цепей переменного синусоидального тока.

Приступая к расчету сложных цепей переменного тока необходимо помнить, что разветвленные электрические цепи с  $R$ ,  $L$ ,  $C$  принято рассчитывать методом проводимостей, причем (как и для сопротивлений) различают активную, реактивную и полную проводимости. Необходимо уяснить порядок определения активной, реактивной и полной проводимостей ветвей и всей цепи.

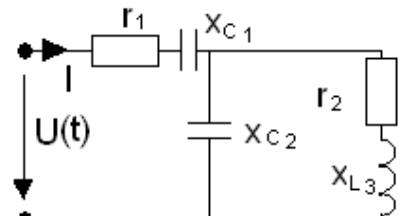
При расчетах сложных электрических цепей переменного тока широко применяется символический метод (метод комплексных чисел), позволяющий графические операции над векторами заменить алгебраическими действиями над комплексными числами. При использовании комплексных чисел методы расчета электрических цепей переменного тока аналогичны методам расчета электрических цепей постоянного тока. Записи соответствующих уравнений, составленных по законам Ома и Кирхгофа, одинаковы по форме для электрических цепей однофазного переменного и постоянного токов, если в уравнениях, записанных для электрических цепей переменного тока, все величины записать в комплексной форме

Для решения задач по этой теме необходимо:

- знать как представить выражение для мгновенное значение синусоидального тока (напряжения) в виде комплексного числа;
- уметь выполнять все действия над комплексными числами;
- знать правила представления комплексных чисел в виде векторов на комплексной плоскости.

### Задача 1

Определить общий ток  $I$  и токи в ветвях  $I_1$  и  $I_2$ , активную  $P$ , реактивную  $Q$  и полную  $S$  мощности, а



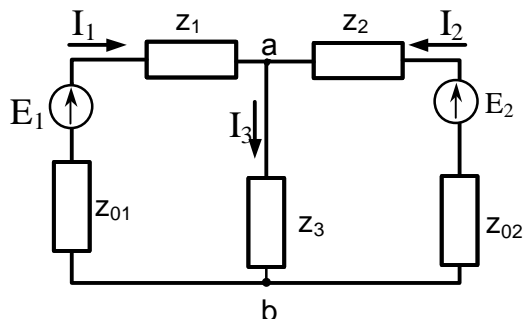
так же коэффициент мощности  $\cos\varphi$  электрической цепи переменного тока, если напряжение источника питания  $U=100$  В, активные и реактивные сопротивления:  $r_1=6$  Ом,  $r_2=10$  Ом,  $x_{C1}=10$  Ом,  $x_{C2}=18$  Ом. Задачу решить методом проводимостей.

### Задача 2

Решить предыдущую задачу символическим методом (методом комплексных чисел). Построить векторную диаграмму токов и напряжений.

### Задача 3

В цепи комплексные ЭДС равны  $\underline{E}_1 = 220$  В,  $\underline{E}_2 = (200 + j200)$  В. Комплексные значения внутреннего сопротивления источников  $z_{01}=z_{02}=(1+j2)$ , комплексные сопротивления ветвей  $z_1=(6+j8)$  Ом,  $z_2=-j8$  Ом,  $z_3=12$  Ом. Определить токи во всех ветвях. Составить баланс активных мощностей.



### Тема: Анализ и расчёт трёхфазных цепей.

При решении задач на эту тему важно:

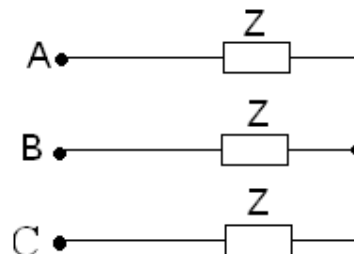
- знать соотношения между линейными и фазными токами и напряжениями при соединении элементов трехфазной цепи звездой и треугольником, причем не только помнить их, но и уметь выводить с помощью векторной диаграммы.
- иметь представление о режимах работы трехфазной цепи (симметричном и несимметричном);
- понимать назначение нейтрального провода в трехфазной четырехпроводной цепи переменного тока.

Следует отметить, что расчет трехфазной цепи в симметричном режиме сводится к расчету для одной фазы; он аналогичен расчету обычной цепи синусоидального тока.

Определение мощности в цепи переменного тока является важной практической задачей, поэтому нужно знать формулы активной, реактивной и полной мощностей, а также связь между ними.

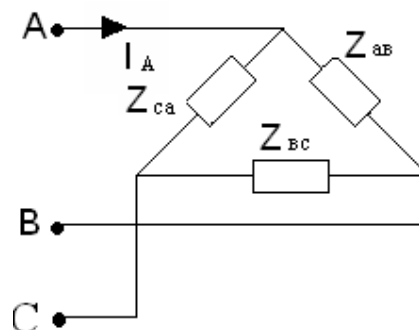
### Задача 1

В трехфазную трехпроводную сеть с линейным симметричным напряжением  $U_{\text{лин}}=220$  В включена активно-реактивная симметричная нагрузка  $Z=127+j127$  (Ом), соединенная «звездой». Определить активную  $P$ , реактивную  $Q$ , и полную  $S$  мощности.



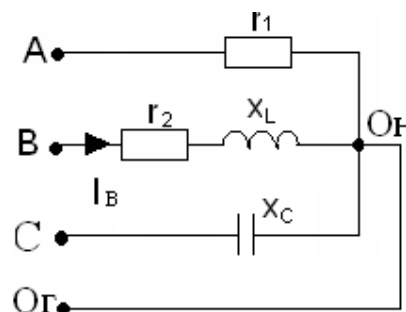
### Задача 2

В трехфазную трехпроводную сеть с линейным симметричным напряжением  $U_{\text{лин}}=220$  В включена активно-реактивная симметричная нагрузка  $Z_{ab}=Z_{bc}=Z_{ca}=110e^{j45^\circ}$  Ом соединенная «треугольником». Определить линейный ток  $I_A$  при обрыве линии В.



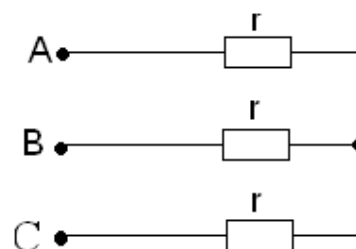
### Задача 3

В трехфазную четырехпроводную сеть с линейным симметричным напряжением  $U_{\text{лин}}=380$  В включена активно-реактивная нагрузка  $r=|x_L|=55$  Ом,  $x_C=220$  Ом. Определить фазные токи  $I_A$  и  $I_B$ .



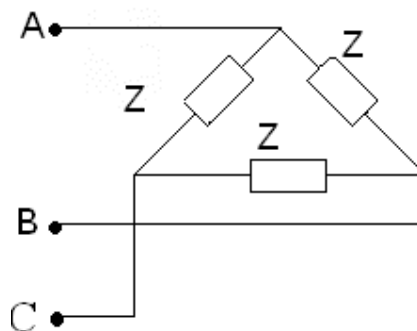
### Задача 4

В трехфазную трехпроводную сеть с линейным симметричным напряжением  $U_{\text{лин}}=380$  В включена активная симметричная нагрузка  $r=190$  Ом соединенная «звездой». Определить токи при к. з. фазы А.



### Задача 5

В трехфазную трехпроводную сеть с линейным симметричным напряжением  $U_{\text{лин}}=380$  В включена реактивная симметричная нагрузка  $Z=j190$  Ом соединенная «треугольником». Определить фазные токи  $I_{\phi}$ .



## Тема: Основы расчета нелинейных электрических цепей постоянного тока.

При изучении этой темы важно:

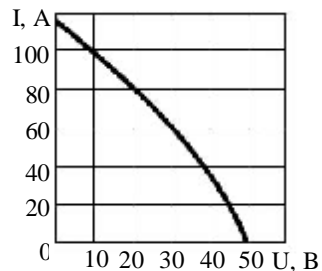
- четко уяснить, чем отличается нелинейное сопротивление от линейного,
- иметь представление о вольт-амперной характеристике и о том, какой вид она имеет для линейных и нелинейных элементов.

Расчет нелинейных электрических цепей постоянного тока обычно осуществляют графоаналитическим методом, т.к. аналитический метод расчета, достаточно сложен. Для выполнения расчета нелинейных электрических цепей должна быть известна вольт-амперная характеристика

соответствующего нелинейного сопротивления, представленная в виде графика или таблицы.

### Задача 1

Определить сопротивления  $R_1$  и  $R_2$  нелинейного элемента  $R$ , включенного в электрическую цепь постоянного тока по его вольт-амперной характеристике  $I(U)$  при токах  $I_1=60$  А и  $I_2=80$  А.



### Задача 2

В электрическую цепь постоянного тока (рис.1) при напряжении  $U=30$  В включены параллельно нелинейные сопротивления  $R_1$ ,  $R_2$ , вольт-амперные характеристики  $I$  и  $II$ , представленных на рис. 2. Определить общий ток  $I$  в цепи, токи  $I_1$ , и  $I_2$  в ветвях.

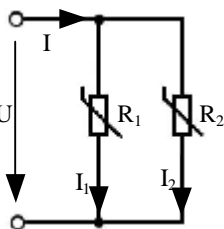


Рис.1

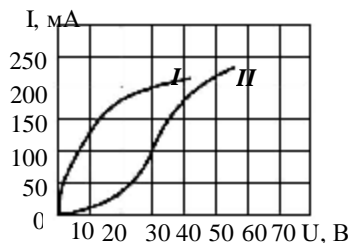


Рис.2

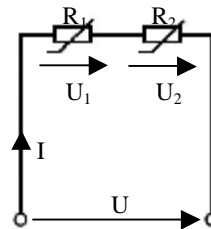


Рис.3

### Задача 3

Нелинейные сопротивления  $R_1$  и  $R_2$ , включенные последовательно в электрическую цепь постоянного тока (рис.3), имеют вольт-амперные характеристики  $I$  и  $II$ , приведенные на рис. 2. Определить ток  $I$  в цепи и напряжения  $U_1$  и  $U_2$  на этих сопротивлениях, если приложенное напряжение  $U=60$  В. В каких пределах изменится напряжение  $\Delta U$  цепи при изменении тока  $I$  от  $I_1=25$  мА до  $I_2=175$  мА?

### Задача 4

Определить общий ток  $I_0$ , токи  $I_1$  и  $I_2$  в ветвях электрической цепи постоянного тока, напряжение  $U_0$  на резисторе  $R_0$  и приложенное к цепи напряжение  $U$  при смешанном соединении сопротивлений  $R_0=10$  Ом,  $R_1=2$  кОм и  $R_2$  (рис. 4), если напряжение на нелинейном сопротивлении  $R_2$   $U_1=30$  В. Вольт-амперная характеристика нелинейного сопротивления приведена на рис.5.

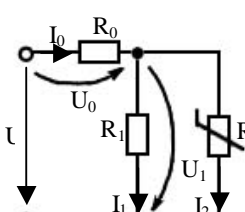


Рис.4

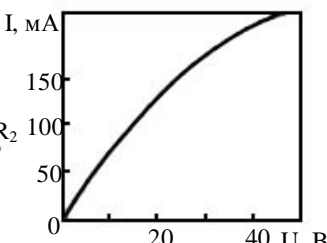
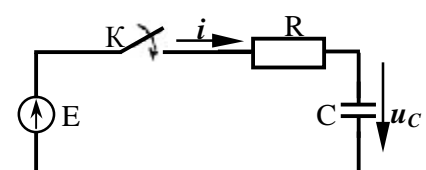


Рис.5

## Тема: Расчёт переходных процессов в простых цепях

### Задача 1

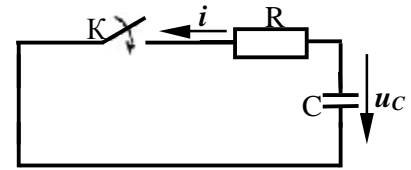
Найти зависимость тока  $i$  и напряжения  $u_C$  от времени в схеме с последовательным соединением



активного сопротивления и конденсатора после замыкания ключа, если  $E=220$  В,  $C=100$  мкФ,  $R=100$  Ом.

### Задача 2

Конденсатор емкостью  $C=1500$  мкФ, заряженный до напряжения  $U=100$  В, разряжается на резистор сопротивлением  $R=20$  Ом. Определить время разрядки конденсатора до напряжения, равного 5 В.

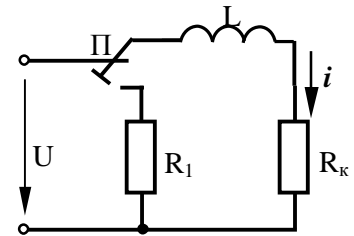


### Задача 3

Катушка сопротивление которой  $R=2,75$  Ом и индуктивность  $L=0,55$  Гн, подключается к источнику постоянной ЭДС  $E=110$  В. Записать выражение для переходного тока в цепи. Через какое время ток в катушке достигнет 50% своего установившегося значения?

### Задача 4

Катушка, активное сопротивление которой  $R_k=4$  Ом и индуктивность  $L=5$  Гн, отключается от источника постоянного напряжения  $U=110$  В и замыкается на разрядный резистор сопротивлением  $R_1=6$  Ом с помощью переключателя П. Найти значение тока для момента времени  $t=1$  с после отключения катушки. Определить напряжение на резисторе  $R_1$  в начальный момент после коммутации.



### Задача 5

Определить ЭДС самоиндукции катушки в начальный момент после коммутации (см. рис. к задаче 4), если  $U=100$  В,  $L=1$  Гн,  $R_k=10$  Ом,  $R_1=10$  Ом.

## **Рекомендуемая литература**

1. Сборник задач и упражнений по электротехнике и основам электроники. – Г.Г. Рекус, А.И. Белоусов – М.: Высшая школа, 2001.
2. Курс электротехники. А.С. Касаткин, М.В. Немцов. - М.: Высшая школа, 2005.
3. Электротехника и электроника. Книга 1. Электрические и магнитные цепи. Под редакцией В.Г. Герасимова – М.: Энергоатомиздат, 1999.

## 4. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 4.1 Методические рекомендации по проведению лабораторных работ

Успешное выполнение лабораторных работ может быть достигнуто в том случае, если студент отчетливо представляет себе цель эксперимента и ожидаемые результаты, поэтому важным условием обстоятельности проводимых исследований является тщательная подготовка к каждой лабораторной работе.

На вводном занятии группа делится преподавателем на бригады (в составе двух–трех человек). За каждой бригадой закрепляется постоянное место на весь период работы в лаборатории. Состав бригад на следующих занятиях в течение семестра остаётся неизменным.

#### I. Подготовка к выполнению лабораторной работы

Подготовка к лабораторной работе осуществляется студентом до аудиторных занятий в часы, отведенные на самостоятельную работу.

