

**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**  
«          »            2016 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА**

---

Направление подготовки: **12.03.02 Опtotехника**

Профиль подготовки: **Опtико-электронные приборы и системы**

Уровень высшего образования: **бакалавриат**

Нормативный срок обучения: **4 года**

Шифр дисциплины по учебному плану 2016/2017 уч. года: **Б1.Б.11**

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

**Целью освоения дисциплины** является подготовка обучающихся к научно-исследовательской деятельности по направлению подготовки 12.03.02 Оптотехника 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-2 «способность к проведению экспериментальных измерений оптических, фотометрических и электрических величин и исследования различных объектов по заданной методике».

В результате изучения дисциплины студент должен:

### **Знать:**

- основные понятия, представления, законы электротехники и границы их применимости (ПК-2);
- математические модели объектов электротехники и электроники, возникающие в них электромагнитные процессы и результаты их анализа (ПК-2);
- методы анализа электрических, магнитных и электронных цепей (ПК-2);
- принципы функционирования, свойства, области применения и потенциальные возможности основных электронных узлов, электроизмерительных приборов (ПК-2);

### **Уметь:**

- описывать и объяснять электромагнитные процессы в электрических цепях и устройствах (ПК-2);
- строить их модели, решать задачи (ПК-2);
- читать электрические схемы электротехнических и электронных устройств (ПК-2);
- составлять простые электрические схемы цепей (ПК-2);
- грамотно выбирать и применять в своей работе электронные приборы и узлы (ПК-2);

### **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 с использованием современных вычислительных средств (ПК-2).

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

Дисциплина относится к базовой части Б1 образовательной программы подготовки бакалавров по профилю «Оптико-электронные приборы и системы», направления «12.03.02 Оптотехника».

В соответствии с учебным планом по направлению «12.03.02 Оптотехника» знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе изучения дисциплины, являются базой для изучения следующих дисциплин:

- Б1.Б.16 «Оптические измерения»;
- Б1.В.ОД.3 «Световые измерения»;
- Б1.В.ОД.3 «Фотоэлектроника слабых сигналов»;
- Б2.П.2 «Научно-исследовательская работа».

### 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:                                                             | Б1      | Семестр   |
| Часть блока:                                                      | базовая |           |
| № дисциплины по учебному плану:                                   | Б1.Б.11 |           |
| Часов (всего) по учебному плану:                                  | 180     | 3 семестр |
| Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)                            | 5       | 3 семестр |
| Лекции (ЗЕТ, часов)                                               | 1, 36   | 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) | 36/63   | 3 семестр |
| Экзамен                                                           | 36/45   | 3 семестр |

#### Самостоятельная работа студентов

| Вид работ                                                           | Трудоёмкость, ЗЕТ, час |
|---------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Изучение материалов лекций (лк)                                     | 18/36, 18              |
| Подготовка к практическим занятиям (пз)                             | 9/36, 9                |
| Подготовка к защите лабораторной работы (лаб)                       | 10/36, 10              |
| Выполнение расчетно-графической работы (реферата)                   | 26/36, 26              |
| Выполнение курсового проекта (работы)                               | —                      |
| Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС) | —                      |
| Подготовка к контрольным работам                                    | —                      |
| Подготовка к тестированию                                           | —                      |
| Подготовка к зачету                                                 | —                      |
| Всего:                                                              | 63/36, 63              |
| Подготовка к экзамену                                               | 45/36, 45              |

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

| №<br>п/п                                                                                    | Темы дисциплины                                                                             | Всего<br>часов<br>на тему | Виды учебной занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах) |           |           |           |                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|---------------------|
|                                                                                             |                                                                                             |                           | лк                                                                                       | пр        | лаб       | СРС       | В т.ч.<br>интеракт. |
| 1.                                                                                          | Тема 1. Основные определения и методы расчета линейных электрических цепей постоянного тока | 37                        | 8                                                                                        | 4         | 4         | 4+2+2+13  | 4                   |
| 2.                                                                                          | Тема 2. Линейные цепи синусоидального тока                                                  | 42                        | 10                                                                                       | 4         | 5         | 5+2+3+13  | 4                   |
| 3.                                                                                          | Тема 3. Цепи со взаимной индуктивностью.                                                    | 15                        | 4                                                                                        | 2         | 4         | 2+1+2     | –                   |
| 4.                                                                                          | Тема 4. Цепи трехфазного тока                                                               | 17                        | 4                                                                                        | 2         | 5         | 2+1+3     | 2                   |
| 5.                                                                                          | Тема 5. Нелинейные электрические и магнитные цепи постоянного тока                          | 12                        | 4                                                                                        | 4         | –         | 2+2       | –                   |
| 6.                                                                                          | Нелинейные цепи переменного тока. Электронные устройства                                    | 12                        | 6                                                                                        | 2         | –         | 3+1       |                     |
| <b>всего 180 часов по видам учебных занятий (включая 45 часов на подготовку к экзамену)</b> |                                                                                             |                           | <b>36</b>                                                                                | <b>18</b> | <b>18</b> | <b>63</b> | <b>12</b>           |

