

Приложение 3 РПД Б1.Б.12

**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
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ
(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки: 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Профиль подготовки: Промышленная электроника

Уровень высшего образования: бакалавриат

Нормативный срок обучения: 4 года

Смоленск – 2015 г.

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

Целью освоения дисциплины является подготовка обучающихся к проектно-конструкторской и научно-исследовательской деятельности по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника 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, методов расчета и анализа электрических цепей, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

Дисциплина направлена на формирование общепрофессиональной компетенции ОПК-3 – способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные понятия, определения электрических цепей;
- физические величины, характеризующие энергетические процессы в электрических цепях, теоретические основы методов их вычисления и измерения;
- теоретические основы методов анализа и расчета электрических цепей.

Уметь:

- проводить вычисление и измерение физических величин и параметров электрических цепей;
- проводить расчеты и анализ электрических цепей известными методами;
- строить электрические схемы замещения (модели) физических устройств идеализированными элементами цепи.

Владеть:

- понятийным аппаратом (тезаурусом) дисциплины для описания, объяснения и анализа процессов, происходящих в электрических цепях;
- методами анализа и расчета электрических цепей;
- математическим аппаратом, необходимым для вычисления физических величин, характеризующих энергетические процессы в электрических цепях.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части образовательной программы подготовки бакалавров по профилю «Промышленная электроника», направлению бакалавриата 11.03.04 Электроника и наноэлектроника.

В соответствии с учебным планом по направлению бакалавриата 11.03.04 Электроника и наноэлектроника дисциплина базируется на материале математики и физики, изучаемом в средней школе:

Знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе изучения дисциплины, являются базой для следующих дисциплин:

- схемотехника (Б1.Б.18);
- приемо-передающие электронные устройства (Б1.В.ОД.8);
- электронные цепи и методы их расчета (Б1.В.ОД.9);
- высокочастотные электронные устройства (Б1.В.ОД.10);
- специальные вопросы схемотехники (Б1.В.ДВ.5.1);
- антенны и техника СВЧ (Б1.В.ДВ.5.2).

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

3 семестр

Цикл	Б1	
Часть цикла	Базовая	Семестр
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Б.12	
Часов (всего) по учебному плану:	180	3 семестр
Трудоёмкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	5	3 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	1 (36 часов)	3 семестр
Лабораторные работы (ЗЭТ, часов)	1 (36 часов)	3 семестр
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	0,5 (18 часов)	3 семестр
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	1,5 (54 часа)	3 семестр
Экзамен	1 (36 часов)	3 семестр

4 семестр

Часов (всего) по учебному плану:	180	4 семестр
Трудоёмкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	5	4 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	1 (36 часов)	4 семестр
Лабораторные работы (ЗЭТ, часов)	1 (36 часов)	
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	0,5 (18 часов)	4 семестр
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	1,5 (54 часа)	4 семестр
Экзамен	1 (36 часов)	4 семестр

Самостоятельная работа студентов

3 семестр

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	0,5 (18 часов)
Подготовка к практическим занятиям (пз)	0,5 (18 часов)
Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ	0,5 (18 часов)
Всего:	1,5 (54 часа)

4 семестр

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	0,5 (18 часов)
Подготовка к практическим занятиям (пз)	0,5 (18 часов)
Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ	0,5 (18 часов)
Всего:	1,5 (54 часа)

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

3 семестр

№ п/п	Темы дисциплины	Всего часов на тему	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах)				
			лк	пр	лб	СРС	в т.ч. интеракт.
1.	Тема 1. Основные определения, элементы, параметры и законы электрических цепей.	20	4	4	4	8	-
2.	Тема 2. Методы анализа и расчета сложных электрических цепей постоянного тока.	32	8	4	8	12	-
3.	Тема 3. Цепи гармонического тока в установленном режиме.	41	10	4	12	15	-
4.	Тема 4. Индуктивно связанные электрические цепи, цепи трехфазного тока.	32	8	4	8	12	-
5.	Тема 5. Четырехполюсники.	19	6	2	4	7	4
Всего по видам учебных занятий			36	18	36	54	4

Содержание по видам учебных занятий

Тема 1. Основные определения, элементы, параметры и законы электрических цепей.

Лекция 1. Основные понятия и определения. Электрическая цепь. Электрический заряд. Закон сохранения заряда. Электрическая энергия. Электрический ток. Электрическая мощность. Электрическое напряжение. Активные и пассивные элементы электрических цепей.

Лекция 2. Схема электрической цепи. Электрические схемы замещения физических устройств идеализированными элементами цепи. Элементы топологии электрических цепей. Основные законы электрических цепей.

Практическое занятие 1. Вычисление энергетических характеристик электрических цепей. Вычисление ВАХ и эквивалентные преобразования источников электрической энергии.

Практическое занятие 2. Основные законы электрических цепей. Баланс мощностей в цепи постоянного тока. Распределение потенциалов в электрической цепи.

Лабораторная работа 1. Простые цепи постоянного тока.

Самостоятельная работа 1. На самостоятельную работу 1 всего предусмотрено 8 часов.

В рамках самостоятельной работы 1 по изучению материала темы 1 осуществляется самостоятельная работа студента без преподавателя, в ходе которой осуществляется подготовка к лекциям, практическим занятиям и лабораторным работам. На самостоятельную работу студента без преподавателя для подготовки к аудиторным занятиям предусмотрено: 2 часа на подготовку к лекциям, 4 часа на подготовку к практическим занятиям и 2 часа на подготовку к лабораторным работам. Студентами изучаются следующие вопросы:

- основные физические величины электрических цепей (электрический заряд, ток, мощность, напряжение, энергия);
- активные элементы электрических цепей (источник ЭДС, источник тока);
- пассивные элементы электрических цепей (сопротивление, емкость, индуктивность);
- электрические схемы замещения физических устройств идеализированными элементами цепи;

- схема электрической цепи, элементы топологии электрических цепей (узел, ветвь, контур, граф электрической цепи);
- основные законы электрических цепей (закон сохранения заряда, закон Джоуля-Ленца, законы Кирхгофа);
- баланс мощностей в электрической цепи постоянного тока;
- потенциальная диаграмма электрической цепи.

Текущий контроль. Письменный контрольный опрос по изученному материалу проводится на практических занятиях и на лабораторных работах.

Тема 2. Методы анализа и расчета сложных электрических цепей постоянного тока.

Лекция 3. Постановка задачи расчета сложных цепей постоянного тока. Метод эквивалентных преобразований. Метод наложения.

Лекция 4. Расчет сложных цепей методом, основанным на законах Кирхгофа.

Лекция 5. Расчет сложных цепей методом контурных токов.

Лекция 6. Расчет сложных цепей методом узловых потенциалов. Метод эквивалентного генератора.

Практическое занятие 3. Расчет сложных цепей методом эквивалентных преобразований и методом наложения токов. Расчет сложных цепей методом, основанным на законах Кирхгофа.

Практическое занятие 4. Расчет сложных цепей методом контурных токов. Метод узловых потенциалов. Метод эквивалентного генератора.

Лабораторная работа 2. Разветвленные цепи постоянного тока.

Лабораторная работа 3. Активный двухполюсник.

Самостоятельная работа 2. На самостоятельную работу 2 всего предусмотрено 12 часов.

В рамках самостоятельной работы 2 по изучению материала темы 2 осуществляется самостоятельная работа студента без преподавателя, в ходе которой осуществляется подготовка к лекциям, практическим занятиям и лабораторным работам. На самостоятельную работу студента без преподавателя для подготовки к аудиторным занятиями предусмотрено: 4 часа на подготовку к лекциям, 4 часа на подготовку к практическим занятиям и 4 часа на подготовку к лабораторным работам. Студентами изучаются следующие вопросы:

- формулировка задачи расчета сложных цепей постоянного тока;
- метод эквивалентных преобразований (последовательные и параллельные преобразования, преобразование треугольник-звезда и звезда-треугольник);
- метод наложения;
- метод расчета, основанный на законах Кирхгофа;
- метод контурных токов;
- метод узловых потенциалов;
- метод эквивалентного генератора.