При подготовке к лабораторной работе студент должен:

- 1) внимательно ознакомиться с описанием соответствующей лабораторной работы и установить, в чём состоит цель и задача работы;
- 2) по лекционному курсу и рекомендованным литературным источникам изучить теоретическую часть, относящую к данной лабораторной работе;
- 3) ознакомиться с порядком выполнения работы;
- 4) выполнить предварительный теоретический расчет;
- 5) приготовить в рабочей тетради заготовку отчета лабораторной работы, которая должна содержать:
  - титульный лист, выполненный по образцу (см. Приложение1);
  - название работы и её цель;
  - план проведения опытов;
  - электрические схемы изучаемых цепей (монтажные и принципиальные);
  - таблицы для записи результатов наблюдений и расчетов;
  - расчётные формулы, необходимые для промежуточных вычислений в процессе работы;
  - выполненный предварительный теоретический расчет (если это предусмотрено данной лабораторной работой).

Студент обязан приходить на занятие подготовленным. Наличие заготовки к лабораторной работе является обязательным условием допуска студента к выполнению лабораторной работы. Студенты, не готовые к занятиям, к выполнению лабораторной работы не допускаются.

#### II. Выполнение лабораторной работы

Перед выполнением работы преподаватель проверяет степень подготовленности каждого студента. Критерием допуска к работе является: понимание студентом цели работы, знание метода и порядка выполнения экспериментов, а также представление об ожидаемых результатах.

За время, отведенное на выполнение лабораторной работы в лаборатории, студент должен:

- Ознакомиться со стендом, измерительными приборами и дополнительным оборудованием, используемым в процессе выполнения работы. Выбрать приборы, необходимые для выполнения работы или подобрать пределы измерений на многопредельных приборах так, чтобы значения измеряемых величин находились в пределах 20-95% шкалы прибора.
- Собрать цепь в соответствии со схемой. Сборку цепи удобнее производить в следующем порядке: начав сборку главной последовательной цепи с одного зажима источника, закончить ее на другом зажиме. К этой цепи в соответствующих схеме местах присоединяются остальные параллельные ветви.
- Предъявить собранную цепь для проверки преподавателю. Только после его разрешения к цепи может быть подано напряжение.
- Выполнить все измерения, и провести необходимые по ходу работы расчеты (остальные расчеты делаются позже при подготовке отчета по лабораторной работе).
- При выполнении работы следует соблюдать правила техники безопасности.
- Обращаться с приборами и оборудованием следует бережно и аккуратно. Применять приборы только в соответствии с их назначением. Студенты несут материальную ответственность за повреждение приборов, произошедшее по их вине.
- В конце занятия (или по завершению измерений), не разбирая электрической цепи, предъявить преподавателю результаты измерений для проверки. Для этого строят черновик полученной экспериментальной кривой (или векторной диаграммы). Если результат опыта не верен, опыт повторяется вновь. Если результаты удовлетворительны, преподавателем делается отметка о выполнении студентом лабораторной работы (ставится подпись и дата в отчете студента). Отчеты без подписи преподавателя в дальнейшем к зачёту не принимаются.
- Разобрать электрическую цепь (с разрешения преподавателя) и привести в порядок рабочее место после окончания работы.

### III. Оформление отчета и подготовка к защите лабораторной работы

Оформление отчета и подготовка к защите лабораторной работы осуществляется студентом в часы, отведенные на самостоятельную работу. К следующему (после выполнения очередной лабораторной работы) занятию каждый студент должен предоставить отчет о выполненной лабораторной работе. Он составляется на основе записей в рабочей тетради и должен содержать:

- титульный лист;
- номер, название, цель работы и дату её выполнения;
- результаты измерений и вычислений в виде таблиц (или ином виде, согласно методическим рекомендациям к данной лабораторной работе);



- расчетные формулы, по которым производились вычисления с примером вычисления по каждой формуле;
- расчеты погрешностей измерений и записи результатов измерений с учетом погрешности (если это предусмотрено заданием на лабораторную работу);
- схемы, графики, диаграммы и т.п., в соответствии с заданием на лабораторную работу;
- основные выводы по результатам работы на основании сравнения полученных результатов с данными теоретических расчетов.

Графический материал к лабораторным работам (графики, диаграммы и т.п.) выполняется на миллиметровой бумаге карандашом с помощью чертежных принадлежностей.

Электрические схемы вычерчиваются в соответствии с принятым ГОСТом (см. Приложение 2) и обозначениями, для этого можно воспользоваться линейкой-трафаретом.

Графики должны иметь размер не менее половины тетрадной страницы (не менее 10×10 см), выполняться в прямоугольной системе координат с соблюдением масштаба по координатным осям. Масштаб графиков должен быть удобным для построения и использования. Для этого следует брать в 1 см число измерительных единиц кратное 10 или одному из чисел ряда 1; 2; 2,5; 5. (Например: для напряжения масштаб  $m_U=10$  В/см, для тока –  $m_I=0,2$  А/см.) Произвольный перенос начала координат не допускается. Если через полученные опытные точки нельзя провести плавную кривую и при соединении получается зигзагообразная линия, то все-таки следует провести плавную линию, захватывающую наибольшее количество точек или занимающую среднее положение между ними.

После оформления отчета студент готовится к защите лабораторной работы, изучая теоретическую базу данной темы, ориентируясь на контрольные вопросы.

Защита выполненных лабораторных работ проводится преподавателем в устной (или в письменной) форме в виде ответов на вопросы по теме лабораторной работы, после чего выставляется оценка за выполнение лабораторной работы.

Студент должен регулярно отчитываться по выполненным лабораторным работам согласно установленному графику занятий. Лабораторная работа, пропущенная студентом, выполняется по согласованию с деканатом и преподавателем по дополнительному расписанию.

Тетрадь с отчетами выполненных работ предъявляется экзаменатору. Выполнение лабораторных работ и отчет по ним в полном объеме является обязательным условием допуска к экзамену по данной дисциплине.

#### **4.2 Методические указания по выполнению лабораторных работ**

Все лабораторные работы выполняются на универсальном лабораторном стенде «ЭВ 4», согласно методическим указаниям, изложенным в методическом пособии:

Л.А. Вилесова «Электрические цепи.» Учебное пособие. – Б.: АмГУ, 2004.

### 4.3 Критерии оценки за выполнение лабораторной работы

Оценка «5» ставится в следующем случае:

- лабораторная работа выполнена в полном объёме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений;
- студент самостоятельно собрал схему и провел все опыты в соответствии с порядком выполнения работы и с соблюдением требований техники безопасности;
- в отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, графики, вычисления;
- правильно выполнил расчет погрешностей измерений;
- самостоятельно сделал выводы по результатам выполнения лабораторной работы, устанавливающие связь между теоретическим материалом и полученными практическими результатами;
- при ответе на контрольные вопросы студент обнаруживает верное понимание физической сущности рассматриваемых явлений, дает точное определение и истолкование основных понятий, законов и теорий, правильное определение физических величин, и их единиц измерения и способов их измерения.

Оценка «4» ставится в следующем случае:

- выполнение лабораторной работы удовлетворяет основным требованиям к работе на оценку «5», но студент допустил недочеты или негрубые ошибки, не повлиявшие на результаты выполнения работы;
- ответы на контрольные вопросы удовлетворяют основным требованиям к ответам на оценку «5», но содержат неточности в изложении фактов, определений, понятий, объяснении взаимосвязей и выводах. Неточности легко исправляются при ответе на дополнительные вопросы.

Оценка «3» ставится в следующем случае:

- результат выполненной части лабораторной работы таков, что позволяет получить правильный вывод, но в ходе проведения опытов и измерений были допущены ошибки;
- основная часть ответов на контрольные вопросы удовлетворяет требованиям к ответам на оценку «4», но в ответе обнаруживаются отдельные пробелы, не препятствующие дальнейшему усвоению программного материала.

Оценка «2» ставится в следующем случае:

- результаты выполнения лабораторной работы не позволяют сделать правильный вывод, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно.

Если за выполнения работы выставляется оценка «2», то работа выполняется заново.

Во всех случаях оценка снижается, если:

- студентом не соблюдались правила техники безопасности при проведении эксперимента;
- отчет выполнен небрежно, без соблюдения правил оформления.

ОБРАЗЕЦ  
оформления титульного листа отчета по лабораторной работе

Федеральное агентство по образованию  
«АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ГОУВПО «АМГУ»

Кафедра АПП и Э

Лабораторная работа № 5  
по дисциплине «Электротехника и электроника»

Тема: Резонанс напряжений

Выполнил :

студент 680 гр.  
Иванов А.В.

Дата выполнения

Отчет принял:

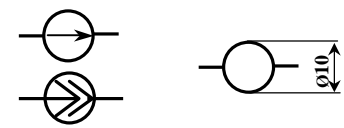
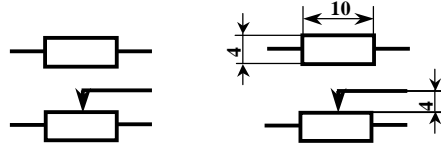

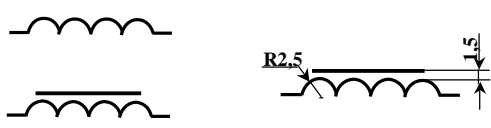
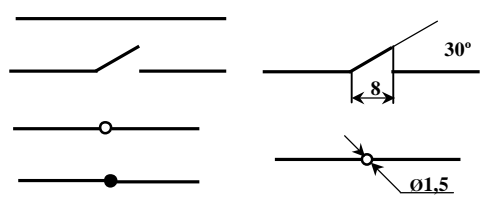
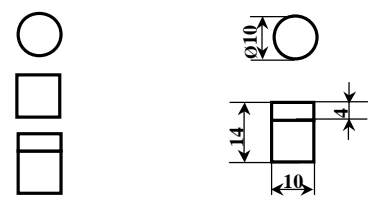

\_\_\_\_\_

Дата:

Оценка:

2007 г.

Условные графические обозначения в схемах

наименование	обозначение и размеры
<p align="center"><b>Источники тока и ЭДС</b></p> <p>Источник ЭДС</p> <p>Источник тока</p>	
<p align="center"><b>Резисторы</b></p> <p>Резистор постоянный</p> <p>Резистор переменный (реостат)</p>	
<p align="center"><b>Конденсаторы</b></p> <p>Конденсатор постоянной ёмкости</p> <p>Конденсатор переменной ёмкости (магазин конденсаторов)</p>	
<p align="center"><b>Катушки индуктивности</b></p> <p>Катушка индуктивности, обмотка</p> <p>Катушка индуктивности, дроссель с ферромагнитным магнитопроводом</p>	
<p align="center"><b>Линии электрической связи, контактные соединения</b></p> <p>Линия связи, провод</p> <p>Выключатель, контакт замыкающий, ключ</p> <p>Контакт разборного соединения (клемма подключения)</p> <p>Контакт неразборного соединения</p>	
<p align="center"><b>Электроизмерительные приборы</b></p> <p>Прибор измерительный (общее обозначение): показывающий</p> <p>регистрирующий</p> <p>интегрирующий (счетчик)</p>	
<p><i>Примеры:</i></p> <p>микроамперметр</p> <p>вольтметр с цифровым отсчётом</p>	

**5. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ**  
**5.1 График самостоятельной учебной работы студентов**  
(для специальностей 260902, 260902, 260902)

Номер недели	Номер темы	Содержание	Часы	Формы контроля
1	2	3	4	5
1	1	Свойства линейных электрических цепей.	2	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ.
2		Вывод формул преобразования треугольника в звезду и наоборот.	2	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ, тестовый опрос.
3	2	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.	2	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ.
4		Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.	2	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ.
5		Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.	2	Экзамен сдача и защита практических заданий и лабораторных работ.
6		Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.	2	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ.
7	3	Выполнение РГР (задача №1).	2	Экзамен, проверка РГР
8		Выполнение РГР (задача №1). Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.	4	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ, проверка РГР
9		Выполнение РГР (задача №2). Получение вращающегося магнитного поля в трехфазной системе.	4	Экзамен, проверка РГР, тестовый опрос.
10		Выполнение РГР (задача №2). Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.	4	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ, проверка РГР.
11	4	Электроизмерительные приборы. Их классификация.	2	Экзамен, тестовый опрос.
12		Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	2	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ.
13	5	Виды и методы электрических измерений. Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	4	Экзамен.
14		Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	2	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ
15	6	Виды трансформаторов. Автотрансформатор. Подготовка к лабораторным и практическим занятиям	4	Экзамен.
16		Машины постоянного тока. Принцип действия и области их применения.	2	Экзамен, тестовый опрос.
17	7	Синхронные трехфазные генераторы и двигатели. Принцип действия. Области их применения	2	Экзамен.
18		Однофазные и трехфазные асинхронные двигатели. Принцип действия. Области применения.	2	Экзамен.

**График самостоятельной учебной работы студентов**  
(для специальности 280101)

Номер недели	Номер темы	Самостоятельная работа студентов		Формы контроля
		Содержание	Часы	
1	2	3	4	5
1	1	Свойства линейных электрических цепей.	2	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ.
2	1	Вывод формул преобразования треугольника в звезду и наоборот.	2	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ.
3	2	Метод контурных токов.	2	Экзамен.
4	2	Метод наложения.	2	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ.
5	2	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.	2	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ.
6	3	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.	2	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ.
7	3	Выполнение РГР.	4	Экзамен, проверка РГР.
8	2	Выполнение РГР. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.	4	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ, проверка РГР.
9	3	Выполнение РГР. Получение вращающегося магнитного поля в трехфазной системе.	4	Экзамен, проверка РГР, тестовый опрос.
10	3	Выполнение РГР. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.	4	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ, проверка РГР.
11	3	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.	2	Экзамен. Тестовый опрос.
12	4	Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	2	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ.
13	5	Влияние реактивных элементов цепи на форму кривых тока при несинусоидальной ЭДС.	4	Экзамен.
14	5	Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	2	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ.
15	6	Операторный метод расчёта. Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме.	4	Экзамен, тестовый опрос.
16	6	Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	2	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ.
17	7	Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	1	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ.
18	7	Феррорезонанс напряжений и токов. Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	2	Экзамен, сдача и защита практических заданий и лабораторных работ.

## 5.2 Методические указания к выполнению и оформлению расчетно-графической работы

Одним из основных видов занятий является выполнение индивидуальных расчетно-графических работ (РГР). Работа над индивидуальным заданием помогает студентам проверить степень усвоения ими курса, вырабатывает у них навык самостоятельной работы. Все задания выполняются студентом в часы, отведенные на самостоятельную работу, опираясь на изученный теоретический материал, изложенный в лекционном курсе, и проработанный на практических аудиторных занятиях. Все РГР выполняются согласно варианту, номер которого студенту сообщается на первом практическом занятии. РГР может состоять из одной или нескольких задач на разные темы.

