


ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Уральский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВПО УрГУПС)

Кафедра «Электрические машины»

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе
 Е.А. Малыгин
« 26 » 03 20__ г.

Основная образовательная программа

190901.65 «Системы обеспечения движения поездов»

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ
КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теоретические основы электротехники»

Шифр дисциплины – СЗ.Б.1

Направление подготовки (специальности) –

190901.65 «Системы обеспечения движения поездов»

Специализации «Электроснабжение железных дорог» «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте», «Телекоммуникационные системы и сети на железнодорожном транспорте»

Квалификация – специалист

Форма обучения – заочная

Екатеринбург
2013

Рабочая программа дисциплины «Теоретические основы электротехники» составлена в соответствии с основной образовательной программой подготовки специалистов по направлению 190901 «Системы обеспечения движения поездов».

Дисциплина «Теоретические основы электротехники» преподается на основе ранее изученных дисциплин:

1) физика

2) математика

и является фундаментом для изучения следующих дисциплин:

1) электрические машины

2) теория линейных электрических цепей

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры «Электрические машины»
22 марта. 2013, протокол № 4

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией факультета
25 марта 2013.

Согласование:

Автор:

канд. техн. наук, профессор

А.П. Сухогузов

Зав. кафедрой «Электрические машины»

канд. техн. наук, доцент

А.В. Бунзя

Зам. директора АКО по заочному образованию

канд. техн. наук, доцент

Ш.К. Валиев

Программа согласована:

Зам. председателя учебно-методической комиссии
электромеханического факультета

Н.О. Фролов

Рецензент: зав. кафедрой «Автоматика, телемеханика и связь»,

Канд. техн. наук, доцент

В.Н. Коваленко

/ Рецензент: зав. кафедрой «Электроснабжение транспорта»,

Канд. техн. наук, доцент

Ю.П. Неугольников

Курс 3,4

Зачетные единицы 11

Лекции 18 ч.

Лабораторные работы 18 ч.

Аудиторные занятия 36 ч.

Самостоятельные занятия 360 ч.

Всего часов 396 ч.

Зачет с оценкой 3 курс

Экзамен 4 курс

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

| | |
|--|----|
| Введение | 4 |
| Цель дисциплины, требования к результатам освоения дисциплины..... | 4 |
| 1. Распределение учебных часов по темам, видам занятий и видам самостоятельной работы..... | 5 |
| 2. Содержание рабочей программы..... | 5 |
| 3. Самостоятельная и индивидуальная работа студентов..... | 11 |
| 4. Примерная тематика практических занятий..... | 13 |
| 5. Перечень лабораторных работ..... | 13 |
| 6. Образовательные технологии..... | 13 |
| 7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости..... | 14 |
| 8. Примерные вопросы к экзамену (зачёту)..... | 14 |
| 9. Понятийно-терминологический словарь дисциплины..... | 18 |
| 10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)..... | 19 |
| 11. Материально-техническое обеспечение дисциплины..... | 20 |
| 12. Лист дополнение и изменений..... | 21 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Методические указания по организации самостоятельной работы студентов..... | 22 |

ВВЕДЕНИЕ

Цель дисциплины:

Изучение дисциплины направлено на формирование и развитие общекультурных (ОК) и профессиональных компетенций (ПК):

– профессиональные компетенции:

– способность применять знания в области электротехники и электроники для разработки и внедрения технологических процессов, технологического оборудования и технологической оснастки, средств автоматизации и механизации (ПК-10);

ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины студент должен:

1. Знать и понимать:

Основные законы и методы расчета электрических цепей постоянного и переменного токов; основные законы и понятия электромагнетизма.

2. Уметь:

Определять параметры электрических цепей постоянного и переменного тока; различать и выбирать электрические аппараты для типовых электрических цепей.

3. Владеть/ иметь навыки расчета и выбора электрических аппаратов для типовых электрических схем.

