

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
в г. Смоленске**

**УТВЕРЖДАЮ**

Зам. директора  
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»  
в г. Смоленске  
по учебно-методической работе  
В.В. Рожков  
« 31 » 08 2015 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Электротехника**

**Специальность: 12.05.01 (200401.65) Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального назначения**

**Специализация №2: Оптико-электронные информационно-измерительные приборы и системы**

**Уровень высшего образования: специалитет**

**Нормативный срок обучения: 5,5 лет**

## **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

**Целью освоения дисциплины** является подготовка обучающихся к научно-исследовательской, проектно-конструкторской, информационно-аналитической, организационно-управленческой и эксплуатационной деятельности по специальности 12.05.01 (200401.65) Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального назначения посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

**Задачами дисциплины** является изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

Дисциплина направлена на формирование профессиональной компетенции ПК-14 «Способность проводить анализ эффективности функционирования электронных и оптико-электронных приборов и систем специального назначения».

В результате изучения дисциплины студент должен:

### **Знать:**

- основные понятия, представления, законы электротехники и границы их применимости (ПК-14);
- математические модели объектов электротехники и электроники, возникающие в них электромагнитные процессы и результаты их анализа (ПК-14);
- методы анализа электрических, магнитных и электронных цепей (ПК-14);
- принципы функционирования, свойства, области применения и потенциальные возможности основных электронных узлов, электроизмерительных приборов (ПК-14).

### **Уметь:**

- описывать и объяснять электромагнитные процессы в электрических цепях и устройствах (ПК-14);
- строить их модели, решать задачи (ПК-14);
- читать электрические схемы электротехнических и электронных устройств (ПК-14);
- составлять простые электрические схемы цепей (ПК-14);
- грамотно выбирать и применять в своей работе электронные приборы и узлы (ПК-14).

### **Владеть:**

- навыками планирования и практического выполнения действий, составляющих указанные умения в отведенное на выполнение контрольного задания время, самоанализа результатов, в частности, навыков моделирования объектов и электромагнитных процессов (ПК-14).

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Электротехника» относится к базовой части профессионального цикла СЗ основной образовательной программы подготовки специалистов 12.05.01(200401) «Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального назначения».

В соответствии с учебным планом знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе изучения дисциплины, являются базой для изучения следующих дисциплин:

СЗ.Б.10 «Методы и средства обработки данных систем специального назначения»;

СЗ.Б.13 «Эксплуатация систем специального назначения»;

СЗ.Б.14 «Оптические и оптико-электронные информационно-измерительные приборы и системы»;

С5.П.2 «Преддипломная практика».

### 3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

#### Аудиторная работа

|                                                                   |         |           |
|-------------------------------------------------------------------|---------|-----------|
| Блок:                                                             | СЗ      | Семестр   |
| Часть блока:                                                      | базовая |           |
| № дисциплины по учебному плану:                                   | СЗ.Б.18 |           |
| Часов (всего) по учебному плану:                                  | 180     | 3 семестр |
| Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)                            | 5       | 3 семестр |
| Лекции (ЗЕТ, часов)                                               | 0,5, 18 | 3 семестр |
| Практические занятия (ЗЕТ, часов)                                 | 0,5, 18 | 3 семестр |
| Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)                                  | 0,5, 18 | 3 семестр |
| Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего) | 2,5, 90 | 3 семестр |
| Экзамен                                                           | 1, 36   | 3 семестр |

#### Самостоятельная работа студентов

| Вид работ                                                           | Трудоемкость, ЗЕТ, час |
|---------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Изучение материалов лекций (лк)                                     | 0,5, 18                |
| Подготовка к практическим занятиям (пз)                             | 0,5, 18                |
| Подготовка к защите лабораторной работы (лаб)                       | 1, 36                  |
| Выполнение расчетно-графической работы (реферата)                   |                        |
| Выполнение курсового проекта (работы)                               | –                      |
| Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС) | 0,5, 18                |
| Подготовка к контрольным работам                                    | –                      |
| Подготовка к тестированию                                           | –                      |
| Подготовка к зачету                                                 | –                      |
| Всего:                                                              | 2,5, 90                |
| Подготовка к экзамену                                               | 1, 36                  |

#### 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

| № п/п                                                                                       | Темы дисциплины                                                                    | Всего часов на тему | Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах) |           |           |           |                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|                                                                                             |                                                                                    |                     | лк                                                                                       | пр        | лаб       | СРС       | В т.ч. интеракт. |
| 1.                                                                                          | Тема 1. Основные определения и методы расчета электрических цепей постоянного тока | 28                  | 2                                                                                        | 2         | 4         | 20        | 2                |
| 2.                                                                                          | Тема 2. Анализ и расчёт цепей переменного тока                                     | 26                  | 2                                                                                        | 2         | 4         | 18        | 2                |
| 3.                                                                                          | Тема 3. Анализ и расчёт магнитных цепей                                            | 10                  | 2                                                                                        | 2         |           | 6         |                  |
| 4.                                                                                          | Тема 4. Линейные цепи переменного тока со взаимной индуктивностью                  | 14                  | 2                                                                                        | 2         | 2         | 8         | 2                |
| 5.                                                                                          | Тема 5. Цепи трехфазного тока                                                      | 18                  | 2                                                                                        | 2         | 4         | 10        |                  |
| 6.                                                                                          | Тема 6. Цепи периодических несинусоидальных токов в установившемся режиме          | 10                  | 2                                                                                        | 2         |           | 6         |                  |
| 7.                                                                                          | Тема 7. Переходные (динамические) режимы в линейных цепях                          | 10                  | 2                                                                                        | 2         |           | 6         |                  |
| 8.                                                                                          | Тема 8. Нелинейные цепи переменного тока в установившемся режиме                   | 18                  | 2                                                                                        | 2         | 4         | 10        | 1                |
| 9.                                                                                          | Тема 9. Электродвигатели                                                           | 10                  | 2                                                                                        | 2         |           | 6         | 2                |
| <b>всего 180 часов по видам учебных занятий (включая 36 часов на подготовку к экзамену)</b> |                                                                                    |                     | <b>18</b>                                                                                | <b>18</b> | <b>18</b> | <b>90</b> | <b>9</b>         |

#### Содержание по видам учебных занятий

**Тема 1.** Основные определения и методы расчета электрических цепей постоянного тока.

**Лекция 1.** Основные определения, элементы и топологические параметры цепей; Мощность, баланс мощностей. Законы Ома и Кирхгофа. Методы контурных токов, узловых потенциалов, эквивалентного источника. (2 часа).