К представленным на проверку индивидуальным расчетно-графическим работам предъявляются следующие требования:

- Каждое задание оформляется как отдельная работа на листах форматом А4, скрепленных скоросшивателем или с помощью степлера, с титульным листом, выполняемым по образцу (см. приложение 1).
- Для замечаний преподавателя должны быть оставлены поля шириной не менее 4 см.
- Условие задания, схема электрической цепи и данные, соответствующие варианту, приводятся полностью, без сокращений, перед началом решения.
- Схемы выполняются карандашом с помощью чертежных инструментов, элементы электрических схем вычерчиваются в соответствии с принятым ГОСТом и обозначениями (см. приложение 2), для этого можно воспользоваться линейкой-трафаретом радиоинженера.
- Решение следует начинать с основных положений, т.е. указать, какие физические законы или расчетные методы предполагается использовать при решении, привести математическую запись этих законов и методов, а также пояснить значения буквенных или цифровых обозначений которые будут использоваться при решении.
- В ходе решения не следует изменять однажды принятые направления токов и наименования узлов, сопротивлений, а также обозначения, заданные условием.
- Каждому этапу решения нужно давать пояснения.
- Расчет каждой определяемой величины следует выполнить сначала в общем виде, а затем в полученную формулу подставить числовые значения и привести окончательный результат с указанием единиц измерения.
- Вычисления должны быть сделаны до третьей значащей цифры.
- Промежуточные и конечные результаты расчетов должны быть ясно выделены из общего текста.
- Решение не следует перегружать приведением всех алгебраических преобразований и арифметических расчетов.
- Графический материал (графики и векторные диаграммы) должны быть выполнены на миллиметровой бумаге аккуратно, карандашом с помощью чертежных принадлежностей, в удобочитаемом масштабе (на 1 см координатной оси должно приходиться  $1 \cdot 10^{\pm n}$  или  $2 \cdot 10^{\pm n}$  единиц измерения

физической величины, где  $n$  – целое число).

- Весь график в целом (или векторная диаграмма) и отдельные кривые на нем (или вектора) должны иметь названия. Градуировку осей следует выполнять, начиная с нуля, равномерно через один или два сантиметра. Числовые значения координат точек, по которым строятся кривые, не приводить.
- Индивидуальное задание должно быть выполнено и сдано на проверку не позднее срока установленного учебным планом.
- В случае затруднений при решении задания студент может обратиться к преподавателю за консультацией, которые проводятся согласно расписанию консультаций.
- РГР зачитывается, если решения не содержат ошибок принципиального характера и выполнены все перечисленные требования.
- Незачтенная РГР должна быть выполнена заново и представлена на повторную проверку вместе с первоначальной работой и замечаниями преподавателя. Исправления ошибок в ранее проверенном тексте не допускаются. Если неправильно выполнена не вся работа, а только часть ее (например, графическая часть), то переработанную и исправленную часть или графический материал следует скрепить с первоначальным текстом и поместить после него под заголовком «Исправление ошибок».



### 5.3 Задание на расчетно–графическую работу для специальностей 260902, 260902, 260902

Задание содержит 2 задачи на темы: «Расчет цепи постоянного тока методом эквивалентных преобразований» и «Расчет цепи однофазного синусоидального тока символическим методом».

#### Задача №1

##### «Расчет цепи постоянного тока методом эквивалентных преобразований»

Для цепи постоянного тока, схема и параметры которой выбираются согласно варианту (см. Указание), требуется выполнить следующий объем расчетов:

1. Определить эквивалентное сопротивление цепи.
2. Определить токи во всех ветвях и напряжения на отдельных элементах схемы.
3. Определить количество уравнений для решения задачи с применением законов Кирхгофа.
4. Составить систему уравнений по законам Кирхгофа, и проверить с их помощью правильность расчета токов и напряжений.
5. Проверить соблюдение баланса мощностей.

##### Указание:

Номер варианта задается трехзначным числом. Первая цифра этого числа – номер строки из таблицы 1, вторая цифра – номер строки из таблицы 2, третья цифра – номер схемы.

Таблица 1

вариант	Положение ключей		E, В	R <sub>1</sub> , Ом	R <sub>2</sub> , Ом	R <sub>3</sub> , Ом	R <sub>4</sub> , Ом
	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>					
0	1	2	110	1	2	1	1
1	1	1	220	2	4	6	6
2	2	1	100	2	1	6	7
3	2	2	200	1	1	8	7
4	1	1	150	1	1	6	6
5	2	1	180	2	2	3	3
6	2	2	240	1	1	6	6
7	1	1	160	3	3	2	4
8	2	1	210	3	2	6	8
9	2	2	140	2	1	2	3

Таблица 2

вариант	R <sub>5</sub> , Ом	R <sub>6</sub> , Ом	R <sub>7</sub> , Ом	R <sub>8</sub> , Ом	R <sub>9</sub> , Ом	R <sub>10</sub> , Ом	R <sub>11</sub> , Ом	R <sub>12</sub> , Ом
0	2	2	4	5	10	10	7	2
1	1	2	5	10	5	5	5	8
2	1	2	3	5	15	10	2	8
3	3	6	3	5	15	10	4	7
4	1	1	6	10	5	10	1	2
5	2	2	3	10	10	5	2	4
6	2	2	3	10	5	10	3	6
7	4	1	4	5	10	5	4	8
8	1	1	2	15	10	20	5	10
9	2	4	3	5	10	5	6	1

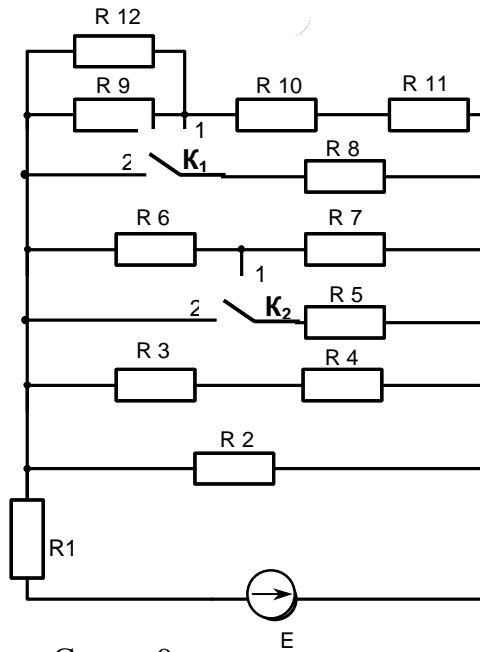


Схема 0

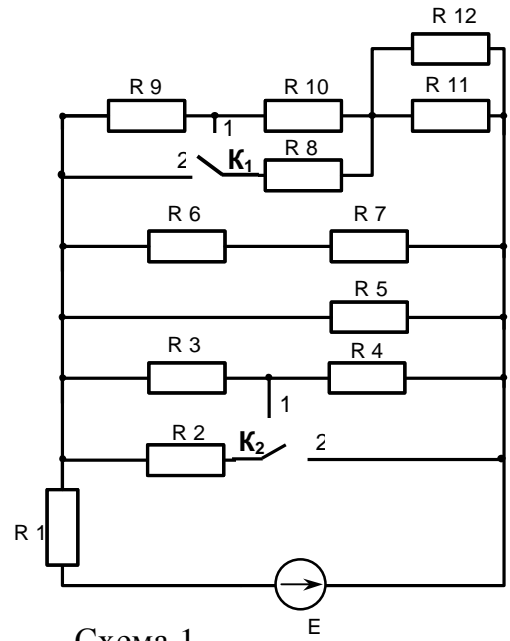


Схема 1

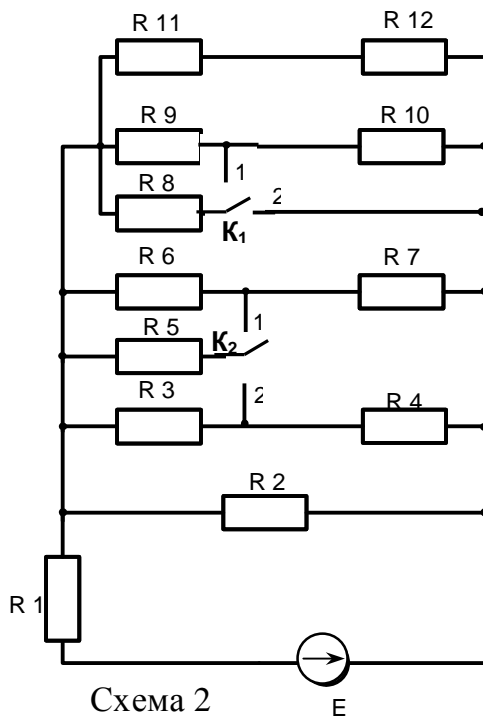


Схема 2

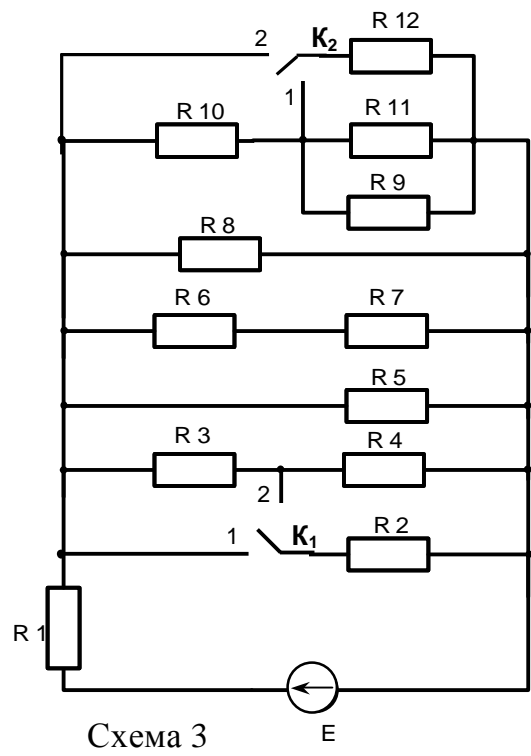


Схема 3

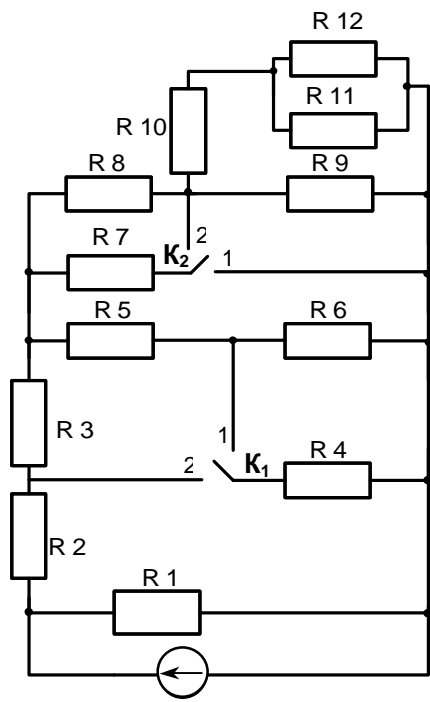


Схема 4

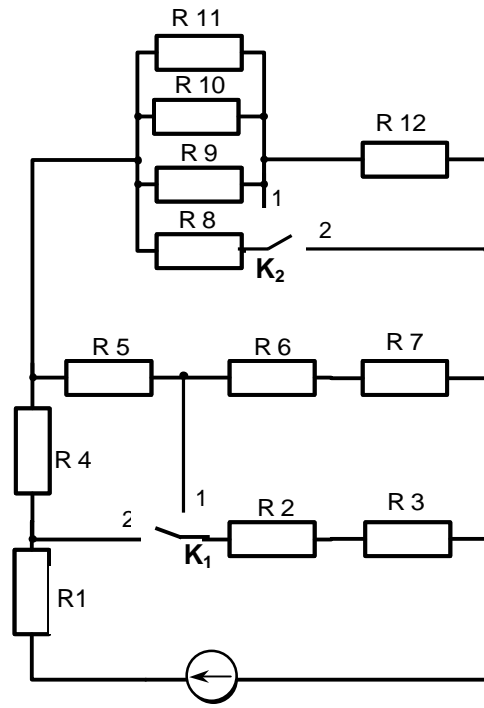


Схема 5

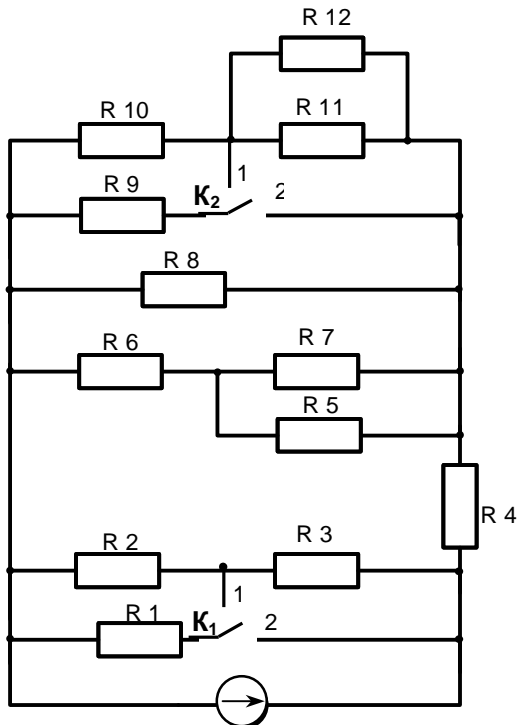


Схема 6

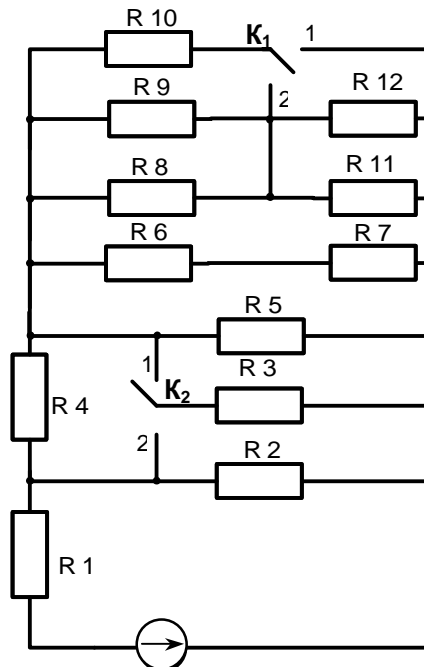


Схема 7

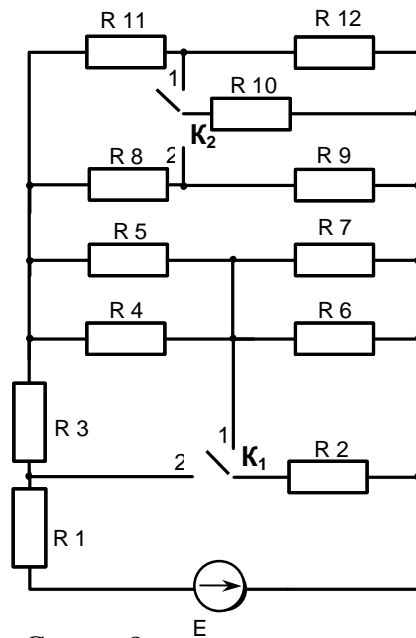


Схема 8

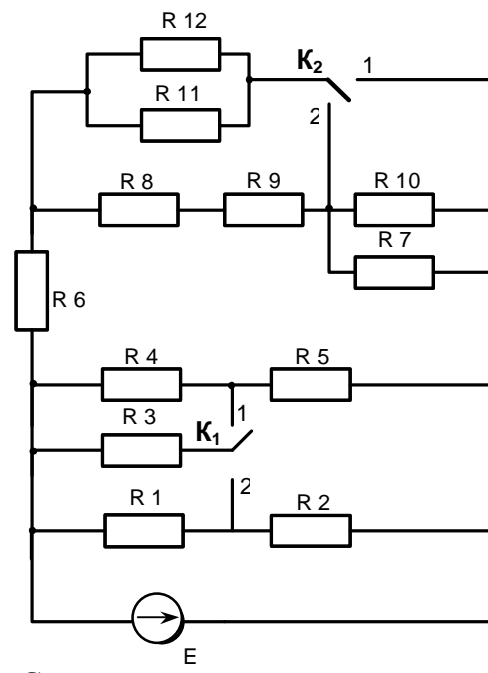


Схема 9

### Задача №2

#### «Расчет цепи однофазного синусоидального тока символическим методом»

Для цепи переменного синусоидального тока с частотой 50 Гц (рис. 1), находящейся под действием напряжения  $U$ , содержащей активные  $R_1$ – $R_5$  сопротивления, реактивные индуктивные  $X_{L2}$ ,  $X_{L3}$ ,  $X_{L6}$  и реактивные емкостные  $X_{C1}$ ,  $X_{C4}$ ,  $X_{C7}$  сопротивления, требуется выполнить следующий объем расчетов, выбрав параметры согласно варианту (см. Указание).

