

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 12 » апреля 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Теоретические основы электротехники  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** специалитет  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 252 (7)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 27.05.01 Специальные организационно-технические системы  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Информационные технологии и программное обеспечение в специальных организационно-технических системах  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель: изучение теоретических основ расчета и анализа, экспериментального исследования электрических цепей в установившихся и переходных режимах и электромагнитных полей и волн.

Задачи

- формирование знаний

- изучение основных понятий, явлений и законов теоретической электротехники, методик расчета электрических цепей, методик расчета четырехполюсников, методов и приемов электронного моделирования электрических схем, методов расчета и электронного моделирования электромагнитных полей;

- формирование умений

- использовать методы расчета и экспериментального исследования линейных электрических цепей при различных входных воздействиях в установившихся и переходных режимах, измерения электрических параметров, экспериментального исследования электрических схем, методы расчета и экспериментального исследования электромагнитных полей и волн;

- формирование навыков

- расчета электрических цепей с применением современных вычислительных средств, работы с электротехническими устройствами, обработки экспериментальных данных.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- основные законы теоретических основ электротехники;
- электрические цепи с источниками постоянных и переменных гармонических воздействий;
- электрические цепи с источниками периодических негармонических воздействий;
- методы расчета и анализа электрических цепей в установившихся и переходных режимах;
- методы расчета и исследования четырехполюсников;
- методы расчета электромагнитных полей и волн.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-1	ИД-1ОПК-1	Студент знает: - физические процессы в электрических цепях; - законы электрических цепей; - методы анализа линейных электрических цепей постоянного и гармонического тока с сосредоточенными и распределенными параметрами в стационарных и переходных режимах; линейных электрических цепей негармонического периодического тока; нелинейных электрических цепей; четырехполюсников и электрических фильтров.	Знает правила и порядок выделения базовых составляющих в задачах управления в технических системах	Экзамен
ОПК-1	ИД-2ОПК-1	Студент умеет: - выполнять расчеты токов и напряжений в электрических цепях при постоянных, гармонических и негармонических периодических воздействиях; - выполнять расчеты токов и напряжений в четырехполюсниках, электрических фильтрах, цепях с распределенными параметрами; - проводить экспериментальные исследования по теории цепей.	Умеет представить возможные варианты решения задач управления в технических системах и оценить их достоинства и недостатки	Курсовая работа
ОПК-1	ИД-3ОПК-1	Студент владеет - навыками расчета линейных и нелинейных электрических цепей при различных входных воздействиях; - навыками лабораторного исследования электрических цепей.	Владеет навыками постановки и анализа способов решения задач управления в технических системах	Защита лабораторной работы

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	4
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	98	54	44
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	48	24	24
- лабораторные работы (ЛР)	32	16	16
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	10	10	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	8	4	4
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	118	54	64
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет	9		9
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)	18		18
Общая трудоемкость дисциплины	252	144	108