**Практическое занятие 1.** Расчет простых цепей постоянного тока. Применение метода контурных токов и узловых напряжений для расчета цепей постоянного тока (2 часа).

**Лабораторная работа 1.** Разветвленная электрическая цепь постоянного тока (4 часа).

**Самостоятельная работа.** Проработка лекционного материала по теме (2 часа). Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №1 (изучение методических указаний, предварительная проработка технологического цикла) (4 часа). Подготовка к практическому занятию №1 (2 часа). Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (2 часа). (Всего к теме №1 – 20 часов).

**Текущий контроль.** Устный опрос при проведении допуска и защиты лабораторной работы. Устный и письменный опрос по теме практических занятий.

**Тема 2.** Анализ и расчёт цепей переменного тока.

**Лекция 2.** Способы представления и параметры синусоидальных величин. Анализ цепей с резистивными, индуктивными и ёмкостными элементами символическим (комплексным) методом с применением векторно-топографических диаграмм; фазовые соотношения между напряжениями и токами. Активная, реактивная и полная мощность, коэффициент мощности. (2 часа).

**Практическое занятие 2.** Основы символического метода расчета цепей синусоидального тока. Действия с комплексными переменными. Построение векторных диаграмм токов и топографических диаграмм напряжений. Баланс комплексных мощностей. Резонансные режимы (2 часа).

**Лабораторная работа 2.** Простая цепь переменного тока (4 часа).

**Самостоятельная работа.** Проработка лекционного материала по теме (2 часа). Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №2 (изучение методических указаний, предварительная проработка технологического цикла) (4 часа). Подготовка к практическому занятию №2 (2 часа). Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (2 часа). (Всего к теме №2 – 18 часов).

**Текущий контроль.** Устный опрос при проведении допуска и защиты лабораторной работы. Устный и письменный опрос по теме практических занятий. Беседа по результатам выполнения расчетно-графического задания.

**Тема 3.** Анализ и расчёт магнитных цепей.

**Лекция 3.** Нелинейные магнитные цепи при постоянных магнитных потоках. Определение магнитной цепи. Статические характеристики магнитных материалов. Основные законы и особенности магнитной цепи. Законы Кирхгофа для магнитной цепи. (2 часа).

**Практическое занятие 3.** Аналогия между магнитными и электрическими цепями. Расчеты магнитных цепей. (2 часа).

**Самостоятельная работа.** Проработка лекционного материала по теме (2 часа). Подготовка к практическому занятию №3 (2 часа). Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (2 часа) (Всего к теме №3 – 6 часов).

**Текущий контроль.** Устный опрос при проведении допуска и защиты лабораторной работы. Устный и письменный опрос по теме практических занятий.

**Тема 4.** Линейные цепи переменного тока со взаимной индуктивностью.

**Лекция 4.** Поля само- и взаимной индукции двух индуктивно-связанных катушек. Разметка зажимов. Знаки ЭДС и напряжений взаимной индукции при произвольном законе изменения токов и в установившемся синусоидальном режиме. Уравнения Кирхгофа для цепей переменного тока со взаимной индукцией

**Практическое занятие 4.** Цепи со взаимной индуктивностью. Анализ линейного (воздушного) трансформатора. (2 часа).

**Лабораторная работа 3.** Исследование однофазного трансформатора (2 часа).

**Самостоятельная работа.** Проработка лекционного материала по теме (2 часа). Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №3 (изучение методических указаний, предварительная проработка технологического цикла) (2 часа). Подготовка к практическому занятию №4 (2 часа). Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (2 часа). (Всего к теме №4 – 8 часов).

**Текущий контроль.** Устный опрос при проведении допуска и защиты лабораторной работы. Устный и письменный опрос по теме практических занятий.

**Тема 5.** Цепи трехфазного тока.

**Лекция 5.** Цепи трехфазного тока. Образование симметричной системы ЭДС в классическом электромашинном синхронном генераторе. Способы соединения обмоток генератора. Варианты схем соединения трехфазного генератора и нагрузки: У-У, Д-Д и другие. (2 часа).

**Практическое занятие 5.** Трехфазные цепи (2 часа).

**Лабораторная работа 4.** Трехфазная цепь синусоидального тока.

**Самостоятельная работа.** Проработка лекционного материала по теме (2 часа). Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №4 (изучение методических указаний, предварительная проработка технологического цикла) (4 часа). Подготовка к практическому занятию №5 (2 часа). Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (2 часа). (Всего к теме №5 – 10 часов).

**Текущий контроль.** Устный опрос при проведении допуска и защиты лабораторной работы. Устный и письменный опрос по теме практических занятий.

**Тема 6.** Цепи периодических несинусоидальных токов в установившемся режиме.

**Лекция 6.** Цепи периодических несинусоидальных токов в установившемся режиме. Разложение периодических функций времени в ряд Фурье. Расчет цепи несинусоидального тока. Действующее значение периодических несинусоидальных токов и напряжений при известном их разложении в ряд Фурье. (2 часа).

**Практическое занятие 6.** Цепи несинусоидального периодического тока с использованием разложения в ряд Фурье (2 часа).

**Самостоятельная работа.** Проработка лекционного материала по теме (2 часа). Подготовка к практическому занятию №6 (2 часа). Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (2 часа). (Всего к теме №6 – 6 часов).

**Текущий контроль.** Устный и письменный опрос по теме практических занятий.

**Тема 7.** Переходные (динамические) режимы в линейных цепях.

**Лекция 7.** Переходные (динамические) режимы в линейных цепях. Задача расчета переходного процесса при коммутациях в цепи. Законы коммутации. Классический метод анализа и расчета переходных процессов. Принужденный и свободный режимы, их определение при различных типах источников и порядках цепи (2 часа).

**Практическое занятие 7.** Классический метод анализа динамических режимов цепей первого порядка с постоянными и гармоническими источниками. Характеристическое уравнение цепи, способы его составления. (2 часа).

**Самостоятельная работа.** Проработка лекционного материала по теме (2 часа). Подготовка к практическому занятию №7 (2 часа). Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (2 часа). (Всего к теме №7 – 6 часов).

**Текущий контроль.** Устный и письменный опрос по теме практического занятия.

**Тема 8.** Нелинейные цепи переменного тока в установившемся режиме.

**Лекция 8.** Нелинейные цепи переменного тока в установившемся режиме. Нелинейные резистивные цепи при гармонических источниках в установившихся режимах. Выпрямление переменного тока. (2 часа).