1. Определить комплексы действующих значений токов в ветвях символическим методом.
2. Записать мгновенные значения всех токов.
3. Проверить соблюдение баланса полных, активных и реактивных мощностей.
4. Построить (в масштабе) лучевую векторную диаграмму действующих значений токов и топографическую векторную диаграмму действующих значений напряжений.
5. Определить комплексные, активные и реактивные проводимости ветвей и всей электрической цепи.

#### Указание:

Номер варианта задается трехзначным числом. Первая цифра этого числа – номер строки из таблицы 1, вторая цифра – номер строки из таблицы 2, третья цифра – номер столбца в таблице 3, который определяет вид заданной схемы по положению ключей.

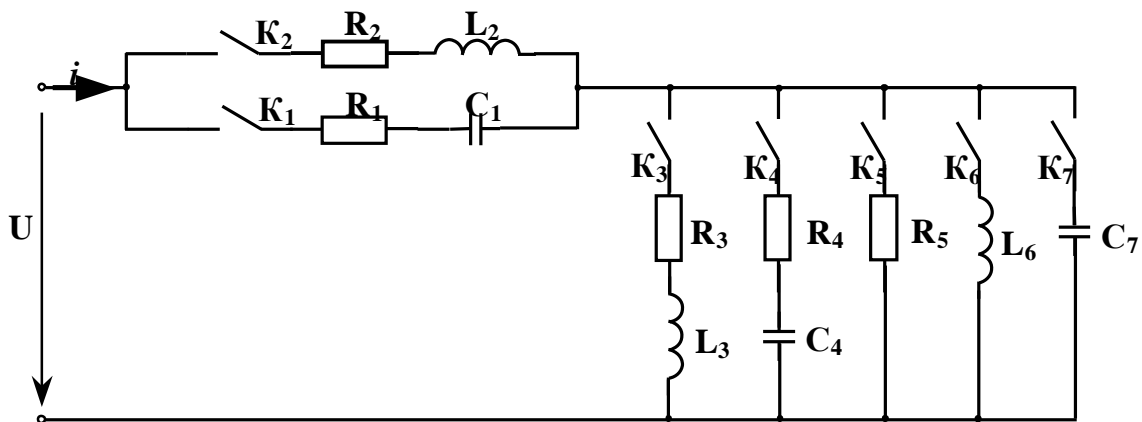


Рис.1

Таблица 1

вариант	U, В	R <sub>2</sub> , Ом	X <sub>L2</sub> , Ом	R <sub>3</sub> , Ом	X <sub>L3</sub> , Ом	X <sub>L6</sub> , Ом
0	70	4	4	16	12	5
1	100	2	16	8	6	50
2	141	3	4	10	10	10
3	200	2	10	7	24	100
4	282	4	3	6	8	30
5	70	3	4	5	12	5
6	100	4	4	24	7	50
7	141	2	10	8	6	10
8	200	3	4	10	10	100
9	282	2	16	12	16	30

Таблица 2

вариант	R <sub>1</sub> , Ом	X <sub>C1</sub> , Ом	R <sub>4</sub> , Ом	X <sub>C4</sub> , Ом	R <sub>5</sub> , Ом	X <sub>C7</sub> , Ом
0	2	5	6	8	10	20
1	10	10	3	4	20	25
2	4	4	6	8	50	20
3	2	5	15	20	40	15
4	4	10	3	4	44	20
5	10	10	6	8	22	25
6	2	5	15	20	25	20
7	4	4	3	4	30	15
8	2	5	6	8	5	20
9	10	4	15	20	36	25

Таблица 3

вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Замкнутые ключи	K <sub>1</sub> , K <sub>4</sub> , K <sub>5</sub> , K <sub>7</sub>	K <sub>2</sub> , K <sub>3</sub> , K <sub>5</sub> , K <sub>6</sub>	K <sub>1</sub> , K <sub>2</sub> , K <sub>4</sub> , K <sub>5</sub>	K <sub>1</sub> , K <sub>2</sub> , K <sub>5</sub> , K <sub>6</sub>	K <sub>2</sub> , K <sub>3</sub> , K <sub>5</sub> , K <sub>7</sub>	K <sub>2</sub> , K <sub>3</sub> , K <sub>4</sub> , K <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> , K <sub>4</sub> , K <sub>5</sub> , K <sub>7</sub>	K <sub>1</sub> , K <sub>2</sub> , K <sub>5</sub> , K <sub>7</sub>	K <sub>1</sub> , K <sub>3</sub> , K <sub>4</sub> , K <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> , K <sub>3</sub> , K <sub>5</sub> , K <sub>7</sub>

**Задание на расчетно–графическую работу  
для специальности 280101**

«Расчет электрических цепей однофазного синусоидального тока»

Содержание работы:

1. Определить комплексы действующих значений токов в схеме символическим методом (согласно варианта).
2. Записать мгновенные значения всех токов.
3. Проверить правильность расчета токов с помощью баланса активных и реактивных мощностей.
4. Построить (в масштабе) лучевую векторную диаграмму действующих значений токов и топографическую векторную диаграмму действующих значений напряжений.
5. Определить показание вольтметра.

Указание:

Номер варианта задается трехзначным числом. Первая цифра этого числа – номер строки из таблицы 1, вторая цифра – номер строки из таблицы 2, третья цифра – номер схемы.

Таблица 1

вариант	$R_3, \text{ Ом}$	$R_4, \text{ Ом}$	$X_3, \text{ Ом}$	$X_4, \text{ Ом}$
1	30	40	50	30
2	40	50	40	30
3	50	30	50	40
4	40	30	50	20
5	50	40	30	50
6	30	50	50	20
7	50	50	20	60
8	40	60	30	60
9	60	30	40	20

Таблица 2

вариант	$R_1, \text{ Ом}$	$L_1, \text{ мГн}$	$R_2, \text{ Ом}$	$L_2, \text{ мГн}$	$u, \text{ В}$
1	20	63,5	40	95,4	$536\sin(314t-30)$
2	40	95,4	30	127	$536\sin(314t+90)$
3	30	127	20	63,5	$536\sin(314t-90)$
4	50	63,5	40	127	$536\sin(314t+30)$
5	40	127	50	95,4	$311\sin(314t-30)$
6	50	95,4	30	63,5	$311\sin(314t+30)$
7	10	127	40	95,4	$311\sin(314t+90)$
8	60	95,4	50	127	$311\sin(314t+0)$
9	30	63,5	60	127	$311\sin(314t-90)$

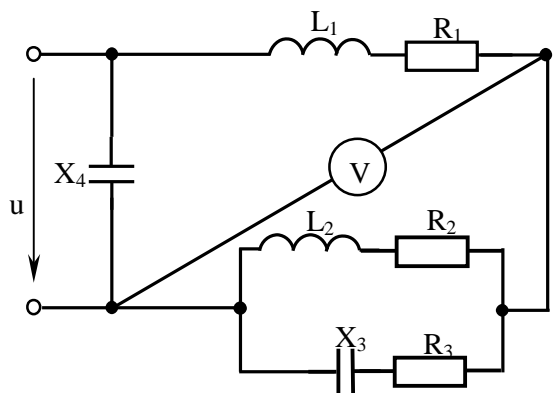


Схема 1

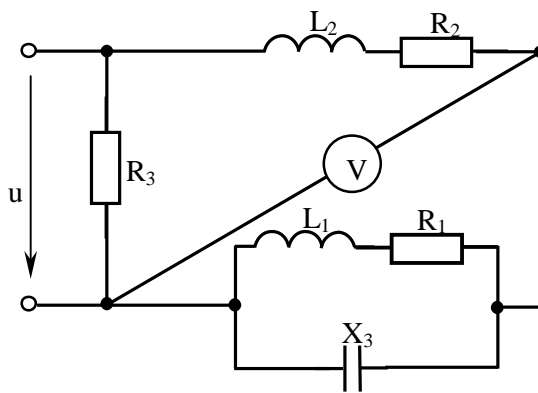


Схема 2

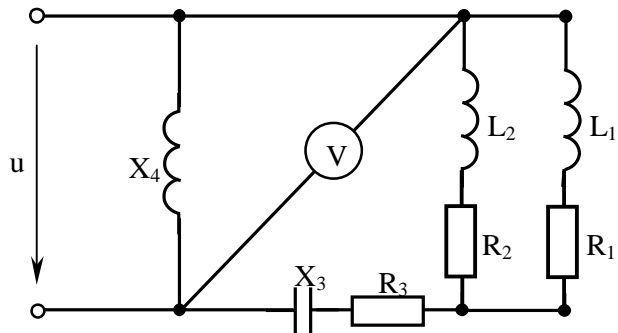


Схема 3

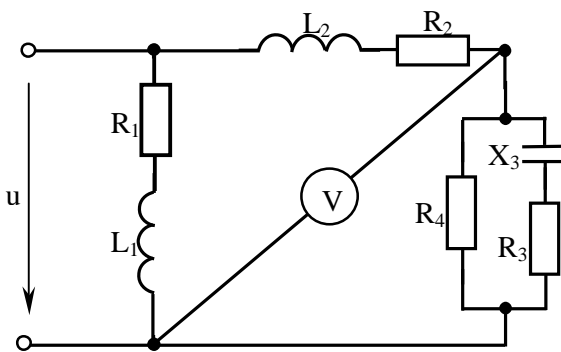


Схема 4

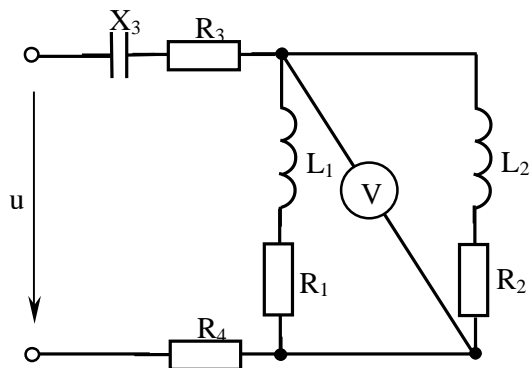


Схема 5

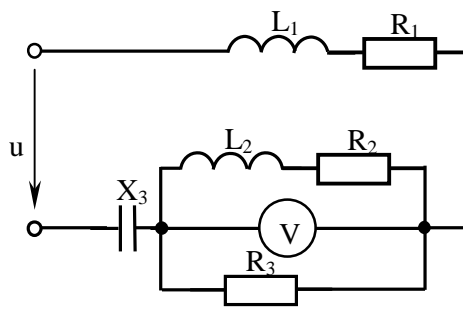


Схема 6



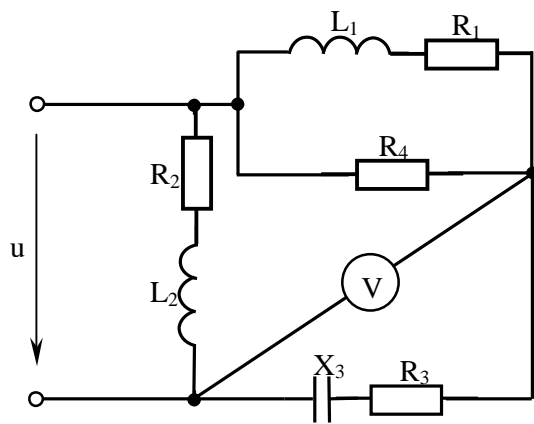


Схема 7

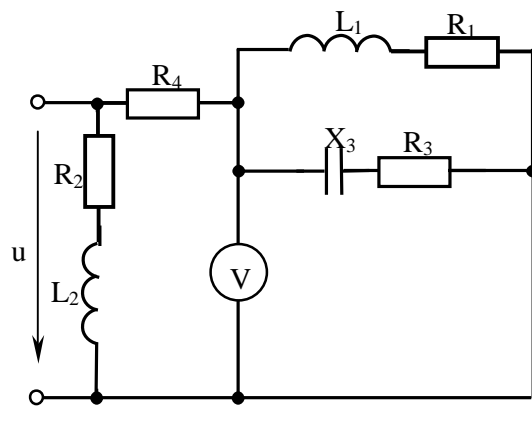


Схема 8

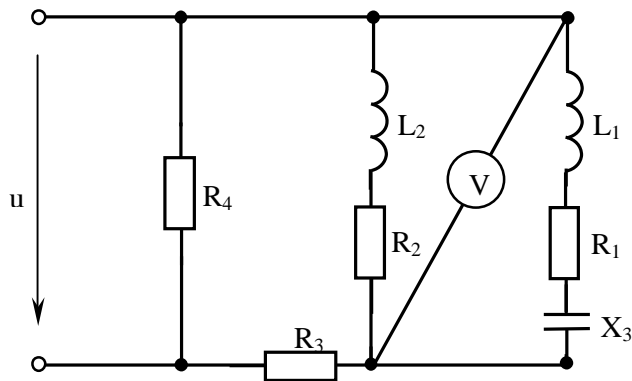


Схема 9

## 5.4 Примеры выполнения РГР

### «Расчет цепи постоянного тока методом эквивалентных преобразований»

Дано:

$$U=220 \text{ В}$$

$$R_1=3 \text{ Ом}$$

$$R_2=3 \text{ Ом}$$

$$R_3=2 \text{ Ом}$$

$$R_4=4 \text{ Ом}$$

$$R_5=4 \text{ Ом}$$

$$R_6=1 \text{ Ом}$$

$$R_7=4 \text{ Ом}$$

$$R_8=5 \text{ Ом}$$

$$R_9=10 \text{ Ом}$$

$$R_{10}=5 \text{ Ом}$$

$$R_{11}=4 \text{ Ом}$$

$$R_{12}=8 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{ЭКВ}} - ?$$

$$I_k - ?$$

1. Определяем эквивалентное сопротивление  $R_{\text{ЭКВ}}$  электрической цепи.