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
3-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Анализ электрических цепей с источниками постоянных воздействий	6	4	4	12
<p>Тема 1. Предмет и задачи дисциплины. Основные понятия, термины, определения и законы. Методы преобразования линейных электрических цепей. Цели, предмет и задачи дисциплины; ее место в подготовке бакалавра-инженера, содержание дисциплины. Библиографический список. Основные понятия, термины и определения. Понятие электрической цепи, напряжения и тока. Элементы цепей постоянного тока. Источники напряжения и тока, условия их эквивалентности. Потребители. Эквивалентные преобразования пассивных и активных электрических цепей. Топология электрической цепи. Законы Ома и Кирхгофа. Баланс мощностей.</p> <p>Тема 2. Основные методы анализа цепей с источниками постоянных воздействий. Расчет одноконтурных электрических цепей, разветвленных электрических цепей с одним источником. Методы расчета разветвленных электрических цепей с несколькими источниками. Метод уравнений Кирхгофа. Метод контурных токов. Метод узловых потенциалов, метод двух узлов. Метод наложения. Активный и пассивный двухполюсник. Теорема об активном двухполюснике. Метод эквивалентного генератора.</p>				
Анализ электрических цепей с источниками гармонических воздействий	8	6	4	16
<p>Тема 3. Основные методы анализа линейных цепей с источниками гармонических воздействий. Основные характеристики гармонического сигнала. Гармонические токи, напряжения и ЭДС. Действующее значение гармонического тока, напряжения и ЭДС. Мгновенная мощность. Двухполюсные элементы цепей переменного тока. Расчет простых цепей с источниками гармонических воздействий во временной области. Способы представления гармонически изменяющихся величин. Теоремы символического метода. Законы Ома и Кирхгофа в символической форме. Векторные диаграммы напряжений и токов, топографические векторные диаграммы напряжений. Расчетные методы в символической форме. Энергетические процессы. Активная, реактивная, полная и комплексная мощности. Баланс мощностей.</p> <p>Тема 4. Анализ резонансных режимов в электрических цепях. Резонанс напряжений: условие возникновения, волновое сопротивление, добротность контура,</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
энергетические соотношения, частотные характеристики, резонансные и настроечные кривые. Резонанс токов: условие возникновения, волновая проводимость, добротность контура, энергетические соотношения, частотные характеристики идеального и реального колебательного контуров. Обобщенная резонансная характеристика. Избирательность контура, полоса пропускания. Резонанс в разветвленных цепях с потерями.				
Анализ электрических цепей с источниками негармонических периодических воздействий. Нелинейные цепи	2	2	1	12
Тема 5. Методы анализа электрических цепей с источниками негармонических периодических воздействий. Общие понятия о несинусоидальных цепях, разложение периодической несинусоидальной кривой в ряд Фурье. Расчет цепей на гармонических составляющих. Максимальное, действующее и среднее значение несинусоидальных токов и напряжений. Коэффициент формы. Мощность цепей несинусоидального периодического тока. Мощность искажения. Резонансные явления в несинусоидальных цепях. Фильтры гармонических составляющих.				
Четырехполюсники и электрические фильтры. Электрические цепи с распределенными параметрами	8	4	1	14
Тема 6. Четырехполюсники и электрические фильтры. Основные уравнения четырехполюсников (ЧТП) в Z, Y, H, A-параметрах. Характеристические параметры ЧТП. Способы определения всех групп параметров ЧТП. Мера передачи ЧТП. Схемы соединения ЧТП. Согласованный режим работы каскадного соединения ЧТП. Методы синтеза пассивных четырехполюсников. Понятие об электрическом фильтре. Полосы пропускания и задерживания. Расчет фильтров по заданным характеристическим и рабочим параметрам. Согласованный режим работы фильтра. Характеристики и реализация низкочастотных, высокочастотных, полосовых фильтров и заграждающих фильтров. Методы синтеза электрических фильтров. Тема 7. Расчет электрических цепей с распределенными параметрами. Понятие об однородной длинной линии. Первичные параметры длинной линии. Уравнения				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
