

**Рабочая программа дисциплины**  
**Б1.Б.17 Теоретические основы электротехники**

Для программы бакалавриата  
 По направлению подготовки  
**13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника»**  
 Направленность программы– «Электропривод и автоматика»  
 Форма обучения заочная

Автор: Мусакаев М.А., к.ф.-м.н., доцент кафедры ЭПиАПП, e-mail: [maogan1@yandex.ru](mailto:maogan1@yandex.ru)

<p>РЕКОМЕНДОВАНО</p> <p>Представитель кафедры ЭПиАПП <u><i>М.А.Новикова</i></u> /М.А.Новикова/ Заведующий кафедрой ЭПиАПП <u><i>В.Р.Киушкина</i></u> / В.Р.Киушкина/ протокол № <u>12</u> от «<u>28</u>» <u>04</u> 2017 г.</p>	<p>ОДОБРЕНО</p> <p>Представитель кафедры ЭПиАПП <u><i>М.А.Новикова</i></u> /М.А.Новикова/ Заведующий кафедрой ЭПиАПП <u><i>В.Р.Киушкина</i></u> /В.Р.Киушкина/ протокол № <u>12</u> от «<u>28</u>» <u>04</u> 2017 г.</p>	<p>ПРОВЕРЕНО</p> <p>Нормоконтроль в составе ОПОП пройден Специалист УМО <u><i>С.Р. Санникова</i></u> С.Р. Санникова «<u>03</u>» <u>05</u> 2017 г.</p>
<p>Рекомендовано к утверждению в составе ОП</p> <p>Председатель УМС <u><i>Л.А. Яковлева</i></u> / Л.А. Яковлева протокол УМС № <u>9</u> от «<u>04</u>» <u>05</u> 2017 г.</p>		<p>Зав. библиотекой</p> <p><u><i>И.С. Гоцанская</i></u> / И.С. Гоцанская «<u>03</u>» <u>05</u> 2017 г.</p>



**1. АННОТАЦИЯ**  
**к рабочей программе дисциплины**  
**Б.1.Б.17 Теоретические основы электротехники**  
Трудоемкость 12 з.е.

**1.1. Цель освоения и краткое содержание дисциплины**

Целью изучения дисциплины является формирование теоретической базы знаний для изучения комплекса специальных электротехнических дисциплин.

Задачи изучения дисциплины: формирование знаний о законах и методах расчета электрических цепей и электромагнитных полей электротехнических устройств и электроэнергетических систем, навыков расчета и анализа параметров токов и напряжений в установившихся и переходных режимах линейных и нелинейных схем замещения электрических цепей.

**Краткое содержание дисциплины:** Физические основы электротехники. Теория цепей. Линейные цепи постоянного тока. Линейные цепи синусоидального тока. Несинусоидальные токи в линейных цепях. Трехфазные цепи. Переходные процессы в линейных цепях. Нелинейные цепи постоянного тока. Нелинейные цепи переменного тока. Переходные процессы в нелинейных цепях. Магнитные цепи. Четырехполюсники. Фильтры. Установившиеся процессы в цепях с распределенными параметрами. Переходные процессы в цепях с распределенными параметрами. Основы синтеза электрических цепей. Понятие о диагностике электрических цепей. Теория электромагнитного поля. Электростатическое поле. Электрическое поле постоянных токов. Магнитное поле при постоянных магнитных потоках. Электромагнитное поле.

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

Планируемые результаты освоения программы (содержание и коды компетенций)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<p>способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей ОПК-3;</p> <p>способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике ПК-1;</p> <p>способность обрабатывать результаты экспериментов ПК-2;</p> <p>способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования ПК-3</p>	<p><i>знать:</i> теоретические основы электротехники: основные понятия и законы электромагнитного поля и теории электрических и магнитных цепей; методы анализа цепей постоянного и переменного токов в стационарных и переходных режимах; ОПК-3, ПК-1, ПК-3</p> <p><i>уметь:</i> использовать законы и методы при изучении специальных электротехнических дисциплин; ОПК-3, ПК-2</p> <p><i>владеть:</i> методами расчета переходных и установившихся процессов в линейных и нелинейных электрических цепях, навыками решения задач и проведения лабораторных экспериментов по теории электрических цепей и электромагнитного поля. ОПК-3, ПК-1, ПК-3</p>

**1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Индекс	Наименование дисциплины	Семестр изучения	Индексы и наименования учебных дисциплин (модулей), практик	
			на которые опирается содержание данной дисциплины	для которых содержание данной дисциплины (модуля) выступает опорой

			(модуля)	
Б1.Б.17	Теоретические основы электротехники	3-5	Б1.Б.11 Математика Б1.Б.12 Физика	Б1.Б.19 Электрические машины, Б1.Б.20 Силовая электроника, Б1.Б.21 Электрические и электронные аппараты

**1.4. Язык преподавания:** русский.

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

Выписка из учебного плана (гр. 3-БА-ЭП-17(5)):

Код и название дисциплины по учебному плану	Б.1.Б.17 Теретические основы электротехники	
Курс изучения	2, 3	
Семестр(ы) изучения	3-4, 5	
Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	экзамен	
Расчетно-графическая работа, семестр выполнения	4, 5	
Трудоемкость (в ЗЕТ)	12 ЗЕТ	
<b>Трудоемкость (в часах) (сумма строк №1,2,3), в т.ч.:</b>	432	
<b>№1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:</b>	Объем аудиторной работы, в часах	В т.ч. с применением ДОТ или ЭО <sup>1</sup> , в часах
Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.):	88	-
1.1. Занятия лекционного типа (лекции)	20	-
1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.:	-	-
- семинары (практические занятия, коллоквиумы т.п.)	32	-
- лабораторные работы	18	-
- практикумы	-	-
1.3. КСР (контроль самостоятельной работы, консультации)	18	-
<b>№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)</b>	326	
<b>№3. Количество часов на экзамен (при наличии экзамена в учебном плане)</b>	18	

<sup>1</sup>Указывается, если в аннотации образовательной программы по позиции «Сведения о применении дистанционных технологий и электронного обучения» указан ответ «да».

