



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭИС
С.И. Эминов

2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
учебной дисциплины
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

по направлениям подготовки
11.03.01 Радиотехника

Направленность (профиль) Радиотехнические средства передачи, приема и обработки
сигналов

11.03.01 Радиотехника

Направленность (профиль) Аппаратно-программные средства радиотехнических систем
11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Направленность (профиль) Микроэлектроника и твердотельная электроника

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора ИЭИС

Ариас Е.А. Ариас
« 26 » 11 2020 г.

Заведующий выпускающей
КФТТМ

Селезнев Б.И. Селезнев
« 26 » 11 2020 г.

Разработал

Профессор кафедры радиосистем

Корнышев Н.П. Корнышев
« 17 » 11 2020 г.

Принято на заседании кафедры

Протокол № 156 от « 26 » 11 2020 г.

Заведующий кафедрой РС

Жукова И.Н. Жукова
« 26 » 11 2020 г.

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Цель освоения учебной дисциплины теоретические основы электротехники (ТОЭ): обеспечение студентов базовыми знаниями современной теории электрических цепей и формирование основ для успешного изучения ими учебных дисциплин профессионального цикла.

Задачи:

- а) освоение студентами общей методики построения схемных и математических моделей электрических цепей;
- б) ознакомление студентов с основными свойствами типовых электрических цепей при характерных внешних воздействиях;
- в) изучение современных методов решения задач анализа и синтеза электрических цепей;
- г) выработка практических навыков аналитического, численного и экспериментального исследования характеристик электрических цепей и основных процессов, происходящих в них.

2 Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина ТОЭ относится к обязательной части учебного плана основной профессиональной образовательной программы направления подготовки 11.03.01 Радиотехника, направленность (профиль) Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов.

В качестве входных требований выступают сформированные ранее компетенции обучающихся, приобретенные ими в рамках следующих дисциплин (модулей, практик) для направления подготовки 11.03.01 Радиотехника, направленность (профиль) Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов: Физика, Высшая математика, Практика учебная.

Освоение учебной дисциплины является компетентностным ресурсом для дальнейшего изучения следующих дисциплин (модулей, практик) для направления подготовки 11.03.01 Радиотехника, направленность (профиль) Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов: компоненты электронной техники, метрология, стандартизация и технические измерения, теоретические основы радиотехники, схемотехника аналоговая, схемотехника цифровая, электродинамика и распространение радиоволн, устройства СВЧ и антенны, радиоавтоматика, математический аппарат радиотехники, радиопередающие устройства, радиоприемные устройства, статистическая теория радиотехнических систем, радиотехнические системы, практика производственная, выполнение и защита ВКР.

3 Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Перечень компетенций, которые формируются в процессе освоения учебной дисциплины (модуля):

Общепрофессиональные компетенции:

ОПК –1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности.

ОПК – 2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных.

Таблица 1– Результаты освоения учебной дисциплины

<i>Код и наименование компетенции</i>	<i>Результаты освоения учебной дисциплины (индикаторы достижения компетенций)</i>		
ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	Знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы	Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач
ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации	Умеет выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования	Владеет способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений

4 Структура и содержание учебной дисциплины

4.1 Трудоемкость учебной дисциплины

4.1.1 Трудоемкость учебной дисциплины для очной формы обучения:

Таблица 2 – Трудоемкость учебной дисциплины для очной формы обучения

<i>Части учебной дисциплины</i>	<i>Всего</i>	<i>Распределение по семестрам</i>
		<i>3 семестр</i>
1. Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ)	8	8
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	98	98
3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ) <i>(при наличии)</i>	36	36
4. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	118	118
5. Промежуточная аттестация: Экзамен	36	экзамен

4.2 Содержание учебной дисциплины

Раздел № 1. Введение.

Краткий очерк истории развития электротехники. Краткий обзор пакетов схемотехнического анализа «Начала электроники», «Circuit Simulator», «MicroCAP», «Electronics Workbench», «NI Multisim 12», «Tina» и др.

Раздел № 2. Основные понятия и определения.

Электрическая цепь. Группы электротехнических устройств. Постоянный ток. Переменный ток. Электродвижущая сила. Напряжение. Мощность. Энергия. Активные и пассивные цепи. Линейные и нелинейные цепи.

Раздел № 3. Линейные и нелинейные цепи постоянного тока.

Электрические схемы. Определение линейных и нелинейных электрических цепей. Схема замещения. Пассивные элементы схемы замещения. Сопротивление. Емкость. Индуктивность. Активные элементы схемы замещения. Идеальный и неидеальный источник ЭДС. Идеальный и неидеальный источник тока. Внутреннее сопротивление источников

энергии. Взаимные преобразования источников энергии. Внешние характеристики источников энергии.

Раздел № 4. Основные определения, относящиеся к схемам. Основы топологии цепей. Разветвленная схема. Неразветвленная схема. Ветвь. Узел. Виды узлов. Последовательное соединение участков цепи. Параллельное соединение участков цепи. Контур.

Раздел № 5. Режимы работы электрических цепей. Номинальный режим. Режим холостого хода. Режим короткого замыкания.

Раздел № 6. Основные законы электрических цепей. Закон Ома для участка цепи. Закон Ома для полной цепи. Закон Ома для цепи, содержащей источник ЭДС. Первый закон Кирхгофа. Второй закон Кирхгофа. Теорема взаимности.

Раздел № 7. Эквивалентные преобразования схем. Последовательное соединение элементов электрических цепей. Параллельное соединение элементов электрических цепей. Преобразование треугольника сопротивлений в эквивалентную звезду сопротивлений. Преобразование звезды сопротивлений в эквивалентный треугольник сопротивлений.

Раздел № 8. Анализ электрических цепей с одним источником энергии. Метод свертывания. Метод подобия или метод пропорциональных величин.

Раздел № 9. Анализ электрических цепей с несколькими источниками энергии. Метод непосредственного применения законов Кирхгофа. Метод контурных токов. Метод узловых потенциалов. Метод двух узлов. Метод наложения или суперпозиции. Метод эквивалентного генератора.

Раздел № 10. Нелинейные электрические цепи постоянного тока. Основные определения. Вольтамперные характеристики нелинейных элементов. Статическое (интегральное) и динамическое сопротивление. Графический метод расчета нелинейных цепей постоянного тока при последовательном соединении элементов. Графический метод расчета нелинейных цепей постоянного тока при параллельном соединении элементов. Графический метод расчета нелинейных цепей постоянного тока при смешанном соединении элементов.

Раздел № 11. Электрические цепи переменного тока. Амплитуда напряжения и тока. Действующее значение напряжения и тока. Период частота и фаза напряжения и тока. Изображение синусоидальных функций времени в векторной форме. Изображение синусоидальных функций времени в комплексной форме. Применение законов Ома и Кирхгофа к цепям переменного тока. Сопротивление в цепи синусоидального тока. Индуктивная катушка в цепи синусоидального тока (Реактивное сопротивление. Треугольник сопротивлений. Треугольник напряжений). Емкость в цепи синусоидального тока. Последовательно соединенные реальная индуктивная катушка и конденсатор в цепи синусоидального тока. (Треугольник сопротивлений. Треугольник напряжений). Параллельно соединенные индуктивность, емкость и активное сопротивление в цепи синусоидального тока. (Реактивные проводимости. Резонансный режим в цепи, состоящей из параллельно включенных реальной индуктивной катушки и конденсатора). Мощность в цепи синусоидального тока. (Активная, реактивная, полная мощности. Коэффициент мощности. Треугольник мощностей. Баланс мощностей). Режимы работы цепи однофазного переменного тока. Согласованный режим работы электрической цепи. Согласование нагрузки с источником.

Раздел № 12. Трехфазные цепи.