однородной длинной линии. Расчет однородной линии. Уравнения бегущей волны. Характеристики однородной длинной линии. Характеристики бегущей волны. Коэффициент отражения волны. Согласованная нагрузка линии (линия без отражения). Однородная длинная линия как четырехполюсник. Линии без искажений и без потерь. Стоячие волны. Модель длинной линии как четырехполюсника.				
ИТОГО по 3-му семестру	24	16	10	54
4-й семестр				
Анализ переходных процессов в электрических цепях	12	4	0	32
Тема 8. Классический метод анализа переходных процессов в линейных электрических цепях. 8.1. Расчет переходных процессов в цепях первого порядка классическим методом. Причины возникновения переходных процессов. Коммутационные возмущения. Докоммутационный, послекоммутационный стационарный (установившийся) режимы. Переходный режим. Начальные условия. Законы (правила) коммутации. Переходные процессы в цепях первого порядка с источниками постоянных и гармонических воздействий. 8.2. Расчет переходных процессов в цепях второго порядка классическим методом. Апериодический, колебательный и предельный переходный процесс в цепях второго порядка. Аналитический расчет переходных процессов в цепях второго порядка с источниками постоянных воздействий в области оригиналов. Тема 9. Операторный метод анализа переходных процессов в линейных электрических цепях. Преобразование Лапласа. Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме при нулевых и ненулевых начальных условиях. Эквивалентные операторные схемы замещения. Теорема вычетов и теорема разложения для перехода от операторных изображений токов и напряжений к их оригиналам. Расчет переходных процессов в разветвленных цепях операторным методом. Тема 10. Аналитические методы расчета переходных процессов в линейных электрических цепях при входных воздействиях сложной формы. 10.1. Расчет переходных процессов в электрических цепях с помощью интегралов Дюамеля. Интегралы Дюамеля для расчета переходных процессов в линейных электрических цепях. Понятие о тестовых воздействиях. Представление				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>сигнала любой формы в виде суперпозиции тестовых. Переходная и импульсная характеристика. Классический и операторный метод расчета переходных и импульсных характеристик. Понятие передаточной функции цепи. Интегралы Дюамеля (наложения) для расчета переходных процессов при входных воздействиях сложной формы.</p> <p>10.2. Расчет переходных процессов в электрических цепях спектральным методом.</p> <p>Спектральный метод для расчета переходных процессов. Преобразование Фурье. Понятие о спектре сигнала. Понятие о частотной передаточной функции. Методы определения передаточной функции. Расчет переходных процессов в электрических цепях частотным методом.</p> <p>Тема 11. Расчет переходных процессов в электрических цепях методом пространства состояний и спектральным методом.</p> <p>Метод пространства состояний для расчета переходных процессов численным методом.</p> <p>Формирование и решение уравнений состояния. Методы нахождения матриц связи. Методы интегрирования уравнений состояния. Применение вычислительной техники для математического моделирования переходных процессов.</p>				
Электромагнитные поля и волны	12	12	0	32
<p>Тема 12. Электростатическое поле</p> <p>Электростатическое поле. Величины, характеризующие поле, и связь между ними. Свободные и связанные заряды. Поляризация, векторы электрического смещения и поляризованности. Теорема Гаусса. Основные уравнения электростатики. Граничные условия для электростатических полей. Теорема единственности. Применение теоремы Гаусса, уравнений Лапласа и Пуассона для расчета поля. Общая характеристика методов расчета электростатического поля. Метод наложения. Электростатическое поле заряженной оси. Электростатическое поле двухпроводной линии. Метод зеркальных изображений. Электростатическое поле системы заряженных тел над землей. Три группы формул Максвелла. Потенциальные емкостные коэффициенты, частичные емкости. Электрическая емкость</p> <p>Тема 13. Электрическое поле постоянного тока</p> <p>Электрическое поле постоянного тока. Величины, характеризующие поле. Ток и плотность тока. Законы Ома, Кирхгофа и Джоуля-Ленца в</p>				



Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>дифференциальной форме. Уравнение Лапласа. Граничные условия для электрического поля постоянного тока. Электрическая проводимость. Расчет электрической проводимости. Аналогия между электрическим полем и полем в диэлектрике. Общая характеристика задач на расчет электрического поля в проводящей среде и методов их решения.</p> <p>Тема 14. Магнитное поле постоянного тока Магнитное поле постоянного тока. Основные величины, характеризующие поле. Закон полного тока. Пример применения для расчета магнитных полей. Уравнения магнитного поля в дифференциальной форме. Скалярный и векторный потенциал магнитного поля. Граничные условия, действующие в магнитных полях. Метод зеркальных изображений для магнитного поля.</p> <p>Тема 15. Переменное электромагнитное поле Переменное электромагнитное поле. Система уравнений Максвелла. Теорема Умова-Пойнтинга. Закон сохранения энергии. Плоская электромагнитная волна в проводнике. Основные характеристики электромагнитной волны. Анализ процесса распространения электромагнитной волны в проводящей среде. Электрический и магнитный поверхностный эффект. Анализ процесса распространения плоской электромагнитной волны в диэлектрике.</p>				
ИТОГО по 4-му семестру	24	16	0	64
ИТОГО по дисциплине	48	32	10	118

#### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Применение основных законов теории электрических цепей (ТЭЦ) для анализа и синтеза электрических цепей постоянного тока, методов эквивалентных преобразований пассивных и активных электрических цепей.
2	Применение методов анализа электрических цепей постоянного тока: метод уравнений Кирхгофа, метод контурных токов, метод узловых потенциалов, метод наложения, метод эквивалентного генератора.
3	Применение символического метода анализа цепей переменного синусоидального тока.
4	Анализ резонансных режимов в линейных электрических цепях.
5	Расчет электрических цепей с источниками негармонических периодических воздействий. Расчет четырехполюсников.

## Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Опытная проверка методов расчета цепей постоянного тока: метод наложения, метод контурных токов, метод узловых потенциалов.
2	Опытная проверка методов расчета цепей постоянного тока: метод эквивалентного генератора.
3	Опытная проверка методов расчета цепей переменного тока при синусоидальных входных воздействиях: определение параметров и характеристик элементов цепи синусоидального тока, мощности в цепи синусоидального тока.
4	Исследование резонансных явлений в последовательной RLC- цепи.
5	Исследование резонансных явлений в параллельной RLC- цепи.
6	Исследование характеристик электрических цепей с источниками негармонических периодических воздействий и электрических цепей с распределенными параметрами.
7	Исследование характеристик линейных пассивных четырехполюсников. Опытная проверка методов синтеза четырехполюсников.
8	Исследование составных четырехполюсников (схем соединения четырехполюсников).
9	Исследование переходных режимов в линейных электрических цепях первого порядка.
10	Исследование переходных режимов в линейных электрических цепях второго порядка.
11	Моделирование плоскопараллельных электрических и магнитных полей током в проводящем листе.
12	Исследование постоянного магнитного поля на оси катушек с помощью датчика Холла.
13	Исследование взаимной индуктивности кольцевых катушек.
14	Измерение магнитодвижущих сил и разности магнитных потенциалов. Исследование поляризационной кривой сегнетоэлектрика. Снятие петли гистерезиса ферромагнетика.
15	Исследование электромагнитных сил в постоянном магнитном поле.
16	Исследование поверхностного эффекта и эффекта близости.

## Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Анализ переходных процессов в электрических цепях второго порядка

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

На самостоятельное изучение выносятся вопросы следующих тем:

Тема 1. Преобразования треугольника сопротивлений в эквивалентную звезду.

Тема 3. Цепи с взаимной индуктивностью.

Тема 6. Расчет нелинейных электрических и магнитных цепей.

Тема 7. Расчет переходных процессов в цепях первого порядка при входных синусоидальных сигналах классическим методом.

Тема 9. Расчет переходных процессов в электрических цепях второго порядка операторным методом.

Тема 10. Расчет переходных и импульсных характеристик электрических цепей.

Тема 11. Определение спектров электрических сигналов.

Тема 12. Электрические фильтры.