**Практическое занятие 8.** Нелинейные цепи переменного тока (2 часа).

**Лабораторная работа 5.** Цепи с выпрямителями (4 часа).

**Самостоятельная работа.** Проработка лекционного материала по теме (2 часа). Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №5 (изучение методических указаний, предварительная проработка технологического цикла) (4 часа). Подготовка к практическому занятию №5 (2 часа). Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (2 часа). (Всего к теме №8 – 10 часов).

**Текущий контроль.** Устный опрос при проведении допуска и защиты лабораторной работы. Устный и письменный опрос по теме практических занятий.

**Тема 9.** Электродвигатели.

**Лекция 9.** Электродвигатели переменного и постоянного тока. Принципы действия, особенности конструкции, области применения. Анализ основных уравнений электродвигателей (2 часа).

**Практическое занятие 9.** Механические характеристики электродвигателей. Способы регулирования частоты вращения электродвигателей переменного и постоянного тока. Особенности эксплуатации (2 часа).

**Самостоятельная работа.** Проработка лекционного материала по теме (2 часа). Подготовка к практическому занятию №9 (2 часа). Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (2 часа). (Всего к теме №9 – 6 часов).

**Текущий контроль.** Устный и письменный опрос по теме практических занятий.

Практические занятия №№1,2,4,8,9 (9 часов) проводятся в интерактивной форме с использованием бригадного метода выполнения задания с разграничением функциональных обязанностей студента при выполнении задания. Затем усилия объединяются, и организуется активный диалог студентов с преподавателем и между собой для подведения итогов решения задания и его практической реализации. Устные опросы по темам практических занятий организуются в форме диалога «преподаватель-студент», «студент-студент».

### **Промежуточная аттестация по дисциплине: экзамен**

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом. Экзамен проводится в соответствии с Положением о зачетной и экзаменационной сессиях в НИУ МЭИ и инструктивным письмом от 14.05.2012 г. № И 21-23.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Для обеспечения самостоятельной работы разработаны:

1. Конспект лекций по дисциплине (см. приложение 3.РПД СЗ.Б.18 (лек)),
2. Методические указания к выполнению лабораторных работ (см. приложение 3.РПД СЗ.Б.18 (лб));
3. Методические указания к подготовке студентов к практическим занятиям (см. приложение 3.РПД СЗ.Б.18 (пр)),
4. Методические указания к самостоятельной работе студентов (см. приложение 3.РПД СЗ.Б.18 (срс));

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

### **6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования**

При освоении дисциплины формируется компетенция ПК-14.

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов).
2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа студентов).
3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе защит лабораторных работ, а также решения конкретных технических задач на практических занятиях, самостоятельной работы студентов при подготовке к экзамену, в процессе успешной сдачи экзамена.

### **6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описания шкал оценивания**

Сформированность каждой компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;



дисциплине (формирования и развития компетенций, закреплённых за данной дисциплиной). Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если студент: после начала экзамена отказался его сдавать или нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.).

В зачетную книжку студента и выписку к диплому выносятся оценка экзамена по дисциплине за 3 семестр.

### **6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

Вопросы по формированию и развитию теоретических знаний, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной (примерные вопросы по лекционному материалу дисциплины):

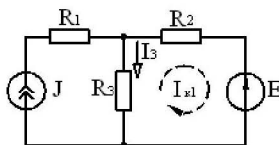
1. Пассивные элементы цепей и их характеристики.
2. Двухполюсные источники, их характеристики.
3. Расчет цепей постоянного тока методом преобразования схемы.
4. Методика расчета токов в сложной цепи постоянного тока одним из методов (по законам Кирхгофа, или методом узловых напряжений, или методом контурных токов).
5. Метод эквивалентного источника для расчета режима выделенной ветви.
6. Графический метод расчета нелинейной цепи постоянного тока при последовательном, параллельном и смешанном соединении нелинейных резисторов.
7. Расчет нелинейной неразветвленной магнитной цепи.
8. Основные величины, характеризующие синусоидальные функции, и способы их отображения.
9. Среднее, среднее по модулю и действующее значения синусоидальных функций.
10. Анализ процессов в неразветвленной  $RL$ -,  $RC$ -,  $RLC$ -цепи синусоидального тока символическим (комплексным) методом.
11. Виды мощностей в цепях синусоидального тока.
12. Методика расчета мощностей в последовательной  $RL$ -,  $RC$ -,  $RLC$ -цепи комплексным методом.
13. Расчет токов в цепи переменного тока при параллельном включении приемников.
14. Резонанс напряжений (РН) и его особенности.
15. Резонанс токов (РТ) и его особенности.
16. Разметка зажимов индуктивно-связанных катушек.
17. Линейный двухобмоточный трансформатор в установившемся режиме: уравнения, векторно-топографические диаграммы первичного и вторичного контуров.
18. Анализ работы трансформатора (Тр) при ХХ и нагруженного Тр. Внешняя характеристика Тр.
19. Опыты ХХ и КЗ трансформатора.
20. Возбуждение трехфазных ЭДС в электромашином синхронном генераторе.
21. Способы соединения трехфазных источников и потребителей.
22. Расчет симметричного режима в трехфазной системе У-У. Смещение нейтрали при несимметричном режиме в системе У-У без нейтрального провода.
23. Измерение активной мощности в трехфазной сети.
24. Измерение реактивной мощности в симметричном режиме трехфазной сети.
25. Возбуждение вращающегося магнитного поля в системе неподвижных трехфазных обмоток с  $120^\circ$ -м пространственным электрическим углом между осями. Принцип действия асинхронного и синхронного двигателей.