#### Содержание по видам учебных занятий

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

**Лекция 1.** Основные определения, элементы и топологические параметры цепей. Источники и приемники электрической энергии Основные законы электротехники. Обобщенный закон Ома для участка цепи. 1-й и 2-й законы Кирхгофа (2 часа).

**Лекция 2.** Методы анализа цепей с одним и несколькими источником энергии. Принципы наложения, взаимности, относительности, теорема о компенсации. Метод наложения (2 часа).

**Лекция 3.** Методы расчета цепей постоянного тока. Метод контурных токов. Метод узловых потенциалов (2 часа).

**Лекция 4.** Теорема об активном двухполюснике, метод эквивалентного источника. Линейные соотношения. Расчет мощности. Баланс мощностей (2 часов).

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

**Практическое занятие 2.** Применение эквивалентных преобразований и метода эквивалентного источника для анализа разветвленных цепей постоянного тока (2 часа).

**Лабораторная работа 1.** Активный двухполюсник. Линейные соотношения, №3 (4 часа).

**Самостоятельная работа.** Проработка лекционного материала по теме (4 часа). Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №1 (изучение методических указаний, предварительная проработка технологического цикла) (2 часа). Подготовка к практическим занятиям №1 и 2 (2 часа). Выполнение 1-й части расчетно-графической работы на тему «Разветвленная цепь постоянного тока» (13 часов). (Всего к теме №1 – 21 час).

**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 2.** Линейные цепи синусоидального тока.

**Лекция 5.** Основные элементы цепей синусоидального тока:  $R$ ,  $L$ ,  $C$ . Анализ электрических цепей с активно-индуктивным и активно-емкостными нагрузками (2 часа).

**Лекция 6.** Расчет цепей синусоидального тока символическим (комплексным) методом. Фазовые соотношения между напряжениями и токами в цепях с активными, индуктивными и емкостными нагрузками (2 часа).

**Лекция 7.** Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме. Векторно-топографические диаграммы (2 часа).

**Лекция 8.** Активная, реактивная и полная мощность; коэффициент мощности; частотные свойства цепи (2 часа).

**Лекция 9.** Резонансные явления в линейных цепях синусоидального тока (2 часа).

**Практическое занятие 3.** Расчет линейных электрических цепей переменного тока. Действия с комплексными переменными. (2 часа).

**Практическое занятие 4.** Основы символического метода расчета цепей синусоидального тока. Построение векторных диаграмм токов и топографических диаграмм напряжений. Баланс комплексных мощностей. Резонансные режимы (2 часа).

**Лабораторная работа 2.** Простые цепи синусоидального тока, №4 (5 часов).

**Самостоятельная работа.** Проработка лекционного материала по теме (5 часов). Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №2 (изучение методических указаний, предварительная проработка технологического цикла) (3 часа). Подготовка к практическим занятиям №3 и 4 (2 часа). Выполнение 2-й части расчетно-графической работы на тему «Разветвленная цепь синусоидального тока» (13 часов). (Всего к теме №2 – 23 часа).

**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.** Цепи со взаимной индуктивностью.

**Лекция 10.** Взаимная индуктивность. Последовательное согласное и встречное включение. Расчет цепей со взаимной индуктивностью: уравнения и векторные диаграммы (2 часа).

**Лекция 11.** Линейный трансформатор. Развязка индуктивных связей (2 часа).

**Практическое занятие 5.** Расчеты цепей со взаимной индуктивностью (2 часа).

**Лабораторная работа 3.** Цепи синусоидального тока с индуктивно связанными элементами (4 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 №5 (1 час). (Всего к теме №3 – 5 часов).