Тема 13. Цепи с распределенными параметрами. Стоячие волны в электрических цепях с распределенными параметрами.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи : учебник для бакалавров / Л. А. Бессонов. - Москва: Юрайт, 2013.	3
2	Переходные процессы / Т. А. Кузнецова, Е. А. Кулютникова, И. Б. Кухарчук. - Пермь: , Изд-во ПНИПУ, 2017. - (Теория линейных электрических цепей : учебное пособие; Ч. 3).	20
3	Расчетно-графические работы по курсу Теория электрических цепей : учебно-методическое пособие / Т. А. Кузнецова [и др.]. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012.	50
4	Т. 1. - Санкт-Петербург [и др.]: , Питер, 2009. - (Теоретические основы электротехники : учебник для вузов; Т. 1).	26
5	Ч. 1. - Пермь: , Изд-во ПНИПУ, 2012. - (Теория линейных электрических цепей : учебное пособие; Ч. 1).	176
6	Ч. 2 / Т. А. Кузнецова, Е. А. Кулютникова, И. Б. Кухарчук. - Пермь: , Изд-во ПНИПУ, 2017. - (Теория линейных электрических цепей : учебное пособие; Ч. 2).	20
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Кузовкин В. А. Теоретическая электротехника : учебник для вузов / В. А. Кузовкин. - М.: Логос, 2005.	22
2	Кузовкин В.А. Теоретическая электротехника : учебник для вузов / В.А.Кузовкин. - М.: Логос, 2006.	4
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Электротехника : научно-технический журнал / Академия электротехнических наук Российской Федерации; Министерство промышленности Российской Федерации. Департамент машиностроения; Электровыпрямитель; Электроника; Всесоюзный научно-исследовательский институт электровозостроения; Ассоциация инженеров силовой электроники; Автоматизированный электропривод; Прогрессэлектро; Росэлпром. - Москва: Знак, 1930 - .	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
1	Правила устройства электроустановок : Утверждены Министерством энергетики Российской Федерации. Все действующие разделы шестого и седьмого изданий. - Москва: Проспект, 2019.	19
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Расчетно- графические работы по курсу " Теория электрических цепей" : учебно-методическое пособие / Т. А. Кузнецова [и др.]. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012.	<a href="http://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=2858">http://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=2858</a>	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Теория линейных электрических цепей Ч. 1	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3401">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3401</a>	локальная сеть; авторизованный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching )
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

## 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

## 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовая работа	ПК	20

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Стенд с комплектами типового лабораторного сертифицированного оборудования «Теория электрических цепей и основы электроники», выполненного ООО «Учебная техника»	10
Лекция	Проектор	1
Практическое занятие	ПК	20

## 8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
«Теоретические основы электротехники»

*Приложение к рабочей программе дисциплины*

**Квалификация  
выпускника:**

"Бакалавр", "Специалист"

**Форма обучения:**

Очная

**Курс:** 2

**Семестры:** 3,4

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 7 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 252 ч

**Форма промежуточной аттестации:**

Экзамен: 3 семестр; зачет; 4 семестр; курсовая работа: 4 семестр

Пермь 2020

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Теоретические основы электротехники» является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### **1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине; объекты оценивания и виды контроля**

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение двух семестра (3-го и 4-го семестра учебного плана) и разбито на 7 учебных разделов. В каждом разделе предусмотрены аудиторские лекционные, лабораторные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине «Теоретические основы электротехники» (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля						
	Текущий	Рубежный			Итоговый		
	ТК	РКР	ОЛР	РГР	КурсР	Экз.	Зачет
<b>Усвоенные знания</b>							
В соответствии с РПД	ТТ1-12	РКР1-9		ОРГР1-12	КурсР	ТВ	ТВ
<b>Освоенные умения</b>							
В соответствии с РПД	ТТ1-12	РКР1-9	ОЛР1-19	ОРГР1-12	КурсР	ПЗ	ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>							
В соответствии с РПД		РКР1-9	ОЛР1-19	ОРГР1-12	КурсР	КЗ	

ТК – текущий контроль в форме тестирования (ТТ) и контрольных работ (РКР) (контроль знаний, умений);

КурсР – курсовая работа (оценка умений и навыков);

РГР – расчетно-графическая работа (оценка умений и навыков);

ОЛР – практические занятия и лабораторные работы (оценка умений и навыков);

ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание;

Экз. – экзамен.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.



## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий усвоения материала в форме тестирования студентов проводится по мере изучения тем. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты отчетов к лабораторным работам, индивидуальных контрольных заданий и расчетно-графической работы (после изучения каждого раздела учебной дисциплины).