1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНЫХ ЧАСОВ ПО ТЕМАМ И ВИДАМ ЗАНЯТИЙ

Распределение учебных часов по темам и видам занятий в табл. 1

Распределение учебных часов по темам и видам занятий

Таблица 1

| № темы | Название тем рабочей программы | Объем учебных часов | | | | Рекомендуемая лите- ратура |
|-----------|---|---------------------|-----------|-----------------------------|-----|---------------------------------------|
| | | всего | том числе | | | |
| | | | лекции | лабора- торные работы | СРС | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | Физические основы электро- техники | 10 | 1 | – | 9 | Л1, Л2, Л4, Л6 |
| 2 | Линейные электрические цепи постоянного тока | 50 | 2 | 2 | 46 | Л1, Л2, Л4, Л6, Д7, Д10, Д11 |
| 3 | Цепи синусоидального тока | 50 | 2 | 2 | 46 | Л1, Л2, Л4, Л6, Д7, Д10, Д11, Д12. |
| 4. | Трехфазные цепи (ТФЦ) | 40 | 2 | 2 | 36 | Л1, Л2, Л4, Л6, Д8, Д10, Д11, Д12 |
| 5. | Расчет цепей при периодиче- ских несинусоидальных воз- действиях. | 30 | 1 | 2 | 27 | Л1, Л2, Л4, Л6, Д10, Д11, Д12 |
| 6. | Многополюсники | 20 | 2 | 2 | 16 | Л1, Л2, Л4, Л6, Д8, Д11 |
| 7. | Переходные процессы в ли- нейных электрических цепях | 60 | 3 | 4 | 53 | Л1, Л2, Л4, Л9, Д10, Д11, Д12. |
| 8. | Цепи с распределенными па- раметрами (длинные линии). | 50 | 2 | 2 | 46 | Л1, Л3, Л5, Л9, Д10, Д11, Д12. |
| 9. | Нелинейные электрические и магнитные цепи | 50 | 2 | 2 | 46 | Л1, Л3, Л5, Д10, Д11, Д12 |
| 10. | Теория электромагнитного поля | 23 | 1 | – | 22 | Л1, Л3, Л5, Д10, Д11 |
| | Экзамен | 13 | | | 13 | |
| ИТОГО: | | 396 | 18 | 18 | 360 | |

2. СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Тема 1. Физические основы электротехники

Введение, цели и задачи дисциплины. Основные физические характеристики: электрический потенциал, разность потенциалов, сила тока, виды проводимостей. Основные законы электрических цепей (законы Ома и Кирхгофа).

Литература: Л1, Л2, Л4, Л6

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение потенциала и разности потенциалов.
2. Дайте определение силы тока.
3. Сформулируйте I и II законы Кирхгофа.
4. Сформулируйте закон Ома для участка цепи (ветви).
5. Сформулируйте закон Ома на примере резистора (сопротивления),
6. Укажите особенности проводимости в проводниках электрического тока.

Тема 2. Линейные электрические цепи постоянного тока

Основные элементы электрической цепи постоянного тока, их графическое представление, реальные и идеальные источники энергии. Основные термины и понятия, применяемые при расчете цепей. Мощность и баланс мощностей в цепях постоянного тока. Понятие о принципах построения потенциальных диаграмм. Методы расчета электрических цепей: методы законов Кирхгофа, контурных токов, наложения, потенциалов, эквивалентного генератора, эквивалентных преобразований, линейных соотношений.

Литература: Л1, Л2, Л4, Л6, Д7, Д10, Д11

Контрольные вопросы:

1. Поясните особенности реальных источников энергии.
2. Дайте определения узла, контура, ветви в электрической цепи.
3. Сформулируйте баланс мощностей.
4. Изложите принципы расчета электрической цепи по методу законов Кирхгофа.
5. Поясните особенности расчета цепей методом контурных токов.
6. Изложите методику расчета цепей методом узловых потенциалов.
7. Поясните особенности заземления узловых точек при наличии ветвей с идеальным источником ЭДС.
8. Приведите условия расчета цепей методом эквивалентного генератора.
9. Дайте примеры с применением взаимного преобразования соединений из трехлучевой звезды в треугольник и наоборот.
10. Поясните суть метода линейных соотношений.
11. Поясните назначение и принципы построения потенциальных диаграмм.