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

#### 3.1. Распределение часов по разделам и видам учебных занятий

Раздел	Всего часов	Контактная работа, в часах									Часы СРС
		Лекции	из них с применением ЭО и ДОТ	Семинары (практические занятия, коллоквиумы)	из них с применением ЭО и ДОТ	Лабораторные работы	из них с применением ЭО и ДОТ	Практикумы	из них с применением ЭО и ДОТ	КСР (консультации)	
Введение в дисциплину		2									
<b>Всего за 3 семестр</b>		2									
Введение. Основные понятия и законы электромагнитного поля и теории электрических и магнитных цепей.	38	2	-	4	-	-	-	-	-	5	27
Линейные электрические цепи постоянного тока.	38	1	-	4	-	2	-	-	-	4	27
Электромагнетизм.	30	1		2		-					27
Линейные электрические цепи переменного тока.	32	1		2		2					27
Нелинейные электрические и магнитные цепи	32	1		2		2					27
Четырехполосники и многополосники	34	1		2		2					29
<b>Экзамен</b>	9	-	-	-	-	-	-	-	-		9
<b>Всего часов за 4 семестр</b>	216	8	-	16	-	8	-	-	-	9	164 (9)
Трехфазные цепи	54	4		4		4				-	35 (ЛР)
Электрические цепи с несинусоидальными периодическими эдс и токами	46	2		2		2					35 (ЛР) 22(РГР)
Электрические фильтры	3	1		2		-					
Переходные процессы в электрических цепях с сосредоточенными параметрами	47	1		4		2					35 (ЛР)

Электрические цепи с распределенными параметрами	45	1		2		2					35 (ЛР)
Теория электромагнитного поля	3	1		2		-					
<b>Экзамен</b>	9	-	-	-	-	-	-	-	-	9	9
<b>Всего часов за 5 семестр</b>	216	10	-	16	-	10	-	-	-	9	162(9)

Примечание: ЛР-подготовка к лабораторным занятиям, РГР – выполнение расчетно-графической работы.

### 3.2. Содержание тем программы дисциплины

**Тема 1. Введение.** Основные понятия и законы электромагнитного поля и теории электрических и магнитных цепей.

Основные этапы развития электротехники и ее теоретических основ, отечественная школа теоретической электротехники.

Краткий исторический очерк развития науки об электрических и магнитных явлениях и их практическом применении. Тесная связь теоретических исследований с практическими задачами электротехники.

Предмет курса теоретической электротехники, его построение, связь со смежными специальными дисциплинами, его место в общей системе электротехнического образования инженера.

Общая физическая основа задач электромагнитного поля и теории электрических и магнитных цепей.

Электрические и магнитные цепи. Элементы электрических цепей. Активные и пассивные электрические цепи. Физические явления в электрических цепях. Параметры электрических цепей. Условно-положительные направления тока в элементах цепи и напряжения на их зажимах. Источники эдс и источники тока. Схемы электрических цепей. Топологические понятия для схемы электрической цепи. Граф цепи. Матрицы соединений, контуров, сечений и связь между ними. Понятие о дуальности.

Законы электрических цепей. Узловые и контурные уравнения электрических цепей. Полная система уравнений электрических цепей. Переходные и установившиеся процессы в электрических цепях. Понятие функции электрической цепи.

Понятие о переходных и установившихся состояниях электрических цепей. Анализ и синтез, идентификация и диагностика - как основные задачи теоретической электротехники.

**Тема 2. Линейные электрические цепи постоянного тока.**

Цели и задачи расчета электрических цепей. Законы кирхгофа, ома. Применение законов кирхгофа для расчета сложных цепей. Метод контурного тока. Метод узловых потенциалов. Метод двух узлов. Метод наложения. Метод задающих токов (пропорциональных величин). Метод расчета с использованием принципа взаимности. Теорема компенсации. Изменение токов в электрической цепи при изменении сопротивления в одной ветви. Метод эквивалентного генератора.

**Тема 3. Электромагнетизм.**

Магнитное поле и его параметры. Закон электромагнитной индукции. Потокосцепление. Эдс самоиндукции и взаимной индукции. Связь магнитного поля с электрическим током. Намагниченность веществ. Закон полного тока. Система уравнений электромагнитного поля максвелла. Закон ома для магнитной цепи. Ферромагнитные материалы и их свойства. Расчет неразветвленной и разветвленной магнитной цепи.

**Тема 4. Линейные электрические цепи переменного тока.**

Синусоидальные эдс, напряжения и токи. Источники синусоидальных эдс и токов. Действующие и средние значения периодических эдс, напряжений и токов. Изображение синусоидальных функций времени комплексными числами. Векторные диаграммы.

Синусоидальный ток в цепи с последовательным соединением участков  $r$ ,  $l$  и  $c$ . Комплексные сопротивления и проводимость. Законы ома и кирхгофа в комплексной форме. Метод формирования уравнений в комплексной форме.

Активная, реактивная и полная мощности. Мгновенная мощность и колебания энергии в цепи синусоидального тока. Расчет мощности по комплексам напряжения и тока.