Текущий контроль. Письменный контрольный опрос по изученному материалу проводится на практических занятиях и на лабораторных работах. На шестой неделе обучения по результатам письменного контрольного опроса с учетом результатов предыдущих контрольных опросов студентам выставляются оценки за контрольную неделю.

Тема 3. Цепи гармонического тока в установившемся режиме.

Лекция 7. Гармоническая функция. Генерирование гармонических ЭДС. Среднее и действующее значение гармонической функции. Цепи с сопротивлением емкостью и индуктивностью при гармоническом воздействии.

Лекция 8. Представление гармонических колебаний в виде проекций вращающихся векторов. Математические операции с гармоническими функциями. Геометрический метод. Метод комплексных амплитуд. Представление гармонических колебаний с помощью комплексных величин.

Лекция 9. Закон Ома и законы Кирхгофа в комплексной форме. Расчет элементарных цепей с сопротивлением, емкостью и индуктивностью методом комплексных амплитуд. Комплексные сопротивления пассивных двухполосников.

Гармонические токи и напряжения в электрических цепях с последовательным и параллельным соединением сопротивления, емкости и индуктивности.

Лекция 10. Мощность в цепи гармонического тока. Мгновенная мощность. Активная мощность. Реактивная мощность. Полная мощность. Условие передачи максимума средней мощности от генератора к нагрузке. Коэффициент полезного действия.

Лекция 11. Методы расчета и анализа разветвленных электрических цепей с активными и реактивными сопротивлениями при гармоническом воздействии.

Практическое занятие 5. Гармонические токи и напряжения. Среднее и действующее значение гармонической функции. Гармонический ток в сопротивлении, емкости и индуктивности.

Практическое занятие 6. Гармонические токи и напряжения в электрических цепях с последовательным и параллельным соединением сопротивления, емкости и индуктивности. Закон Ома и законы Кирхгофа в комплексной форме. Мощность в цепи гармонического тока.

Лабораторная работа 4. Исследование электрических цепей с последовательным и параллельным соединением сопротивления и индуктивности режиме гармонического воздействия.

Лабораторная работа 5. Исследование электрических цепей с последовательным и параллельным соединением сопротивления и емкости режиме гармонического воздействия.

Исследование электрической цепи с последовательным соединением сопротивления, емкости и индуктивности в режиме гармонического воздействия.

Лабораторная работа 6. Исследование электрических цепей с последовательным и параллельным соединением сопротивления, емкости и индуктивности в режиме гармонического воздействия.

Самостоятельная работа 3. На самостоятельную работу 3 всего предусмотрено 15 часов. В рамках самостоятельной работы 3 по изучению материала темы 3 осуществляется самостоятельная работа студента без преподавателя, в ходе которой осуществляется подготовка к лекциям, практическим занятиям и лабораторным работам. На самостоятельную работу студента без преподавателя для подготовки к аудиторным занятиям предусмотрено: 5 часа на подготовку к лекциям, 4 часа на подготовку к практическим занятиям и 6 часа на подготовку к лабораторным работам. Студентами изучаются следующие вопросы:

- гармоническая функция;
- генерирование гармонических ЭДС;
- гармонические токи и напряжения;
- среднее и действующее значение гармонических токов и напряжений;
- сущность метода комплексных амплитуд;
- представление гармонических колебаний в виде проекций вращающихся векторов;
- представление гармонических колебаний с помощью комплексных величин;
- гармонический ток в сопротивлении, фазовые соотношения между током и напряжением;
- гармонический ток в емкости, фазовые соотношения между током и напряжением;
- гармонический ток в индуктивности, фазовые соотношения между током и напряжением;
- активное и реактивное сопротивление электрической цепи;
- фазовые соотношения между гармоническими токами и напряжениями в электрических цепях с последовательным и параллельным соединением активных и реактивных элементов;
- закон Ома и законы Кирхгофа в комплексной форме;

- мощность в цепи гармонического тока: мгновенная мощность, активная мощность, реактивная мощность, полная мощность;
- условие передачи максимума средней мощности от генератора к нагрузке, коэффициент полезного действия;
- методы расчета и анализа разветвленных электрических цепей с активными и реактивными сопротивлениями при гармоническом воздействии.

Текущий контроль. Письменный контрольный опрос по изученному материалу проводится на практических занятиях и на лабораторных работах.

Тема 4. Индуктивно связанные электрические цепи, цепи трехфазного тока.

Лекция 12. Основные понятия и определения индуктивно связанных цепей. Полярности индуктивно связанных катушек. ЭДС взаимной индукции. Комплексная форма расчета цепи с взаимной индукцией. Коэффициент индуктивной связи. Индуктивность рассеяния.

Лекция 13. Уравнения и схемы замещения трансформатора без ферромагнитного сердечника. Энергия индуктивно связанных обмоток. Автотрансформатор.

Лекция 14. Трехфазные электрические цепи. Соединение звездой и треугольником. Симметричный режим работы трехфазной цепи. Мощность трехфазной электрической цепи при симметричном режиме работы.

Лекция 15. Несимметричный режим работы трехфазной цепи. Мощность трехфазной электрической цепи при несимметричном режиме работы. Вращающееся магнитное поле. Принцип действия синхронного и асинхронного двигателей.

Практическое занятие 7. Расчет индуктивно связанных цепей. Вычисление коэффициента индуктивной связи.

Практическое занятие 8. Расчет трехфазных электрических цепей при симметричном и несимметричном режимах работы.

Лабораторная работа 7. Цепи синусоидального тока с индуктивно связанными элементами.

Лабораторная работа 8. Трехфазная цепь синусоидального тока.

Самостоятельная работа 4. На самостоятельную работу 4 всего предусмотрено 12 часов. В рамках самостоятельной работы 4 по изучению материала темы 4 осуществляется самостоятельная работа студента без преподавателя, в ходе которой осуществляется подготовка к лекциям, практическим занятиям и лабораторным работам. На самостоятельную работу студента без преподавателя для подготовки к аудиторным занятиям предусмотрено: 4 часа на подготовку к лекциям, 4 часа на подготовку к практическим занятиям и 4 часа на подготовку к лабораторным работам. Студентами изучаются следующие вопросы:

- основные понятия и определения индуктивно связанных цепей;
- полярности индуктивно связанных катушек;
- ЭДС взаимной индукции;
- расчет цепи с взаимной индукцией (в комплексной форме);
- коэффициент индуктивной связи;
- индуктивность рассеяния;
- уравнения и схемы замещения трансформатора без ферромагнитного сердечника;
- энергия индуктивно связанных обмоток;
- автотрансформатор;
- трехфазные электрические цепи;
- соединения «звезда» и «треугольник»;
- симметричный режим работы трехфазной цепи;
- мощность трехфазной электрической цепи при симметричном режиме работы;
- несимметричный режим работы трехфазной цепи;
- мощность трехфазной электрической цепи при несимметричном режиме работы;
- вращающееся магнитное поле;

- принцип действия синхронного и асинхронного двигателей.

Текущий контроль. Письменный контрольный опрос по изученному материалу проводится на практических занятиях и на лабораторных работах. На двенадцатой неделе обучения по результатам письменного контрольного опроса с учетом результатов предыдущих контрольных опросов студентам выставляются оценки за контрольную неделю.

Тема 5. Четырехполюсники.

Лекция 16. Основы теории четырехполюсников. Определение четырехполюсника. Классификация четырехполюсников. Системы уравнений четырехполюсника. Параметры холостого хода и короткого замыкания. Схемы замещения четырехполюсника. Входное сопротивление четырехполюсника.