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

**Тема 4.** Цепи трехфазного тока.

**Лекция 12.** Симметричные трехфазные цепи (2 часа).

**Лекция 13.** Несимметричные трехфазные цепи (2 часа).

**Практическое занятие 6.** Расчет трехфазных цепей при симметричной и несимметричной нагрузке (2 часа).

**Лабораторная работа 4.** Трехфазная цепь синусоидального тока (5 часов).

**Самостоятельная работа.** Проработка лекционного материала по теме (2 часа). Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №4 (изучение методических указаний, предварительная проработка технологического цикла) (3 часа). Подготовка к практическому занятию №6 (1 час). (Всего к теме №4 – 6 часов).

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

**Тема 5.** Нелинейные электрические и магнитные цепи постоянного тока.

**Лекция 14.** Нелинейные электрические цепи постоянного тока. (2 часа).

**Лекция 15.** Нелинейные магнитные цепи при постоянных потоках (2 часа).

**Практическое занятие 7.** Нелинейные электрические цепи постоянного тока. (2 часа).

**Практическое занятие 8.** Нелинейные магнитные цепи при постоянных потоках (2 часа).

**Самостоятельная работа.** Проработка лекционного материала по теме (2 часа). Подготовка к практическому занятию №7 и №8 (2 часа). (Всего к теме №5 – 4 часа).

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

**Тема 6.** Нелинейные цепи переменного тока.

**Лекция 16.** Электронные элементы однополупериодные выпрямители (2 часа).

**Лекция 17.** Двухполупериодное выпрямление. Трансформаторная и мостовая схемы. Трехфазный выпрямитель (2 часа).

**Лекция 18.** Нелинейный индуктивный элемент переменного тока. Расчет по действующим значениям (2 часа).

**Практическое занятие 9.** Нелинейные цепи переменного тока (2 часа).

**Самостоятельная работа.** Проработка лекционного материала по теме (3 часа). Подготовка к практическому занятию №9 (1 час). (Всего к теме №6 – 4 часа).

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

Лекционные занятия (в количестве 2 часов) проводятся в интерактивной форме (используются технологии типа «лекция-провокация», т.е. в процессе лекции делается преднамеренная ошибка с последующим опросом студентов на следующей лекции и организацией диалога «преподаватель-студент», «студент-студент» с целью выявления ошибки и установления истины.

Практические занятия (2 часов) и лабораторные работы (8 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.

### **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. № 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 Б1.Б.11 (лек)),
2. Методические указания к выполнению лабораторных работ (см. приложение 3.РПД Б1.Б.11 (лб));
3. Методические указания к подготовке студентов к практическим занятиям (см. приложение 3.РПД Б1.Б.11 (пр)),
4. Методические указания к выполнению расчетно-графической работы (см. приложение 3.РПД Б1.Б.11 (ргр)),
5. Методические указания к самостоятельной работе студентов (см. приложение 3.РПД Б1.Б.11 (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-2.

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, успешной сдачи зачета (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;
- эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

При достаточном качестве освоения более 80% приведенных знаний, умений и навыков преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на эталонном уровне, при освоении более 60% приведенных знаний, умений и навыков – на продвинутом, при освоении более 40% приведенных знаний, умений и навыков - на пороговом уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной.

Уровень сформированности каждой компетенции на различных этапах ее формирования в процессе освоения данной дисциплины оценивается в ходе текущего контроля успеваемости и представлено различными видами оценочных средств.

Общая оценка сформированности компетенций определяется на этапе промежуточной аттестации.

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является экзамен, оцениваемый по принятой в НИУ «МЭИ» четырехбалльной системе: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Оценка «удовлетворительно» означает, что все компетенции, закрепленные за дисциплиной, освоены на уровне не ниже порогового.

Оценка «хорошо» означает, что все компетенции, закрепленные за дисциплиной, освоены на уровне не ниже продвинутого.

Оценка «отлично» означает, что все компетенции, закрепленные за дисциплиной, освоены на эталонном уровне.

Критерии оценивания для экзамена в устной форме (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понима-

нии, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практические задания.

Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнившему практические задание, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомы с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившим другие практические задания из того же раздела дисциплины.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей 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**

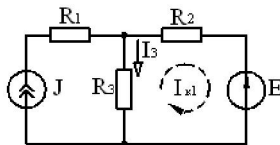
Вопросы по формированию и развитию теоретических знаний, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной (примерные вопросы по лекционному материалу дисциплины):

1. Элементы электрических схем, топологические параметры цепи. Электрический ток, приемники электрической энергии.
2. Реальные и идеальные источники энергии, их внешние характеристики и схемы замещения. Эквивалентная замена источников.
3. Метод наложения. Сущность метода. Входные и взаимные проводимости и сопротивления, передаточные коэффициенты, их расчет и опытное определение.
4. Первый и второй законы Кирхгофа и их применение для расчета разветвленных цепей.
5. Баланс мощности в замкнутой цепи.
6. Метод контурных токов, его сущность, правила знаков (рассмотреть на примере).
7. Обобщенный закон Ома для участка цепи с ЭДС.
8. Метод узловых потенциалов (рассмотреть на примере). Метод двух узлов.
9. Линейные соотношения в цепях постоянного тока.