26. Возникновение переходных процессов в цепях. Задача расчета переходного процесса при коммутациях. Законы коммутации.
27. Дифференциальное уравнение состояния электрической цепи. Сущность классического метода расчета переходных процессов. Принужденный и свободный режимы.
28. Влияние вида корней характеристического уравнения на характер свободного процесса.
29. Определение постоянных интегрирования для свободных составляющих с помощью независимых и зависимых начальных условий.
30. Пример расчета переходного процесса при коротком замыкании реальной катушки. Коэффициент затухания, постоянная времени.
31. Пример расчета переходного процесса при подключении источника постоянной ЭДС к ветви с  $R$ ,  $C$ .
32. Несинусоидальные периодические напряжения и токи. Представление их в виде ряда Фурье-Эйлера. Состав высших гармоник при наличии симметрии форм кривых тока или напряжения. Величины, характеризующие несинусоидальные напряжения и токи: максимальное, действующее, среднее значения и среднее значение по модулю.
33. Комплексная амплитуда «к»-й гармоники, ее определение. Линейчатый спектр амплитуд и фаз периодического сигнала.
34. Энергетические характеристики в цепях периодических несинусоидальных токов. Мощности: активная, реактивная, мощность искажений, полная.
35. Расчет цепей с периодическими несинусоидальными ЭДС и токами. Коэффициенты, характеризующие несинусоидальные периодические сигналы: коэффициент формы, коэффициент амплитуды, коэффициент искажений.
36. Нелинейные цепи переменного тока. Катушка со сталью на переменном токе. формула 4.44.
37. Графический расчет катушки со сталью без учета потерь в стали. Влияние кривой намагничивания на форму кривой тока.
38. Катушка со сталью как условно нелинейный элемент
39. Понятие о потерях в стали (потери на гистерезис и вихревые токи). Графический расчет тока в катушке с учетом потерь в стали (петли гистерезиса).
40. Эквивалентные параметры катушки со сталью, эквивалентные схемы замещения катушки со сталью, векторные диаграммы.
41. Основные определения четырехполюсников: пассивные, активные, взаимные. Пассивные четырехполюсники и их уравнения различного типа. Основные уравнения четырехполюсника. Условия взаимности и симметрии.
42. Определение коэффициентов взаимного четырехполюсника: опытным путем; расчетное.
43. Входное сопротивление четырехполюсника при произвольной нагрузке. Сопротивления  $X_X$  и  $K_3$  и их связь с коэффициентами. Эквивалентные схемы замещения четырехполюсников: Т-образные и П-образные.
44. Схемы соединения четырехполюсников, их эквивалентные параметры.
45. Вторичные параметры симметричного четырехполюсника: характеристическое сопротивление и постоянная передачи.
46. Уравнения четырехполюсника с характеристическими параметрами в гиперболических функциях. Входное сопротивление симметричного четырехполюсника. Определение вторичных параметров из опытов холостого хода и короткого замыкания.

Вопросы по приобретению и развитию практических умений, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной (примеры вопросов к практическим занятиям, лабораторным работам):

1. Расчет токов в простой цепи постоянного тока с использованием методов сворачивания.
2. Расчет токов в двухконтурной цепи постоянного тока одним из указанных методов: методом преобразования, законов Кирхгофа, методом двух узлов.

3. Расчет неразветвленной магнитной цепи при заданных геометрических размерах магнитопровода, его кривой намагничивания и магнитном потоке в зазоре.
4. Расчет токов в цепи переменного тока с последовательным или параллельным соединением двух-трех пассивных элементов ( $R$ ,  $L$  и  $C$ ) комплексным методом с построением векторной диаграммы токов и напряжений.
5. Расчет трехфазной цепи в симметричном режиме.
6. Расчет трехфазной цепи при соединении  $Y-Y$  в несимметричном режиме при наличии и отсутствии нейтрального провода.
7. Расчет переходного процесса в цепи первого порядка с источником постоянного напряжения.
8. Расчет простой цепи с несинусоидальным источником питания
9. Расчет  $A$ -коэффициентов простейших четырехполюсников.
10. Графический анализ феррорезонансов в последовательном и параллельном контуре с катушкой со сталью по эквивалентным синусоидам.
- 11.

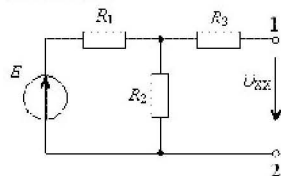


По методу контурных токов ток  $I_3 = -I_{к1} + J$ , где  $I_{к1}$  – контурный ток, определяемый из уравнения ...

- ☐  $I_{к1}(R_2 + R_3) = -E + J(R_1 + R_3)$
- ☐  $I_{к1}(R_2 + R_3) = -E + JR_3$
- ☐  $I_{к1}(R_2 + R_3) = -E - JR_3$
- ☐  $I_{к1}(R_2 + R_3) = -E$

12.

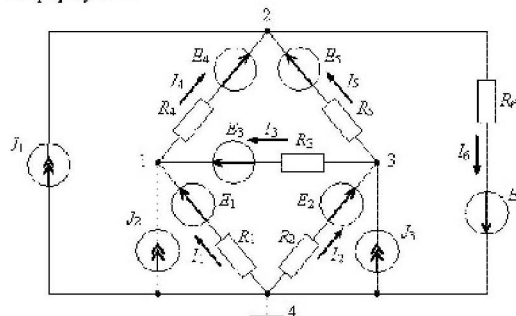
Если сопротивление резистора  $R_1 = 40$  Ом,  $R_2 = 10$  Ом,  $R_3 = 20$  Ом, а ЭДС источника  $E = 240$  В, то сопротивление эквивалентного генератора  $R_{ЭГ}$  составит ...



- ☐ 28 Ом
- ☐ 32 Ом
- ☐ 50 Ом
- ☐ 70 Ом

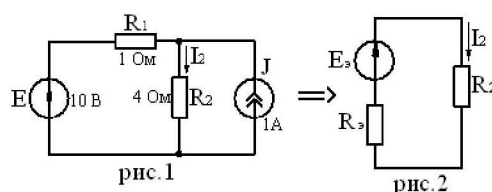
13.

Собственная проводимость третьего узла вычисляется по формуле ...



- ☐  $\infty$
- ☐  $1/R_2 + 1/R_3 + 1/R_5$
- ☐  $1/R_2 - 1/R_3 - 1/R_5$
- ☐  $-1/R_2 - 1/R_3 - 1/R_5$

14.

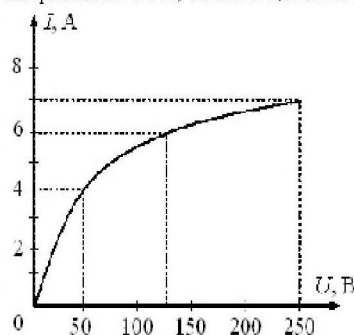


Для определения тока  $I_2$  в исходной схеме (рис.1) по методу эквивалентного генератора можно составить эквивалентную схему (рис.2), где  $E_3$  равна ...