Лекция 17. Характеристические параметры четырехполюсника. Вносимое затухание четырехполюсника. Передаточная функция. Каскадное сопротивление четырехполюсников при согласованных характеристических сопротивлениях.

Лекция 18. Г-образные четырехполюсники. Т и П-образные четырехполюсники. Симметричный мостовой четырехполюсник. Трансформатор как четырехполюсник. Обратная связь.

Практическое занятие 9. Системы уравнений четырехполюсника. Параметры холостого хода и короткого замыкания, схемы замещения и входное сопротивление четырехполюсника. Характеристические параметры четырехполюсника

Лабораторная работа 9. Пассивный четырехполюсник.

Самостоятельная работа 5. На самостоятельную работу 5 всего предусмотрено 7 часов. В рамках самостоятельной работы 5 по изучению материала темы 5 осуществляется самостоятельная работа студента без преподавателя, в ходе которой осуществляется подготовка к лекциям, практическим занятиям и лабораторным работам. На самостоятельную работу студента без преподавателя для подготовки к аудиторным занятиям предусмотрено: 3 часа на подготовку к лекциям, 2 часа на подготовку к практическим занятиям и 2 часа на подготовку к лабораторным работам. Студентами изучаются следующие вопросы:

- основы теории четырехполюсников;
- определение четырехполюсника;
- классификация четырехполюсников;
- системы уравнений четырехполюсника;
- параметры холостого хода и короткого замыкания;
- схемы замещения четырехполюсника;
- входное сопротивление четырехполюсника;
- характеристические параметры четырехполюсника;
- вносимое затухание четырехполюсника;
- передаточная функция;
- каскадное сопротивление четырехполюсников при согласованных характеристических сопротивлениях.

Текущий контроль. Письменный контрольный опрос по изученному материалу проводится на практических занятиях и на лабораторных работах.

Промежуточная аттестация по дисциплине в третьем семестре: экзамен.

Изучение дисциплины в третьем семестре 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.

4 семестр

№ п/п	Темы дисциплины	Всего часов на тему	Виды учебной занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах)				
			лк	пр	лб	СРС	в т.ч. интеракт.
1.	Тема 6. Колебательные резонансные цепи и электрические фильтры	42	8	6	12	16	-
2.	Тема 7 Периодические несинусоидальные процессы. Спектральный метод анализа электрических цепей.	35	14	4	4	13	-
3.	Тема 8. Переходные процессы в цепях первого и второго порядка.	35	6	4	12	13	-
4.	Тема 9. Временные характеристики цепей.	10	4	2	-	4	-
5.	Тема 10. Нелинейные электрические цепи.	22	4	2	8	8	4
Всего по видам учебных занятий			36	18	36	54	4

Тема 6. Колебательные резонансные цепи и электрические фильтры

Лекция 19. Колебательные резонансные цепи. Последовательный колебательный контур. Резонанс напряжений. Частотные характеристики и полоса пропускания последовательного колебательного контура.

Лекция 20. Параллельный колебательный контур. Резонанс токов. Частотные характеристики и полоса пропускания параллельного колебательного контура. Разновидности параллельного колебательного контура.

Лекция 21. Связанные колебательные контуры. Виды связи. Сопротивление связи, вносимые сопротивления. Векторные диаграммы. Коэффициент связи. Настойка связанных контуров. Энергетические соотношения. Частотные характеристики и полоса пропускания связанных контуров.

Лекция 22. Электрические фильтры. Основные определения и классификация электрических фильтров. Фильтры типа k . Расчетные параметры фильтров типа k .

Практическое занятие 10. Расчет последовательного и параллельного колебательного контура.

Практическое занятие 11. Расчет частотных характеристик связанных колебательных контуров.

Практическое занятие 12. Расчет фильтров типа k .

Лабораторная работа 10. Исследование частотных характеристик последовательного колебательного контура.

Лабораторная работа 11. Исследование частотных характеристик параллельного колебательного контура.

Лабораторная работа 12. Исследование частотных характеристик электрических фильтров.

Самостоятельная работа 6. На самостоятельную работу 6 всего предусмотрено 16 часов. В рамках самостоятельной работы 6 по изучению материала темы 6 осуществляется самостоятельная работа студента без преподавателя, в ходе которой осуществляется подготовка к лекциям, практическим занятиям и лабораторным работам. На самостоятельную работу

студента без преподавателя для подготовки к аудиторным занятиям предусмотрено: 4 часа на подготовку к лекциям, 6 часов на подготовку к практическим занятиям и 6 часов на подготовку к лабораторным работам. Студентами изучаются следующие вопросы:

- колебательные резонансные цепи;
- последовательный колебательный контур;
- резонанс напряжений;
- частотные характеристики и полоса пропускания последовательного колебательного контура;
- параллельный колебательный контур;
- резонанс токов;
- частотные характеристики и полоса пропускания параллельного колебательного контура.
- разновидности параллельного колебательного контура;
- связанные колебательные контуры;
- виды связи колебательных контуров;
- сопротивление связи;
- вносимые сопротивления, векторные диаграммы;
- коэффициент связи;
- настройка связанных контуров;
- энергетические соотношения в связанных контурах;
- частотные характеристики и полоса пропускания связанных контуров;
- электрические фильтры;
- основные определения и классификация электрических фильтров;
- фильтры типа k ;
- расчетные параметры фильтров типа k .

Текущий контроль. Письменный контрольный опрос по изученному материалу проводится на практических занятиях и на лабораторных работах.

Тема 7. Периодические несинусоидальные процессы. Спектральный метод анализа электрических цепей.

Лекция 23. Периодические несинусоидальные процессы. Тригонометрическая форма ряда Фурье.

Лекция 24. Комплексная форма записи ряда Фурье.

Лекция 25. Применение ряда Фурье к расчету электрических цепей при периодическом несинусоидальном воздействии. Действующее и среднее значение периодических несинусоидальных токов и напряжений.

Лекция 26. Спектральное представление сигналов. Спектры периодических сигналов.

Лекция 27. Спектры непериодических сигналов. Спектры одиночных импульсов.

Лекция 28. Сущность спектрального метода. Спектральный анализ прохождения сигналов через линейные цепи. Искажение сигналов при прохождении через линейные цепи. Условия неискаженной передачи сигнала. Характеристики неискажающей линейной цепи.

Лекция 29. Расчет прохождения сигналов с дискретным и сплошным спектром через линейные цепи с ограниченной полосой пропускания.

Практическое занятие 13. Периодические несинусоидальные процессы. Тригонометрическая и комплексная форма ряда Фурье. Расчет электрических цепей при периодическом несинусоидальном воздействии.

Практическое занятие 14. Расчет прохождения одиночного импульса и периодической последовательности импульсов через линейную электрическую цепь.

Лабораторная работа 13. Исследование электрических цепей при периодическом несинусоидальном воздействии.

Самостоятельная работа 7. На самостоятельную работу 7 всего предусмотрено 13 часов. В рамках самостоятельной работы 7 по изучению материала темы 7 осуществляется само-

стоятельная работа студента без преподавателя, в ходе которой осуществляется подготовка к лекциям, практическим занятиям и лабораторным работам. На самостоятельную работу студента без преподавателя для подготовки к аудиторным занятиям предусмотрено: 7 часов на подготовку к лекциям, 4 часа на подготовку к практическим занятиям и 2 часа на подготовку к лабораторным работам. Студентами изучаются следующие вопросы:

- периодические несинусоидальные процессы;
- тригонометрическая форма ряда Фурье;
- комплексная форма записи ряда Фурье;
- применение ряда Фурье к расчету электрических цепей при периодическом несинусоидальном воздействии;
- действующее и среднее значение периодических несинусоидальных токов и напряжений;
- спектральное представление сигналов;
- спектры периодических сигналов;
- спектры непериодических сигналов;
- спектры одиночных импульсов;
- сущность спектрального метода анализа цепей;
- частотные характеристики цепей;
- спектральный анализ прохождения сигналов через линейные цепи;
- искажение сигналов при прохождении через линейные цепи;
- условия неискаженной передачи сигнала через линейную цепь;
- характеристики неискажающей линейной цепи;
- расчет прохождения сигналов с дискретным и сплошным спектром через линейные цепи с ограниченной полосой пропускания.