Основные определения. Соединение в звезду. Соединение в треугольник. Расчет трехфазной цепи, при соединении звездой. Расчет трехфазной цепи, при соединении звездой при симметричной нагрузке. Расчет трехфазной цепи, при соединении звездой при несимметричной нагрузке при нулевом сопротивлении провода нейтрали. Расчет трехфазной цепи, при соединении звездой при несимметричной нагрузке и отсутствии провода нейтрали. Мощность в трехфазных цепях.

Раздел № 13. Периодические несинусоидальные токи в электрических цепях.

Возникновение периодических несинусоидальных токов. Представление периодических несинусоидальных величин рядами Фурье. Примеры разложения периодических негармонических функций в ряд Фурье. Запись рядов Фурье для колебаний: Прямоугольной формы, Треугольной формы, Пилообразной формы, Колебаний после однополупериодного выпрямителя, Колебаний после мостового выпрямителя. Виды симметричных периодических функций. Действующие и средние значения периодических несинусоидальных токов и напряжений. Мощность периодического несинусоидального тока. Основные понятия о спектре несинусоидальных колебаний. Примеры спектров периодических несинусоидальных колебаний. Спектр бигармонического колебания. Спектр амплитудно-модулированного колебания. Спектр частотно-модулированного колебания. Специальные методы спектрального анализа. (Метод трех ординат. Метод пяти ординат. Метод семи ординат. Метод А. И. Берга. Метод экспоненциальной аппроксимации. Метод аппроксимации степенным полиномом).

Раздел № 14. Переходные процессы в электрических цепях. Анализ переходных процессов во временной области.

Общая характеристика переходных процессов. Первый и второй законы коммутации. Зависимые и независимые начальные условия. Классический метод анализа переходных процессов. Характеристическое уравнение. Переходные процессы в цепях с одним реактивным элементом. Короткое замыкание в RL цепи. Подключение RL цепи к источнику постоянной ЭДС. Короткое замыкание в RC цепи. Подключение RC цепи к источнику постоянной ЭДС. Переходные процессы в цепях с двумя реактивными элементами (Переходные процессы в RLC контуре (колебательный и апериодический). Характеристическое уравнение и его корни. Характеристическое сопротивление. Добротность. Декремент затухания. Временные диаграммы).

Раздел № 15. Переходные процессы в электрических цепях. Основные понятия операторного метода анализа переходных процессов.

Введение в операторный метод. Преобразование Лапласа. Оригиналы и изображения. Теоремы и предельные соотношения операторного анализа. Закон Ома в операторной форме. Внутренние ЭДС. Первый и второй законы Кирхгофа в операторной форме. Составление уравнений для изображений и последовательность расчета операторным методом. Изображение функций времени в виде отношения двух полиномов по степеням p . Переход от изображения к функции времени. Обратное преобразование Лапласа. Передаточная функция цепи - операторный коэффициент передачи. Связь передаточной функции с дифференциальным уравнением. Импульсная характеристика цепи. Частотные характеристики цепи. Основные понятия о методе интеграла Дюамеля.

Раздел № 16. Магнитные цепи.

Основные определения (Напряженность магнитного поля. Индукция. Парамагнетики. Диамагнетики. Ферромагнетики. Магнитный поток. Магнитное сопротивление). Свойства ферромагнитных материалов (Явление гистерезиса. Остаточная намагниченность. Коэрцитивная сила. Магнитотвердые и магнитомягкие материалы). Основы расчета магнитных цепей.

Раздел № 17. Индуктивно связанные цепи и трансформаторы.

Основные определения. Назначение. Примеры индуктивно – связанных цепей.

Взаимная индуктивность. Коэффициент взаимной индукции. Трансформаторы.

Основные определения. Назначение. Конструкции. Работа трансформатора в режиме холостого хода (Основные соотношения. Векторная диаграмма. Схема замещения). Работа трансформатора под нагрузкой (Основные соотношения. Схема замещения. Векторная диаграмма). Специальные типы трансформаторов.

Раздел № 18. Двухполюсные цепи. Многополюсные цепи.

Определение двухполюсной цепи. Пассивные двухполюсные цепи с активными и реактивными сопротивлениями. Входное сопротивление двухполюсной цепи.

Активные двухполюсные цепи. Определение многополюсной цепи. Четырехполюсники. Входные и выходные параметры. Шесть форм записи уравнений четырехполюсника. Вывод уравнений в А-форме. Определение коэффициентов А- формы записи уравнений четырехполюсника. Т- и П- схемы замещения пассивного четырехполюсника. Применение различных форм записи уравнений четырехполюсника, соединения четырехполюсников, условия регулярности. Характеристические и повторные сопротивления четырехполюсников. Постоянная передачи и единицы измерения затухания. Примеры записи матрицы ABCD для различных простейших четырехполюсников. Уравнения четырехполюсника, записанные через гиперболические функции. Электрические фильтры. Основные понятия. Типы фильтров. Характеристики. Программы и примеры расчета фильтров на ЭВМ.

Раздел № 19. Электрические цепи с распределенными параметрами.

Общие определения. Дифференциальные уравнения цепи с распределенными параметрами. Решение уравнений линии с распределенными параметрами в установившемся синусоидальном режиме. Волновые процессы в линии с распределенными параметрами. Линия с распределенными параметрами в различных режимах. Линия с распределенными параметрами без искажений.

Линия с распределенными параметрами без потерь. Переходные процессы в линии с распределенными параметрами. Падающие волны в линии с распределенными параметрами при подключении ее к источнику ЭДС. Отраженные волны в линии с распределенными параметрами при подключении ее к источнику ЭДС. Расчет переходного процесса в линии с учетом многократных отражений волн.

Раздел 20. Основные положения теории синтеза цепей.

Характеристика задач синтеза цепей. Синтез электрических фильтров.

4.3. Трудоемкость разделов учебной дисциплины и контактной работы

Таблица 3 – Трудоемкость освоения разделов и тем учебной дисциплины

№	Наименование разделов учебной дисциплины (модуля), УЭМ, наличие КП/КР	Контактная работа (в АЧ)						Внеауд. СРС (в АЧ)	Формы текущего контроля
		Аудиторная			В т.ч. СРС	ЭК	КП /К Р		
		ЛЕ К	П 3	ЛР					
1.	Раздел № 1. Введение. Краткий исторический очерк развития электротехники Программные продукты по моделированию электрических цепей.	1	-	-	0			4	1
2.	Раздел № 2. Основные понятия и определения	2	2	6	1			6	1, 2, 3, 4
3.	Раздел № 3. Линейные и нелинейные цепи постоянного тока.	2						6	1, 2, 3
4.	Раздел № 4. Основные определения, относящиеся к схемам. Основы топологии цепей	2			1			6	1, 2, 3
5.	Раздел № 5. Режимы работы электрических цепей	2	2		1			6	1, 2, 3
6.	Раздел № 6. Основные законы электрических цепей.	2	2	6	1			6	1, 2, 3, 4
7.	Раздел № 7. Эквивалентные преобразования схем	1			1			6	1, 2, 3
8.	Раздел № 8. Анализ электрических цепей с одним источником энергии.	2	9		1			6	1, 2, 3, 4
9.	Раздел № 9. Анализ электрических цепей с несколькими источниками энергии	3		-	1			6	1, 3
10.	Раздел № 10. Нелинейные электрические цепи постоянного тока	2	-	-	1			6	1
11.	Раздел № 11. Электрические цепи переменного тока.	3	4	6	1			6	1, 2, 3, 4
12.	Раздел № 12. Трехфазные цепи	2	-	-	1			6	1
13.	Раздел № 13. Периодические несинусоидальные токи в электрических цепях	2	-	-	1			6	1
14.	Раздел № 14. Переходные процессы в электрических цепях. Анализ переходных процессов во временной области	3	5	-	1			6	1, 3
15.	Раздел № 15. Переходные процессы в электрических цепях. Основные понятия операторного метода анализа переходных процессов	2		-	1			6	1
16.	Раздел № 16. Магнитные цепи	2	2	-	1			6	1
17.	Раздел № 17. Индуктивно связанные цепи и трансформаторы	2		4	1			6	1, 2
18.	Раздел № 18. Двухполюсные цепи. Многополюсные цепи	2	2	-	1			6	1
19.	Раздел № 19. Электрические цепи с распределенными параметрами	3		-				6	1, 2
20.	Раздел 20. Основные положения теории синтеза цепей	2	3	6				6	1, 4