Эквивалентные параметры сложной цепи переменного тока, рассматриваемой в целом как двухполюсник. Схемы замещения двухполюсника при заданной частоте.

Расчет при последовательном, параллельном и смешанном соединении участков цепи. Эквивалентные преобразования в электрических цепях.

Расчет цепей при наличии взаимной индукции. Индуктивно-связанные элементы электрической цепи. Трансформатор с линейными характеристиками. Идеальный трансформатор. Цепи, связанные через электрическое поле.

Баланс мощностей в цепи синусоидального тока. Проблемы расчета установившихся режимов сложных электрических цепей. Топологические методы расчета и анализа в символьной форме. Применение сигнальных графов для расчета электрических цепей.

**Тема 4.** Оценка влияния изменения параметров на режим цепи.

Резонанс при последовательном и параллельном соединении элементов цепи. Частотные характеристики последовательного и параллельного соединений, а также цепей, содержащих только реактивные элементы. Резонанс в реактивно-связанных контурах. Добротность контура. Коэффициент передачи. Избирательность и полоса пропускания. Практическое значение резонанса в электрических цепях.

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

Установившиеся процессы в нелинейных цепях и методы их расчета. Понятия об элементах и свойствах нелинейных цепей. Классификация нелинейных элементов: двухполюсники и многополюсники, активные и пассивные элементы, реактивные нелинейные элементы, инерционные и безынерционные элементы. Характеристики нелинейных элементов, статические и дифференциальные параметры. Модели нелинейных элементов.

Основные свойства и методы расчета нелинейных электрических и магнитных цепей при постоянных токах и потоках. Графические, графоаналитические и численные методы расчета при последовательном, параллельном и смешанном соединении элементов. Расчет сложных нелинейных цепей. Расчет магнитных цепей. Аналогия уравнений магнитных и электрических нелинейных цепей. О расчете магнитных цепей с постоянными магнитами.

Особенности расчета режимов нелинейных цепей при переменных токах и напряжениях. Особенности периодических режимов в нелинейных цепях. Общая характеристика методов расчета. Соотношения задач анализа линейных и нелинейных цепей. Идеи линеаризации. Способы аппроксимации характеристик нелинейных элементов: кусочно-линейная, степенная, сплайнами. Простейшие графические и графоаналитические методы, итерационные методы. Аналитические методы, методы сопряжения интервалов, гармонического баланса, гармонической линеаризации.

Цепи с нелинейными индуктивностями - катушками с ферромагнитным сердечником. Метод эквивалентных синусоид. Эквивалентные параметры и схемы замещения катушки и трансформатора. Резонансные явления в нелинейных цепях. Феррорезонансы напряжения и тока. Цепи с вентильными преобразователями. Цепи с периодически меняющимися параметрами.

**Тема 6.** Четырехполюсники и многополюсники

Основные определения и классификация четырехполюсников. Различные виды уравнений пассивного и активного четырехполюсника. Системы параметров четырехполюсника и их взаимосвязь. Эквивалентные схемы замещения взаимных четырехполюсников. Характеристические параметры. Схемные функции и частотные характеристики. Способы соединений. Передаточные функции согласованных схем. Функциональные четырехполюсники. Назначение. Обратные связи. Четырехполюсник с активными элементами. Структурные схемы. Вопросы устойчивости в электрических цепях с обратной связью. Электрические пассивные и активные фильтры и корректоры.

Уравнения пассивных и активных многополюсников, схемы замещения активных многополюсников. Соединения многополюсников и их матричное описание.

**Тема 7.** Трехфазные цепи.

Многофазные цепи и системы и их классификация. Понятие о трехфазных источниках эдс и тока. Расчеты трехфазных цепей в симметричных и несимметричных режимах. Получение вращающегося магнитного поля. Симметричные составляющие трехфазной системы величин. Применение метода симметричных составляющих к расчету трехфазных цепей. Активная, реактивная, полная мощности в трехфазных цепях.

**Тема 8.** Электрические цепи с несинусоидальными периодическими эдс и токами

Расчеты мгновенных установившихся напряжений и токов в электрических цепях при действии периодических несинусоидальных эдс и токов. Зависимость формы кривой тока от характера цепи при несинусоидальных токах и напряжениях. О составе высших гармоник при наличии симметрии форм кривых тока или напряжения. Особенности поведения высших гармоник в трехфазных цепях. Ряд Фурье в комплексной форме. Биения и модулированные колебания.

Комплексный коэффициент передачи электрической цепи и связанные с ним характеристики: амплитудная, фазовая, частотные характеристики, характеристики затухания и группового времени запаздывания. Анализ преобразования сигнала в частотной области и условие прохождения сигнала без искажений.

#### **Тема 9. Электрические фильтры.**

Основные определения и классификация фильтров. Условия пропускания реактивного фильтра. Фильтры типа  $k$ . Фильтры типа  $m$ .  $Rc$  – фильтры.

#### **Тема 10. Переходные процессы в электрических цепях с сосредоточенными параметрами.**

Понятие о переходном процессе в линейной электрической цепи. Причины возникновения и сущность переходного процесса.

Классический метод расчета. Порядок составления и методы решения уравнений электрической цепи. Свободные и принужденные составляющие. Установившиеся и переходящие составляющие. Собственные частоты цепи. Определение постоянных интегрирования.

Переходные процессы в цепях с одним накопителем энергии. Переходные процессы в последовательной цепи  $r, l, c$  при ее включении на постоянное и синусоидальное напряжение.