Текущий контроль. Письменный контрольный опрос по изученному материалу проводится на практических занятиях и на лабораторных работах. По результатам письменного контрольного опроса с учетом результатов предыдущих контрольных опросов студентам выставляются оценки за контрольную неделю.

Тема 8. Переходные процессы в цепях первого и второго порядка.

Лекция 30. Возникновение переходных процессов. Законы коммутации и начальные условия. Принужденный и свободный режимы. Переходные процессы в цепях первого порядка.

Лекция 31. Переходные процессы в цепях второго порядка.

Лекция 32. Расчет переходных процессов операторным методом.

Практическое занятие 15. Расчет переходных процессов в цепях первого порядка.

Практическое занятие 16. Расчет переходных процессов в цепях второго порядка.

Лабораторная работа 14. Исследование переходных процессов в цепях первого порядка с последовательным и параллельным соединением сопротивления и индуктивности.

Лабораторная работа 15. Исследование переходных процессов в цепях в цепях первого порядка с последовательным и параллельным соединением сопротивления и емкости.

Лабораторная работа 16. Исследование переходных процессов в цепях первого порядка с последовательным и параллельным соединением сопротивления, индуктивности и емкости.

Самостоятельная работа 8. На самостоятельную работу 8 всего предусмотрено 13 часов. В рамках самостоятельной работы 8 по изучению материала темы 8 осуществляется самостоятельная работа студента без преподавателя, в ходе которой осуществляется подготовка к лекциям, практическим занятиям и лабораторным работам. На самостоятельную работу студента без преподавателя для подготовки к аудиторным занятиям предусмотрено: 3 часа на подготовку к лекциям, 4 часа на подготовку к практическим занятиям и 6 часов на подготовку к лабораторным работам. Студентами изучаются следующие вопросы:

- возникновение переходных процессов;
- законы коммутации и начальные условия;
- принужденный и свободный режимы;

- переходные процессы в цепях первого порядка;
- переходные процессы в цепях второго порядка;
- апериодический переходной процесс в цепях первого и второго порядка;
- критический переходной процесс в цепях второго порядка;
- колебательный переходной процесс в цепях второго порядка;
- расчет переходных процессов операторным методом.

Текущий контроль. Письменный контрольный опрос по изученному материалу проводится на практических занятиях и на лабораторных работах. По результатам письменного контрольного опроса с учетом результатов предыдущих контрольных опросов студентам выставляются оценки за контрольную неделю.

Тема 9. Временные характеристики цепей.

Лекция 33. Принцип наложения. Типовые импульсные воздействия. Временные характеристики цепи. Связь временных характеристик с частотными характеристиками линейных цепей.

Лекция 34. Интеграл свертки. Использование временных характеристик цепи для расчета реакции линейной цепи на воздействие произвольной формы.

Практическое занятие 17. Расчет реакции линейной цепи на воздействие произвольной формы при помощи интеграла свертки с использованием временных характеристик цепи.

Самостоятельная работа 9. На самостоятельную работу 9 всего предусмотрено 4 часа. В рамках самостоятельной работы 9 по изучению материала темы 9 осуществляется самостоятельная работа студента без преподавателя, в ходе которой осуществляется подготовка к лекциям и практическим занятиям. На самостоятельную работу студента без преподавателя для подготовки к аудиторным занятиям предусмотрено: 2 часа на подготовку к лекциям, 2 часа на подготовку к практическим занятиям. Студентами изучаются следующие вопросы:

- принцип наложения;
- типовые импульсные воздействия;
- временные характеристики цепи;
- связь временных характеристик с частотными характеристиками линейных цепей;
- интеграл свертки;
- использование временных характеристик цепи для расчета реакции линейной цепи на воздействие произвольной формы.

Текущий контроль. Письменный контрольный опрос по изученному материалу проводится на практических занятиях.

Тема 10. Нелинейные электрические цепи.

Лекция 35. Нелинейные элементы и их характеристики. Аппроксимация вольт-амперных характеристик. Сопротивление и проводимость нелинейных резистивных элементов. Нелинейные реактивные элементы.

Лекция 36. Преобразование сигналов и их спектров в нелинейных цепях. Методы спектрального анализа колебаний в нелинейных цепях. Основные нелинейные преобразования сигналов в нелинейных цепях.

Практическое занятие 18. Расчет сопротивлений и проводимостей нелинейных резистивных элементов. Спектральный анализ колебаний в нелинейных цепях.

Лабораторная работа 17. Нелинейные цепи постоянного тока.

Лабораторная работа 18. Нелинейные цепи переменного тока.

Самостоятельная работа 10. На самостоятельную работу 10 всего предусмотрено 8 часов. В рамках самостоятельной работы 10 по изучению материала темы 10 осуществляется самостоятельная работа студента без преподавателя, в ходе которой осуществляется подготовка к лекциям и практическим занятиям. На самостоятельную работу студента без преподавателя для подготовки к аудиторным занятиям предусмотрено: 2 часа на подготовку к

лекциям, 2 часа на подготовку к практическим занятиям и 4 часа на подготовку к лабораторным работам. Студентами изучаются следующие вопросы:

- нелинейные элементы и их характеристики;
- аппроксимация вольт-амперных характеристик;
- сопротивление и проводимость нелинейных резистивных элементов;
- нелинейные реактивные элементы;
- преобразование сигналов и их спектров в нелинейных цепях;
- методы спектрального анализа колебаний в нелинейных цепях;
- основные нелинейные преобразования сигналов в нелинейных цепях.

Промежуточная аттестация по дисциплине в четвертом семестре: экзамен.

Изучение дисциплины в четвертом семестре 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: планы лекций и планы практических занятий, методические рекомендации по выполнению лабораторных работ. Указанные материалы размещены на электронных ресурсах кафедры.

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

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

При освоении дисциплины формируются компетенция ОПК-3 – способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей.

Указанная компетенция формируется в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанной компетенцией (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов).
2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенцией (практические занятия, самостоятельная работа студентов).
3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенцией, в ходе выполнения и защиты лабораторных работ, а также решения конкретных технических задач на практических занятиях, успешной сдачи экзаменов в третьем и четвертом семестрах.

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

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

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции ОПК-3 преподавателем оценивается содержательная сторона, качество устных и письменных ответов, активное участие в диалоговом общении в рамках лекционных занятий, устные и письменные ответы студента на вопросы при текущем контроле и контрольных опросах на практических занятиях и при проведении лабораторных работ.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции ОПК-3 принимается во внимание **знание** обучающимися:

- основных понятий и определений электрических цепей;
- физических величин, характеризующих энергетические процессы в электрических цепях, теоретических основ методов их вычисления и измерения;
- теоретических основ методов анализа и расчета электрических цепей;

наличие **умений**:

- проводить вычисление и измерение физических величин и параметров электрических цепей;
- проводить расчеты и анализ электрических цепей известными методами;
- строить электрические схемы замещения (модели) физических устройств идеализированными элементами цепи.

Навыки владения:

- понятийным аппаратом (тезаурусом) дисциплины для описания, объяснения и анализа процессов, происходящих в электрических цепях;
- методами анализа и расчета электрических цепей;
- математическим аппаратом, необходимым для вычисления физических величин, характеризующих процессы в электрических цепях.

Критерии оценивания уровней сформированности компетенций ОПК-3 в процессе тестирования, как формы текущего контроля:

- 41%-59% правильных ответов соответствует пороговому уровню сформированности компетенций на данном этапе ее формирования;
- 60%-79% - продвинутому уровню;
- 80%-100% - эталонному уровню.