10. Понятие об активном и пассивном двухполюсниках. Параметры активного двухполюсника. Метод эквивалентного источника.
11. Условие передачи максимальной мощности от активного двухполюсника нагрузке.
12. Преобразование трехлучевой звезды сопротивлений в треугольник и обратно.
13. Основные понятия о переменном токе: мгновенное значение, частота, период.
14. Цепи синусоидального тока. Амплитудные, действующие и средние значения синусоидального тока.
15. Синусоидальный ток в активном сопротивлении, графики мгновенного значения тока, напряжения, мощности.
16. Синусоидальный ток в емкости. Емкостное сопротивление. Графики мгновенных значений тока, напряжения, мощности, энергии.
17. Синусоидальный ток в индуктивности, индуктивное сопротивление. Графики мгновенных значений тока, напряжения, мощности и энергии.
18. Изображение синусоидальных функций тока и напряжения вращающимися векторами и комплексными числами. Комплексная амплитуда и комплекс действующего значения.
19. Закон Ома в комплексной форме. Комплексное, полное, активное и реактивное сопротивления. Треугольник сопротивлений. Комплексная, активная и реактивная проводимости. Треугольник проводимостей.
20. Пассивный двухполюсник на переменном токе. Последовательная и параллельная схемы замещения. Векторные диаграммы. Активные и реактивные составляющие токов и напряжений.
21. Законы Кирхгофа для мгновенных значений и в комплексной форме.
22. Комплексный (символический) метод расчета цепей синусоидального тока.
23. Векторные диаграммы токов и топографические диаграммы напряжений (рассмотреть на примере).
24. Мгновенная, активная, реактивная и полная мощности. Треугольник мощностей.
25. Комплексная мощность. Баланс мощности. Коэффициент мощности и его значение.
26. Показания приборов в цепи синусоидального тока. Определение параметров пассивного двухполюсника с помощью амперметра, вольтметра и ваттметра.
27. Резонансы напряжений и токов. Условия возникновения, резонансная частота.
28. Индуктивно связанные элементы. Взаимная индуктивность. Коэффициент связи индуктивных элементов. ЭДС и напряжение взаимной индукции: мгновенное значение, выражение в комплексной форме.
29. Расчет электрической цепи при наличии взаимной индуктивной связи между ее элементами (рассмотреть на примерах).
30. Основные понятия магнитных цепей: магнитодвижущая сила, магнитный поток, магнитная индукция, напряженность магнитного поля, магнитное сопротивление. Взаимные связи. Прямая и обратная задачи расчета магнитных цепей.
31. Расчет магнитной цепи с помощью закона полного тока (рассмотреть на примере).
32. Понятие о многофазных и трехфазных цепях синусоидального тока. Преимущества трехфазных цепей перед однофазными. Принцип работы трехфазного генератора. Гидрогенератор и турбогенератор.
33. Схемы соединения «звезда» и «треугольник». Понятие фазных и линейных значений токов и напряжений. Основные соотношения для токов, напряжений и мощностей.
34. Симметричные режимы работы трехфазной цепи при соединении фаз по схеме «звезда-звезда» с нулевым проводом и без него. Фазные и линейные токи и напряжения. Расчет токов, построение векторных и топографических диаграмм.
35. Несимметричные режимы работы трехфазной цепи при соединении фаз по схеме «звезда-звезда» с нулевым проводом и без него. Напряжение смещения нейтрали. Расчет токов, построение векторных и топографических диаграмм.

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.

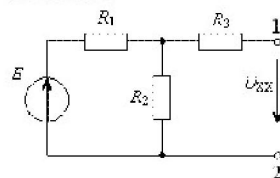


По методу контурных токов ток  $I_3 = -I_{k1} + J$ , где  $I_{k1}$  – контурный ток, определяемый из уравнения ...

- ☐  $I_{k1}(R_2 + R_3) = -E + J(R_1 + R_3)$
- ☐  $I_{k1}(R_2 + R_3) = -E + JR_3$
- ☐  $I_{k1}(R_2 + R_3) = -E - JR_3$
- ☐  $I_{k1}(R_2 + R_3) = -E$

10.