Переходные процессы при мгновенном изменении параметров участков цепи. Расчеты переходных процессов в сложной цепи. Метод переменных состояния. Запись аналитических решений уравнений состояния с использованием функций от матриц.

Расчеты при воздействии эдс произвольной формы. Интеграл свертки и его применение при анализе переходных процессов.

Операторный метод расчета. Основные положения операторного метода. Уравнения цепи в операторной форме. Расчет переходных и свободных токов операторным методом.

Частотный метод расчета. Частотные характеристики и их применение к расчету переходных процессов. Связь между частотными и временными характеристиками.

Расчет переходных процессов в электрических цепях на основе конечно-разностного описания этих процессов – расчет переходных процессов в электрических цепях на основе интегральных преобразований. Применение интегральных преобразований (Лапласа, Фурье) для расчета переходных процессов в сложных электрических цепях. Связь интегральных преобразований. Аналитический метод решения уравнений состояния в сложной электрической цепи при аналитически заданных функциях эдс и токов источников – определение отдельных составляющих (свободной, принужденной, установившейся, переходящей) и полного решения этих уравнений на основе функций от матриц.

Методы расчета переходных процессов в нелинейных электрических цепях

Особенности колебательных процессов в нелинейных электрических цепях. Переходные процессы в нелинейных электрических цепях и методы их расчета: аналитические и численные.

#### **Тема 11. Электрические цепи с распределенными параметрами**

Решение уравнений однородной линии при установившемся синусоидальном режиме. Моделирование однородной линии цепной схемой. Бегущие волны. Различные режимы работы. Условия для неискажающей линии. Линия без потерь. Режим работы однородной линии с активной и реактивной нагрузкой. Измерительная линия.

Переходные процессы в цепях с распределенными параметрами. Решение уравнений однородной неискажающей линии при переходном процессе. Прямая и обратная волны. Характер и происхождение волн в линиях. Резистивно-емкостные цепи с распределенными параметрами, их физическая реализация.

#### **Тема 12. Теория электромагнитного поля. Уравнения электромагнитного поля**

Закон полного тока и закон электромагнитной индукции, теорема Гаусса, принципы непрерывности магнитного потока и электрического тока в дифференциальной форме. Полная система уравнений электромагнитного поля (уравнения Максвелла). Материальные среды и их



электрофизические свойства. Векторы электромагнитного поля на границе раздела сред. Энергия и энергетические преобразования в электромагнитном поле.

Формы записи уравнений максвелла и условия однозначности их решения (теорема единственности). Основные частные случаи моделей электромагнитных полей (статические и стационарные поля, переменные поля в проводящих средах и т.п.).

Электростатическое поле

Электростатическое поле и его уравнения. Безвихревой характер электростатического поля. Потенциал и градиент потенциала. Определение потенциала при заданном распределении зарядов. Уравнения лапласа и пуассона и примеры их решения. Основная задача электростатики. Связь между потенциалами и зарядами в системе заряженных тел. Емкости простых систем электродов и линий (емкость между круглыми цилиндрами, емкость двухпроводной линии с учетом влияния земли, емкость трехфазной сети). Энергия и сила в электростатическом поле.

Электрическое поле постоянных токов

Уравнения электрического поля постоянных токов. Аналогия электрического поля в проводящей среде с электростатическим полем. Электрическое поле растекания токов, сопротивление растекания.

Магнитное поле постоянных токов

Вихревой характер магнитного поля тока. Скалярный и векторный потенциалы и их применение к расчетам магнитных полей. Обобщенный скалярный магнитный потенциал и его применение для расчета магнитных полей в областях с током. Аналогии магнитного поля с электростатическим полем. Поле вблизи плоских поверхностей ферромагнитных тел. Энергия и сила в магнитном поле.

Аналитические и численные методы расчета потенциальных электрических и магнитных полей

Постановка краевой задачи для уравнений пуассона и лапласа. Виды граничных условий и типы краевых задач. Методы решения краевых задач.

Основные соотношения переменного электромагнитного поля в материальной среде

Уравнения максвелла в комплексной форме. Комплексные параметры среды. Теорема умова-пойнтинга в комплексной форме. Вектор пойнтинга. Виды задач электродинамики и методы их решения.

### 3.3. Формы и методы проведения занятий, применяемые учебные технологии

В процессе преподавания дисциплины используются традиционные технологии наряду с активными и интерактивными технологиями.

*Учебные технологии, используемые в образовательном процессе*

Раздел дисциплины	Семестр	Используемые активные/интерактивные образовательные технологии	Количество часов
По всем разделам		Видео материалы, демонстрационные плакаты, использование интерактивной доски	
Итого:			

## 4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы<sup>2</sup> обучающихся по дисциплине Содержание СРС

### Лабораторные работы или лабораторные практикумы

<sup>2</sup> Самостоятельная работа студента может быть внеаудиторной (выполняется студентом самостоятельно без участия преподавателя – например, подготовка конспектов, выполнение письменных работ и др.) и аудиторной (выполняется студентом в аудитории самостоятельно под руководством преподавателя – например, лабораторная или практическая работа).