Оценивание уровня сформированности компетенций ОПК-3 также проводится в рамках письменных контрольных опросов, которые проводятся на практических занятиях.

Для оценивания уровня сформированности компетенции ОПК-3 обучающимся соответственно изученному ранее материалу задается 2 вопроса из следующего перечня.

3 семестр:

- вычисление и измерение основных физических величин электрических цепей (электрический заряд, ток, мощность, напряжение, энергия) с использованием основных законов электрических цепей (закон сохранения заряда, закон Джоуля-Ленца, законы Кирхгофа);
- расчет мощности активных элементов электрических цепей (источник ЭДС, источник тока);
- расчет параметров пассивных элементов электрических цепей (сопротивление, емкость, индуктивность);

- расчет и построение электрических схем замещения физических устройств идеализированными элементами цепи;
- определение числа элементов топологии электрических цепей (узел, ветвь, контур, граф электрической цепи);
- расчет баланса мощностей в электрической цепи;
- построение потенциальной диаграммы электрической цепи;
- формулировка задачи расчета сложных цепей постоянного тока;
- анализ электрических цепей методом эквивалентных преобразований (последовательные и параллельные преобразования, преобразование треугольник-звезда и звезда-треугольник);
- метод наложения;
- расчет электрических цепей с использованием законов Кирхгофа;
- расчет электрических цепей методом контурных токов;
- расчет электрических цепей методом узловых потенциалов;
- расчет эквивалентного генератора;
- параметры гармонических токов и напряжений;
- вычисление и измерение среднего и действующего значения гармонического тока и напряжения;
- анализ и расчет цепей гармонического тока методом комплексных амплитуд;
- расчет фазовых соотношений между гармоническим током и напряжением ток для сопротивления, емкости и индуктивности.
- расчет комплексного сопротивления электрической цепи;
- расчет фазовых соотношения между гармоническими токами и напряжениями в электрических цепях с последовательным и параллельным соединением активных и реактивных элементов.
- расчет мгновенной мощности, активной мощности, реактивной мощности, полной мощности в цепи гармонического тока;
- расчет максимума средней мощности и коэффициента полезного действия;
- расчета и анализа разветвленных электрических цепей с активными и реактивными сопротивлениями при гармоническом воздействии;
- определение полярности индуктивно связанных катушек;
- вычисление ЭДС взаимной индукции;
- расчет цепи с взаимной индукцией (в комплексной форме);
- вычисление коэффициента индуктивной связи;
- расчет индуктивности рассеяния;
- вычисление энергия индуктивно связанных обмоток;
- расчет соединений «звезда» и «треугольник»;
- расчет токов и напряжений в трехфазной цепи при симметричном режиме работы;
- вычисление мощности трехфазной электрической цепи при симметричном режиме работы;
- расчет токов и напряжений в трехфазной цепи при несимметричном режиме работы;
- вычисление мощность трехфазной электрической цепи при несимметричном режиме работы;
- расчет параметров холостого хода и короткого замыкания четырехполюсника;
- расчет и измерение входного сопротивления четырехполюсника;
- расчет и измерение характеристических параметров четырехполюсника;
- вычисление вносимого затухания четырехполюсника;
- вычисление передаточной функции четырехполюсника.

4 семестр:

- расчет резонанса напряжений в последовательном колебательном контуре;

- вычисление частотных характеристик и полосы пропускания последовательного колебательного контура;
- расчет резонанса токов в параллельном колебательном контуре;
- вычисление частотных характеристик и полосы пропускания параллельного колебательного контура;
- расчет сопротивления связи в связанных колебательных контурах;
- расчет вносимых сопротивлений, построение векторных диаграмм;
- вычисление коэффициента связи в связанных колебательных контурах;
- вычисление частотных характеристик и полосы пропускания связанных контуров;
- расчет параметров фильтров типа К.
- вычисление коэффициентов в тригонометрической и комплексной формах ряда Фурье;
- расчет электрических цепей при периодическом несинусоидальном воздействии с использованием ряда Фурье;
- вычисление действующего и среднего значения периодических несинусоидальных токов и напряжений;
- расчет спектров периодических сигналов;
- расчет спектров непериодических сигналов;
- расчет спектров одиночных импульсов;
- вычисление частотных характеристик цепей;
- расчет прохождения сигналов с дискретным и сплошным спектром через линейные цепи с ограниченной полосой пропускания;
- вычисление временных характеристик цепи;
- вычисление временных характеристик через частотные характеристики линейных цепей;
- вычисление частотных характеристик через временные характеристики линейных цепей;
- расчет реакции линейной цепи на воздействие произвольной формы с использованием временных характеристик цепи;
- аппроксимация вольт-амперных характеристик нелинейных резистивных элементов;
- вычисление сопротивления и проводимости нелинейных резистивных элементов.
- преобразование сигналов и их спектров в нелинейных цепях.

Полный ответ на один вопрос соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один и частичный ответ на второй – продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса – эталонному уровню).

Сформированность уровня компетенции не ниже порогового является основанием для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по данной дисциплине.

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

В зачетную книжку студента вносится оценка экзамена по дисциплине за третий и четвертый семестры. Оценка за четвертый семестр вносится в выписку к диплому

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

Учебные вопросы по формированию и развитию теоретических знаний, предусмотренных компетенцией ОПК-3, закрепленной за дисциплиной.

3 семестр:

- основные физические величины электрических цепей (электрический заряд, ток, мощность, напряжение, энергия);

- активные элементы электрических цепей (источник ЭДС, источник тока);
- пассивные элементы электрических цепей (сопротивление, емкость, индуктивность);
- электрические схемы замещения физических устройств идеализированными элементами цепи;
- схема электрической цепи, элементы топологии электрических цепей (узел, ветвь, контур, граф электрической цепи);
- основные законы электрических цепей (закон сохранения заряда, закон Джоуля-Ленца, законы Кирхгофа);
- баланс мощностей в электрической цепи постоянного тока;
- потенциальная диаграмма электрической цепи;
- формулировка задачи расчета сложных цепей постоянного тока;
- метод эквивалентных преобразований (последовательные и параллельные преобразования, преобразование треугольник-звезда и звезда-треугольник);
- метод наложения;
- метод расчета, основанный на законах Кирхгофа;
- метод контурных токов;
- метод узловых потенциалов;
- метод эквивалентного генератора;
- гармоническая функция;
- генерирование гармонических ЭДС;
- гармонические токи и напряжения;
- среднее и действующее значение гармонических токов и напряжений;
- сущность метода комплексных амплитуд;
- представление гармонических колебаний в виде проекций вращающихся векторов;
- представление гармонических колебаний с помощью комплексных величин;
- гармонический ток в сопротивлении, фазовые соотношения между током и напряжением;
- гармонический ток в емкости, фазовые соотношения между током и напряжением;
- гармонический ток в индуктивности, фазовые соотношения между током и напряжением;
- активное и реактивное сопротивление электрической цепи;
- фазовые соотношения между гармоническими токами и напряжениями в электрических цепях с последовательным и параллельным соединением активных и реактивных элементов;
- закон Ома и законы Кирхгофа в комплексной форме;
- мощность в цепи гармонического тока: мгновенная мощность, активная мощность, реактивная мощность, полная мощность;
- условие передачи максимума средней мощности от генератора к нагрузке, коэффициент полезного действия;
- основные понятия и определения индуктивно связанных цепей;
- полярности индуктивно связанных катушек;
- ЭДС взаимной индукции;
- расчет цепи с взаимной индукцией (в комплексной форме);
- коэффициент индуктивной связи;
- индуктивность рассеяния;
- уравнения и схемы замещения трансформатора без ферромагнитного сердечника;
- энергия индуктивно связанных обмоток;
- автотрансформатор;
- трехфазные электрические цепи;
- соединения «звезда» и «треугольник»;
- симметричный режим работы трехфазной цепи;
- мощность трехфазной электрической цепи при симметричном режиме работы;
- несимметричный режим работы трехфазной цепи;

- мощность трехфазной электрической цепи при несимметричном режиме работы;
- вращающееся магнитное поле;
- принцип действия синхронного и асинхронного двигателей;
- основы теории четырехполюсников;
- определение четырехполюсника;
- классификация четырехполюсников;
- системы уравнений четырехполюсника;
- параметры холостого хода и короткого замыкания;
- схемы замещения четырехполюсника;
- входное сопротивление четырехполюсника;
- характеристические параметры четырехполюсника;
- вносимое затухание четырехполюсника;
- передаточная функция;
- каскадное сопротивление четырехполюсников при согласованных характеристических сопротивлениях.