- ☐ 10 В
- ☐ 11 В
- ☐ -10 В
- ☐ 9 В

15.

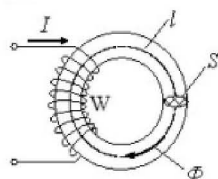
Если два одинаковых нелинейных элемента (вольт-амперная характеристика каждого элемента задана), соединены последовательно и к цепи приложено напряжение 250 В, то ток в цепи составит ...



- ☐ 7 А
- ☐ 3,5 А
- ☐ 14 А
- ☐ 6 А

16.

Если  $l=0,8$  м,  $Iw=2$  А, индукция  $B=0,05$  Тл, то абсолютная магнитная проницаемость стали  $\mu_{\text{ст}}$  равна ...



- ☐ 0,02 Гн/м
- ☐ 0,032 Гн/м
- ☐ 0,16 Гн/м
- ☐ 0,8 Гн/м

17.

Угловая частота  $\omega$  при  $T$  равном 0,01с составит...

- ☐  $\omega=628 \text{ с}^{-1}$
- ☐  $\omega=100 \text{ с}^{-1}$
- ☐  $\omega=0,01 \text{ с}$
- ☐  $\omega=314 \text{ с}^{-1}$

18.

Комплексная амплитуда тока  $i(t)=1,41\sin(314t - \pi/2)$  А составляет...

- ☐  $\dot{I}_m = 1 e^{-j\frac{\pi}{2}}$  А
- ☐  $\dot{I}_m = 1,41 e^{j\frac{\pi}{2}}$  А
- ☐  $\dot{I}_m = 1,41 e^{-j\frac{\pi}{2}}$  А
- ☐  $\dot{I}_m = 1 e^{j\frac{\pi}{2}}$  А

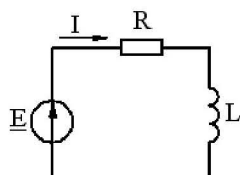
19.

Реактивное сопротивление конденсатора емкостью  $C=10$  мкФ на частоте  $f=50$  Гц составит...

- ☐ 0,003 Ом
- ☐ 500 Ом
- ☐ 318 Ом
- ☐ 0,002 Ом

20.

Если ЭДС источника  $\underline{E}=100e^{-j20^\circ}$  В, ток источника  $\underline{I}=4e^{-j80^\circ}$  А, то мощность, выделяемая в резисторе R, равна ...



- ☐ 346 Вт
- ☐ 400 Вт
- ☐ -200 Вт
- ☐ 200 Вт

21. Укажите, какие из приведенных признаков:

- а) минимальный ток, потребляемый контуром;
  - б) сдвиг фаз между напряжением и током на входе контура равен  $90^\circ$ ;
  - в) максимальный ток, потребляемый контуром,
  - г) минимальная проводимость контура,
  - д) отсутствие активных потерь в контуре,
  - е) минимальное сопротивление контура,
- характеризуют:**

- 1. Резонанс напряжений в электрической цепи;
  - 2. Резонанс токов в электрической цепи".
- 22.

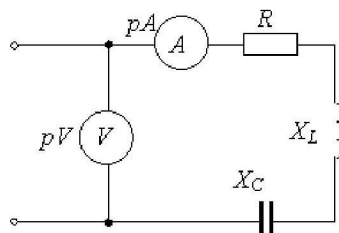
Под активной мощностью  $P$  в цепи синусоидального тока понимается...

- ☐ среднее значение мгновенной мощности за период
- ☐ амплитуда мгновенной мощности
- ☐ произведение амплитуды напряжения на амплитуду тока
- ☐ среднее квадратичное значение мгновенной мощности за период

23.

Если  $pV = 100$  В,  $R = 10$  Ом и  $X_L = X_C = 20$  Ом, то

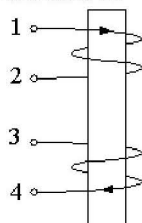
амперметр покажет ...



- ☐ 2 А
- ☐ 10 А
- ☐ 2,5 А
- ☐ 5 А

24.

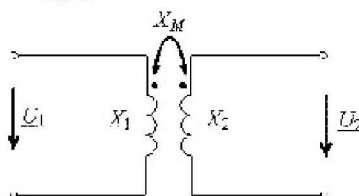
Одноименными зажимами двух катушек являются зажимы ...



- ☐ 2 и 3
- ☐ 3 и 4
- ☐ 2 и 4
- ☐ 1 и 3

25.

Если  $\underline{U} = 100$  В,  $X_1 = 40$  Ом,  $X_2 = 20$  Ом,  $X_M = 10$  Ом, то  $\underline{U}_2$  равно ...



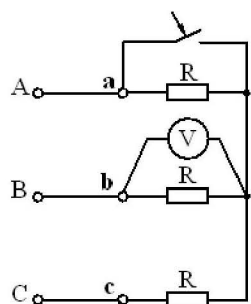
- ☐ 75 В
- ☐ 15 В
- ☐ 50 В
- ☐ 25 В

26.

Если при электроснабжении трехфазного симметричного приемника, соединенного «звездой», произошел обрыв нулевого провода, то напряжение в фазе «а» приемника будет...

- ☐ тем же
- ☐ равно половине линейного напряжения источника
- ☐ меньше номинального на 50%
- ☐ равным нулю

27.

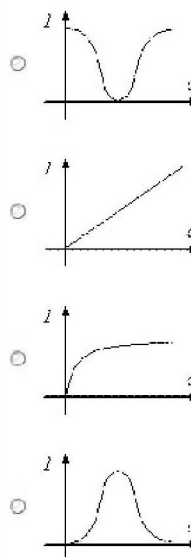
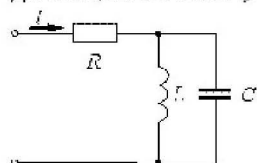


После замыкания ключа показание вольтметра ...

- ☐ не изменится
- ☐ увеличится в 3 раза
- ☐ уменьшится в  $\sqrt{3}$  раз
- ☐ увеличится в  $\sqrt{3}$  раз

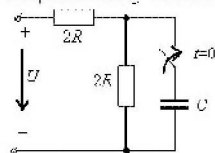
28.

Данной цепи соответствует зависимость ...



29.

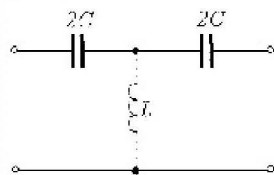
Для незаряженного конденсатора закону изменения напряжения  $u_C$  соответствует уравнение ...