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Лабораторная работа или лабораторный практикум	Трудо-емкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	Линейные электрические цепи постоянного тока.	Изучение методик расчета электрических цепей	27	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.
2	Линейные электрические цепи переменного тока.	Изучение законов линейных электрических цепей переменного тока	27	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.
3	Нелинейные электрические и магнитные цепи	Изучение законов нелинейных электрических цепей переменного тока	27	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.
4	Четырехполюсники и многополюсники	Изучение четырехполюсников и параметров четырехполюсников и многополюсников	29	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.
5	Трехфазные цепи	Изучение трехфазных цепей, их соединений	35	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.
6	Электрические цепи с несинусоидальными периодическими эдс и токами	Изучение электрических цепей с несинусоидальными периодическими эдс и законов Действующих в этих цепях	57	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.
7	Переходные процессы в электрических цепях с сосредоточенными параметрами	Изучение переходных процессов в электрических цепях с различными параметрами	35	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.
8	Электрические цепи с распределенными параметрами	Изучение электрических цепей с распределенными параметрами	35	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.
	Всего часов		280	

### Работа на лабораторном занятии

В период освоения дисциплины студенты посещают лекционные занятия, самостоятельно изучают дополнительный теоретический материал к лабораторным занятиям. Критериями оценки работы на лабораторных занятиях является: владение теоретическими положениями по теме, выполнение лабораторных работ. Самостоятельная работа студентов включает проработку методических рекомендаций и дополнительной учебной литературы в соответствии с планом занятия; выполнение лабораторных работ. Основной формой проверки СРС является проведение лабораторных работ и письменное написание полученных результатов согласно методическим рекомендациям.

Содержание дисциплины, разработка лабораторных занятий с указанием основной и дополнительной литературы к каждому занятию, а также методические рекомендации к выполнению лабораторных заданий, образцы их выполнения представлены в Методических указаниях по курсу «Теоретические основы электротехники». Нерюнгри, 2009 г.

Критериями для оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения учебного материала;
- умение использовать теоретические знания при выполнении лабораторных работ;
- правильность выполнения лабораторных работ;
- обоснованность и четкость изложения результатов.

Максимальный балл, который студент может набрать на лабораторном занятии, - 38 баллов.

#### **Расчетно-графическая работа**

В рамках курса предусмотрено выполнение 4-х расчетно-графических работ (по 2 РГР на семестр) по следующим темам:

**(4 семестр)**

РГР 1. Расчет трехфазной цепи переменного тока.

**(5 семестр)**

РГР 1. Расчет переходных процессов в электрических цепях.

Методические рекомендации к выполнению расчетно-графических работ, образцы их выполнения представлены в Методических указаниях по курсу «Теоретические основы электротехники». Нерюнгри, 2006 г. и в Методических указаниях по курсу «Теоретические основы электротехники» Расчет линейных электрических цепей.

Критерии оценки расчетно-графической работы:

17 балла выставляется за 100% выполненную работу, в которой отсутствуют фактические ошибки. 15 баллов - за работу, в которой допущена 1 фактическая ошибка. 14 баллов – за работу, в которой допущены 2 ошибки. 12 баллов – за работу с 3 ошибками. 10 баллов – за работу с 4 ошибками. 8 баллов – за работу с 5 ошибками. Работа, выполненная более чем с 6 ошибками, не оценивается.

#### **5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Методические указания для помощи обучающимся в успешном освоении дисциплины в соответствии с запланированными видами учебной и самостоятельной работы обучающихся:

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов	Наличие грифа, вид грифа	Количество экземпляров в библиотеке СВФУ
1	Чепайкина Т.А. Методические указания по выполнению расчетно-графических работ по дисциплине «Теоретические основы электротехники» Нерюнгри, ТИ(ф) ЯГУ, 2006		
2	Чепайкина Т.А. Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Теоретические основы электротехники» Нерюнгри, ТИ(ф) ЯГУ, 2006		

3	Чепайкина Т.А. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «теоретические основы электротехники» Нерюнгри, ТИ(ф) ЯГУ, 2009		
4	Каплун В.И. Методические указания по расчету линейных цепей постоянного тока по курсу «Теоретические основы электротехники» Нерюнгри, ТИ(ф) ЯГУ, 2010		

Методические указания размещены в СДО Moodle: <http://moodle.nfygu.ru>

### Рейтинговый регламент по дисциплине:

#### 4 семестр

№	Вид выполняемой учебной работы (контролирующие материалы)		Количество баллов (min)	Количество баллов (max)	Примечание
	Испытания / Формы СРС	Время, час			
1	Лабораторные занятия	4 ЛЗ*35=140	4 ЛЗ*6=24	4 ЛЗ*10=40	знание теории; выполнение лабораторной работы
2	Расчетно-графическая работа	24	21	30	в письменном виде, индивидуальные задания
<b>Итого:</b>		<b>164</b>	<b>45</b>	<b>70</b>	

#### 5 семестр

№	Вид выполняемой учебной работы (контролирующие материалы)		Количество баллов (min)	Количество баллов (max)	Примечание
	Испытания / Формы СРС	Время, час			
1	Лабораторные занятия	4 ЛЗ*35=140	4 ЛЗ*6=24	4 ЛЗ*10=40	знание теории; выполнение лабораторной работы
2	Расчетно-графическая работа	22	21	30	в письменном виде, индивидуальные задания
<b>Итого:</b>		<b>162</b>	<b>45</b>	<b>70</b>	

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

### 6.1. Показатели, критерии и шкала оценивания

Коды оцениваемых компетенций	Показатель оценивания (по п.1.2.РПД)	Уровни освоения	Критерии оценивания (дескрипторы)	Оценка
способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей ОПК-3; способность участвовать в планировании,	<i>знать:</i> теоретические основы электротехники: основные понятия и законы электромагнитного поля и теории электрических и	Высокий	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность,	отлично