4 семестр:

- колебательные резонансные цепи;
- последовательный колебательный контур;
- резонанс напряжений;
- частотные характеристики и полоса пропускания последовательного колебательного контура;
- параллельный колебательный контур;
- резонанс токов;
- частотные характеристики и полоса пропускания параллельного колебательного контура.
- разновидности параллельного колебательного контура;
- связанные колебательные контуры;
- виды связи колебательных контуров;
- сопротивление связи;
- вносимые сопротивления, векторные диаграммы;
- коэффициент связи;
- настройка связанных контуров;
- энергетические соотношения в связанных контурах;
- частотные характеристики и полоса пропускания связанных контуров;
- электрические фильтры;
- основные определения и классификация электрических фильтров;
- фильтры типа k ;
- расчетные параметры фильтров типа k ;
- периодические несинусоидальные процессы;
- тригонометрическая форма ряда Фурье;
- комплексная форма записи ряда Фурье;
- применение ряда Фурье к расчету электрических цепей при периодическом несинусоидальном воздействии;
- действующее и среднее значение периодических несинусоидальных токов и напряжений;
- спектральное представление сигналов;
- спектры периодических сигналов;
- спектры непериодических сигналов;
- спектры одиночных импульсов;
- сущность спектрального метода анализа цепей;
- частотные характеристики цепей;
- спектральный анализ прохождения сигналов через линейные цепи;

- искажение сигналов при прохождении через линейные цепи;
- условия неискаженной передачи сигнала через линейную цепь;
- характеристики неискажающей линейной цепи;
- расчет прохождения сигналов с дискретным и сплошным спектром через линейные цепи с ограниченной полосой пропускания;
- возникновение переходных процессов;
- законы коммутации и начальные условия;
- принужденный и свободный режимы;
- переходные процессы в цепях первого порядка;
- переходные процессы в цепях второго порядка;
- апериодический переходной процесс в цепях первого и второго порядка;
- критический переходной процесс в цепях второго порядка;
- колебательный переходной процесс в цепях второго порядка;
- расчет переходных процессов операторным методом;
- принцип наложения;
- типовые импульсные воздействия;
- временные характеристики цепи;
- связь временных характеристик с частотными характеристиками линейных цепей;
- интеграл свертки;
- использование временных характеристик цепи для расчета реакции линейной цепи на воздействие произвольной формы;
- нелинейные элементы и их характеристики;
- аппроксимация вольт-амперных характеристик;
- сопротивление и проводимость нелинейных резистивных элементов;
- нелинейные реактивные элементы;
- преобразование сигналов и их спектров в нелинейных цепях;
- методы спектрального анализа колебаний в нелинейных цепях;
- основные нелинейные преобразования сигналов в нелинейных цепях.

Вопросы по приобретению и развитию практических умений, предусмотренных компетенцией ОПК-3, закрепленной за дисциплиной.

3 семестр:

- вычисление и измерение основных физические величины электрических цепей (электрический заряд, ток, мощность, напряжение, энергия) с использованием основных законов электрических цепей (закон сохранения заряда, закон Джоуля-Ленца, законы Кирхгофа);
- расчет мощности активных элементов электрических цепей (источник ЭДС, источник тока);
- расчет параметров пассивных элементы электрических цепей (сопротивление, емкость, индуктивность);
- расчет и построение электрических схем замещения физических устройств идеализированными элементами цепи;
- определение числа элементов топологии электрических цепей (узел, ветвь, контур, граф электрической цепи);
- расчет баланса мощностей в электрической цепи;
- построение потенциальной диаграммы электрической цепи;
- формулировка задачи расчета сложных цепей постоянного тока;
- анализ электрических цепей методом эквивалентных преобразований (последовательные и параллельные преобразования, преобразование треугольник-звезда и звезда-треугольник);
- метод наложения;
- расчет электрических цепей с использованием законов Кирхгофа;

- расчет электрических цепей методом контурных токов;
- расчет электрических цепей методом узловых потенциалов;
- расчет эквивалентного генератора;
- параметры гармонических токов и напряжений;
- вычисление и измерение среднего и действующего значения гармонического тока и напряжения;
- анализ и расчет цепей гармонического тока методом комплексных амплитуд;
- расчет фазовых соотношений между гармоническим током и напряжением ток для сопротивления, емкости и индуктивности.
- расчет комплексного сопротивления электрической цепи;
- расчет фазовых соотношения между гармоническими токами и напряжениями в электрических цепях с последовательным и параллельным соединением активных и реактивных элементов.
- расчет мгновенной мощности, активной мощности, реактивной мощности, полной мощности в цепи гармонического тока;
- расчет максимума средней мощности и коэффициента полезного действия;
- расчета и анализа разветвленных электрических цепей с активными и реактивными сопротивлениями при гармоническом воздействии;
- определение полярности индуктивно связанных катушек;
- вычисление ЭДС взаимной индукции;
- расчет цепи с взаимной индукцией (в комплексной форме);
- вычисление коэффициента индуктивной связи;
- расчет индуктивности рассеяния;
- вычисление энергия индуктивно связанных обмоток;
- расчет соединений «звезда» и «треугольник»;
- расчет токов и напряжений в трехфазной цепи при симметричном режиме работы;
- вычисление мощности трехфазной электрической цепи при симметричном режиме работы;
- расчет токов и напряжений в трехфазной цепи при несимметричном режиме работы;
- вычисление мощность трехфазной электрической цепи при несимметричном режиме работы;
- расчет параметров холостого хода и короткого замыкания четырехполюсника;
- расчет и измерение входного сопротивления четырехполюсника;
- расчет и измерение характеристических параметров четырехполюсника;
- вычисление вносимого затухания четырехполюсника;
- вычисление передаточной функции четырехполюсника.

4 семестр.

- расчет резонанса напряжений в последовательном колебательном контуре;
- вычисление частотных характеристик и полосы пропускания последовательного колебательного контура;
- расчет резонанса токов в параллельном колебательном контуре;
- вычисление частотных характеристик и полосы пропускания параллельного колебательного контура;
- расчет сопротивления связи в связанных колебательных контурах;
- расчет вносимых сопротивлений, построение векторных диаграмм;
- вычисление коэффициента связи в связанных колебательных контурах;
- вычисление частотных характеристик и полосы пропускания связанных контуров;
- расчет параметров фильтров типа к.
- вычисление коэффициентов в тригонометрической и комплексной формах ряда Фурье;

- расчет электрических цепей при периодическом несинусоидальном воздействии с использованием ряда Фурье;
- вычисление действующего и среднего значения периодических несинусоидальных токов и напряжений;
- расчет спектров периодических сигналов;
- расчет спектров непериодических сигналов;
- расчет спектров одиночных импульсов;
- вычисление частотных характеристик цепей;
- расчет прохождения сигналов с дискретным и сплошным спектром через линейные цепи с ограниченной полосой пропускания;
- вычисление временных характеристик цепи;
- вычисление временных характеристик через частотные характеристики линейных цепей;
- вычисление частотных характеристик через временные характеристики линейных цепей;
- расчет реакции линейной цепи на воздействие произвольной формы с использованием временных характеристик цепи;
- аппроксимация вольт-амперных характеристик нелинейных резистивных элементов;
- вычисление сопротивления и проводимости нелинейных резистивных элементов.
- преобразование сигналов и их спектров в нелинейных цепях.

Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенцией ОПК-3.

Вопросы к экзамену. **3 семестр.**

Теоретические вопросы:

- основные физические величины электрических цепей (электрический заряд, ток, мощность, напряжение, энергия);
- активные элементы электрических цепей (источник ЭДС, источник тока);
- пассивные элементы электрических цепей (сопротивление, емкость, индуктивность);
- электрические схемы замещения физических устройств идеализированными элементами цепи;
- схема электрической цепи, элементы топологии электрических цепей (узел, ветвь, контур, граф электрической цепи);
- основные законы электрических цепей (закон сохранения заряда, закон Джоуля-Ленца, законы Кирхгофа);
- баланс мощностей в электрической цепи постоянного тока;
- потенциальная диаграмма электрической цепи;
- формулировка задачи расчета сложных цепей постоянного тока;
- метод эквивалентных преобразований (последовательные и параллельные преобразования, преобразование треугольник-звезда и звезда-треугольник);
- метод наложения;
- метод расчета, основанный на законах Кирхгофа;
- метод контурных токов;
- метод узловых потенциалов;
- метод эквивалентного генератора;
- гармоническая функция;
- генерирование гармонических ЭДС;
- гармонические токи и напряжения;
- среднее и действующее значение гармонических токов и напряжений;
- сущность метода комплексных амплитуд;
- представление гармонических колебаний в виде проекций вращающихся векторов;
- представление гармонических колебаний с помощью комплексных величин;

- гармонический ток в сопротивлении, фазовые соотношения между током и напряжением;
- гармонический ток в емкости, фазовые соотношения между током и напряжением;
- гармонический ток в индуктивности, фазовые соотношения между током и напряжением;
- активное и реактивное сопротивление электрической цепи;
- фазовые соотношения между гармоническими токами и напряжениями в электрических цепях с последовательным и параллельным соединением активных и реактивных элементов;
- закон Ома и законы Кирхгофа в комплексной форме;
- мощность в цепи гармонического тока: мгновенная мощность, активная мощность, реактивная мощность, полная мощность;
- условие передачи максимума средней мощности от генератора к нагрузке, коэффициент полезного действия;
- основные понятия и определения индуктивно связанных цепей;
- полярности индуктивно связанных катушек;
- ЭДС взаимной индукции;
- расчет цепи с взаимной индукцией (в комплексной форме);
- коэффициент индуктивной связи;
- индуктивность рассеяния;
- уравнения и схемы замещения трансформатора без ферромагнитного сердечника;
- энергия индуктивно связанных обмоток;
- автотрансформатор;
- трехфазные электрические цепи;
- соединения «звезда» и «треугольник»;
- симметричный режим работы трехфазной цепи;
- мощность трехфазной электрической цепи при симметричном режиме работы;
- несимметричный режим работы трехфазной цепи;
- мощность трехфазной электрической цепи при несимметричном режиме работы;
- вращающееся магнитное поле;
- принцип действия синхронного и асинхронного двигателей;
- основы теории четырехполюсников;
- определение четырехполюсника;
- классификация четырехполюсников;
- системы уравнений четырехполюсника;
- параметры холостого хода и короткого замыкания;
- схемы замещения четырехполюсника;
- входное сопротивление четырехполюсника;
- характеристические параметры четырехполюсника;
- вносимое затухание четырехполюсника;
- передаточная функция;
- каскадное сопротивление четырехполюсников при согласованных характеристических сопротивлениях.

Практические вопросы:

- вычисление и измерение основных физических величин электрических цепей (электрический заряд, ток, мощность, напряжение, энергия) с использованием основных законов электрических цепей (закон сохранения заряда, закон Джоуля-Ленца, законы Кирхгофа);
- расчет мощности активных элементов электрических цепей (источник ЭДС, источник тока);
- расчет параметров пассивных элементов электрических цепей (сопротивление, емкость, индуктивность);
- расчет и построение электрических схем замещения физических устройств идеализированными элементами цепи;

- определение числа элементов топологии электрических цепей (узел, ветвь, контур, граф электрической цепи);
- расчет баланса мощностей в электрической цепи;
- построение потенциальной диаграммы электрической цепи;
- формулировка задачи расчета сложных цепей постоянного тока;
- анализ электрических цепей методом эквивалентных преобразований (последовательные и параллельные преобразования, преобразование треугольник-звезда и звезда-треугольник);
- метод наложения;
- расчет электрических цепей с использованием законов Кирхгофа;
- расчет электрических цепей методом контурных токов;
- расчет электрических цепей методом узловых потенциалов;
- расчет эквивалентного генератора;
- параметры гармонических токов и напряжений;
- вычисление и измерение среднего и действующего значения гармонического тока и напряжения;
- анализ и расчет цепей гармонического тока методом комплексных амплитуд;
- расчет фазовых соотношений между гармоническим током и напряжением ток для сопротивления, емкости и индуктивности.
- расчет комплексного сопротивления электрической цепи;
- расчет фазовых соотношения между гармоническими токами и напряжениями в электрических цепях с последовательным и параллельным соединением активных и реактивных элементов.
- расчет мгновенной мощности, активной мощности, реактивной мощности, полной мощности в цепи гармонического тока;
- расчет максимума средней мощности и коэффициента полезного действия;
- расчета и анализа разветвленных электрических цепей с активными и реактивными сопротивлениями при гармоническом воздействии;
- определение полярности индуктивно связанных катушек;
- вычисление ЭДС взаимной индукции;
- расчет цепи с взаимной индукцией (в комплексной форме);
- вычисление коэффициента индуктивной связи;
- расчет индуктивности рассеяния;
- вычисление энергия индуктивно связанных обмоток;
- расчет соединений «звезда» и «треугольник»;
- расчет токов и напряжений в трехфазной цепи при симметричном режиме работы;
- вычисление мощности трехфазной электрической цепи при симметричном режиме работы;
- расчет токов и напряжений в трехфазной цепи при несимметричном режиме работы;
- вычисление мощность трехфазной электрической цепи при несимметричном режиме работы;
- расчет параметров холостого хода и короткого замыкания четырехполюсника;
- расчет и измерение входного сопротивления четырехполюсника;
- расчет и измерение характеристических параметров четырехполюсника;
- вычисление вносимого затухания четырехполюсника;
- вычисление передаточной функции четырехполюсника.

4 семестр.

Теоретические вопросы:

- колебательные резонансные цепи;
- последовательный колебательный контур;
- резонанс напряжений;

- частотные характеристики и полоса пропускания последовательного колебательного контура;
- параллельный колебательный контур;
- резонанс токов;
- частотные характеристики и полоса пропускания параллельного колебательного контура.
- разновидности параллельного колебательного контура;
- связанные колебательные контуры;
- виды связи колебательных контуров;
- сопротивление связи;
- вносимые сопротивления, векторные диаграммы;
- коэффициент связи;
- настройка связанных контуров;
- энергетические соотношения в связанных контурах;
- частотные характеристики и полоса пропускания связанных контуров;
- электрические фильтры;
- основные определения и классификация электрических фильтров;
- фильтры типа k ;
- расчетные параметры фильтров типа k ;
- периодические несинусоидальные процессы;
- тригонометрическая форма ряда Фурье;
- комплексная форма записи ряда Фурье;
- применение ряда Фурье к расчету электрических цепей при периодическом несинусоидальном воздействии;
- действующее и среднее значение периодических несинусоидальных токов и напряжений;
- спектральное представление сигналов;
- спектры периодических сигналов;
- спектры непериодических сигналов;
- спектры одиночных импульсов;
- сущность спектрального метода анализа цепей;
- частотные характеристики цепей;
- спектральный анализ прохождения сигналов через линейные цепи;
- искажение сигналов при прохождении через линейные цепи;
- условия неискаженной передачи сигнала через линейную цепь;
- характеристики неискажающей линейной цепи;
- расчет прохождения сигналов с дискретным и сплошным спектром через линейные цепи с ограниченной полосой пропускания;
- возникновение переходных процессов;
- законы коммутации и начальные условия;
- принужденный и свободный режимы;
- переходные процессы в цепях первого порядка;
- переходные процессы в цепях второго порядка;
- аperiodический переходной процесс в цепях первого и второго порядка;
- критический переходной процесс в цепях второго порядка;
- колебательный переходной процесс в цепях второго порядка;
- расчет переходных процессов операторным методом;
- принцип наложения;
- типовые импульсные воздействия;
- временные характеристики цепи;
- связь временных характеристик с частотными характеристиками линейных цепей;
- интеграл свертки;