#### **2.2.1 Лабораторная работа**

Всего запланировано 16 лабораторных работ. Типовые темы работ приведены в РПД.

Защита отчета к лабораторной работе проводится индивидуально каждым

студентом. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.2.2. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 6 рубежных контрольных работ после освоения студентами учебных разделов дисциплины. Первая КР1 по разделу 1 «Анализ электрических цепей с источниками постоянных воздействий», вторая КР2 – по разделу 2 «Анализ электрических цепей с источниками гармонических воздействий», третья КР3 – по разделу 3 «Анализ электрических цепей с источниками негармонических периодических воздействий», четвертая КР4 – по разделу 4 «Классический метод анализа переходных процессов в линейных электрических цепях», пятая КР5 – по разделу 5 «Операторный метод анализа переходных процессов в линейных электрических цепях», шестая КР6 – по разделу 6 «Четырехполюсники и электрические фильтры». Пример типовых задач на КР приведен в Приложении 2.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.2.3 Расчетно-графические работы**

(РГР) выполняются по разделам 1, 2. Темы РГР приведены в РПД. Варианты расчетно-графических работ приведены в [1].

Оценка РГР ведется по выполненному отчету (ОРГР). Защита ведется в виде ответа на теоретический вопрос (ТВ).

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты ОРГР приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## **2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Пример практического задания приведен в Приложении 2.

Пример комплексного задания приведен в Приложении 3.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

Пример экзаменационного билета представлен в Приложении 1.

### **2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине**

#### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Сформулировать основные понятия, определения и законы теории линейных электрических цепей.
2. Основные методы расчета разветвленных электрических цепей.
3. Классический метод расчета переходных процессов в электрических цепях.

#### **Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:**

1. Привести алгоритм и проиллюстрировать применение метода контурных токов для расчета разветвленных электрических цепей.
2. Привести пример расчета переходного процесса в цепи первого порядка операторным методом.
3. Привести пример применения интегралов Дюамеля для расчета переходных процессов в электрических цепях.

#### **Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. Рассчитать все неизвестные токи и напряжения в трехконтурной цепи с заданными параметрами методом узловых потенциалов. Проверить выполнение соотношения баланса мощности.
2. Получить условие резонанса токов для цепи с заданными параметрами. Построив векторную диаграмму, рассчитать показания амперметров и вольтметров.
3. Найти закон изменения тока после коммутации в цепи второго порядка с заданными параметрами.

### **2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## **2.4. Курсовая работа**

Курсовая работа (КурсР) является отдельной формой промежуточной аттестации в виде защиты отчета.

Критерии оценки содержания и результатов курсовой работы могут различаться в зависимости от ее характера:

- реферативно-теоретические работы – на основе сравнительного анализа изученной литературы рассматриваются теоретические аспекты по теме, история вопроса, уровень разработанности проблемы в теории и практике, анализ подходов к решению проблемы с позиции различных теорий и т.д.;
- практические работы – кроме обоснований решения проблемы в теоретической части необходимо привести данные, иллюстрацию практической реализации теоретических положений на практике (проектные, методические, дидактические и иные разработки);
- опытно-экспериментальные работы – предполагается проведение

эксперимента и обязательный анализ результатов, их интерпретации, рекомендации по практическому применению.

Курсовая работа – конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Таким образом, курсовая работа, как правило, содержит больше граничных условий, формализации требований, и может рассматриваться как частный случай проектного обучения. Работа выполняется в индивидуальном порядке. Типовые темы курсовой работы приведены в РПД.