21.	Курсовая работа						36		
22.	Промежуточная аттестация						36		ЭК
	ИТОГО	42	28	28	16	36	36	118	

Формы текущего контроля:

1. Опрос по теории
2. Выполнение и защита ЛР
3. Самостоятельное решение задач
4. Курсовая работа

4.4 Лабораторные работы и курсовые работы/курсовые проекты

4.4.1 Перечень тем лабораторных работ:

1. Измерение параметров периодических колебаний (6 часов)
2. Исследование делителей напряжения (6 часов)
3. Исследование входных частотных характеристик в цепях с одним реактивным элементом (6 часов)
4. Исследование передаточных характеристик в цепях с одним реактивным элементом (6 часов)
5. Исследование резонансных явлений в пассивном колебательном контуре (3 часов)

Лабораторные работы выполняются на станциях «NI ELVIS II».

Объект исследования – электрическая цепь, состоящая из типовых элементов: резисторов, катушек индуктивности, и т. д.

Используемое оборудование: платформа NI LabVIEW 2012, компьютер с установленными инструментами LabVIEW.

Методы измерений – прямые измерения напряжений на элементах электрической цепи

4.4.2 Примерные темы курсовых работ/курсовых проектов:

Курсовая работа выполняется на тему «Компьютерное проектирование LC-фильтров и анализ их характеристик»

Задание на курсовую работу:

1. Дать краткое описание радиоэлектронной системы, где требуется фильтрация сигналов. Сформулировать требования к техническим характеристикам проектируемого фильтра:
 - Тип фильтра;
 - Частоты среза;
 - Протяженность переходной полосы;
 - Неравномерность в полосе пропускания;
 - Уровень ослабления в полосе заграждения.
2. Ознакомиться с требованиями ГОСТ 15.016–2016 ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. Требования к содержанию и оформлению. Разработать техническое задание (ТЗ) на проектируемый фильтр.
3. Познакомиться с программой по расчету фильтров Filter Solution. Выполнить проектирование фильтра согласно требованиям ТЗ.
4. Ознакомиться с требованиями ГОСТ 2.701-2008 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению (с Поправкой) и ГОСТ 2.702-2011 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем, Сделать выбор элементной базы для технической реализации фильтра. Разработать схему электрическую принципиальную и перечень элементов.
5. На основе теории четырехполюсников разработать программу расчета передаточных частотных характеристик фильтров:
 - спроектированного в Filter Solution;

- с учетом параметров выбранной элементной базы.
Сопоставить результаты моделирования.

Документы, предъявляемые на защиту:

1. Ведомость курсовой работы, оформленная согласно ГОСТ 2.106-2019 ЕСКД. Текстовые документы.
2. Пояснительная записка, оформленная согласно ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам

Содержание пояснительной записки должны отражать все этапы выполнения задания на курсовую работу.

3. Техническое задание.
4. Схема электрическая принципиальная.
5. Перечень элементов.

Порядок выдачи задания и защиты:

1. Формулировка задания на курсовую работу – 9 неделя.
2. Разработка и утверждение ТЗ на курсовую работу – 11 неделя
3. Проектирование фильтра в Filter Solution – 13 неделя
4. Выбор элементной базы для технической реализации фильтра – 14 неделя
5. Разработка программы расчета передаточных частотных характеристик фильтра – 15-16 недели
8. Оформление комплекта документов по курсовой работе – 17 неделя
9. Защита курсовой работы – 18 неделя

5 Методические рекомендации по организации освоения учебной дисциплины

Таблица 4 – Методические рекомендации по организации лекций

№	Темы лекционных занятий (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
1	Введение (Информационная лекция с элементами схмотехнического моделирования)	1
2	Основные понятия и определения (Информационная лекция с элементами схмотехнического моделирования)	2
3	Линейные и нелинейные цепи постоянного тока (Информационная лекция с элементами схмотехнического моделирования)	2
4	Основные определения, относящиеся к схемам. Основы топологии цепей (Информационная лекция с элементами схмотехнического моделирования)	2
5	Режимы работы электрических цепей (Информационная лекция с элементами схмотехнического моделирования)	2
6	Основные законы электрических цепей (Информационная лекция с элементами схмотехнического моделирования)	2
7	Эквивалентные преобразования схем (Информационная лекция с элементами схмотехнического моделирования)	1
8	Анализ электрических цепей с одним источником энергии (Информационная лекция с элементами схмотехнического моделирования)	2
9	Анализ электрических цепей с несколькими источниками энергии (Информационная лекция с элементами схмотехнического моделирования)	3
10	Нелинейные электрические цепи постоянного тока (Информационная лекция с элементами схмотехнического моделирования)	2
11	Электрические цепи переменного тока (Информационная лекция с элементами схмотехнического моделирования)	3

12	Трехфазные цепи (Информационная лекция с элементами схемотехнического моделирования)	2
13	Периодические несинусоидальные токи в электрических цепях (Информационная лекция с элементами схемотехнического моделирования)	2
14	Переходные процессы в электрических цепях. Анализ переходных процессов во временной области (Информационная лекция с элементами схемотехнического моделирования)	3
15	Переходные процессы в электрических цепях. Основные понятия операторного метода анализа переходных процессов Информационная лекция с элементами схемотехнического моделирования)	2
16	Магнитные цепи (Информационная лекция с элементами схемотехнического моделирования)	2
17	Индуктивно связанные цепи и трансформаторы (Информационная лекция с элементами схемотехнического моделирования)	2
18	Двухполюсные цепи. Многополюсные цепи (Информационная лекция с элементами схемотехнического моделирования)	2
19	Электрические цепи с распределенными параметрами (Информационная лекция с элементами схемотехнического моделирования)	3
20	Основные положения теории синтеза цепей (Информационная лекция с элементами схемотехнического моделирования)	2
	ИТОГО	
		42

При проведении лекций используется программа схемотехнического моделирования «Circuit Simulator» (распространяется свободно, сайт www.falstad.com). Программы моделей цепей содержатся в лекциях. Для углубленного изучения материала студенты могут работать с программой самостоятельно и создавать свои модели цепей.

Таблица 5 – Методические рекомендации по организации практических занятий

№	Темы практических занятий (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
1	Расчет эквивалентных параметров соединений пассивных элементов электрических цепей (1, 2)	3
2	Построение внешней характеристики электрической цепи. (1, 2)	3
3	Расчет параметров эквивалентного источника. (1, 2)	3
4	Векторные диаграммы цепей, содержащих реактивные элементы. (1, 2)	3
5	Анализ сложных линейных электрических цепей: законы Кирхгофа (1, 2)	3
6	Анализ сложных линейных электрических цепей: метод контурных токов (1, 2)	3
7	Анализ сложных линейных электрических цепей: метод узловых напряжений (1, 2)	3
8	Исследование частотных характеристик электрических цепей (1, 2)	3
9	Анализ переходных процессов в электрических цепях (1, 2, 3)	4
	Всего:	28

Формы проведения:

1. Разбор решения типовых задач.
2. Решение задач студентами самостоятельно
3. Компьютерное моделирование.

6 Фонд оценочных средств учебной дисциплины
Фонд оценочных средств представлен в Приложении А.

7 Условия освоения учебной дисциплины

7.1 Учебно-методическое обеспечение

Учебно-методическое обеспечение учебной дисциплины представлено в Приложении

Б.