Тема 3. Цепи синусоидального тока

Основные понятия о синусоидальных функциях и их параметрах, расчет средних и действующих значений. Формализация синусоидальных величин путем применения комплексных параметров. Изображения на комплексной плоскости. Волновые диаграммы. Синусоидальный ток в элементах цепи: в активном сопротивлении, в индуктивности катушки и в емкости конденсатора, а также при их последовательном соединении, параллельном соединении и т.д. Применимость методов расчета цепей постоянного тока к расчету цепей синусоидального тока. Топографические векторные диаграммы. Треугольники сопротивлений, треугольники проводимостей. Эквивалентные преобразования. Понятия комплексов полного, активного и реактивного сопротивлений. Энерге-

тические процессы в цепи синусоидального тока: понятия мгновенной активной, реактивной, полной мощностей, баланс мощностей, треугольник мощностей, применение комплексных характеристик, проблемы улучшения коэффициента мощности установок переменного тока. Резонансные явления в электрических цепях: резонанс напряжения и резонанс токов, условия появления, частотные характеристики и применение в реальных устройствах. Расчет цепей с индуктивной связью: понятие о взаимной индуктивности, способах соединения катушек и коэффициенте связи. Расчет цепи при последовательном, параллельном соединениях катушек. Применение метода законов Кирхгофа, метода индуктивных развязок.

Литература: Л1, Л2, Л4, Л6, Д7, Д10, Д11, Д12.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение синусоидальной функции и приведите ее основные параметры.
2. Найдите связь между амплитудными и действующими значениями токов.
3. Запишите в общем виде комплекс полного сопротивления при последовательном соединении R , L , C и известной угловой частоте ω .
4. Постройте треугольники сопротивлений и проводимостей для случая п.3.
5. Дайте определение активной, реактивной и полной мощностей.
6. Постройте волновую диаграмму тока, напряжения и мгновенной мощности для ветви, содержащей только активное сопротивление.
7. Поясните физический смысл улучшения коэффициента мощности энергетической установки.
8. Дайте характеристику явлению резонанса напряжений. Ответ поясните рисунком.
9. Особенности резонанса токов.
10. Постройте качественную частотную характеристику на примере зависимости тока от частоты при последовательном соединении элементов R , L , C .

Тема 4. Трехфазные цепи (ТФЦ)

Общие понятия о трехфазных цепях, принципы работы генератора трехфазной ЭДС (с построением волновой диаграммы). Понятие о способах соединения обмоток генератора и фазовых приемника. Основные принципы расчета симметричных ТФЦ. Расчет несимметричных режимов ТФЦ при различных схемах соединения приемников, особенности построения векторных диаграмм для схемы соединения приемника в звезду без нулевого провода.

Литература: Л1, Л2, Л4, Л6, Д8, Д10, Д11, Д12

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение фазы многофазной системы.
2. Поясните принцип получения трехфазной ЭДС.
3. Запишите условия симметрии трехфазной цепи.
4. Изложите особенности расчета симметричных ТФЦ.

5. Поясните на примерах особенности расчета несимметричных ТФЦ.
6. Можно ли считать аварийный режим как крайний случай несимметрии.
7. Поясните принцип использования ваттметра при измерении реактивной мощности.

Тема 5. Расчет цепей при периодических несинусоидальных воздействиях

Расчет средних и действующих значений для несинусоидальных величин. Понятия о коэффициентах несинусоидальности. Принципы расчета однофазных цепей несинусоидального тока. Основные виды мощностей в цепях несинусоидального тока: активная, реактивная, полная мощности и мощность искажения. Особенности ее проявления и расчета.

Литература: Л1, Л2, Л4, Л6, Д10, Д11, Д12

Контрольные вопросы:

1. Поясните особенности расчета средних и действующих значений в несинусоидальных цепях.
2. Дайте определение коэффициентам формы, амплитуды, искажения.
3. Поясните принципы и особенности расчета цепей однофазного тока при несинусоидальном напряжении.
4. Охарактеризуйте мощности и особенности их расчета в цепях несинусоидального тока.