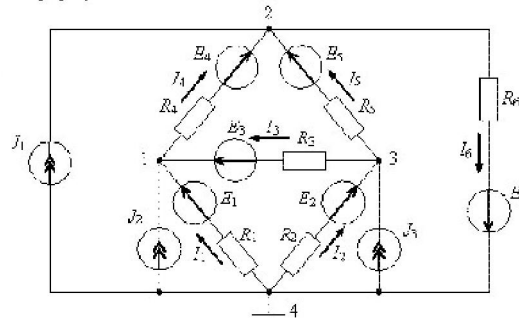
Если сопротивление резистора  $R_1 = 40$  Ом,  $R_2 = 10$  Ом,  $R_3 = 20$  Ом, а ЭДС источника  $E = 240$  В, то сопротивление эквивалентного генератора  $R_{ЭГ}$  состави ...



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

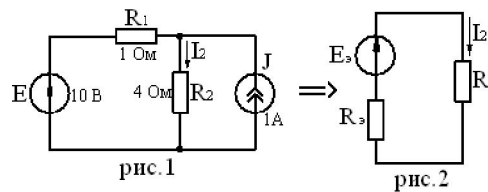
11.

Собственная проводимость третьего узла вычисляется по формуле ...



- ☐ а
- ☐  $1/R_2 + 1/R_3 + 1/R_5$
- ☐  $1/R_2 - 1/R_3 - 1/R_5$
- ☐  $-1/R_2 - 1/R_3 - 1/R_5$

12.

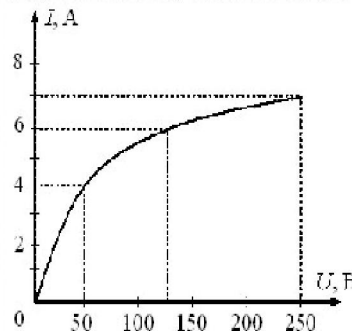


Для определения тока  $I_2$  в исходной схеме (рис.1) по методу эквивалентного генератора можно составить эквивалентную схему (рис.2), где  $E_3$  равна ...

- ☐ 10 В
- ☐ 11 В
- ☐ -10 В
- ☐ 9 В

13.

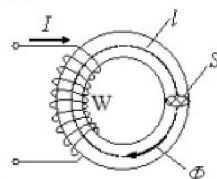
Если два одинаковых нелинейных элемента (вольт-амперная характеристика каждого элемента задана), соединены последовательно и к цепи приложено напряжение 250 В, то ток в цепи составит ...



- ☐ 7 А
- ☐ 3,5 А
- ☐ 14 А
- ☐ 6 А

14.

Если  $l=0,8$  м,  $I_w=2$  А, индукция  $B=0,05$  Тл, то абсолютная магнитная проницаемость стали  $\mu_0$  равна ...



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

15.

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

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

16.

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

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

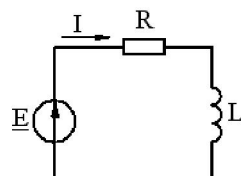
17.

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

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

18.

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



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

19. 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".

20.

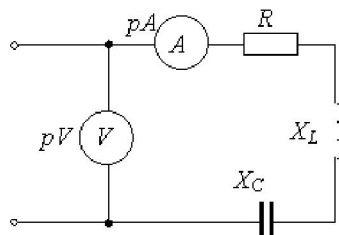
Под активной мощностью  $P$  в цепи синусоидального тока понимается...

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

21.

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

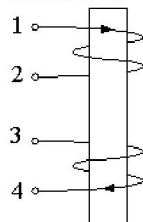
амперметр покажет ...



- ☐ 2 А
- ☐ 10 А
- ☐ 2,5 А
- ☐ 5 А

22.

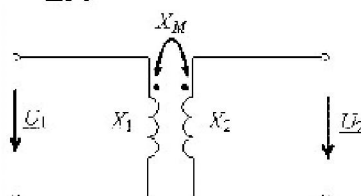
Одноименными зажимами двух катушек являются зажимы ...



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

23.

Если  $U = 100$  В,  $X_1 = 40$  Ом,  $X_2 = 20$  Ом,  $X_M = 10$  Ом, то  $U_2$  равно ...



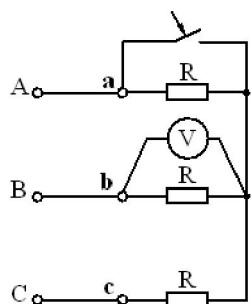
- ☐ 75 В
- ☐ 15 В
- ☐ 50 В
- ☐ 25 В

24.