7.2 Материально-техническое обеспечение

Таблица 6 – Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

№	Требование к материально-техническому обеспечению	Наличие материально-технического оборудования и программного обеспечения	
1.	Учебные аудитории для проведения учебных занятий	Учебная мебель: столы, стулья, доска	
		Компьютерный класс ПК Intel Celeron G620 CPU 2.6 GHz, Монитор Samsung S20B300 – 8 шт.	
		Оборудование: Платформы NI ELVIS II	
2.	Мультимедийное оборудование	Мультимедийная система: ПК Intel Celeron G630 CPU 2,7 GHz, Монитор XEROX XA7-17, Проектор Epson Projector EB-X11 (лицензия Windows 7 Professional – MDK37-BGF99-8CWKQ-T7KGD-9DJG9	
Программное обеспечение			
Наименование программного продукта		Обоснование для использования (лицензия, договор, счёт, акт или иное)	Дата выдачи
Microsoft Imagine (Microsoft Azure Dev Tools for Teaching) Standard		Договор №243/ю, 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212	19.12.2018
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 500-999. Node 1 year Educational Renewal License *		Договор №148/ЕП(У)20-ВБ, 1С1С-200914-092322-497-674	11.09.2020
ABBYY FineReader PDF 15 Business. Версия для скачивания (годовая лицензия с академической скидкой)*		Договор №191/Ю	16.11.2020
Zbrush Academic Volume License		Договор №209/ЕП(У)20-ВБ	30.11.2020
Academic VMware Workstation 16 Pro for Linux and Windows, ESD		Договор №211/ЕП(У)20-ВБ, 25140763	03.11.2020
Acronis Защита Данных для рабочей станции, Acronis Защита Данных Расширенная для физического сервера		Договор №210/ЕП(У)20-ВБ, Ах000369127	03.11.2020
Adobe План Creative Cloud — Все приложения для высших учебных заведений — общее устройство		Договор №189/ЕП(У)20-ВБ, Договор №190/ЕП(У)20-ВБ, 9A2A4D80A506D427A09A	13.10.2020
Substance Education		Договор №216/ЕП(У)20-ВБ, Договор №217/ЕП(У)20-ВБ	16.11.2020
Zoom		Договор №363/20/90/ЕП(у)20-ВБ	04.06.2020
Антиплагиат. Вуз.*		Договор №3341/12/ЕП(У)21-ВБ	29.01.2021
Подписка Microsoft Office 365		свободно распространяемое для вузов	-
Adobe Acrobat		свободно распространяемое	-
Teams		свободно распространяемое	-
Skype		свободно распространяемое	-
Zoom		свободно распространяемое	-
Программное обеспечение для графического программирования LabVIEW 2012 и NI Multisim 12		Накладная №33, лицензия № M77X11187.	04.10.2016
SMath Studio		свободно распространяемое	
Electronics Workbench 5.12		свободно распространяемое	
Scilab		свободно распространяемое	

Приложение А
(обязательное)

Фонд оценочных средств
учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники»

1. Структура фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств состоит из двух частей:

а) открытая часть - общая информация об оценочных средствах (название оценочных средств, проверяемые компетенции, баллы, количество вариантов заданий, методические рекомендации для применения оценочных средств и пр.), которая представлена в данном документе, а также те вопросы и задания, которые могут быть доступны для обучающегося;

б) закрытая часть - фонд вопросов и заданий, которая не может быть заранее доступна для обучающихся (экзаменационные билеты, вопросы к контрольной работе и пр.) и которая хранится на кафедре.

2. Перечень оценочных средств текущего контроля и форм промежуточной аттестации

Таблица А.1 – Перечень оценочных средств учебной дисциплины

№	Оценочные средства для текущего контроля	Разделы учебной дисциплины	Баллы	Проверяемые компетенции
1.	Контрольный опрос	1-20	100 (20x5)	ОПК-1, ОПК-2
2.	Выполнение и защита лабораторных работ	2-8,11,17,19	100 (20x5)	ОПК-1, ОПК-2
3.	Решение задач	2-9,11,14	100 (10x10)	ОПК-1, ОПК-2
4.	Курсовая работа		50	ОПК-1, ОПК-2
<i>Промежуточная аттестации</i>				
	Экзамен		50	ОПК-1, ОПК-2
	ИТОГО		400	

3. Рекомендации к использованию оценочных средств

1) Контрольный опрос

Таблица А.2 – Критерии оценки контрольного опроса

Критерии оценки	Количество вариантов в заданиях	Количество вопросов
даны исчерпывающие ответы на 3 вопроса из каждой темы	По числу учащихся	3 вопроса по каждой теме учебной дисциплины
даны правильные ответы на 2 вопроса		
в полной мере дан ответ на 1 вопрос		
нет ответов ни на один вопрос		

Вопросы:

Раздел № 1. Введение

1. Краткий очерк истории развития электротехники.
2. Программа схемотехнического анализа «Начала электроники».
3. Программа схемотехнического анализа «Circuit Simulator».
4. Программа схемотехнического анализа «MicroCAP».
5. Программа схемотехнического анализа «Electronics Workbench».
6. Программа схемотехнического анализа «NI Multisim 12».
7. Программа схемотехнического анализа «Tina».

Раздел № 2. Электрические цепи. Основные понятия и определения

1. Электрическая цепь.
2. Группы электротехнических устройств.
3. Постоянный ток. Переменный ток. Электродвижущая сила. Напряжение. Мощность. Энергия.
4. Активные и пассивные цепи. Линейные и нелинейные цепи.

Раздел № 3. Линейные и нелинейные цепи постоянного тока

1. Электрические схемы.
2. Определение линейных и нелинейных электрических цепей.
3. Схема замещения элементов электрических цепей.
4. Пассивные элементы схемы замещения. Сопротивление. Емкость. Индуктивность.
5. Активные элементы схемы замещения. Идеальный и неидеальный источник ЭДС.
6. Идеальный и неидеальный источник тока.
6. Внутреннее сопротивление источников энергии.
7. Взаимные преобразования источников энергии. Внешние характеристики источников энергии.

Раздел № 4. Основные определения, относящиеся к схемам. Основы топологии цепей.

1. Разветвленная схема. Неразветвленная схема.
2. Ветвь. Узел. Виды узлов.
3. Последовательное соединение участков цепи.
4. Параллельное соединение участков цепи.
5. Электрический контур.

Раздел № 5. Режимы работы электрических цепей

1. Номинальный режим.
1. Режим холостого хода.
2. Режим короткого замыкания.

Раздел № 6. Основные законы электрических цепей

1. Закон Ома для участка цепи.
2. Закон Ома для полной цепи.
3. Закон Ома для цепи, содержащей источник ЭДС.
4. Первый закон Кирхгофа.
5. Второй закон Кирхгофа.

Раздел № 7. Эквивалентные преобразования схем

1. Последовательное соединение элементов электрических цепей.
2. Параллельное соединение элементов электрических цепей.
3. Преобразование треугольника сопротивлений в эквивалентную звезду сопротивлений.
4. Преобразование звезды сопротивлений в эквивалентный треугольник сопротивлений.

Раздел № 8. Анализ электрических цепей с одним источником энергии

1. Основные положения анализа электрических цепей с одним источником энергии. Метод свертывания.
2. Метод подобия или метод пропорциональных величин.

Раздел № 9. Анализ электрических цепей с несколькими источниками энергии

1. Метод непосредственного применения законов Кирхгофа.
2. Метод контурных токов.
3. Метод узловых потенциалов.
4. Метод двух узлов.
5. Метод наложения или суперпозиции.
6. Метод эквивалентного генератора.