<p>подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике ПК-1; способность обрабатывать результаты экспериментов ПК-2; способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования ПК-3</p>	<p>магнитных цепей; методы анализа цепей постоянного и переменного токов в стационарных и переходных режимах; ОПК-3, ПК-1, ПК-3</p> <p><i>уметь:</i></p> <p>использовать законы и методы при изучении специальных электротехнических дисциплин; ОПК-3, ПК-2</p> <p><i>владеть:</i></p> <p>методами расчета переходных и установившихся процессов в линейных и нелинейных электрических цепях, навыками решения задач и проведения лабораторных экспериментов по теории электрических цепей и электромагнитного поля. ОПК-3, ПК-1, ПК-3</p>		<p>отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен полностью с использованием современной терминологии. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа. В лабораторном задании может быть допущена 1 фактическая ошибка.</p>	
		Базовый	<p>Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен полностью с использованием современной терминологии. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя. В лабораторном задании могут быть допущены 2-3 фактические ошибки.</p>	хорошо
		Минимальный	<p>Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции. В лабораторном задании могут быть допущены 4-5 фактических ошибок.</p>	удовлетворительно
		Не освоены	<p>Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не ос-</p>	неудовлетворительно

			<p>знает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, терминология не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента. В лабораторном задании допущено более 5 фактических ошибок.</p> <p><i>или</i> Ответ на вопрос полностью отсутствует</p> <p><i>или</i> Отказ от ответа</p>	
--	--	--	---	--

## 6.2. Типовые контрольные задания (вопросы) для промежуточной аттестации

Экзамен по Теоретическим основам электротехники проводится в форме собеседования по экзаменационным билетам. Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса в третьем семестре, и три теоретических вопроса в четвертом семестре.

### Вопросы к экзамену:

### Перечень теоретических вопросов

#### (4 семестр)

1. Законы Кирхгофа. Метод расчета электрических цепей по законам Кирхгофа.
2. Метод контурных токов.
3. Метод наложения (суперпозиции).
4. Метод эквивалентного генератора.
5. Метод узловых потенциалов.
6. Метод двух узлов.
7. Баланс мощностей.
8. Магнитное поле. Общие понятия.
9. Магнитная индукция.
10. Магнитный поток.
11. Магнитная проницаемость.
12. Напряженность магнитного поля.
13. Закон полного тока.
14. Поле тока кольцевой катушки. Поле тока цилиндрической катушки.
15. Электромагнитная сила.
16. Намагничивание ферромагнитных материалов.
17. Циклическое перемагничивание ферромагнитных материалов.
18. Магнито - мягкие материалы и их петля гистерезиса.
19. Магнито - твердые материалы и их петля гистерезиса.
20. Понятие о магнитных цепях.
21. Основные законы магнитных цепей.
22. Электромагнитная индукция. Общие понятия.
23. Собственное потокосцепление и индуктивность.
24. Взаимное потокосцепление и взаимная индуктивность.
25. ЭДС самоиндукции, ЭДС взаимной индукции.
26. Вихревые токи.
27. Переменный ток и ЭДС и их получение.
28. Графическая и аналитическая запись синусоидальных величин. Период. Частота.
29. Действующие значения синусоидальных величин ( $I$ ,  $U$ ,  $E$ ).
30. Средние значения синусоидальных величин ( $I_{ср.}$ ,  $U_{ср.}$ ,  $E_{ср.}$ ).
31. Представление синусоидальных величин времени комплексными величинами (три формы записи и их графическое представление)
32. Операции сложения, вычитания, умножения и деления комплексных функций.

33. Законы Кирхгофа в комплексной форме. Производная и интеграл комплексной функции времени.
34. Цепь с активным сопротивлением (аналитическое, графическое, комплексное представление напряжений, токов, мощности, энергии).
35. Цепь с индуктивным сопротивлением (аналитическое, графическое, комплексное представление напряжений, токов, мощности, энергии).
36. Цепь с емкостным сопротивлением (аналитическое, графическое, комплексное представление напряжений, токов, мощности, энергии).
37. Последовательное соединение R,L,C элементов в цепи синусоидального тока (аналитическое, графическое, комплексное представление напряжений, сопротивлений и мощности в виде треугольников).
38. Параллельное соединение R,L,C элементов в цепи синусоидального тока (аналитическое, графическое, комплексное представление напряжений, сопротивлений и мощности в виде треугольников).
39. Резонанс напряжений.
40. Резонанс токов.
41. Значение  $\cos \varphi$  и способы его повышения.
42. Электрические цепи со взаимной индукции. Особенности расчета и построения векторных диаграмм.
43. Воздушный трансформатор

**(5 семестр)**

1. Трехфазные цепи. Основные формулы, определения.
2. Трехфазные цепи. Виды трехфазных цепей.
3. Трехфазные цепи. Временные и векторные диаграммы.
4. Основные соотношения, векторные диаграммы трехфазной цепи при соединении потребителей треугольником.
5. Основные соотношения, векторные диаграммы трехфазной цепи при соединении потребителей звездой.
6. Трехфазные цепи. Активная, реактивная и полная мощности.
7. Трехфазные цепи. Измерение мощности одним, двумя и тремя ваттметрами.
8. Трехфазные цепи. Расчет цепей при симметричной нагрузке.
9. Трехфазные цепи. Расчет цепей при несимметричной нагрузке.
10. Вращающееся магнитное поле.
11. Принцип действия асинхронного и синхронного двигателей
12. Симметричные составляющие несимметричной трехфазной цепи.
13. Высшие гармоники в трехфазных цепях при соединении потребителей звездой. Гармоники кратные трем.
14. Высшие гармоники в трехфазных цепях при соединении потребителей треугольником. Гармоники кратные трем.
15. Электрические цепи с несинусоидальными напряжениями и токами. Разложение в ряд Фурье.
16. Электрические цепи с несинусоидальными напряжениями и токами. Влияние фазы гармоники на вид несинусоидальной функции.
17. Электрические цепи с несинусоидальными напряжениями и токами. Разложение в ряд Фурье с применением коэффициентов В и С.
18. Электрические цепи с несинусоидальными напряжениями и токами. Симметричные несинусоидальные функции относительно оси абсцисс.
19. Электрические цепи с несинусоидальными напряжениями и токами. Симметричные несинусоидальные функции относительно оси ординат.
20. Электрические цепи с несинусоидальными напряжениями и токами. Симметричные несинусоидальные функции относительно начала координат.
21. Электрические цепи с несинусоидальными напряжениями и токами. Симметричные несинусоидальные функции относительно начала координат и оси абсцисс.