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

25.

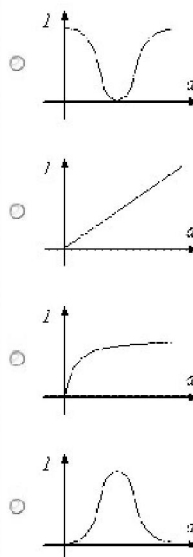
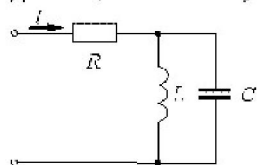


После замыкания ключа показание вольтметра ...

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

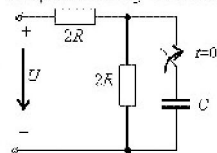
26.

Данной цепи соответствует зависимость ...



27.

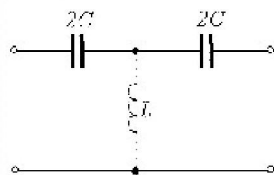
Для незаряженного конденсатора закону изменения напряжения  $u_C$  соответствует уравнение ...



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

28.

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 / В.Л. Земляков. – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2008, – 304 с. – [Электронный ресурс]: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241108&sr=1>
2. Григораш О.В. и др. Электротехника и электроника. Учебник для вузов. – М.: Феникс. 2008, - 464 с.
3. Основы электротехники и электроники: учебное пособие / Под редакцией: Горелов В.П., Молочков Н.П. – 5-е изд., стер. – М. Берлин: Директ-Медиа, 2015. – 365 с. – [Электронный ресурс]: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364587&sr=1>
4. Трубникова В.Н. Электротехника и электроника: учебное пособие, Ч. 1. Электрические цепи: учебное пособие / В.Н. Трубникова: Оренбургский гос. ун-т – Оренбург: ОГУ, 2014, – 137 с. – [Электронный ресурс]: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330599&sr=1>
5. Рекус Г. Г. Основы электротехники и электроники в задачах с решениями: учебное пособие. – М.: Директ-Медиа, 2014, – 314 с. – [Электронные ресурсы]: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233698&sr=1>
6. Нейман В. Ю. Теоретические основы электротехники в примерах и задачах: учебное пособие, Ч. 1. Линейные электрические цепи постоянного тока: учеб. пособие / В.Ю. Нейман. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2011, – 116 с. – [Электронный ресурс]: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229135&sr=1>
7. Нейман В. Ю. Теоретические основы электротехники в примерах и задачах: учебное пособие, Ч. 3. Четырехполюсники и трехфазные цепи: Учеб. пособие / В.Ю. Нейман. – Но-

Новосибирск: Изд-во: НГТУ, 2010, – 144 с. – [Электронный ресурс]:  
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228780&sr=1>

8. Нейман В.Ю. Теоретические основы электротехники в примерах и задачах: учебное пособие, Ч. 4. Линейные электрические цепи несинусоидального тока : Учеб. пособие / В.Ю. Нейман. – Новосибирск: Изд-во: НГТУ, 2011, – 182 с. – [Электронный ресурс]:  
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228781&sr=1>

#### 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. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. Зезюлькин Г.Г., Гордиловский А.А., Резцов В.М. Электротехника и электроника. Учебно-практическое пособие по курсу «Электротехника и электроника». Раздел «Электроника». Выпуск 1. – Смоленск: РИО филиала МЭИ в г. Смоленске, 2012. – 72 с.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. Сборник задач по теоретическим основам электротехники: в 2 т. / П.А.Бутырин, Л.В.Алексейчик, С.А.Важнов и др. – М.: Издательский дом МЭИ, 2012. – 595 с.
12. 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.
13. 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/konspect.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\\_versia/](http://toe.stf.mrsu.ru/demo_versia/)
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\\_versia/](http://toe.stf.mrsu.ru/demo_versia/)
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

В.С. Петров

И.о зав. кафедрой ТОЭ  
канд. техн. наук, доцент

В.А.Чернов

Зав. кафедрой ОЭС

канд. техн. наук, доцент

М.В. Беляков

Программа одобрена на заседании кафедры ТОЭ от 30 августа 2016 года, протокол № 1 и на заседании кафедры ОЭС 08 сентября 2016 г., протокол № 1.

### 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                              |
|                                   |                      |                      |            |                              |                                           |                                                          |                                                                    |                                                            |                                 |