- ☐  $u_C(t) = U - U \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$
- ☐  $u_C(t) = \frac{U}{2} \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$
- ☐  $u_C(t) = -\frac{U}{2} \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$
- ☐  $u_C(t) = \frac{U}{2} - \frac{U}{2} \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$

30.

Частота среза  $\omega_c$  фильтра, изображенного на рисунке, равна ...



- ☐  $\frac{\pi}{\sqrt{LC}}$
- ☐  $\frac{1}{\sqrt{LC}}$
- ☐  $\frac{2}{\sqrt{LC}}$
- ☐  $\frac{1}{2\sqrt{LC}}$

Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (вопросы к экзамену):

Первый и второй вопросы экзаменационного билета студента – вопросы по лекционному материалу (список представлен выше). Третий вопрос – задача на тему, близкую к разбираемым на практических занятиях (примерный список заданий представлен выше).

#### 6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, изложены в методических указаниях к выполнению лабораторных работ.

### 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

#### а) основная литература

1. Земляков В. Л. Электротехника и электроника: учебник [Электронный ресурс]: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241108&sr=1>
2. Основы электротехники и электроники: учебное пособие Под редакцией: Горелов В.П., Молочков Н.П. [Электронный ресурс]: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364587&sr=1>
3. Трубникова В. Электротехника и электроника: учебное пособие, Ч. 1. Электрические цепи [Электронный ресурс]: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330599&sr=1>
4. Рекус Г. Г. Основы электротехники и электроники в задачах с решениями: учебное пособие [Электронные ресурсы]: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233698&sr=1>
5. Нейман В. Ю. Теоретические основы электротехники в примерах и задачах: учебное пособие, Ч. 1. Линейные электрические цепи постоянного тока [Электронный ресурс]: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229135&sr=1>
6. Нейман В. Ю. Теоретические основы электротехники в примерах и задачах: учебное пособие, Ч. 3. Четырехполюсники и трехфазные цепи [Электронный ресурс]: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228780&sr=1>
7. Нейман В.Ю. Теоретические основы электротехники в примерах и задачах: учебное пособие, Ч. 4. Линейные электрические цепи несинусоидального тока [Электронный ресурс]: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228781&sr=1>
8. Григораш О.В. и др. Электротехника и электроника. Учебник для вузов. – М.: Феникс. 2008, - 464 с.
9. Теоретические основы электротехники: В 3-х тт., учебник для Вузов по специальности «Электротехника, электромеханика, электротехнологии» и «Электроэнергетика»/ К.С.

Демирчян, Л.Р. Нейман, Н.В. Коровкин, В.Л. Чечурин. – 4-е изд., доп. – СПб.: Питер – (Учебник для Вузов). Т.1. – 2006. – 462 с.Т.2. – 2006. – 575 с.Т.3. – 2004. – 376 с.

**б) дополнительная литература**

1. Электротехника и электроника, Учебник для вузов в 3-х кн. / Под ред. В.Г.Герасимова. Кн. 1: Электрические и магнитные цепи.. – М.: Энергоатомиздат, 1996, - 288 с.
2. Электротехника и электроника, Учебник для вузов в 3-х кн.
3. Кн.2: Электромагнитные устройства и электрические машины / В.И.Киселев, А.И.Копылов, Э.В.Кузнецов и др. Под ред. В.Г.Герасимова. – М.: Энергоатомиздат, 1997, - 272 с.
4. Электротехника и электроника, Учебник для вузов в 3-х кн. Кн.3: Электрические измерения и основы электроники. /Г.П.Гаев В.Г.Герасимов, О.М.Князьков и др. Под ред. В.Г.Герасимова. – М.: Энергоатомиздат, 1998, - 432 с.
5. Основы теории цепей. Учебник для вузов. Г.В.Зевеке, П.А.Ионкин, А.В. Нетушил, С.В.Страхов, 5-е изд., переработ.-М.: Энергоатомиздат, 1989.-528с.
6. Основы теории цепей: учебник для вузов /Г.В.Зевеке, П.А.Ионкин, А.В.Нетушил, С.В.Страхов.- 5-е изд., перер. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 528 с.
7. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле. Учебник для электротехн., энергет. Специальностей вузов. – 8-е изд. перер. и доп. – М.: Высшая школа, 1986. – 263 с.
8. Зезюлькин Г.Г. и др. Расчетное задание по курсам ТОЭ, Электротехника и электроника. Выпуск 1. Филиал ГОУВПО «МЭИ (ТУ)» в г. Смоленске, 2007 – 83 с.
9. Линейные цепи. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсам «Теоретические основы электротехники», «Электротехника и электроника». /Г.Г.Зезюлькин и др. Под ред. Г.Г.Зезюлькина. Изд.3-е, испр. Филиал ГОУВПО «МЭИ (ТУ)» в г. Смоленске, 2004 – 40 с.
10. Линейные и нелинейные цепи. Описания лабораторных работ по курсам «Теоретические основы электротехники» и «Основы теории цепей». Г.Г.Зезюлькин, К.К.Крутиков, В.С.Петров, И.В.Пятибратов, В.М.Резцов - Филиал ГОУВПО «МЭИ (ТУ)» в г. Смоленске, 2004 – 63 с.
11. Марченко А. Л., Освальд С. В. Лабораторный практикум по электротехнике и электронике в среде Multisim 10 (+ CD). Учебное пособие для вузов. – М.: ДМК Пресс, 2010, 446 с.
12. Крутиков К.К. Переходные процессы в линейных цепях [Текст]: конспект лекций для самостоятельной работы студентов, выпуск 1, – Смоленск, РИО филиала МЭИ в г. Смоленске, 2012.- 45 с.
13. Сборник задач по теоретическим основам электротехники: С232 в 2 т./П.А.Бутырин, Л.В.Алексейчик, С.А.Важнов и др.; под ред. чл-корр. РАН П.А.Бутырина. -М.: Издательский дом МЭИ. ISBN 978-5-383-00627-6.
14. Зезюлькин, Г.Г. Расчетное задание по курсам ТОЭ, Электротехника и электроника как составная часть УМК: учеб. пособие для студентов всех специальностей и факультетов по курсам «Теоретические основы электротехники», «Электротехника и электроника». – Выпуск 1.: Смоленск, 2007. – 83 с.: ил.
15. Зезюлькин, Г.Г. Методические рекомендации по выполнению расчетных заданий по курсам ТОЭ, Электротехника и электроника как составная часть УМК. – Выпуск 1.: Смоленск: РИО филиала ГОУВПО «МЭИ (ТУ)» в г. Смоленске, 2007. – 38 с.: ил.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины

1. Электротехника и промышленная электроника: конспекты лекций, МГТУ им. Н. Э. Баумана [электронный ресурс]: <http://fn.bmstu.ru/electro/newsite/lectures/lec%201/konspekt.htm>
2. Электронные учебные материалы по электротехнике, МАНиГ [электронный ресурс]: <http://www.shat.ru>
3. Общая электротехника и электроника: электронный учебник, Мордовский государственный университет [электронный ресурс]: [http://toe.stf.mrsu.ru/demo\\_veria/](http://toe.stf.mrsu.ru/demo_veria/)
4. Тесты и контрольные вопросы по электротехнике и электронике, ДВГТУ [электронный ресурс]: [http://window.edu.ru/window/library?p\\_rid=45110](http://window.edu.ru/window/library?p_rid=45110)
5. Электротехника и электроника: учебное пособие [электронный ресурс]: [http://window.edu.ru/window/library?p\\_rid=40470](http://window.edu.ru/window/library?p_rid=40470)
6. Тексты книг по электротехническим дисциплинам, в основном, в формате .pdf для бесплатного перекачивания [электронный ресурс]: <http://www.kodges.ru/>
7. Электронная электротехническая библиотека [электронный ресурс]: <http://www.electrolibrary.info>
8. [электронный ресурс]:
9. Хайдаров К.А. Теоретические основы электротехники и электроники [электронный ресурс]: <http://bourabai.ru/toe/index.htm>
10. Общая электротехника и электроника. Электронный учебник [электронный ресурс]: [http://toe.stf.mrsu.ru/demo\\_veria/](http://toe.stf.mrsu.ru/demo_veria/)
11. Доброжанова Н.И., Трубникова В.Н. Расчет линейных электрических цепей постоянного тока методом контурных токов: практикум по ТОЭ [электронный ресурс]: <http://window.edu.ru/resource/151/19151>
12. Ахмадеев Р.В., Вавилова И.В. и др. Опорный конспект по электротехнике: методические указания к изучению дисциплины «Электротехника и электроника» [электронный ресурс]: <http://window.edu.ru/resource/997/75997>
13. Линейные электрические цепи. Электронное учебное пособие. [электронный ресурс]: <http://ets.ifmo.ru/usolzev/SEITEN/u1/>

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает лекции раз в неделю, практические занятия раз в две недели и лабораторные работы раз в две недели. Изучение курса в 3-м семестре завершается зачетом, а в 4-м семестре экзаменом.

Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях и лабораторных работах, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Во время **лекции** студент должен вести краткий конспект.

Работа с конспектом лекций предполагает просмотр конспекта в тот же день после занятий. При этом необходимо пометить материалы конспекта, которые вызывают затруднения для понимания. При этом обучающийся должен стараться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если ему самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

**Практические (семинарские) занятия** составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Основная цель проведения практических (семинарских) занятий - формирова-

ние у студентов аналитического, творческого мышления путем приобретения практических навыков.

Методические указания к практическим (семинарским) занятиям по дисциплине наряду с рабочей программой и графиком учебного процесса относятся к методическим документам, определяющим уровень организации и качества образовательного процесса.

Содержание практических (семинарских) занятий фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

Важнейшей составляющей любой формы практических занятий являются упражнения (задания). Основа в упражнении - пример, который разбирается с позиций теории, развитой в лекции. Как правило, основное внимание уделяется формированию конкретных умений, навыков, что и определяет содержание деятельности студентов - решение задач, графические работы, уточнение категорий и понятий науки, являющихся предпосылкой правильного мышления и речи.

Практические (семинарские) занятия выполняют следующие задачи:

- стимулируют регулярное изучение рекомендуемой литературы, а также внимательное отношение к лекционному курсу;
- закрепляют знания, полученные в процессе лекционного обучения и самостоятельной работы над литературой;
- расширяют объём профессионально значимых знаний, умений, навыков;
- позволяют проверить правильность ранее полученных знаний;
- прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления;
- способствуют свободному оперированию терминологией;
- предоставляют преподавателю возможность систематически контролировать уровень самостоятельной работы студентов.

При подготовке к **практическим занятиям** необходимо просмотреть конспекты лекций и методические указания, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на контрольные вопросы.

В ходе выполнения индивидуального задания практического занятия студент готовит отчет о работе (в программе MS Word или любом другом текстовом редакторе). В отчет заносятся результаты выполнения каждого пункта задания (схемы, диаграммы (графики), таблицы, расчеты, ответы на вопросы пунктов задания, выводы и т.п.). Примерный образец оформления отчета имеется у преподавателя.

За 10 мин до окончания занятия преподаватель проверяет объём выполненной на занятии работы и отмечает результат в рабочем журнале.

Оставшиеся невыполненными пункты задания практического занятия студент обязан доделать самостоятельно.

После проверки отчета преподаватель может проводить устный или письменный опрос студентов для контроля усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия (студенты должны знать смысл полученных ими результатов и ответы на контрольные вопросы). По результатам проверки отчета и опроса выставляется оценка за практическое занятие.

**Лабораторные работы** составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

Выполнение студентами лабораторных работ направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;
- формирование необходимых профессиональных умений и навыков;

Дисциплины, по которым планируются лабораторные работы и их объемы, определяются рабочими учебными планами.

Методические указания по проведению лабораторных работ разрабатываются на срок действия РПД (ПП) и включают:

- заглавие, в котором указывается вид работы (лабораторная), ее порядковый номер, объем в часах и наименование;
- цель работы;
- предмет и содержание работы;
- оборудование, технические средства, инструмент;
- порядок (последовательность) выполнения работы;
- правила техники безопасности и охраны труда по данной работе (по необходимости);
- общие правила к оформлению работы;
- контрольные вопросы и задания;
- список литературы (по необходимости).

Содержание лабораторных работ фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

При планировании лабораторных работ следует учитывать, что наряду с ведущей целью - подтверждением теоретических положений - в ходе выполнения заданий у студентов формируются практические умения и навыки обращения с лабораторным оборудованием, аппаратурой и пр., которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Состав заданий для лабораторной работы должен быть спланирован с таким расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством студентов.