- 1.1. В исходной схеме (рис.1) участки с сопротивлениями  $R_2$  и  $R_4$ ,  $R_6$  и  $R_7$ ,  $R_8$  и  $R_9$ , соединены параллельно, а сопротивления  $R_{11}$  и  $R_{12}$  соединены последовательно. Определим их эквивалентные сопротивления и преобразуем схему (Рис.2).

$$R_{2,4} = \frac{R_2 \cdot R_4}{R_2 + R_4}; \quad R_{2,4} = \frac{3 \cdot 4}{3 + 4} = 1,7 \text{ Ом}$$

$$R_{6,7} = \frac{R_6 \cdot R_7}{R_6 + R_7}; \quad R_{6,7} = \frac{1 \cdot 4}{1 + 4} = 0,8 \text{ Ом.}$$

$$R_{8,9} = \frac{R_8 \cdot R_9}{R_8 + R_9}; \quad R_{8,9} = \frac{5 \cdot 10}{5 + 10} = 3,3 \text{ Ом.}$$

$$R_{11,12} = R_{11} + R_{12}; \quad R_{11,12} = 4 + 8 = 12 \text{ Ом.}$$

- 1.2. Из схемы на рис.2 видно, что  $R_{8,9}$  и  $R_{10}$ ,  $R_5$  и  $R_{6,7}$ ,  $R_3$  и  $R_{2,4}$  соединены последовательно. Определим их эквивалентные сопротивления и преобразуем схему (Рис.3).

$$R_{8,9,10} = R_{8,9} + R_{10}; \quad R_{8,9,10} = 3,3 + 5 = 8,3 \text{ Ом.}$$

$$R_{5,6,7} = R_{6,7} + R_5; \quad R_{5,6,7} = 0,8 + 4 = 4,8 \text{ Ом.}$$

$$R_{2,3,4} = R_{2,4} + R_3; \quad R_{2,3,4} = 1,7 + 2 = 3,7 \text{ Ом.}$$

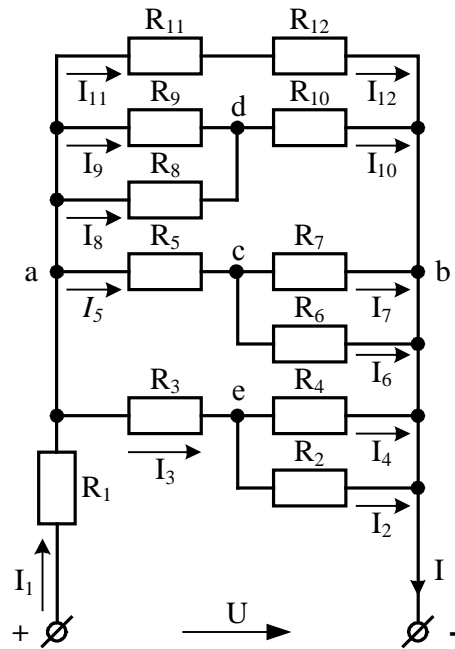


Рис.1

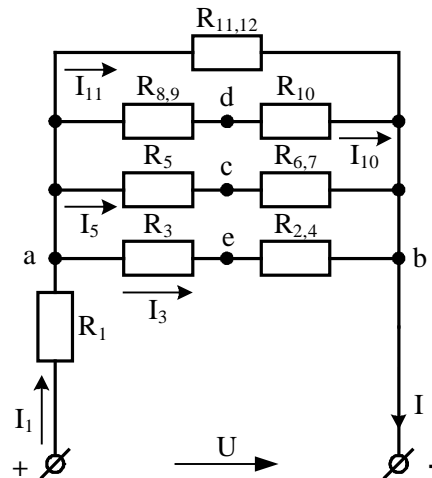


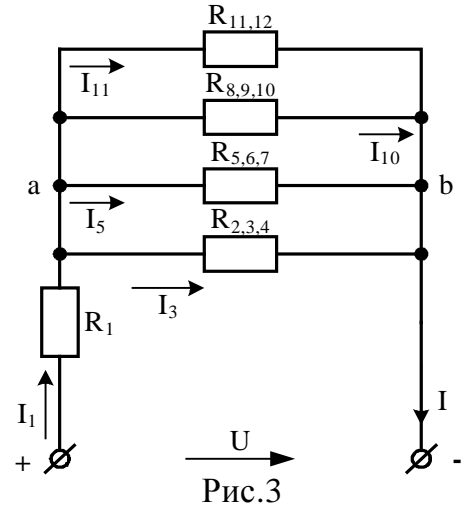
Рис.2

1.3. Из схемы на рис.3 видно, что  $R_{11,12}, R_{8,9,10}, R_{5,6,7}$  и  $R_{2,3,4}$  соединены параллельно. Определим эквивалентное сопротивление и преобразуем схему (Рис.4).

$$\frac{1}{R_{2-12}} = \frac{1}{R_{11,12}} + \frac{1}{R_{8,9,10}} + \frac{1}{R_{5,6,7}} + \frac{1}{R_{2,3,4}}$$

$$\frac{1}{R_{2-12}} = \frac{1}{12} + \frac{1}{8,3} + \frac{1}{4,8} + \frac{1}{3,7} = 0,6824 \frac{1}{\text{Ом}}$$

$$R_{2-12} = 1,465 \text{ Ом}$$



1.4. Из схемы на рис.4 видно, что  $R_{2-12}$  и  $R_1$  соединены последовательно. Определяем эквивалентное сопротивление цепи  $R_{\text{эКВ}}$ , преобразовывая схему к виду на рис. 5.

$$R_{\text{эКВ}} = R_1 + R_{2-12}; \quad R_{\text{эКВ}} = 3 + 1,465 = 4,465 \text{ Ом.}$$

2. Определяем распределение токов по ветвям.

2.1. По закону Ома для полной цепи определяем ток  $I$  в неразветвленной части цепи.

$$I = \frac{U}{R_{\text{эКВ}}}; \quad I = \frac{220}{4,47} = 49,27 \text{ А.}$$

2.2. Определяем токи на участках цепи.

$$I_1 = I = 49,27 \text{ А}$$

Для определения токов  $I_3, I_5, I_{10}, I_{11}, I_{12}$  находим напряжение  $U_{ab}$ .

$$U_{ab} = I \cdot R_{2-12}; \quad U_{ab} = 49,27 \cdot 1,465 = 72,18 \text{ В.}$$

$$I_3 = \frac{U_{ab}}{R_{2,3,4}}; \quad I_3 = \frac{72,18}{3,7} = 19,51 \text{ А.}$$

$$I_5 = \frac{U_{ab}}{R_{5,6,7}}; \quad I_5 = \frac{72,18}{4,8} = 15,04 \text{ А.}$$

$$I_{10} = \frac{U_{ab}}{R_{8,9,10}}; \quad I_{10} = \frac{72,18}{8,3} = 8,69 \text{ А.}$$

$$I_{11} = I_{12} = \frac{U_{ab}}{R_{11,12}}; \quad I_{11} = I_{12} = \frac{72,18}{12} = 6,02 \text{ А.}$$

Для определения токов  $I_4$  и  $I_2$ , находим напряжение  $U_{cb}$ .

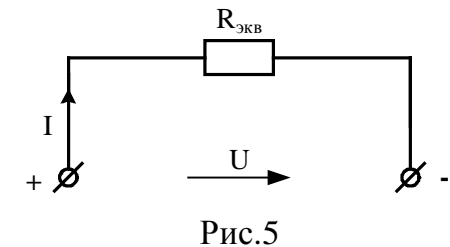
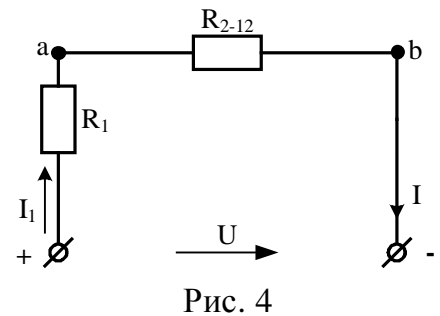
$$U_{cb} = I_3 \cdot R_{2,4}; \quad U_{cb} = 19,51 \cdot 1,7 = 33,17 \text{ В.}$$

$$I_2 = \frac{U_{cb}}{R_2}; \quad I_2 = \frac{33,17}{3} = 11,06 \text{ А.}$$

$$I_4 = \frac{U_{cb}}{R_4}; \quad I_4 = \frac{33,17}{4} = 8,29 \text{ А.}$$

Для определения токов  $I_6$  и  $I_7$ , находим напряжение  $U_{cb}$ .

$$U_{cb} = I_5 \cdot R_{6,7}; \quad U_{cb} = 15,04 \cdot 0,8 = 12,03 \text{ В.}$$



$$I_6 = \frac{U_{cb}}{R_6}; \quad I_6 = \frac{12,03}{1} = 12,03 \text{ А.}$$

$$I_7 = \frac{U_{cb}}{R_7}; \quad I_7 = \frac{12,03}{4} = 3,01 \text{ А.}$$

Для определения токов  $I_8$  и  $I_9$ , находим напряжение  $U_{ad}$ .

$$U_{ad} = I_{10} \cdot R_{8,9}; \quad U_{ad} = 8,69 \cdot 3,3 = 28,68 \text{ В.}$$

$$I_8 = \frac{U_{ad}}{R_8}; \quad I_8 = \frac{28,68}{5} = 5,74 \text{ А.}$$

$$I_9 = \frac{U_{ad}}{R_9}; \quad I_9 = \frac{28,68}{10} = 2,87 \text{ А.}$$

3. Определим количество уравнений необходимых для решения задачи с применением законов Кирхгофа.

3.1. Число уравнений, составленных по первому закону Кирхгофа  $N_1$ , берется на единицу меньше числа узлов в цепи  $N_y$ .

$$N_1 = N_y - 1; \quad N_1 = 5 - 1 = 4.$$

3.2. Число уравнений, составленных по второму закону Кирхгофа  $N_2$ , равным числу независимых контуров в цепи  $N_k$ . Независимым называют контур, в который входит хотя бы одна новая ветвь.

$$N_2 = N_k; \quad N_2 = 7.$$

Таким образом, количество уравнений должно быть:  $N = N_1 + N_2$

$$N = 4 + 7 = 11.$$

Что бы система уравнений имела решение необходимо проверить чтобы количество уравнений составленных по законам Кирхгофа было равно количеству неизвестных.

4. Составим систему уравнений по законам Кирхгофа.

4.1. Уравнения, составленные по первому закону Кирхгофа.

$$\text{Для узла а: } I_1 = I_3 + I_5 + I_8 + I_9 + I_{11}.$$

$$\text{Для узла с: } I_5 = I_7 + I_6.$$

$$\text{Для узла d: } I_{10} = I_9 + I_8.$$

$$\text{Для узла e: } I_3 = I_2 + I_4.$$

4.2. Уравнения, составленные по второму закону Кирхгофа.

$$I_1 \cdot R_1 + I_3 \cdot R_3 + I_2 \cdot R_2 = U.$$

$$I_2 \cdot R_2 - I_4 \cdot R_4 = 0.$$

$$I_5 \cdot R_5 + I_6 \cdot R_6 - I_4 \cdot R_4 - I_3 \cdot R_3 = 0.$$

$$I_7 \cdot R_7 - I_6 \cdot R_6 = 0.$$

$$I_8 \cdot R_8 + I_{10} \cdot R_{10} - I_7 \cdot R_7 - I_5 \cdot R_5 = 0.$$

$$I_9 \cdot R_9 - I_8 \cdot R_8 = 0.$$

$$I_{11} \cdot (R_{11} + R_{12}) - I_{10} \cdot R_{10} - I_9 \cdot R_9 = 0.$$

4.3. Проверим правильности расчета токов с помощью уравнений составленных по законам Кирхгофа.

$$I_1 = I_3 + I_5 + I_8 + I_9 + I_{11}; \quad 49,27 = 19,51 + 15,04 + 5,74 + 2,87 + 6,02$$

$$49,27 \approx 49,18$$

$$I_5 = I_7 + I_6. \quad 15,04 = 3,01 + 12,03$$

$$15,04 = 15,04$$

$$\begin{aligned}
I_{10} &= I_9 + I_8 & 8,69 &= 2,87 + 5,74 \\
& & 8,67 & \approx 8,61 \\
I_3 &= I_2 + I_4 & 19,45 &= 11,06 + 8,29 \\
& & 19,45 & \approx 19,35 \\
I_1 \cdot R_1 + I_3 \cdot R_3 + I_2 \cdot R_2 &= U & 49,27 \cdot 3 + 19,51 \cdot 2 + 11,06 \cdot 3 &= 220 \\
& & 220,01 & \approx 220 \\
I_2 \cdot R_2 - I_4 \cdot R_4 &= 0. & 11,06 \cdot 3 - 8,29 \cdot 4 &= 0 \\
& & 0,02 & \approx 0 \\
\\
I_5 \cdot R_5 + I_6 \cdot R_6 - I_4 \cdot R_4 - I_3 \cdot R_3 &= 0. & 15,04 \cdot 4 + 12,03 \cdot 1 - 8,29 \cdot 4 - 19,51 \cdot 2 &= 0 \\
& & 0,01 & \approx 0 \\
I_7 \cdot R_7 - I_6 \cdot R_6 &= 0. & 3,01 \cdot 4 - 12,03 \cdot 1 &= 0 \\
& & 0,01 & \approx 0 \\
I_8 \cdot R_8 + I_{10} \cdot R_{10} - I_7 \cdot R_7 - I_5 \cdot R_5 &= 0. & 5,74 \cdot 5 + 8,69 \cdot 5 - 3,01 \cdot 4 - 15,04 \cdot 4 &= 0 \\
& & -0,05 & \approx 0 \\
I_9 \cdot R_9 - I_8 \cdot R_8 &= 0. & 2,87 \cdot 10 - 5,74 \cdot 5 &= 0 \\
& & 0 & = 0 \\
\\
I_{11} \cdot (R_{11} + R_{12}) - I_{10} \cdot R_{10} - I_9 \cdot R_9 &= 0. & 6,02 \cdot (4 + 8) - 8,69 \cdot 5 - 2,87 \cdot 10 &= 0 \\
& & 0,09 & \approx 0
\end{aligned}$$

5. Проверим сходимость баланса мощностей  $U \cdot I = \sum_{k=1}^n I_k^2 \cdot R_k$

5.1. Рассчитаем мощность источника.

$$P_{\text{ист}} = U \cdot I; \quad P_{\text{ист}} = 220 \cdot 49,27 = 10839,4 \text{ Вт.}$$

5.2. Рассчитаем мощности участков цепи, т.е. потребителей электроэнергии.

$$P_1 = I_1^2 \cdot R_1; \quad P_1 = 49,27^2 \cdot 3 = 7282,6 \text{ Вт.}$$

$$P_2 = I_2^2 \cdot R_2; \quad P_2 = 11,06^2 \cdot 3 = 366,97 \text{ Вт.}$$

$$P_3 = I_3^2 \cdot R_3; \quad P_3 = 19,51^2 \cdot 2 = 761,28 \text{ Вт.}$$

$$P_4 = I_4^2 \cdot R_4; \quad P_4 = 8,29^2 \cdot 4 = 274,9 \text{ Вт.}$$

$$P_5 = I_5^2 \cdot R_5; \quad P_5 = 15,04^2 \cdot 4 = 904,81 \text{ Вт.}$$

$$P_6 = I_6^2 \cdot R_6; \quad P_6 = 12,03^2 \cdot 1 = 144,72 \text{ Вт.}$$

$$P_7 = I_7^2 \cdot R_7; \quad P_7 = 3,01^2 \cdot 4 = 36,24 \text{ Вт.}$$

$$P_8 = I_8^2 \cdot R_8; \quad P_8 = 5,74^2 \cdot 5 = 164,74 \text{ Вт.}$$

$$P_9 = I_9^2 \cdot R_9; \quad P_9 = 2,87^2 \cdot 10 = 82,37 \text{ Вт.}$$

$$P_{10} = I_{10}^2 \cdot R_{10}; \quad P_{10} = 8,69^2 \cdot 5 = 377,58 \text{ Вт.}$$

$$P_{11} = I_{11}^2 \cdot R_{11}; \quad P_{11} = 6,02^2 \cdot 4 = 144,96 \text{ Вт.}$$

$$P_{12} = I_{12}^2 \cdot R_{12}; \quad P_{12} = 6,02^2 \cdot 8 = 289,92 \text{ Вт.}$$

$$P_{\text{потр}} = \sum_{k=1}^n I_k^2 \cdot R_k = 10831,09 \text{ Вт.}$$

$$\Delta P = \left| \frac{P_{\text{ист}} - P_{\text{потр}}}{P_{\text{ист}}} \right| \cdot 100 \% = 0,076 \%$$

Примечание: Ошибка в расчётах не должна превышать 3 % .