В общем случае оценивание работы складывается из трех составных частей:

1. Оценка процесса выполнения проекта, осуществляемая по контрольным точкам, распределенным по времени выполнения проекта (четыре контрольные точки или еженедельно), проводится по критериям:
  - умение самоорганизации, в том числе, систематичность работы в соответствии с планом;
  - самостоятельность;
  - активность интеллектуальной деятельности;
  - творческий подход к выполнению поставленных задач;
  - умение работать с информацией;
2. Оценка полученного результата (представленного в пояснительной записке):
  - конкретность и ясность формулировки цели и задач проекта, их соответствие теме;
  - обоснованность выбора источников (полнота для раскрытия темы, наличие новейших работ – журнальных публикаций, материалов сборников научных трудов и т.п.);
  - глубина/полнота/обоснованность раскрытия проблемы и ее решений;
  - соответствие содержания выводов заявленным в проекте целям и задачам;
  - наличие элементов новизны теоретического или практического характера;
  - практическая значимость; оформление работы (стиль изложения, логичность, грамотность, наглядность представления информации – графики, диаграммы, схемы, рисунки, соответствие стандартам по оформлению текстовых и графических документов);
3. Оценки выступления на защите проекта, процедура которой имитирует процесс профессиональной экспертизы:
  - соответствие выступления заявленной теме, структурированность, логичность, доступность, минимальная достаточность;
  - уровень владения исследуемой темой (владение терминологией, ориентация в материале, понимание закономерностей, взаимосвязей и т.д.);
  - аргументированность, четкость, полнота ответов на вопросы;

- культура выступления (свободное выступление, чтение с листа, стиль подачи – материала и т.д.).

Шкала и критерии оценки результатов обучения при оценивании работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

#### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **3.2. Оценка уровня сформированности компетенций**

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

## Приложение 1

### Пример экзаменационного билета



27.03.04 "Управление в технических системах"  
Управление и информатика в технических системах  
Кафедра «Конструирование и технологии в электротехнике»

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**ФГБОУ ВО «Пермский национальный**  
**исследовательский политехнический**  
**университет» (ПНИПУ)**

«Теоретические основы электротехники»

#### БИЛЕТ № 1

1. Классический метод расчета переходных процессов в электрических цепях.
2. Привести пример применения интегралов Дюамеля для расчета переходных процессов в электрических цепях.
3. Найти закон изменения тока после коммутации в цепи второго порядка с заданными параметрами.

Составитель

\_\_\_\_\_

Т.А.Кузнецова

(подпись)

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Н.М.Труфанова

(подпись)

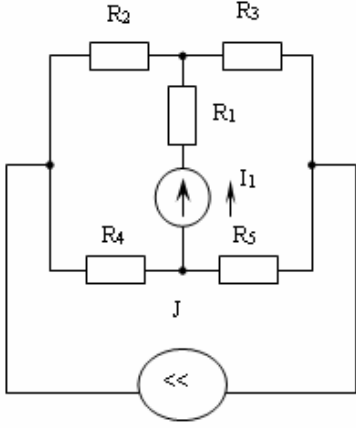
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

## Приложение 2

### Пример типовой практической задачи

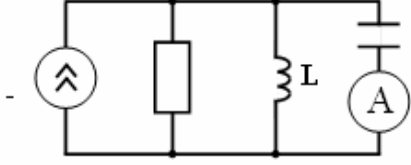
Практические задачи решаются студентами на практических занятиях в рамках контрольных работ после освоения разделов 1, 2, 3, 4, 5, 6. Также практическая задача входит в экзаменационный билет как 3 вопрос.

#### 2.1 Пример типовой практической задачи по разделу 1



Дано:  
 $E=11 \text{ В}$ ,  $J=0,3 \text{ А}$ ,  
 $R_1=R_5=10 \text{ Ом}$ ,  
 $R_2=20 \text{ Ом}$ ,  $R_3=5 \text{ Ом}$ ,  
 $R_4=40 \text{ Ом}$   
 Определить все токи методом контурных токов и проверить баланс мощности. Проверить ток  $I_1$  методом эквивалентного генератора и методом наложения.

#### 2.2 Пример типовой практической задачи по разделу 2



Дано:  
 $j(t) = 0,2\sqrt{2} \sin 10^3 t, \text{ А}$   
 цепь настроена в резонанс  $L = 1 \text{ мГн}$ ,  
 $Q$  (добротность) = 20  
 Определить  $R$ ,  $C$ , все токи.