Раздел № 10. Нелинейные электрические цепи постоянного тока

1. Основные определения.
2. Вольтамперные характеристики нелинейных элементов.
3. Статическое (интегральное) и динамическое сопротивление.
4. Графический метод расчета нелинейных цепей постоянного тока при последовательном соединении элементов.
5. Графический метод расчета нелинейных цепей постоянного тока при параллельном соединении элементов.
6. Графический метод расчета нелинейных цепей постоянного тока при смешанном соединении элементов.

Раздел № 11. Электрические цепи переменного тока

1. Амплитуда напряжения и тока.
2. Действующее значение напряжения и тока.
3. Период частота и фаза напряжения и тока.
4. Изображение синусоидальных функций времени в векторной форме.
5. Изображение синусоидальных функций времени в комплексной форме.
6. Применение законов Ома и Кирхгофа к цепям переменного тока.
7. Сопротивление в цепи синусоидального тока.
8. Индуктивная катушка в цепи синусоидального тока (Реактивное сопротивление. Треугольник сопротивлений. Треугольник напряжений).
9. Емкость в цепи синусоидального тока.
10. Последовательно соединенные реальная индуктивная катушка и конденсатор в цепи синусоидального тока. (Треугольник сопротивлений. Треугольник напряжений).
11. Параллельно соединенные индуктивность, емкость и активное сопротивление в цепи синусоидального тока. (Реактивные проводимости. Резонансный режим в цепи, состоящей из параллельно включенных реальной индуктивной катушки и конденсатора).
12. Мощность в цепи синусоидального тока. (Активная, реактивная, полная мощности. Коэффициент мощности. Треугольник мощностей. Баланс мощностей).
13. Режимы работы цепи однофазного переменного тока. Согласованный режим работы электрической цепи. Согласование нагрузки с источником.

Раздел № 12. Трехфазные цепи.

1. Основные определения.
2. Соединение в звезду.
3. Соединение в треугольник.
4. Расчет трехфазной цепи, при соединении звездой.
5. Расчет трехфазной цепи, при соединении звездой при симметричной нагрузке.

6. Расчет трехфазной цепи, при соединении звездой при несимметричной нагрузке при нулевом сопротивлении провода нейтрали.
7. Расчет трехфазной цепи, при соединении звездой при несимметричной нагрузке и отсутствии провода нейтрали.
8. Мощность в трехфазных цепях.

Раздел № 13. Периодические несинусоидальные токи в электрических цепях.

1. Возникновение периодических несинусоидальных токов.
2. Представление периодических несинусоидальных величин рядами Фурье. Примеры разложения периодических негармонических функций в ряд Фурье.
3. Запись рядов Фурье для колебаний: Прямоугольной формы, Треугольной формы, Пилообразной формы, Колебаний после однополупериодного выпрямителя, Колебаний после мостового выпрямителя.
4. Виды симметричных периодических функций.
5. Действующие и средние значения периодических несинусоидальных токов и напряжений.
6. Мощность периодического несинусоидального тока.
7. Основные понятия о спектре несинусоидальных колебаний.
8. Примеры спектров периодических несинусоидальных колебаний. Спектр бигармонического колебания. Спектр амплитудно-модулированного колебания. Спектр частотно-модулированного колебания.
9. Специальные методы спектрального анализа. (Метод трех ординат. Метод пяти ординат. Метод семи ординат. Метод А. И. Берга. Метод экспоненциальной аппроксимации. Метод аппроксимации степенным полиномом).

Раздел № 14. Переходные процессы в электрических цепях. Анализ переходных процессов во временной области. Основные понятия операторного метода анализа переходных процессов.

1. Общая характеристика переходных процессов.
2. Первый и второй законы коммутации. Зависимые и независимые начальные условия.
3. Классический метод анализа переходных процессов. Характеристическое уравнение.
4. Переходные процессы в цепях с одним реактивным элементом. Короткое замыкание в RL цепи.
5. Переходные процессы в цепях с одним реактивным элементом. Подключение RL цепи к источнику постоянной ЭДС.
6. Переходные процессы в цепях с одним реактивным элементом. Короткое замыкание в RC цепи.
7. Переходные процессы в цепях с одним реактивным элементом. Подключение RC цепи к источнику постоянной ЭДС.
8. Переходные процессы в цепях с двумя реактивными элементами (Переходные процессы в RLC контуре (колебательный и апериодический. Характеристическое уравнение и его корни. Характеристическое сопротивление. Добротность. Декремент затухания. Временные диаграммы).

Раздел № 15. Переходные процессы в электрических цепях. Основные понятия операторного метода анализа переходных процессов

1. Введение в операторный метод. Преобразование Лапласа. Оригинал и изображение.
2. Теоремы и предельные соотношения операторного анализа.
3. Закон Ома в операторной форме. Внутренние ЭДС.
4. Первый и второй законы Кирхгофа в операторной форме.
5. Составление уравнений для изображений и последовательность расчета операторным методом.

6. Изображение функций времени в виде отношения двух полиномов по степеням p .
Переход от изображения к функции времени.
7. Обратное преобразование Лапласа.
8. Передаточная функция цепи - операторный коэффициент передачи.
9. Связь передаточной функции с дифференциальным уравнением.
10. Импульсная характеристика цепи.
11. Частотные характеристики цепи.
12. Основные понятия о методе интеграла Дюамеля.

Раздел № 16. Магнитные цепи. Индуктивно связанные цепи и трансформаторы.

1. Магнитные цепи. Основные определения (Напряженность магнитного поля. Индукция. Парамагнетики. Диамагнетики. Ферромагнетики. Магнитный поток. Магнитное сопротивление).
2. Свойства ферромагнитных материалов (Явление гистерезиса. Остаточная намагниченность. Коэрцитивная сила. Магнитотвердые и магнитомягкие материалы).
3. Основы расчета магнитных цепей.

Раздел №17 Индуктивно связанные цепи и трансформаторы

1. Индуктивно связанные цепи. Основные определения. Назначение. Примеры индуктивно – связанных цепей.
2. Взаимная индуктивность. Коэффициент взаимной индукции.
3. Трансформаторы. Основные определения. Назначение. Конструкции.
4. Работа трансформатора в режиме холостого хода (Основные соотношения. Векторная диаграмма. Схема замещения).
5. Работа трансформатора под нагрузкой (Основные соотношения. Схема замещения. Векторная диаграмма).
6. Специальные типы трансформаторов.

Раздел № 18. Двухполюсные цепи. Многополюсные цепи

1. Определение двухполюсной цепи.
2. Пассивные двухполюсные цепи с активными и реактивными сопротивлениями.
3. Входное сопротивление двухполюсной цепи.
4. Активные двухполюсные цепи.
5. Определение многополюсной цепи.
6. Четырехполюсники.
7. Входные и выходные параметры.
8. Шесть форм записи уравнений четырехполюсника.
9. Вывод уравнений в A -форме.
10. Определение коэффициентов A - формы записи уравнений четырехполюсника. T - и P -схемы замещения пассивного четырехполюсника.
11. Применение различных форм записи уравнений четырехполюсника, соединения четырехполюсников, условия регулярности.
12. Характеристические и повторные сопротивления четырехполюсников.
13. Постоянная передачи и единицы измерения затухания.
14. Примеры записи матрицы $ABCD$ для различных простейших четырехполюсников. Уравнения четырехполюсника, записанные через гиперболические функции.
15. Электрические фильтры. Основные понятия.
16. Типы фильтров. Характеристики.
17. Программы и примеры расчета фильтров на ЭВМ.

Раздел № 19. Электрические цепи с распределенными параметрами.