## «Расчет электрических цепей однофазного синусоидального тока

### СИМВОЛИЧЕСКИМ МЕТОДОМ»

Дано:

$$u=226\sin(314t+60^\circ) \text{ В};$$

$$R_1=50 \text{ Ом}; X_1=10 \text{ Ом};$$

$$R_2=|X_2|=20 \text{ Ом};$$

$$R_4=6 \text{ Ом}; X_4=8 \text{ Ом};$$

$$X_3=10 \text{ Ом}.$$

Определить мгновенные значения токов символическим методом (рис.1).

Построить векторную топографическую диаграмму действующих значений напряжений и лучевую токов.

Проверить правильность расчёта с помощью уравнения баланса мощностей.

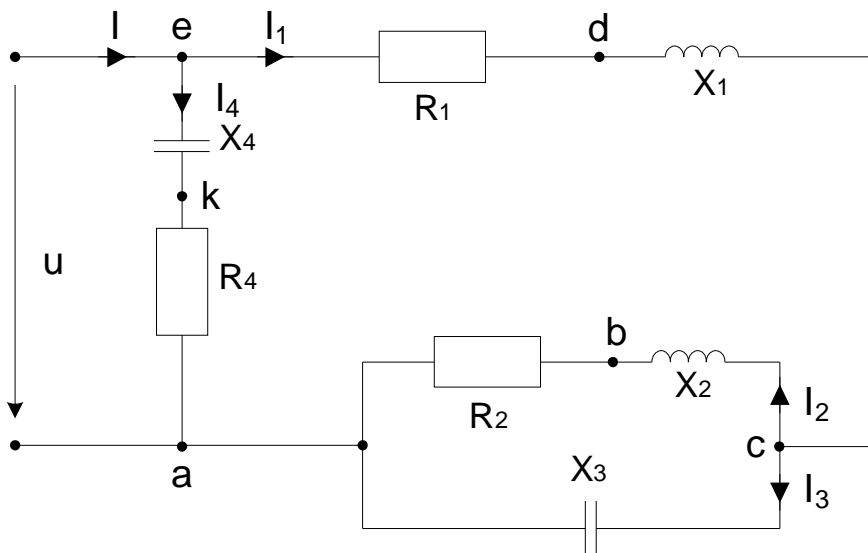


Рис . 1

Порядок расчёта:

1. Выбираем произвольное направление всех токов в ветвях.

2. Выражаем приложенное напряжение в комплексном виде:

$$\underline{U} = \frac{226}{\sqrt{2}} e^{j60^\circ}; \quad \underline{U} = 160 e^{j60^\circ} \text{ В}$$

$\underline{U}$  – комплекс действующего значения напряжения.

3. Определяем комплексные сопротивления ветвей:

$$Z_1 = R_1 + jX_1; \quad Z_1 = 5 + j10 = 11,8 e^{j63^\circ 30'} \text{ Ом.}$$

$$Z_2 = R_2 + jX_2; \quad Z_2 = 20 + j20 = 28,2 e^{j45^\circ} \text{ Ом.}$$

$$Z_3 = -jX_3; \quad Z_3 = -j10 = 10 e^{-j90^\circ} \text{ Ом.}$$

$$Z_4 = R_4 - jX_4; \quad Z_4 = 6 - j8 = 10 e^{-j53^\circ 10'} \text{ Ом.}$$

4. Определяем комплексы действующих значений токов в ветвях по закону Ома:

$$\underline{I}_4 = \frac{\underline{U}}{Z_4}; \quad \underline{I}_4 = \frac{160 e^{j60^\circ}}{10 e^{j113^\circ 10'}} = 16 e^{j113^\circ 10'} \text{ А.}$$

$$\underline{I}_1 = \frac{\underline{U}}{Z_{1-3}}; \quad Z_{1-3} = Z_1 + \frac{Z_2 \cdot Z_3}{Z_2 + Z_3};$$

$$Z_{1-3} = 5 + j10 + \frac{28,2e^{j45^\circ} \cdot 10e^{-j90^\circ}}{20 + j20 - j10} = 5 + j10 + 12,5e^{-j71^\circ 09'} = 5 + j10 + 3,9 - j11,935$$

$$Z_{1-3} = 8,99 - j1,935 = 9,196e^{-j12^\circ 09'} \text{ Ом.}$$

$$\underline{I}_1 = \frac{160e^{j60^\circ}}{9,196e^{-j12^\circ 09'}} = 17,319e^{j72^\circ 09'} \text{ А.}$$

$$\underline{I}_2 = \underline{I}_1 \cdot \frac{Z_3}{Z_2 + Z_3};$$

$$\underline{I}_2 = 17,319e^{j72^\circ 09'} \cdot \frac{10e^{-j90^\circ}}{20 + j10} = 7,767e^{-j44^\circ 20'};$$

$$\underline{I}_3 = \underline{I}_1 - \underline{I}_2; \quad \underline{I}_3 = 17,319e^{j72^\circ 09'} - 7,767e^{-j44^\circ 20'} = 5,342 + j16,654 - 5,553 + j5,429$$

$$\underline{I}_3 = -0,211 + j21,993 = 21,994e^{j90^\circ 33'} \text{ А.}$$

$$\underline{I} = \underline{I}_4 + \underline{I}_1$$

$$\underline{I} = 16e^{j113^\circ 10'} + 17,319e^{j72^\circ 09'} = -6,336 + j14,68 + 5,342 + j16,564$$

$$\underline{I} = -0,994 + j31,244 = 31,26e^{j91^\circ 50'}$$

5. Мгновенные значения всех токов:

$$i = 31,26\sqrt{2} \sin(314t + 91^\circ 50') \text{ А.}$$

$$i_1 = 17,319\sqrt{2} \sin(314t + 72^\circ 09') \text{ А.}$$

$$i_2 = 7,767\sqrt{2} \sin(314t - 44^\circ 20') \text{ А.}$$

$$i_3 = 21,994\sqrt{2} \sin(314t + 90^\circ 33') \text{ А.}$$

$$i_4 = 16\sqrt{2} \sin(314t + 113^\circ 10') \text{ А.}$$

6. Проверим правильность расчёта токов с помощью уравнения баланса мощностей:  $P_{\text{ист}} = \sum P_{\text{потр}}$  и  $Q_{\text{ист}} = \pm \sum Q_{\text{потр}}$ .

$$\underline{S}_{\text{ист}} = \underline{U} \cdot \underline{I}^*, \quad \text{где } \underline{I}^* \text{ — комплексно-сопряженное значение тока } \underline{I}.$$

$$\underline{S}_{\text{ист}} = 160e^{j60^\circ} \cdot 31,26e^{-j91^\circ 50'} = 5001,6e^{-j31^\circ 50'} = 4246,34 - j2635,84 \text{ В} \cdot \text{А};$$

$$P_{\text{ист}} = 4246,34 \text{ Вт};$$

$$Q_{\text{ист}} = -2635,84 \text{ Вар};$$

$$P_{\text{потр}} = I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 + I_4^2 R_4$$

$$P_{\text{потр}} = 17,319^2 \cdot 5 + 7,767^2 \cdot 20 + 16^2 \cdot 6 = 4242,26 \text{ Вт};$$

$$Q_{\text{потр}} = I_1^2 X_1 + I_2^2 X_2 - I_3^2 X_3 - I_4^2 X_4$$

$$Q_{\text{потр}} = 17,319^2 \cdot 10 + 7,767^2 \cdot 20 - 21,994^2 \cdot 10 - 16^2 \cdot 8 = -2677,6 \text{ Вар.}$$

$$\Delta P = \left| \frac{P_{\text{ист}} - P_{\text{потр}}}{P_{\text{ист}}} \right| \cdot 100 \% = 0,096 \% \quad \Delta Q = \left| \frac{Q_{\text{ист}} - Q_{\text{потр}}}{Q_{\text{ист}}} \right| \cdot 100 \% = 1,58 \%$$

Примечание: Ошибка в расчётах не должна превышать 3 % .

7. Строим топографическую векторную диаграмму действующих значений

напряжений и лучевую диаграмму токов.

Действующие значения падений напряжений:

$$U_{R1} = I_1 \cdot R_1 \quad U_{R1} = 86,6 \text{ В};$$

$$U_{X1} = I_1 \cdot X_1 \quad U_{X1} = 173,2 \text{ В};$$

$$U_{R2} = I_2 \cdot R_2 \quad U_{R2} = 155,3 \text{ В};$$

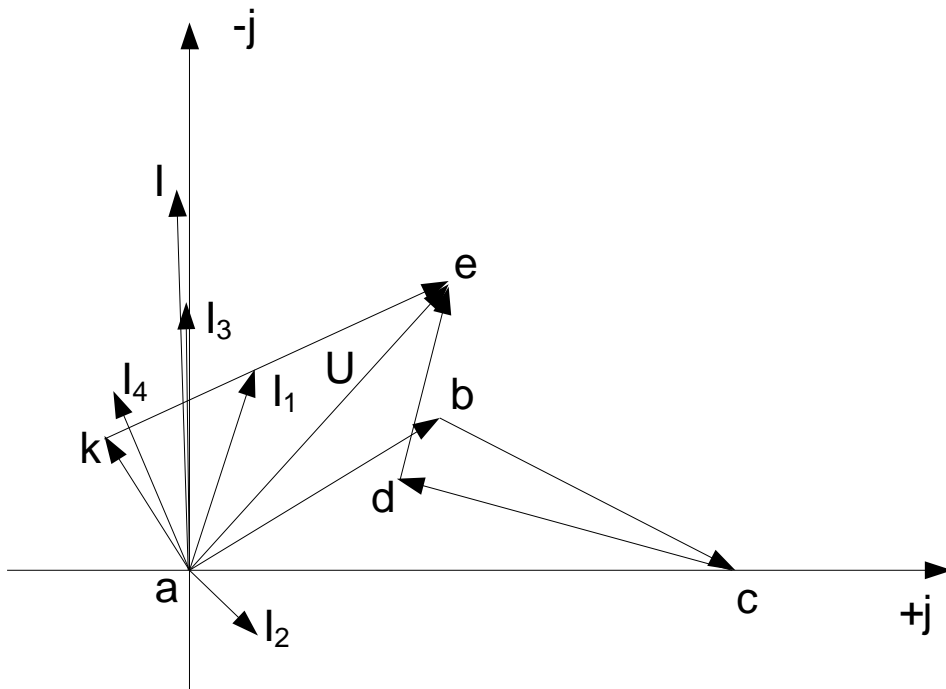
$$U_{X2} = I_2 \cdot X_2 \quad U_{X2} = 155,3 \text{ В};$$

$$U_{X3} = I_3 \cdot X_3 \quad U_{X3} = 219,9 \text{ В};$$

$$U_{R4} = I_4 \cdot R_4 \quad U_{R4} = 96 \text{ В};$$

$$U_{X4} = I_4 \cdot X_4 \quad U_{X4} = 128 \text{ В}.$$

$$m_U = 40 \text{ В/см}; \quad m_I = 5 \text{ А/см};$$



Примечание: Необходимо помнить, что построение топографической векторной диаграммы удобнее начинать с точки низшего потенциала для данной схемы. Стрелка напряжения на диаграмме должна указывать точку с высшим потенциалом, в то время как на схеме стрелка напряжения указывает точку с низшим потенциалом.



## 6. ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

### Вопросы к экзамену для специальностей 260704, 260901, 260902.

1. Электрическая цепь. Элементы электрической цепи постоянного тока. Источники и приемники электрической энергии. Схемы замещения.
2. Основные законы электрических цепей постоянного тока.
3. Режимы работы электрических цепей.
4. Мощность в цепях постоянного тока. Уравнение баланса мощностей.
5. Расчет простых цепей постоянного тока. Метод преобразований.
6. Расчет сложных цепей постоянного тока. Метод уравнений Кирхгофа.
7. Электрические цепи переменного синусоидального тока. Способы представления синусоидальных величин. Элементы схем замещения.
8. Простейшие цепи переменного тока. Цепи с активным, идеально индуктивным и идеально емкостным сопротивлениями.
9. Последовательное соединение R, L, C. Закон Ома. Векторная диаграмма.
10. Параллельное соединение R, L, C. Векторная диаграмма.
11. Символический метод расчета цепей переменного тока.
12. Резонанс напряжений в цепях синусоидального тока
13. Резонанс токов в цепях синусоидального тока
14. Мощность в цепях переменного тока. Коэффициент мощности. Способы его повышения.
15. Трехфазные системы. Причины их наибольшего использования. Трехфазная цепь.
16. Способы представления ЭДС трехфазного генератора.
17. Способы соединения фаз трехфазного генератора. Фазное и линейное напряжения.
18. Расчет симметричных трехфазных цепей, соединенных в звезду и треугольник.
19. Расчет несимметричной трехфазной четырехпроводной цепи. Роль нулевого провода.
20. Мощность в трехфазных цепях.
21. Основные сведения о нелинейных цепях постоянного тока. Общая характеристика методов расчета нелинейных цепей постоянного тока.
22. Нелинейные электрические цепи переменного синусоидального тока. Общая характеристика нелинейных элементов. Общие принципы их анализа.
23. Магнитные цепи. Их разновидности. Законы Ома и Кирхгофа для магнитной цепи.
24. Анализ и расчет магнитных цепей постоянного магнитного потока.
25. Трансформаторы. Принцип действия. Назначение. Режимы работы.
26. Общие сведения об электрических машинах постоянного тока. Принцип действия.
27. Общие сведения о синхронных электрических машинах. Принцип действия.
28. Асинхронные электрические машины. Принцип действия.
29. Сравнительная характеристика асинхронных и синхронных двигателей.
30. Общие сведения об измерительных приборах. Измерение тока, напряжения и мощности в цепях постоянного, переменного и трехфазного тока.