Необходимыми структурными элементами лабораторной работы, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы.

Выполнению лабораторных работ предшествует проверка знаний студентов – их теоретической готовности к выполнению задания.

Порядок проведения **лабораторных работ** в целом совпадает с порядком проведения практических занятий. Помимо собственно выполнения работы для каждой лабораторной работы предусмотрена процедура защиты, в ходе которой преподаватель проводит устный или письменный опрос студентов для контроля понимания выполненных ими измерений, правильной интерпретации полученных результатов и усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия.

При подготовке к **экзамену** в дополнение к изучению конспектов лекций, учебных пособий и слайдов, необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе. При подготовке к экзамену нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно решить по нескольким типовым задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

**Самостоятельная работа студентов (СРС)** по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Методические материалы и рекомендации для обеспечения СРС готовятся преподавателем и выдаются студенту.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

При проведении **лабораторных работ** предусматривается использование компьютерных систем моделирования, тестовых и контролирующих программ.

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

**Лекционные занятия:**

Аудитория, оснащенная доской.

**Практические занятия** по данной дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной доской.

**Лабораторные работы** по данной дисциплине проводятся в лаб. А-301, А-310, А-315, оснащенных универсальными стендами, обеспечивающими выполнение лабораторных работ.

Универсальный лабораторный стенд в двух модификациях (сильноточный и слаботочный) позволяет исследовать линейные и нелинейные цепи постоянного тока, одно- и трехфазного токов промышленной и звуковых частот, нелинейные цепи переменного тока, цепи с многополюсными элементами, электрические фильтры, цепные схемы и т.д. Линейные и нелинейные цепи постоянного тока с постоянными и регулируемыми источниками питания, резисторами и измерительными приборами магнитоэлектрической системы вынесены на отдельную панель постоянного тока.

Источником однофазной синусоидальной регулируемой ЭДС частотой 50 Гц ( в сильноточном стенде) является выходное напряжение лабораторного автотрансформатора (ЛАТР), питающегося от низковольтной сети. ЛАТР позволяет плавно регулировать напряжение питания исследуемой сети в диапазоне 0-55 В. Выходные клеммы регулируемого однофазного источника ЭДС выведены на панель.

Источником однофазной синусоидальной регулируемой ЭДС и регулируемой частоты 20-20000 Гц (в слаботочном стенде) является выходное напряжение транзисторного линейного усилителя, включенного после звукового генератора (ЗГ). Частота генератора устанавливается на лимбе ЗГ с учетом множителя, а уровень напряжения - ручкой регулировки выхода в диапазоне 0-20 В. При необходимости можно получить на выходе напряжение в виде прямоугольного синуса, называемое «меандр».

В качестве приемников электрической энергии на переменном токе применяются регулируемые и постоянные резисторы, магазин переменных емкостей, катушка переменной индуктивности (магазин переменной индуктивности в слаботочном стенде). Изменение индуктивности катушки в сильноточном стенде осуществляется изменением воздушного зазора между сердечником и якорем магнитной цепи. Воздушный зазор в магнитной цепи катушки делает ее практически линейным элементом, несмотря на наличие стального сердечника. Для исследования цепей со взаимной индуктивностью используются две индуктивно связанные катушки.

Источником трехфазной ЭДС промышленной частоты в сильноточном стенде служит трехфазный трансформатор, вторичные обмотки которого соединены в звезду и выведены на панель стенда.

Источником трехфазной ЭДС в слаботочном стенде служат выводы трех линейных операционных усилителей, выходные сигналы которых сдвинуты во времени на  $1/3$  периода. Эти сигналы выведены на панель.

Нелинейные цепи переменного тока исследуются с применением нелинейных резистивных неуправляемых (диоды и стабилитроны) и управляемых (тиристоры) элементов, нелинейных индуктивностей (катушка со сталью). Автоколебания в нелинейных цепях исследуются с применением однопереходного транзистора на слаботочном стенде.

Цепи с распределенными параметрами анализируются на модели в виде цепной схемы на слаботочном стенде.

Линейные цепи несинусоидального тока исследуются при питании напряжением в форме меандра на слаботочном стенде.

Измерения на переменном токе промышленной частоты на сильноточном стенде производятся щитовыми стрелочными приборами электромагнитной системы, фазометром с оптронной развязкой входных сигналов, осциллографом. Осциллограф С1-94 может использоваться и для измерения фазового сдвига исследуемого сигнала относительно опорного. С этой целью синхронизация луча производится от внешнего опорного сигнала в ждущем режиме.

Измерения напряжений на переменном токе повышенной частоты (до 20 кГц) производятся электронными вольтметрами, они же используются и для измерения токов при подключении к измерительным резисторам  $R = 1 \text{ Ом}$ , зажимы которых выведены на панель. Измерения фазовых сдвигов сигналов осуществляется фазометром с широким частотным диапазоном. Визуальное наблюдение сигналов осуществляется осциллографом С1-94, который также можно использовать для измерения фазового сдвига сигналов. При необходимости можно использовать осциллограф и как вольтметр с очень большим (МОм) входным сопротивлением (в работе с однопереходным транзистором при настройке рабочего режима автоколебательной цепи).

Автор

канд. техн. наук, доцент

А.А. Гордиловский

Зав. кафедрой ТОЭ

канд. техн. наук, доцент

А.А. Гордиловский

Программа одобрена на заседании кафедры от 28 августа 2015 года, протокол №01

### ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

| Но-<br>мер<br>изме-<br>не-<br>ния | Номера страниц       |                      |            |                              | Всего<br>стра-<br>ниц в<br>доку-<br>менте | Наименование<br>и № документа,<br>вводящего<br>изменения | Подпись, Ф.И.О.<br>внесшего измене-<br>ния в данный эк-<br>земпляр | Дата<br>внесения из-<br>менения в<br>данный эк-<br>земпляр | Дата<br>введения из-<br>менения |
|-----------------------------------|----------------------|----------------------|------------|------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------|
|                                   | изме-<br>нен-<br>ных | заме-<br>нен-<br>ных | но-<br>вых | анну-<br>лиро-<br>ванн<br>ых |                                           |                                                          |                                                                    |                                                            |                                 |
| 1                                 | 2                    | 3                    | 4          | 5                            | 6                                         | 7                                                        | 8                                                                  | 9                                                          | 10                              |
|                                   |                      |                      |            |                              |                                           |                                                          |                                                                    |                                                            |                                 |