- использование временных характеристик цепи для расчета реакции линейной цепи на воздействие произвольной формы;
- нелинейные элементы и их характеристики;
- аппроксимация вольт-амперных характеристик;
- сопротивление и проводимость нелинейных резистивных элементов;
- нелинейные реактивные элементы;
- преобразование сигналов и их спектров в нелинейных цепях;
- методы спектрального анализа колебаний в нелинейных цепях;
- основные нелинейные преобразования сигналов в нелинейных цепях.

Практические вопросы:

- расчет резонанса напряжений в последовательном колебательном контуре;
- вычисление частотных характеристик и полосы пропускания последовательного колебательного контура;
- расчет резонанса токов в параллельном колебательном контуре;
- вычисление частотных характеристик и полосы пропускания параллельного колебательного контура;
- расчет сопротивления связи в связанных колебательных контурах;
- расчет вносимых сопротивлений, построение векторных диаграмм;
- вычисление коэффициента связи в связанных колебательных контурах;
- вычисление частотных характеристик и полосы пропускания связанных контуров;
- расчет параметров фильтров типа К.
- вычисление коэффициентов в тригонометрической и комплексной формах ряда Фурье;
- расчет электрических цепей при периодическом несинусоидальном воздействии с использованием ряда Фурье;
- вычисление действующего и среднего значения периодических несинусоидальных токов и напряжений;
- расчет спектров периодических сигналов;
- расчет спектров непериодических сигналов;
- расчет спектров одиночных импульсов;
- вычисление частотных характеристик цепей;
- расчет прохождения сигналов с дискретным и сплошным спектром через линейные цепи с ограниченной полосой пропускания;
- вычисление временных характеристик цепи;
- вычисление временных характеристик через частотные характеристики линейных цепей;
- вычисление частотных характеристик через временные характеристики линейных цепей;
- расчет реакции линейной цепи на воздействие произвольной формы с использованием временных характеристик цепи;
- аппроксимация вольт-амперных характеристик нелинейных резистивных элементов;
- вычисление сопротивления и проводимости нелинейных резистивных элементов.
- преобразование сигналов и их спектров в нелинейных цепях.

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 рекомендациях по проведению лекционных и практических занятий, изучению учебного материала, заданного на самостоятельную работу, подготовке и проведению экзаменов.

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

а) основная литература

1. Атабеков, Г.И. Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2009. — 592 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=90
2. Белецкий, А.Ф. Теория линейных электрических цепей [Электронный ресурс] : учебник. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2009. — 544 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=710
3. Новиков Ю. Н. Основные понятия и законы теории цепей, методы анализа процессов в цепях [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 368 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=691
4. Бутырин, П.А. Теоретические основы электротехники. Интернет-тестирование базовых знаний [Электронный ресурс] : учебное пособие / П.А. Бутырин, Н.В. Коровкин. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 332 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3550

б) дополнительная литература

1. Теоретические основы электротехники: В 3-х т. учебник для вузов по спец. "Электротехника, электромеханика и электротехнологии," и "Электроэнергетика". Т.1 / К.С.Демирчян, Л.Р.Нейман, Н.В.Коровкин, В.Л.Чечурин. — 4-е изд., доп. — СПб. : Питер, 2006. — 462 с. — (Учеб-к для вузов). (10 экз. в библиотеке)
2. Бычков, Ю.А. Основы теоретической электротехники [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.А. Бычков, В.М. Золотницкий, Э.П. Чернышев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2009. — 592 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=36.
3. Бычков, Ю.А. Сборник задач по основам теоретической электротехники [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.А. Бычков, В.М. Золотницкий, Э.П. Чернышев [и др.]. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 390 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=703 — Загл. с экрана.
4. Сборник задач по теоретическим основам электротехники. Т. 1, Электрические и магнитные цепи с сосредоточенными параметрами : в 2-х т. : учеб. пособие для вузов по направлениям "Электроэнергетика и электротехника", "Электроника и нанoeлектроника" / П. А. Бутырин, Л. В. Алексейчик, С. А. Важнов и др. ; под ред. Бутырина П. А. — М. : Издательский дом МЭИ, 2012. — 594 с. (30 экз. в библиотеке, а также доступен в ЭБС «НЭЛБУК». Режим доступа: URL <http://www.nelbook.ru/?book=167>)
5. Сборник задач по теоретическим основам электротехники. Т. 2, Электрические цепи с распределенными параметрами. Электромагнитное поле : в 2-х т. : учеб. пособие для вузов по направлениям "Электроэнергетика и электротехника", "Электроника и нанoeлектроника" / П. А. Бутырин, Л. В. Алексейчик, С. А. Важнов и др. ; под ред. Бутырина П. А. — М. : Издательский дом МЭИ, 2012. — 570 с. (30 экз. в библиотеке, а также доступен в ЭБС «НЭЛБУК». Режим доступа: URL <http://www.nelbook.ru/?book=168>);
6. Линейные цепи: Методические указания к лабораторным работам по курсу "Теоретические основы электротехники" / СФ МЭИ; Г.Г. Зезюлькин, К.К. Крутиков, В.С. Петров и др.; под ред. Г.Г.Зезюлькина. — Изд.2-е.испр.и доп. — Смоленск : СФ МЭИ, 2003. — 40 с. : ил..

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

1. Сайт Теоретические основы электротехники
Режим доступа: <http://toehelp.com.ua/index.htm>
2. Сайт Лекции по ТОЭ

Режим доступа: toelecture.narod.ru/index.html

3. Сайт Электротехника и электроника

Режим доступа: <http://electrikam.com/>.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает лекции каждую неделю, практические занятия раз в две недели. Изучение курса завершается экзаменом.

Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях, 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 - формирование 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 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 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 отчет заносятся результаты выполнения каждого пункта задания (схемы, диаграммы (графики), таблицы, расчеты, ответы на вопросы пунктов задания, выводы и т.п.).

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 нескольку типовых 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 **лекционных** и практических занятий предусматривается использование систем мультимедиа, компьютерных учебников, интерактивных информационных систем и иных интернет ресурсов, а также информационных технологий, позволяющих моделировать и анализировать статистические закономерности,

Для автоматизации расчетов используется лицензионное программное обеспечение. Основным лицензионным программным продуктом является табличный процессор Excel.

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

Лекционные занятия проводятся в аудиториях, оснащенных презентационной мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Практические занятия по данной дисциплине проводятся в компьютерном классе, оснащенном необходимой информационной базой и лицензионными программными продуктами.

Лабораторные работы по данной дисциплине проводятся в лабораториях, 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 регулируемым 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 ли-

нейным 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 $R = 1$ 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: ктн, доцент

Лямец Л.Л.

Зав. кафедрой ТОЭ: ктн, доцент

Гордиловский А.А.

Программа одобрена на заседании кафедры от 28.08.2015 года, протокол № 01.