1. Общие определения.
2. Дифференциальные уравнения цепи с распределенными параметрами.
3. Решение уравнений линии с распределенными параметрами в установившемся синусоидальном режиме.
4. Волновые процессы в линии с распределенными параметрами.
5. Линия с распределенными параметрами в различных режимах.
6. Линия с распределенными параметрами без искажений.
7. Линия с распределенными параметрами без потерь.
8. Переходные процессы в линии с распределенными параметрами.
9. Падающие волны в линии с распределенными параметрами при подключении ее к источнику ЭДС.
10. Отраженные волны в линии с распределенными параметрами при подключении ее к источнику ЭДС.
11. Расчет переходного процесса в линии с учетом многократных отражений волн.

Раздел № 20. Основные положения теории синтеза цепей.

1. Характеристика задач синтеза цепей.
2. Пример синтеза фильтра

2) Выполнение и защита лабораторных работ

Таблица А.3 – Критерии оценки выполнения и защиты лабораторных работ

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов в задании</i>
выполнены все ЛР. Оформление отчетов соответствует требованиям. Правильно выполнены три задания к защите лабораторной работы.	По числу учащихся
выполнены все ЛР. Оформление отчетов выполнено с замечаниями. Правильно выполнены два задания к защите лабораторной работы.	
выполнены все ЛР. Отчеты содержат неточности и ошибки. Учащийся испытывает затруднения в выполнении заданий к защите лабораторной работы.	
ЛР выполнены не в полном количестве. Отчеты содержат грубые ошибки	

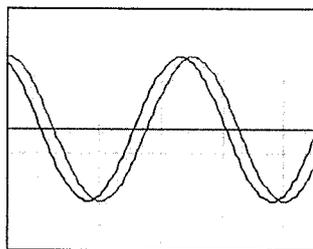
Контрольные вопросы к лабораторным заданиям приведены в пособии:

Линейные электрические цепи: лабораторный практикум / авт. Сост. С.Н. Бритин, И.Н. Жукова, А.В. Удальцов; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2010. – 95с.
<https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-399>

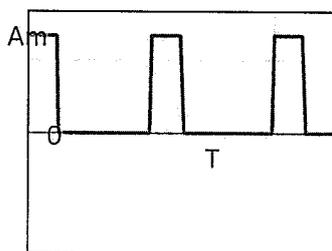
Задания к защите лабораторной работы:

Задания к защите лабораторной работы по теме «Измерение параметров периодических колебаний».

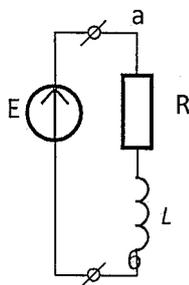
1. Определите по осциллограмме амплитуду, частоту и разность фаз между гармоническими колебаниями, если развертка по амплитуде 50mV , развертка по времени 1ms .



2. Вычислите действующее значение сигнала, представленного на графике



3. Определите амплитуду тока, протекающего через зажимы а-б, если $\omega=106\text{ рад/с}$, $E_m=10\text{В}$, $R=4\text{ Ом}$, $L=3\text{ мкГн}$



3) Решение задач

Таблица А.4 – Критерии оценки самостоятельного решения задач

Критерии оценки		Количество вариантов в заданий
решено правильно от 75 до 100% задач		По числу учащихся
решено правильно от 50 до 74% задач		
решены правильно 30 – 49% задач		
решено менее 30% задач		

Перечень задач для самостоятельно решения приведен в пособии:

Расчет и моделирование электрических цепей. Учебно-методическое пособие/ Сост. Жукова И.Н. ФГБОУ «Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого», Великий Новгород, 2017 г. - 69 с. <https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-2579>

4) Курсовая работа (расчет)

Таблица А.5 – Критерии оценки выполнения курсового расчета

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>
Задание на курсовую работу выполнено в полном объеме. Содержание пояснительной записки отражает техническое задание. Оформление всех документов соответствует требованиям ГОСТ. Учащийся уверенно отвечает на вопросы о ходе выполнения курсовой работы.	По числу учащихся
Задание на курсовую работу выполнено в полном объеме, но с некоторыми замечаниями. Содержание пояснительной записки в основном отражает техническое задание. Оформление всех документов соответствует требованиям ГОСТ. Учащийся отвечает на вопросы о ходе выполнения курсовой работы.	
Задание на курсовую работу выполнено. Пояснительная записка содержит неточности и ошибки. Документы оформлены с нарушением требований ГОСТ. Учащийся испытывает затруднения в ответах на вопросы о ходе выполнения курсовой работы.	
Задание на курсовую работу выполнено не в полном объеме. Содержание пояснительной записки не отражает техническое задание. Документы оформлены с грубыми нарушениями требований ГОСТ. Учащийся испытывает затруднения в ответах на вопросы о ходе выполнения курсовой работы.	

5) Экзамен

Таблица А.6 - Критерии экзаменационной оценки по дисциплине

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>	<i>Количество вопросов</i>
Даны исчерпывающие ответы на 2 вопроса. Задача решена правильно.	20	2 вопроса и 1 задача
Даны правильные ответы на 2 вопроса. Решение задачи содержит неточности.		
Даны не совсем точные ответы на два вопроса. Решение задачи содержит ошибки.		
Ответы на вопросы не даны. Задача не решена.		

Вопросы к экзамену

1. Краткий очерк истории развития электротехники. Краткий обзор пакетов схемотехнического анализа «Начала электроники», «Circuit Simulator», «MicroCAP», «Electronics Workbench», «NI Multisim 12», «Tina» и др.
2. Электрические цепи с распределенными параметрами. Общие определения. Дифференциальные уравнения цепи с распределенными параметрами. Решение уравнений линии с распределенными параметрами в установившемся синусоидальном режиме. Волновые процессы в линии с распределенными параметрами. Линия с распределенными параметрами в различных режимах. Линия с распределенными параметрами без искажений
3. Электрические цепи с распределенными параметрами. Линия с распределенными параметрами без потерь. Переходные процессы в линии с распределенными параметрами. Падающие волны в линии с распределенными параметрами при подключении ее к источнику ЭДС. Отраженные волны в линии с распределенными параметрами при подключении ее к источнику ЭДС. Расчет переходного процесса в линии с учетом многократных отражений волн.
4. Двухполюсные цепи. Многополюсные цепи. Определение двухполюсной цепи. Пассивные двухполюсные цепи с активными и реактивными сопротивлениями. Входное сопротивление двухполюсной цепи. Активные двухполюсные цепи. Определение многополюсной цепи. Четырехполюсники. Входные и выходные параметры. Шесть форм записи уравнений четырехполюсника. Вывод уравнений в А-форме. Определение коэффициентов А-формы записи уравнений четырехполюсника. Т- и П-схемы замещения пассивного четырехполюсника.
5. Основные законы электрических цепей. Закон Ома для участка цепи. Закон Ома для полной цепи. Закон Ома для цепи, содержащей источник ЭДС. Первый закон Кирхгофа. Второй закон Кирхгофа. Теорема взаимности.
6. Эквивалентные преобразования схем. Последовательное соединение элементов электрических цепей. Параллельное соединение элементов электрических цепей. Преобразование треугольника сопротивлений в эквивалентную звезду сопротивлений. Преобразование звезды сопротивлений в эквивалентный треугольник сопротивлений.
7. Индуктивно связанные цепи и трансформаторы. Трансформаторы. Основные определения. Назначение. Конструкции. Работа трансформатора в режиме холостого хода. Работа трансформатора под нагрузкой. Специальные типы трансформаторов.
8. Магнитные цепи. Основные определения (Напряженность магнитного поля. Индукция. Парамагнетики. Диамагнетики. Ферромагнетики. Магнитный поток. Магнитное сопротивление). Свойства ферромагнитных материалов (Явление гистерезиса. Остаточная намагниченность. Коэрцитивная сила. Магнитотвердые и магнитомягкие материалы). Основы расчета магнитных цепей.
9. Анализ электрических цепей с несколькими источниками энергии. Метод контурных токов.
10. Анализ электрических цепей с несколькими источниками энергии. Метод узловых напряжений.
11. Электрические цепи переменного тока. Амплитуда напряжения и тока. Действующее значение напряжения и тока. Период частота и фаза напряжения и тока. Изображение синусоидальных функций времени в векторной форме. Изображение синусоидальных функций времени в комплексной форме. Применение законов Ома и Кирхгофа к цепям переменного тока.
12. Электрические цепи переменного тока. Сопротивление в цепи синусоидального тока. Индуктивная катушка в цепи синусоидального тока (Реактивное сопротивление. Треугольник сопротивлений. Треугольник напряжений). Емкость в цепи синусоидального тока.
13. Электрические цепи переменного тока. Последовательно соединенные реальная индуктивная катушка и конденсатор в цепи синусоидального тока. (Треугольник сопротивлений. Треугольник напряжений). Параллельно соединенные индуктивность, емкость и активное сопротивление в цепи синусоидального тока. Реактивные проводимости.