- 31.Классификация полупроводниковых приборов, их назначение и система условных обозначений в электрических схемах.
- 32.Общетехнические параметры полупроводниковых диодов.
- 33.Общетехнические параметры полупроводниковых транзисторов
- 34.Интегральные микросхемы. Общетехнические параметры ИМС, система обозначений и применение.
- 35.Структурная схема однофазного неуправляемого одно- и двухполупериодного выпрямителя.
- 36.Электронные усилители. Их типы и основные параметры. Структурная схема однокаскадного усилителя на биполярном транзисторе.
- 37.Генераторы гармонических колебаний. Их виды. Структурная схема транзисторного LC-генератора.
- 38.Импульсные устройства. Их элементная база и назначение.

### Вопросы к экзамену для специальности 280101.

1. Электрические цепи постоянного тока. Основные законы. Режимы работы электрических цепей.
2. Энергетический баланс в электрических цепях постоянного тока. Работа, мощность, уравнение баланса мощностей.
3. Расчет простых цепей постоянного тока. Метод преобразования.
4. Расчет сложных цепей постоянного тока. Метод уравнений Кирхгофа.
5. Электрические цепи переменного синусоидального тока. Элементы цепей, схемы замещения.
6. Способы представления синусоидальных величин. Основные законы в цепях переменного синусоидального тока.
7. Цепь с чисто активным сопротивлением при синусоидальном напряжении. Закон Ома. Векторная диаграмма.
8. Цепь с чисто индуктивным сопротивлением при синусоидальном напряжении. Закон Ома. Векторная диаграмма.
9. Цепь с чисто емкостным сопротивлением при синусоидальном напряжении. Закон Ома. Векторная диаграмма.
10. Последовательное соединение активно-реактивных элементов при синусоидальном напряжении. Закон Ома. Векторная диаграмма.
11. Параллельное соединение активно-реактивных элементов при синусоидальном напряжении. Векторная диаграмма. Понятие о проводимостях.
12. Мощность в цепях переменного синусоидального тока. Коэффициент мощности. Компенсация сдвига фаз.
13. Изображение элементов цепей и величин, характеризующих работу электрических цепей в комплексном виде. Законы Ома и Кирхгофа в символической форме записи.
14. Символический метод расчета сложных электрических цепей переменного тока (показать на примере).
15. Резонанс напряжений в цепях синусоидального тока.
16. Резонанс токов в цепях синусоидального тока.
17. Согласное включение двух взаимосвязанных катушек индуктивности.
18. Встречное включение двух взаимосвязанных катушек индуктивности.
19. Трехфазные системы. Причины их наибольшего использования. Трехфазная цепь.
20. Способы представления эдс трехфазного генератора.
21. Фазное и линейное напряжение трехфазного генератора.
22. Расчет симметричных трехфазных цепей, соединенных звездой и треугольником.
23. Расчет несимметричных трехфазных цепей, соединенных звездой с нулевым проводом. Роль нулевого провода.
24. Расчет несимметричных трехфазных цепей, соединенных звездой без нулевого провода.
25. Расчет несимметричных трехфазных цепей, соединенных треугольником.
26. Активная, реактивная, полная мощность в трехфазных цепях.

27. Способы представления несинусоидальных величин.
28. Мгновенные и действующие значения несинусоидальных напряжений и токов.
29. Активная, реактивная и полная мощность несинусоидального тока.
30. Переходные процессы в линейных электрических цепях. Законы коммутации.
31. Переходные процессы в цепи с R, L при подключении ее к источнику постоянного напряжения.
32. Переходные процессы в цепи с R, C при подключении ее к источнику постоянного напряжения.
33. Переходные процессы в цепи с R, L, C при подключении ее к источнику постоянного напряжения.
34. Нелинейные электрические цепи постоянного тока. Общая характеристика методов расчета нелинейных цепей постоянного тока.
35. Нелинейные электрические цепи переменного синусоидального тока. Общая характеристика нелинейных элементов. Общие принципы их анализа.
36. Основные преобразования, осуществляемые с помощью нелинейных электрических цепей.
37. Магнитные цепи. Разновидности их. Основные законы магнитных цепей.
38. Анализ и расчет магнитных цепей постоянного магнитного потока.
39. Особенности нелинейных магнитных цепей переменного магнитного потока. Роль воздушного зазора в магнитопроводе.
40. Трансформаторы. Назначение и принцип действия. Типы трансформаторов.
41. Особенности трехфазных трансформаторов.
42. Параллельная работа трансформаторов.
43. Потери мощности и КПД трансформатора.
44. Общие сведения об асинхронных машинах.
45. Трехфазный асинхронный двигатель.
46. Общие сведения о синхронных машинах.
47. Работа синхронной машины в режиме генератора и двигателя.
48. Сравнительная характеристика асинхронных и синхронных двигателей.
49. Общие сведения о машинах постоянного тока. Генераторы и двигатели.
50. Электрические машины систем управления и автоматики.
51. Электропривод. Виды электроприводов. Режимы работы.
52. Полупроводниковые приборы. Классификация их. Системы обозначений.
53. Общетехнические и экономические параметры полупроводниковых приборов.
54. Интегральные микросхемы. Гибридные и полупроводниковые. Системы обозначений.
55. Параметры интегральных микросхем.
56. Электронные устройства. Однофазные и трехфазные выпрямители.
57. Электронные устройства. Усилители.
58. Импульсные устройства.
59. Генераторы гармонических колебаний.

## 7. ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ БИЛЕТЫ

### 7.1. Общие положения.

Экзаменационные билеты составляются ежегодно на основе экзаменационных вопросов и утверждаются на заседании кафедры. Билет формируется в виде двух теоретических вопросов на разные темы и одной задачи на одну из тем практических занятий.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие и защитившие лабораторные работы, выполнившие программу практических занятий и расчетно-графическую работу по дисциплине. В порядке исключения к экзамену может также быть допущен студент, не выполнивший в общей сложности одну или две лабораторные и практические работы, в этом случае он отвечает на дополнительные вопросы по теме этих работ. Для подготовки ответа студенту отводится 40 мин.

В пункте 7.2 приведены примеры формирования экзаменационных билетов.

### 7.2. Примеры экзаменационных билетов

для специальностей 260704, 260901, 260902

АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Утверждено на заседании кафедры  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2007 г.

Кафедра АПП и Э  
Факультет Энергетический

Заведующий кафедрой  
Утверждаю: \_\_\_\_\_

Курс 3, спец. 260901, 260902, 260704  
Дисциплина «Электротехника и  
электроника»

#### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

1. Электрические цепи. Элементы электрических цепей. Режимы работы электрических цепей.
2. Трехфазный асинхронный двигатель. Устройство, принцип действия, область применения.
3. Задача

АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Утверждено на заседании кафедры  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2007 г.

Кафедра АПП и Э  
Факультет Энергетический

Заведующий кафедрой  
Утверждаю: \_\_\_\_\_

Курс 3, спец. 260901, 260902, 260704  
Дисциплина «Электротехника и  
электроника»

#### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №2

1. Принцип получения переменной синусоидальной ЭДС.
2. Электронные усилители. Типы усилителей, основные параметры.
3. Задача.

для специальности 280101

АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Утверждено на заседании кафедры  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2007 г.

Кафедра АПП и Э  
Факультет Энергетический

Заведующий кафедрой  
Утверждаю: \_\_\_\_\_

Курс 2, спец.28.0101.»БЖД»  
Дисциплина «Электротехника и  
электроника «

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

1. Электрические цепи постоянного тока. Элементы схем замещения. Источники электрической энергии и потребители.
2. Полупроводниковые резисторы. Типы и назначение.
3. Задача.

АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Утверждено на заседании кафедры  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2007 г.

Кафедра АПП и Э  
Факультет Энергетический

Заведующий кафедрой  
Утверждаю: \_\_\_\_\_

Курс 2, спец.28.0101.»БЖД»  
Дисциплина «Электротехника и  
электроника «

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2**

1. Режимы работы электрических цепей.
2. Трансформаторы. Типы трансформаторов.
3. Задача.

АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Утверждено на заседании кафедры  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2007 г.

Кафедра АПП и Э  
Факультет Энергетический

Заведующий кафедрой  
Утверждаю: \_\_\_\_\_

Курс 2, спец.28.0101.»БЖД»  
Дисциплина «Электротехника и  
электроника «

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3**

1. Расчет простых цепей постоянного тока. Метод преобразования.
2. Энергетический баланс и к.п.д. асинхронного двигателя.
3. Задача.

## 8. КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

### 8.1 Методические рекомендации

Контроль знаний проводится для оценки уровня подготовки студентов и осуществляется в трех видах: входной контроль, промежуточный контроль, контроль остаточных знаний.

На первом занятии проводится входной тестовый контроль остаточных знаний по математике и физике.

Промежуточный контроль осуществляется два раза в семестр в виде контрольных точек. Преподаватель проверяет знания студентов в виде контрольных работ, тестов и др. по блоку изученной дисциплины. Результаты фиксируются в журналах успеваемости и учитываются при допуске к сдаче экзамена.

Тесты для проверки остаточных знаний могут быть использованы во время самоаттестации и аттестации вуза, а также в качестве входного контроля знаний для последующих специальных дисциплин.

В пунктах 8.2, 8.3 и 8,4 приводятся примеры вариантов заданий для контроля знаний.

### 8.2 Входной контроль знаний

#### Тест по физике

##### Вариант 1

1. Из предложенных вариантов выберите выражение, определяющее энергию заряженного конденсатора.

1.  $\frac{CU^2}{2}$

2.  $Q(j_1 - j_2)$

3.  $\epsilon\epsilon_0 E$

4.  $\frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d}$

5.  $\frac{\sigma}{2\epsilon_0}(r_1 - r_2)$

2. Между какими точками следует подключить амперметр, если необходимо измерить ток в сопротивлении  $R_1$ ?

1. 1–2

2. 2–3

3. 2–4

4. 4–5

5. 5–6

3. В однородном магнитном поле находится прямоугольная рамка площадью  $0,2 \text{ м}^2$ . Чему равен магнитный поток через контур рамки, если индукция поля равна  $0,1 \text{ Тл}$ ? Плоскость рамки перпендикулярна вектору магнитной индукции.

1.  $20 \text{ мВб}$

2.  $2 \text{ Вб}$

3.  $0,5 \text{ Вб}$

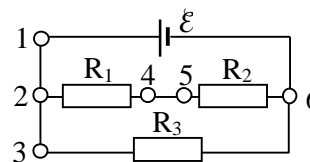
4.  $5 \text{ мВб}$

5.  $0 \text{ Вб}$

4. Какое поле называется однородным?

5. Установите соответствие между физическими величинами и их обозначениями.

Обозначения	Физические величины
1. L	А. Магнитная индукция
2. B	Б. Магнитная проницаемость среды
3. Ф	В. Потокосцепление
4. H	Г. Индуктивность
5. Ψ	Д. Магнитный поток
6. μ	Е. Напряженность магнитного поля



## Тест по математике

### Вариант 1

1. Найти произведение матриц:  $A = \begin{pmatrix} 1 & 4 \\ 5 & 2 \\ 3 & 5 \\ 6 & -1 \end{pmatrix}$  и  $B = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 2 & 4 & 6 \end{pmatrix}$ .
2. Решить систему уравнений: 
$$\begin{cases} 2x_1 - 3x_2 + x_3 = 4, \\ x_1 + x_2 - 2x_3 = 2, \\ x_1 + 2x_2 + x_3 = 6. \end{cases}$$
3. Найти векторное произведение векторов  $\vec{a} = (2, -4, 4)$  и  $\vec{b} = (-3, 2, 6)$ .
4. Найти наибольшее и наименьшее значения функции на заданном промежутке:  $y = x + \cos^2 x$ ;  $x \in \left[0; \frac{\pi}{2}\right]$
5. Найти предел функций, применяя правило Лопиталя:  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x - \sin x}{\operatorname{tg} x - \sin x}$ ,  
 $\lim_{x \rightarrow +0} x \ln x$
6. Найти экстремумы функции двух переменных:  $z = x^2 + 2xy - 3y^2 + 1$
7. Найти интегралы:  $\int \frac{1}{5 + 3 \cos x - 5 \sin x} dx$ ,  $\int \cos^3 x \sin^4 x dx$
8. Решить уравнения: а)  $y^2 y' + x^2 = 1$ ; б)  $(x^2 + y^2) dy - 2xy dx = 0$ ,  
в)  $y' + 4xy - 2x e^{-x} \sqrt{y} = 0$ .
9. Найти частное решение уравнения:  
а)  $y'' - \sqrt{1 + (y')^2} = 0$ , если  $y(0) = 1$ ,  $y'(0) = 0$ ,  
б)  $y'' + y' - 6y = 50 \cos x$ , если  $y(0) = 3$ ,  $y'(0) = 5$ .



### 8.3 Промежуточный контроль

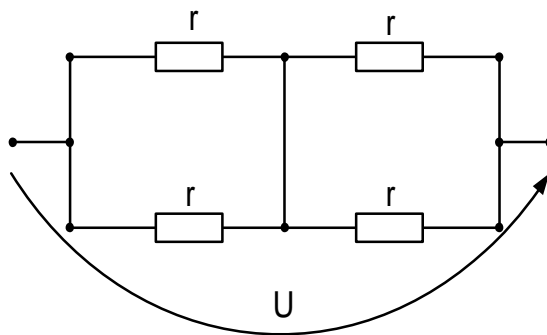
Тема: «Линейные электрические цепи постоянного тока»

#### Вариант 1

1. Определить эквивалентное сопротивление цепи  $r_{\text{ЭКВ}}$ .

Варианты ответов:

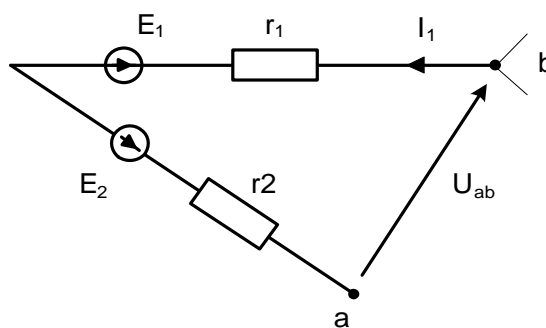
1.  $r_{\text{ЭКВ}}=r$     2.  $r_{\text{ЭКВ}}=4r$     3.  $r_{\text{ЭКВ}}=r/2$   
 4.  $r_{\text{ЭКВ}}=r/4$     5.  $r_{\text{ЭКВ}}=2r$



2. Определить напряжение  $U_{ab}$ , если  $I_1=3$  А,  $E_1=70$  В,  $E_2=20$  В,  $r=8$  Ом.