22. Действующее значение несинусоидального тока и мощность цепи, коэффициенты амплитуды и формы.
23. Особенности расчета электрических цепей с несинусоидальными ЭДС и токами в однофазных электрических цепях.
24. Зависимость величины сопротивления цепи от номера гармоники.
25. Коэффициенты, характеризующие форму несинусоидальных периодических кривых.
26. Резонанс при несинусоидальных токах и напряжениях.
27. Особенности расчета электрических цепей с несинусоидальными ЭДС и токами в трехфазных электрических цепях.
28. Четырехполюсники. Виды, классификация, где применяются, передаточные функции.
29. Четырехполюсники. Постоянные четырехполюсника и их определение.
30. Четырехполюсники. Т-образная схема замещения пассивного четырехполюсника.
31. Четырехполюсники. П-образная схема замещения пассивного четырехполюсника.
32. Электрические фильтры. Основные определения, виды и типы фильтров.
33. Электрические низкочастотные фильтры.
34. Электрические высокочастотные фильтры.
35. Электрические полосовые фильтры.
36. Электрические режекторные (заградительные) фильтры.
37. Причины возникновения переходных процессов. Законы изменения энергии в реактивных элементах.
38. Переходные процессы. Законы коммутации.
39. Переходные процессы. Независимые начальные условия, зависимые начальные условия, конечные условия.
40. Переходные процессы. Переходный, принужденный, свободный режимы.
41. Переходные процессы. Постоянная времени переходного процесса, время переходного процесса, их физический смысл.
42. Переходные процессы. Влияние на постоянную времени характера напряжения (тока). При каких условиях отсутствует переходный процесс при постоянном и синусоидальном напряжениях (токах).
43. Порядок расчета переходного процесса классическим методом.
44. Переходные процессы. Короткое замыкание RL цепи. Классический метод расчета.
45. Переходные процессы. Включение RL цепи на постоянное напряжение. Классический метод расчета.
46. Переходные процессы. Включения RL цепи на синусоидальное напряжение. Классический метод расчета.
47. Переходные процессы. Изменение сопротивления в RL цепи. Классический метод расчета.
48. Переходные процессы. Короткое замыкание RC цепи. Классический метод расчета.
49. Переходные процессы. Включение RC цепи на постоянное напряжение. Классический метод расчета.
50. Переходные процессы. Включение RC цепи на синусоидальное напряжение. Классический метод расчета.
51. Переходные процессы. Способы составления характеристического уравнения.
52. Переходные процессы. Определение степени характеристического уравнения. Расчет переходного процесса при высоком порядке характеристического уравнения.
53. Переходные процессы. Свойства и характер переходного процесса при двух корнях характеристического уравнения (апериодический процесс).
54. Переходные процессы. Свойства и характер переходного процесса при двух корнях характеристического уравнения (колебательный процесс).
55. Переходные процессы. Критический (граничный) переходной режим.
56. Операторный метод расчета переходных процессов. Интеграл Лапласа и его значение.
57. Операторный метод расчета переходных процессов. Формулы соответствия.
58. Операторные схемы замещения.
59. Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме.



60. Операторный метод расчета переходных процессов. Прямая задача.
61. Операторный метод расчета переходных процессов. Обратная задача.
62. Расчет переходных процессов в нелинейных электрических цепях.
63. Электрические цепи с распределенными параметрами.
64. Нелинейные электрические цепи. Классификация, вольтамперные характеристики.
65. Нелинейные электрические цепи. Графический метод расчета. Последовательные соединения.
66. Нелинейные электрические цепи. Графический метод расчета. Параллельное соединение.
67. Нелинейные электрические цепи. Аналитический метод расчета. Статическое и динамическое сопротивление.
68. Нелинейные электрические цепи. Стабилизатор тока.
69. Нелинейные электрические цепи. Стабилизатор напряжения.
70. Нелинейные электрические цепи. Графический метод расчета вида функции выходного тока идеализированной катушки, намотанной на ферромагнитный сердечник от вида входного синусоидального напряжения.
71. Нелинейные электрические цепи. Ток цепи с диодом с неоднородными источниками питания. Графический метод расчета.
72. Нелинейные электрические цепи. Влияние гистерезиса и вихревых токов на ток катушки с ферромагнитным сердечником. (Графический метод расчета).
73. Нелинейные электрические цепи. Электрические и магнитные потери в катушки с ферромагнитным сердечником.
74. Нелинейные электрические цепи. Полная векторная диаграмма катушки с ферромагнитным сердечником.
75. Нелинейные электрические цепи. Схема замещения катушки с ферромагнитным сердечником.
76. Нелинейные электрические цепи. Феррорезонанс.
77. Нелинейные электрические цепи. Релейный эффект у терморезистора.