14. Электрические цепи переменного тока. Резонансный режим в цепи, состоящей из параллельно включенных реальной индуктивной катушки и конденсатора).
15. Электрические цепи переменного тока. Мощность в цепи синусоидального тока. Активная, реактивная, полная мощности. Коэффициент мощности. Треугольник мощностей. Баланс мощностей. Режимы работы цепи однофазного переменного тока. Согласованный режим работы электрической цепи. Согласование нагрузки с источником.
16. Трехфазные цепи. Основные определения. Соединение в звезду. Соединение в треугольник. Расчет трехфазной цепи, при соединении звездой. Расчет трехфазной цепи, при соединении звездой при симметричной нагрузке.
17. Трехфазные цепи. Мощность в трехфазных цепях.
18. Переходные процессы в электрических цепях. Анализ переходных процессов во временной области Переходные процессы в цепях с двумя реактивными элементами (Переходные процессы в RLC контуре (колебательный и апериодический). Характеристическое уравнение и его корни. Характеристическое сопротивление. Добротность. Декремент затухания. Временные диаграммы).
19. Переходные процессы в электрических цепях. Основные понятия операторного метода анализа переходных процессов. Первый и второй законы Кирхгофа в операторной форме. Составление уравнений для изображений и последовательность расчета операторным методом. Изображение функций времени в виде отношения двух полиномов по степеням p . Переход от изображения к функции времени. Обратное преобразование Лапласа. Передаточная функция цепи - операторный коэффициент передачи. Связь передаточной функции с дифференциальным уравнением. Импульсная характеристика цепи. Частотные характеристики цепи. Основные понятия о методе интеграла Дюамеля.
20. Основные законы электрических цепей. Закон Ома для участка цепи. Закон Ома для полной цепи. Закон Ома для цепи, содержащей источник ЭДС. Первый закон Кирхгофа. Второй закон Кирхгофа. Теорема взаимности.
21. Основные положения теории синтеза цепей. Характеристика задач синтеза цепей. Синтез электрических фильтров.
22. Основные понятия и определения ТОЭ. Электрическая цепь. Группы электротехнических устройств. Постоянный ток. Переменный ток. Электродвижущая сила. Напряжение. Мощность. Энергия. Активные и пассивные цепи. Линейные и нелинейные цепи.
23. Линейные и нелинейные цепи постоянного тока. Электрические схемы. Определение линейных и нелинейных электрических цепей. Схема замещения. Пассивные элементы схемы замещения. Сопротивление. Емкость. Индуктивность. Активные элементы схемы замещения. Идеальный и неидеальный источник ЭДС. Идеальный и неидеальный источник тока. Внутреннее сопротивление источников энергии. Взаимные преобразования источников энергии. Внешние характеристики источников энергии.
24. Основы топологии цепей. Основные определения, относящиеся к схемам. Разветвленная схема. Неразветвленная схема. Ветвь. Узел. Виды узлов. Последовательное соединение участков цепи. Параллельное соединение участков цепи. Контур. Режимы работы электрических цепей.
25. Двухполюсные цепи. Многополюсные цепи. Применение различных форм записи уравнений четырехполюсника, соединения четырехполюсников, условия регулярности. Характеристические и повторные сопротивления четырехполюсников. Постоянная передачи и единицы измерения затухания. Примеры записи матрицы ABCD для различных простейших четырехполюсников. Уравнения четырехполюсника, записанные через гиперболические функции. Электрические фильтры. Основные понятия. Типы фильтров. Характеристики.
26. Индуктивно связанные цепи и трансформаторы. Основные определения. Назначение. Примеры индуктивно – связанных цепей. Взаимная индуктивность. Коэффициент взаимной индукции.
27. Анализ электрических цепей с одним источником энергии. Метод свертывания. Метод подобия или метод пропорциональных величин.

28. Анализ электрических цепей с несколькими источниками энергии. Метод непосредственного применения законов Кирхгофа.
29. Нелинейные электрические цепи постоянного тока. Основные определения. Вольтамперные характеристики нелинейных элементов. Статическое (интегральное) и динамическое сопротивление.
30. Нелинейные электрические цепи постоянного тока. Графический метод расчета нелинейных цепей постоянного тока при последовательном соединении элементов. Графический метод расчета нелинейных цепей постоянного тока при параллельном соединении элементов. Графический метод расчета нелинейных цепей постоянного тока при смешанном соединении элементов.
31. Периодические несинусоидальные токи в электрических цепях. Возникновение периодических несинусоидальных токов. Представление периодических несинусоидальных величин рядами Фурье. Примеры разложения периодических негармонических функций в ряд Фурье. Запись рядов Фурье для колебаний: Прямоугольной формы, Треугольной формы, Пилообразной формы, Колебаний после однополупериодного выпрямителя, Колебаний после мостового выпрямителя. Виды симметричных периодических функций.
32. Периодические несинусоидальные токи в электрических цепях. Действующие и средние значения периодических несинусоидальных токов и напряжений. Мощность периодического несинусоидального тока. Основные понятия о спектре несинусоидальных колебаний. Примеры спектров периодических несинусоидальных колебаний. Спектр бигармонического колебания. Спектр амплитудно-модулированного колебания. Спектр частотно-модулированного колебания.
33. Периодические несинусоидальные токи в электрических цепях. Специальные методы спектрального анализа. (Метод трех ординат. Метод пяти ординат. Метод семи ординат. Метод А. И. Берга. Метод экспоненциальной аппроксимации. Метод аппроксимации степенным полиномом).
34. Переходные процессы в электрических цепях. Анализ переходных процессов во временной области. Короткое замыкание в RL цепи. Подключение RL цепи к источнику постоянной ЭДС. Короткое замыкание в RC цепи. Подключение RC цепи к источнику постоянной ЭДС. Переходные процессы в цепях с двумя реактивными элементами (Переходные процессы в RLC контуре (колебательный и аперриодический). Характеристическое уравнение и его корни. Характеристическое сопротивление. Добротность. Декремент затухания. Временные диаграммы).
35. Трехфазные цепи. Расчет трехфазной цепи, при соединении звездой при несимметричной нагрузке при нулевом сопротивлении провода нейтрали. Расчет трехфазной цепи, при соединении звездой при несимметричной нагрузке и отсутствии провода нейтрали. Мощность в трехфазных цепях.
36. Переходные процессы в электрических цепях. Анализ переходных процессов во временной области. Общая характеристика переходных процессов. Первый и второй законы коммутации. Зависимые и независимые начальные условия. Классический метод анализа переходных процессов. Характеристическое уравнение.
37. Переходные процессы в электрических цепях. Основные понятия операторного метода анализа переходных процессов. Введение в операторный метод. Преобразование Лапласа. Оригиналы и изображения. Теоремы и предельные соотношения операторного анализа. Закон Ома в операторной форме. Внутренние ЭДС.
38. Электрические цепи с распределенными параметрами. Общие определения. Дифференциальные уравнения цепи с распределенными параметрами. Решение уравнений линии с распределенными параметрами в установившемся синусоидальном режиме. Волновые процессы в линии с распределенными параметрами. Линия с распределенными параметрами в различных режимах. Линия с распределенными параметрами без искажений.
39. Краткий очерк истории развития электротехники. Краткий обзор пакетов схемотехнического анализа «Начала электроники», «Circuit Simulator», «MicroCAP», «Electronics Workbench», «NI Multisim 12», «Tina» и др.