#### 2.3 Пример типовой практической задачи по разделу 3



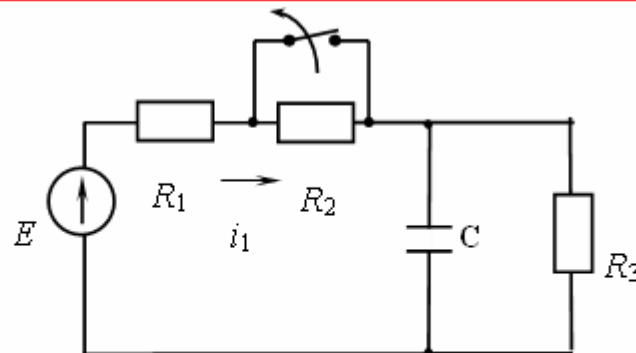
$e_1(t) = 20 + 100 \sin \omega t + 10 \sin(\omega_2 t + 60^\circ)$   
 $e_2(t) = 20 + 100 \sin \omega t + 10 \sin(\omega_2 t + 60^\circ)$   
 $R = X_{L(1)} = X_{C(1)} = 10 \text{ Ом}$   
 Определить: показание амперметра, активную, реактивную, полную мощность цепи, мощность искажения

2.5 Пример типовой практической задачи по разделу 4

Даны: А-параметры симметричного четырехполюсника  $A_{12} = 8 \text{ Ом}$ ,  $A_{21} = j0,02 \text{ См}$ .

Найти: мгновенное значение входного тока, если четырехполюсник нагружен на повторное сопротивление, а комплекс входного напряжения  $\dot{U}_1 = 260e^{-j30^\circ} \text{ В}$ .

2.4 Пример типовой практической задачи по разделу 5



Дано:  $E = 120 \text{ В}$ ,  $R_1 = R_2 = 10 \text{ кОм}$ ,  $R_3 = 20 \text{ кОм}$ ,  $C = 10 \text{ мкФ}$ .  
Определить закон изменения тока  $i_1(t)$  в переходном режиме классическим (операторным) методом. Построить график.

2.4 Пример типовой практической задачи по разделу 6

Плоскопараллельная электромагнитная волна с частотой  $f = 10^4 \text{ Гц}$  распространяется в однородной изотропной проводящей среде. Волновое сопротивление равно  $Z_c = 2\pi\sqrt{200} e^{j45^\circ}$ , фазовая скорость равна  $v_\phi = 2.5 \text{ м/с}$ .

**Определить** удельную проводимость  $\gamma$  среды.



Комплексное задание № 1

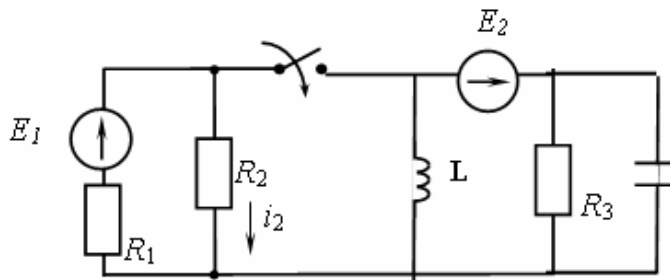


Рис. 1 – Расчетная цепь для выполнения комплексного задания

Дано: Электрическая цепь (рис. 1) с параметрами источников и потребителей:  
 $E_1 = 60$  В,  $E_2 = 100$  В,  $R_1 = R_2 = R_3 = 60$  Ом,  $L = 0,2$  Гн,  $C = 200$  мкФ.

Задание:

1. Определить порядок электрической цепи.
2. Записать законы коммутации.
3. Двумя способами определить вид переходного процесса в электрической цепи.
4. Двумя способами определить зависимые начальные условия.
5. Составить систему для определения постоянных интегрирования для тока  $i_2(t)$  в переходном режиме классическим методом.
6. Двумя способами определить коэффициенты матриц связи для решения методом пространства состояний.