#### Критерии оценки:

Компетенции	Характеристика ответа на теоретический вопрос / выполнения практического задания	Количество набранных баллов
ОПК-3, ПК-1, ПК-3	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Могут быть допущены недочеты в определении терминов и понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.	Максимальный балл по рейтингу 30б
	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.	80% от максимального балла
	Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано	60% от максимального балла
	Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, терминология не используется. <i>или</i> Ответ на вопрос полностью отсутствует <i>или</i> Отказ от ответа	минимальный балл <50% при отказе от ответа ноль баллов

### 6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

<b>Характеристики процедуры</b>	
Вид процедуры	экзамен
Цель процедуры	выявить степень сформированности компетенции ОПК-3, ПК-1, ПК-2, ПК-3
Локальные акты вуза, регламентирующие проведение процедуры	Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся СВФУ, версия 2.0, утверждено ректором СВФУ 15.03.2016 г. Положение о балльно-рейтинговой системе в СВФУ, версия 4.0, утверждено 21.02.2018 г.
Субъекты, на которых направлена процедура	студенты 2,3 курса бакалавриата
Период проведения процедуры	Зимняя экзаменационная сессия, летняя экзаменационная сессия
Требования к помещениям и материально-техническим средствам	-
Требования к банку оценочных средств	-
Описание проведения процедуры	Экзамен принимается в устной форме по билетам. Экзаменационный билет по дисциплине включает два теоретических вопроса. Время на подготовку – 0,5 астрономических часа.
Шкалы оценивания результатов	Шкала оценивания результатов приведена в п.6.1. РПД.
Результаты процедуры	В результате сдачи всех заданий для СРС студенту необходимо набрать 45 баллов, чтобы быть допущенным к экзамену.

**7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины<sup>3</sup>**

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов	Наличие грифа, вид грифа	Количество экземпляров в библиотеке СВФУ
Основная литература			
1	Демирчян К.С., Л.Р. Нейман, Н.В. Коровкин Теоретические основы электротехники: В 3-х т. Учебник для студентов вузов. – СПб.: Питер, 2009	Допущено МО РФ	15
Дополнительная литература			
2	Лоторейчук Е.А. Теоретические основы электротехники учебник для вузов ИД Форум 2004 допущено МО РФ		
3	Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи Учебник для студентов высших учебных заведений Москва: Гардарики 2002.- 638 допущено МО РФ		
4	Башарин С.А. Теоретические основы электротехники. Теория электрических цепей электромагнитного поля Учебное пособие для студентов высших учебных заведений Москва: Академия 2004 рекомендовано УМО в области энергетики		
5	Бычков Ю.А. Основы теории электрических цепей Учебное пособие для студентов высших учебных заведений Спб: Лань 2004		
6	Коровкин Н.В. Теоретические основы электротехники учеб. Пособие Спб.: Питер 2004 допущено МО РФ		
7	Кузовкин В.А. Теоретическая электротехника Учебное пособие для студентов высших учебных заведений Москва: ПОГОС 2002 2005 допущено МО РФ		
8	Мурзин Ю.М. Электротехника Учебное пособие для студентов высших учебных заведений Спб.: Питер 2007 допущено МО РФ		
9	Татур Т.А. Установившиеся и переходные процессы в электрических цепях. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений М.: Высшая школа 2001 допущено МО РФ		
10	Прянишников В.А. Теоретические основы электротехники: Курс лекций Учебное пособие для студентов высших учебных заведений Спб.: Корона-Принт 2004		
11	Горбов А.М., Справочник по электротехнике, М.: АСТ, 2008		

<sup>3</sup> Для удобства проведения ежегодного обновления перечня основной и дополнительной учебной литературы рекомендуется размещать раздел 7 на отдельном листе, с обязательной отметкой в Учебной библиотеке.

12	Сборник задач по теоретическим основам электротехники: Под ред. Бессонова Л.А., учеб. Пособие. ВШ, 2002 г.		
Периодические издания			
1	Электрика		
2	Малая энергетика		
3	Электричество		
4	Электрические станции		
5	Промышленная энергетика		
6	Энергосбережение		
7	Электромеханика		
8	Проблемы энергетики		
9	Экология и промышленность России		
10	Электроника		
11	Электротехника		
12	Электрооборудование		
13	Безопасность труда в промышленности		
14	Горное оборудование электротехника		

#### **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее сеть-Интернет), необходимых для освоения дисциплины**

1. Электронный учебно-методический комплекс по дисциплине «Теоретические основы электротехники» (составители Старостина Л.В., Чепайкина Т.А.), включающий методические указания для обучающихся по освоению дисциплины: <http://moodle.nfygu.ru/course/view.php?id=1091>.
2. Интерактивный электронный курс лекций в двух частях «В мир электричества как в первый раз», автор Ванюшин М.Б., <http://eleczone.ru>.
3. Электроработы, <http://yanviktor.narod.ru/index.htm>.
4. Справочник электрика и энергетика, <http://www.elecab.ru/history.shtml>.

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

№ п/п	Виды учебных занятий*	Наименование аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр.	Перечень оборудования
1.	Лекционные и практические занятия	А508	тип. комп. учебного оборуд "Программирование микроконтроллеров" ПМ, тип. комп. учебного оборудования "Теория электрических цепей" наст, типов. комп. учебного оборудования "Физические основы электроники, компьютер в комплекте Пентиум 4, экран Projecta SlimScreen 160x160см Mattle White S, проектор NEC Projector NP40G
2.	СРС	Аудитории для СРС (А 511 УАК)	Компьютеры с выходом в Интернет

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

- модульная объектно-ориентированная динамическая учебная среда «Moodle».