40. Электрические цепи с распределенными параметрами. Линия с распределенными параметрами без потерь. Переходные процессы в линии с распределенными параметрами. Падающие волны в линии с распределенными параметрами при подключении ее к источнику ЭДС. Отраженные волны в линии с распределенными параметрами при подключении ее к источнику ЭДС. Расчет переходного процесса в линии с учетом многократных отражений волн.

Экзаменационные билеты являются закрытым оценочным средством.

Пример экзаменационного билета:

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого
Кафедра радиосистем

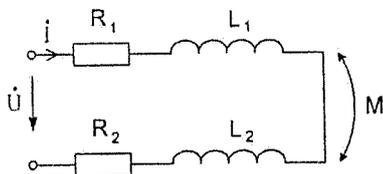
Экзаменационный билет № 1

Учебная дисциплина Теоретические основы электротехники

Для направления подготовки 11.03.01 Радиотехника

направленность (профиль) Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов

1. Четырехполюсники. Классификация четырехполюсников. Системы уравнений четырехполюсника. Схемы замещения. Методы определения параметров четырехполюсника на примере типовых схем четырехполюсников.
2. Переходные процессы в последовательной RLC-цепи.
3. К цепи приложено напряжение $U=220\text{В}$, $f=50\text{Гц}$. При согласном включении катушек ток в цепи $I=2.7\text{А}$ и мощность, расходуемая в ней, $P=219\text{Вт}$. При встречном включении ток в ней $I=7\text{А}$. Определить M , L_2 , $k_{св}$ и R_2 , если $L_1=0.1\text{Гн}$, $R_1=10\text{Ом}$.



Принято на заседании кафедры «_____» _____ 20__ г. Протокол № _____
Заведующий кафедрой _____ (Жукова И. Н.)

Все материалы для проведения промежуточного контроля хранятся на кафедре.

Приложение Б
(обязательное)

Карта учебно-методического обеспечения
учебной дисциплины Теоретические основы электротехники

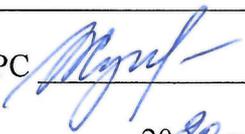
Таблица Б1 – Основная литература*

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Печатные источники		
1. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи : учебник / Л. А. Бессонов. - 10-е изд. - Москва: Гардарики, 2001. - 638 с. : ил. - (Univers). - Библиогр. в конце гл. - Прил.: с. 578-625. - ISBN 5-8297-0026-3 : (в пер.) : 70.20.	4	
2. Сборник задач по теории цепей : учебное пособие для вузов / Под ред. В. П. Попова. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высшая школа, 2009. - 269, [3] с. : ил. - (Для высших учебных заведений, Радиотехника и связь). - Библиогр.: с. 263. - Прил.: с. 264-268. - ISBN 978-5-06-005552-8 : 312.40.	5	
3. Атабеков Г. И. Основы теории цепей : учебник / Г. И. Атабеков. - 2-е изд., испр. – Санкт Петербург: Лань, 2006. - 424, [1] с. : ил. - (Учебники для вузов, Специальная литература). - Библиогр.: с. 412. - Указ.: с. 412-420. - ISBN 5-8114-0699-1 : 251.90. - (в пер.) : 284.68.	51	
6. Расчет сложных электрических цепей постоянного тока методом контурных токов: методические указания/составил А. В. Сочилин; Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2017. – 11 с. https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-3617	10	
7. Расчет сложных электрических цепей постоянного тока методом непосредственного применения законов Кирхгофа: методические указания / составил А. В. Сочилин; Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2017. – 10 с. https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-3618	10	
8. Расчет сложных электрических цепей постоянного тока методом узловых потенциалов: методические указания / составил А. В. Сочилин; Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого – Великий Новгород, 2017. – 12 с. https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-3619	10	
9. Электротехника, электроника и схемотехника. Электротехника: сборник заданий для лабораторных работ / составил А. В. Сочилин; Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого.– Великий Новгород, 2015. – 96 с. https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-2219	10	
Электронные ресурсы		

1. Теоретические основы электротехники: конспект лекций / составил Социлин А.В.; Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого. – Великий Новгород. – 2017. – 230с. https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-2563	10	
2. Расчет и моделирование электрических цепей. Учебно-методическое пособие/ Составил Жукова И.Н. ФГБОУ; Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, Великий Новгород, 2017 г. - 69 с. https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-2579	10	
3. Линейные электрические цепи: лабораторный практикум / авт. Составил С.Н. Бритин, И.Н. Жукова, А.В. Удальцов; Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, - Великий Новгород, 2010г. – 95 с. https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-399	10	
4. Специальные методы спектрального анализа: методические указания. Часть 1. Метод трех ординат / составил А. В. Социлин; Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого.– Великий Новгород, 2018. – 13 с. https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-3376	10	
5. Специальные методы спектрального анализа: методические указания. Часть 2. Метод пяти ординат / сост. А. В. Социлин; Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого; 2018. – 23 с. https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-3377	10	
6. Специальные методы спектрального анализа: методические указания. Часть 3. Метод семи ординат / составил А. В. Социлин; Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого.– Великий Новгород, 2018. – 22с. https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-3378	10	
7. Специальные методы спектрального анализа: методические указания. Часть 4. Метод А. И. Берга / состовитель А. В. Социлин; Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого.– Великий Новгород, 2018. – 23 с. https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-3379	10	
8. Специальные методы спектрального анализа: методические указания. Часть 5. Экспоненциальная аппроксимация / составитель А. В. Социлин; Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого.– Великий Новгород, 2018. – 23 с. https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-3380	10	
9. Специальные методы спектрального анализа: методические указания. Часть 6. Аппроксимация степенным полиномом / состель А. В. Социлин; Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого.– Великий Новгород, 2018. – 46 с. https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-3381	10	

Талица Б2 –Дополнительная литература

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Печатные источники		
1. Атабеков Г. И. Основы теории цепей : учебник для вузов / Г. И. Атабеков. - 3-е изд., стер. - Санкт Петербург : Лань, 2009. - 424, [1] с. : ил. - (Учебники для вузов, Специальная литература). - Библиогр.: с.411. - Указ.: с. 412-420. - ISBN 978-5-8114-0699-9 : (в пер.) : 474.76, 2000 экз.	3	
Попов В. П. Основы теории цепей : учеб. для вузов / В. П. Попов. - 5-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2005. - 574, [1] с. : ил. - Библиогр.: с. 573. - Прил.: с. 564-567. - Указ.: с. 567-572. - ISBN 5-06-003949-8. - ISBN 978-5-06-003949-8 : (в пер.). - 298.98. - 285.00, 3000 экз.	3	
3. Семенцов В.И. Сборник задач по теории цепей: Учебное пособие для вузов/ В.И. Семенцов, В.П. Попов, В.Н. Бирюков; Под ред. В.П. Попова. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: Высшая школа, 2009. — 269 с.	5	
4. Программа «С_CALC. Калькулятор комплексных функций»: методические указания / авт.-сост. А. В. Сочили; Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого.– Великий Новгород, 2015. – 13 с. https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-2136		
Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники: методические указания и контрол. задания для студентов техн. спец. вузов / Л. А. Бессонов [и др.]. -2-е изд., перераб. - Москва: Высшая школа, 2001. - 158, [1] с.	2	
Электронные ресурсы		
1		
2		

Заведующий кафедрой РС  И.Н. Жукова

« 26 » 11 20 20 г.