Варианты ответов:

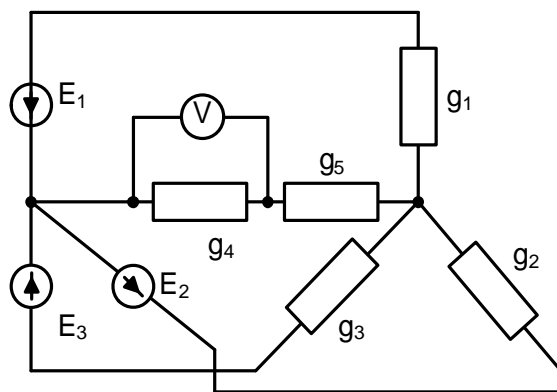
1.  $U_{ab}=46$  В    2.  $U_{ab}=-46$  В    3.  $U_{ab}=-74$  В  
 4.  $U_{ab}=74$  В    5.  $U_{ab}=-66$  В



3. Определить показания вольтметра  $U_v$ , если  $E_1=E_2=50$  В,  $E_3=100$  В,  $g_1=g_2=g_3=g_4=g_5=0.2$  См

Варианты ответов:

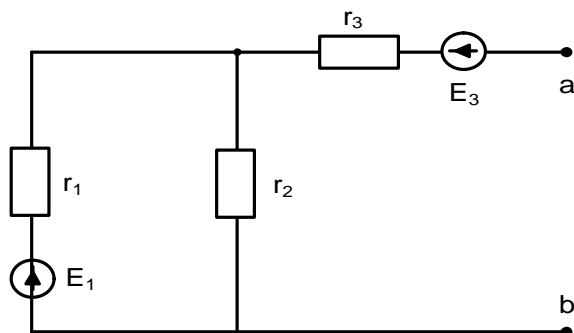
1.  $U_v=0$  В    2.  $U_v=100$  В    3.  $U_v=50$  В  
 4.  $U_v=75$  В    5.  $U_v=175$  В



4. Определить ЭДС и сопротивление эквивалентного генератора относительно зажимов ab, если  $E_1=54$  В,  $E_3=12$  В,  $r_1=9$  Ом,  $r_2=18$  Ом,  $r_3=5$  Ом.

Варианты ответов:

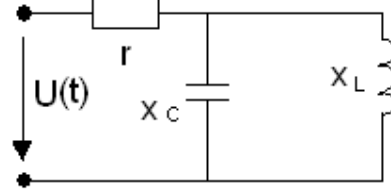
1.  $E_{\text{ЭГ}}=42$  В,  $r_{\text{ЭГ}}=6$  Ом  
 2.  $E_{\text{ЭГ}}=66$  В,  $r_{\text{ЭГ}}=32$  Ом.  
 3.  $E_{\text{ЭГ}}=0$ ,  $r_{\text{ЭГ}}=0$ .  
 4.  $E_{\text{ЭГ}}=24$  В,  $r_{\text{ЭГ}}=11$  Ом.  
 5.  $E_{\text{ЭГ}}=36$  В,  $r_{\text{ЭГ}}=22$  Ом.



Тема: «Электрические цепи синусоидального тока»

Вариант 1

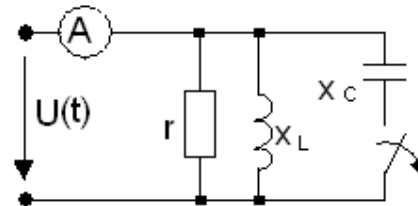
1. Определить действующее значение напряжения на активном сопротивлении, если:  $r=10\text{ Ом}$ ,  $x_L=5\text{ Ом}$ ,  $x_C=5\text{ Ом}$ ,  $U(t)=141\sin\omega t$ .



Варианты ответов:

1.  $U_r=100\text{ В}$       2.  $U_r=0\text{ В}$   
 3.  $U_r=80\text{ В}$       4.  $U_r=20\text{ В}$   
 5.  $U_r=141\text{ В}$ .

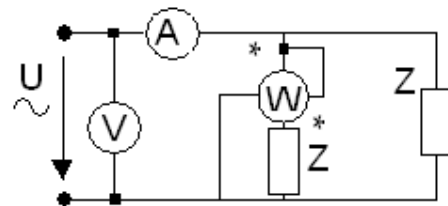
2. Как изменится показание амперметра после замыкания рубильника? Если:  $u(t)=U_m\sin\omega t$ ,  $r=|x_L|=|x_C|$ .



Варианты ответов:

1. Не изменится  
 2. Увеличится в 2 раза  
 3. Уменьшится в 2 раза.

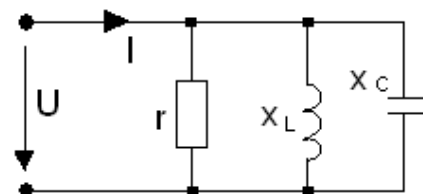
3. Определить показания ваттметра, если:  $I=10\text{ А}$ ,  $U=100\text{ В}$ ,  $Z=r+jx$ ,  $r=1/4Z$ .



Варианты ответов:

1.  $P=100\text{ Вт}$     2.  $P=500\text{ Вт}$     3.  $P=125\text{ Вт}$   
 4.  $P=250\text{ Вт}$     5.  $P=432\text{ Вт}$ .

4. Определить мгновенное значение тока  $i$ : если  $U=120\sin\omega t$ ,  $r=4\text{ Ом}$ ,  $X_L=|X_C|=6\text{ Ом}$ .



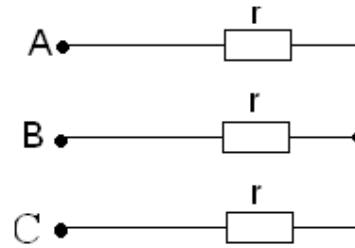
Варианты ответов:

1.  $i=30\sin(\omega t-90)$   
 2.  $i=10\sin\omega t$   
 3.  $i=14.1\sin\omega t$   
 4.  $i=30\sin\omega t$   
 5.  $i=30\sin(\omega t+90)$ .

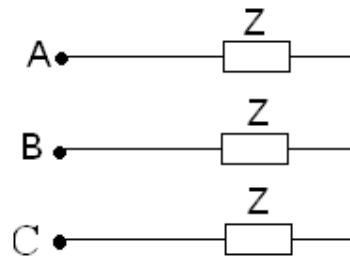
Тема: «Трёхфазные цепи»

Вариант 1

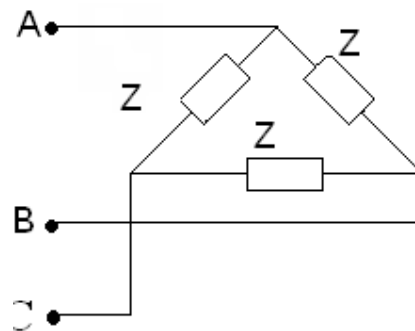
1. Определить токи при обрыве линии А, если:  
 $U_{\text{лин}}=380\text{В}$ ,  $r=220\text{ Ом}$ .



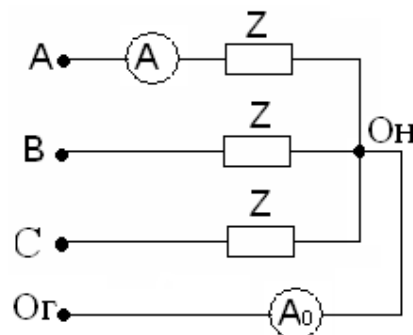
2. Определить  $P$ ,  $Q$ ,  $S$ , если:  
 $U_{\text{лин}}=220\text{ В}$ ,  $Z=127+j127\text{ (Ом)}$ .



3. Определить  $I_A$ , если:  
 $U_{\text{лин}}=380\text{ В}$ ,  $Z=j190\text{ Ом}$ .



4. Определить  $I_{A0}$ ,  $I_A$ , если:  
 $U_{\text{лин}}=380\text{ В}$ ,  $Z=100\text{ Ом}$ .



## 8.4 Тестовые задания по проверке остаточных знаний по дисциплине

### «Электротехника и электроника»

для специальностей 260704, 260902, 260901, 280101

24 задания

время тестирования – 80 минут

#### Тест № 1

Инструкция для студента.

Тест содержит 24 задания, из них 15 заданий – часть А, 5 заданий – часть В, 4 задания – часть С. Если задание не удаётся выполнить сразу, перейдите к следующему. Каждое верно выполненное задание части А оценивается в 1 балл, части В – 3 балла, части С – 5 баллов.

#### ЧАСТЬ А

К каждому заданию части А даны несколько ответов, из которых только один верный. Выполнив задание, выберите верный ответ и укажите его номер в бланке ответов.

**A1.** Как называется точка электрической цепи, где соединяются 3 и более ветви?

1. контур                      2. узел                      3. ячейка                      4. сечение                      5. участок

**A2.** Как изменится ток на участке электрической цепи если напряжение увеличится в 2 раза?

1. уменьшится в 2 раза                      2. уменьшится в 4 раза                      3. увеличится в 4 раза  
4. увеличится в 2 раза                      5. не изменится

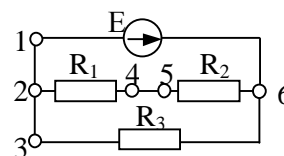
**A3.** Как определяется эквивалентное сопротивление цепи при последовательном соединении проводников?

1.  $R_{\text{эКВ}} = \sqrt{R_1^2 + R_2^2 + \dots + R_n^2}$                       2.  $R_{\text{эКВ}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$                       3.  $R_{\text{эКВ}} = R_1 = R_2 = \dots = R_n$

4.  $R_{\text{эКВ}} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + I_n}{R_1 \cdot R_2 \cdot \dots \cdot R_n}$                       5.  $\frac{1}{R_{\text{эКВ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$

**A4.** К каким точкам следует подключить вольтметр, если необходимо измерить напряжение на резисторе сопротивлением  $R_2$ ?

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



**A5.** Аргумент синусоидально изменяющейся величины определяющий стадию её изменения в любой момент времени, называется ...

1. фаза                      2. амплитуда                      3. частота                      4. сдвиг фаз                      5. период




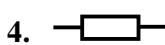
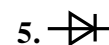
**A6.** Из предложенных вариантов выберите выражение, определяющее закон Ома для цепи переменного тока?

1.  $u = U_m \sin \omega t$                       2.  $I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + X^2}}$                       3.  $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$                       4.  $I = \sum_{i=1}^n I_i$                       5.  $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$

**A7.** Колебания напряжения по отношению к колебаниям силы тока на ёмкостном сопротивлении ...

1. отстают на  $\pi/2$ .                      2. отстают на  $\pi$ .                      3. совпадают по фазе.  
4. опережают на  $3/2\pi$ .                      5. опережают на  $\pi/2$ .

**A8.** Как в электрических схемах обозначается катушка индуктивности?

1.                       2.                       3.                       4.                       5. 

**A9.** Как определяется реактивная мощность потребляемая цепью переменного тока?

1.  $IU \cdot \sin \varphi$                       2.  $IU \cdot \cos \varphi$                       3.  $IU$                       4.  $IU \cdot \operatorname{tg} \varphi$                       5.  $IU \cdot \operatorname{ctg} \varphi$

**A10.** При выполнении какого условия в цепи с последовательным соединением активного, индуктивного и емкостного элементов возникает резонанс напряжений?

1.  $X=R$                       2.  $X_L=R$                       3.  $X_L=X_C$                       4.  $X_C=R$                       5.  $Z=X$

- A11.** Для измерения какой физической величины предназначен прибор, на шкале которого имеется обозначение  $W$  ?
1. Напряжения.
  2. Сопротивления.
  3. Электроэнергии.
  4. Силы тока.
  5. Активной мощности.
- A12.** Как называется точка соединения концов обмоток трехфазного генератора по схеме «звезда»?
1. Тройная.
  2. Основная.
  3. Рабочая.
  4. Нейтральная.
  5. Главная.
- A13.** Как связаны линейные и фазные токи при соединении симметричной нагрузки трехфазной цепи «треугольником»?
1.  $I_L = I_\phi$
  2.  $I_\phi = \sqrt{2} I_L$
  3.  $I_L = \sqrt{3} I_\phi$
  4.  $I_\phi = 3I_L$
  5.  $I_\phi = \sqrt{3} I_L$
- A14.** Как называется электрическая машина, служащая для преобразования механической энергии в электрическую?
1. Генератор.
  2. Конденсатор.
  3. Трансформатор.
  4. Электродвигатель.
  5. Выпрямитель.
- A15.** Как называется полупроводниковый прибор, имеющий один p-n переход и два внешних вывода?
1. Диод.
  2. Транзистор.
  3. Тиристор.
  4. Фоторезистор.
  5. Тринистор.

### ЧАСТЬ В

*Задания части В представляют собой задачи. В бланк ответов вписывается только результат решения с указанием единиц измерения. Так же часть В содержит задание на установление соответствия, ответ на которое вписывается в бланк ответов в виде пар «номер–буква» строк в таблице образующих правильное сочетание.*

- B1.** При подключении к сети с напряжением 220 В через лампу протекает ток 1,25 А. Какова мощность лампы?
- B2.** Определить действующее значение напряжения, если закон изменения напряжения имеет вид  $u = 310 \sin(628t + \frac{\pi}{3})$  В.
- B3.** Определить коэффициент трансформации трансформатора если напряжение первичной обмотки 220 В, а вторичной – 12 В.
- B4.** Определить значение тока в цепи по показанию амперметра с пределом измерения 2,5 А, если шкала прибора имеет 100 делений. Стрелка указывает на 60-е деление.
- B5.** Установите соответствие между физическими величинами и их обозначениями.

Обозначения	Физические величины
1. Q	А. Полная мощность
2. В	Б. Активная мощность
3. S	В. Реактивная мощность
4. P	Г. Активная проводимость
5. G	Д. Реактивная проводимость

### ЧАСТЬ С

*Ответы к заданиям части С формулируйте в свободной краткой форме и записывайте в бланк ответов.*

- C1.** Запишите уравнение баланса мощностей. Поясните, в чем заключается его смысл.
- C2.** Чем переменный ток отличается от постоянного?
- C3.** Какое напряжение в трехфазной цепи называется линейным?
- C4.** В чем заключается основное назначение магнитопровода?

## 9. КРИТЕРИЙ ЭКЗАМЕНАЦИОННОЙ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

Оценка	Полнота, системность, прочность знаний	Обобщенность знаний
«Отлично»	Изложение полученных знаний в устной или письменной форме полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются единичные несущественные ошибки, самостоятельно исправляемые студентами.	Выделение существенных признаков изученного с помощью операций анализа и синтеза; выявление причинно-следственных связей; формулировка выводов и обобщений; свободное оперирование известными фактами и сведениями с использованием сведений из других предметов.
«Хорошо».	Изложение полученных знаний в устной или письменной форме полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются отдельные несущественные ошибки, исправляемые студентами после указания преподавателя на них.	Выделение существенных признаков изученного с помощью операций анализа и синтеза; выявлений причинно-следственных связей; формулировка выводов и обобщений, в которых могут быть отдельные несущественные ошибки; подтверждение изученного известными фактами и сведениями.
«удовл»	Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего программного материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправление с помощью преподавателя.	Затруднения при выполнении существенных признаков изученного, при выявлении причинно-следственных связей и формулировке выводов.
«неуд.»	Изложение учебного материала неполное, бессистемное, что препятствует усвоению последующей учебной информации; существенные ошибки, неисправляемые даже с помощью преподавателя.	Бессистемное выделение случайных признаков изученного; неумение производить простейшие операции анализа и синтеза; делать обобщения, выводы.