Тема 6. Многополюсники (четыреполюсники (ЧП))

Пассивный и активный четырехполюсник на постоянном токе основные уравнения пассивного четырехполюсника и его коэффициенты. Особенности уравнений для пассивного ЧП и его свойства, уравнения в гиперболических функциях, понятие о вторичных параметрах симметричного ЧП. Эквивалентные схемы замещения четырехполюсников, расчет параметров.

Литература: Л1, Л2, Л4, Л6, Д8, Д11

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение четырехполюсника.
2. Опишите отличия пассивного и активного четырехполюсника.
3. Назовите вторичные параметры симметричного четырехполюсника и их характеристики.
4. Запишите основные уравнения симметричного ЧП с использованием вторичных параметров.
5. Поясните принцип выбора параметров эквивалентной схемы замещения.

Тема 7. Переходные процессы в линейных электрических цепях

Законы коммутации. Основы классического метода расчета переходных процессов в цепи с одним накопителем энергии (на примере цепи R-L, R-C). Классический метод расчета переходных процессов в цепи с двумя накопителями энергии: особенности расчета, в том числе, определение постоянных ин-

тегрирования, графическое предоставление расчета в простейшей цепи $R L C$ и для сложной цепи. Основы операторного метода расчета переходных процессов, преобразование Лапласа, изображения основных величин, основные законы электрических цепей в операторной форме.

Литература: Л1, Л2, Л4, Л9, Д10, Д11, Д12.

Контрольные вопросы:

1. Дайте обоснование законам коммутации.
2. Опишите принципы расчета переходных процессов классическим методом.
3. Дайте графическое описание переходному процессу при подключении цепи $R-L$ к источнику постоянного напряжения.
4. Опишите принцип работы постоянных интегрирования.
5. Назначение и роль характеристического уравнения.
6. Перечислите основные свойства операторных преобразований.
7. Приведите изображения основных функций при расчете переходных процессов.
8. Опишите методики расчета переходных процессов операторным методом.
9. Теорема разложения и ее значимость при расчете переходных процессов.

Тема 8. Цепи с распределенными параметрами (длинные линии)

Схема замещения длинной линии, волновые уравнения и их решения для установившихся режимов работы, первичные и вторичные параметры линий, падающие и отраженные волны. Длинные линии без искажения, длинные линии без потерь основные свойства и характеристики, стоячие волны в длинных линиях без потерь и условия возникновения.

Литература: Л1, Л3, Л5, Л7, Д10, Д12.

Контрольные вопросы:

1. Назначение первичных параметров длинной линии.
2. Вторичные параметры длинной линии.
3. Общие свойства линий без искажения и линий без потерь.
4. Отличительные свойства линий без искажения и линий без потерь.
5. Особенности методики расчета переходных процессов в длинных линиях.
6. Приведите примеры предельных значений коэффициентов преломления и отражения.
7. Поясните условия прохождения волн через точки неоднородности.

Тема 9. Нелинейные электрические и магнитные цепи.

Нелинейные цепи постоянного тока: виды нелинейных характеристик, методы аппроксимации кривых, расчет нелинейных цепей, включая графические, графоаналитические и аналитические методы расчета. Нелинейные магнитные цепи с постоянными намагничивающими силами: основные законы и допущения, методы расчета, включая метод двух узлов, принципы расчета не-

разветвленных магнитных цепей. Нелинейные электрические цепи переменного тока: свойства и характеристики нелинейных индуктивностей, метод эквивалентных синусоид; уравнения, схемы замещения и векторная диаграмма катушки и трансформатора с ферромагнитным сердечником; опытные способы определения параметров. Анализ нелинейных цепей с вентильными преобразователями.

Литература: Л1, Л3, Л5, Д10, Д11, Д12

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение нелинейного элемента.
2. Покажите примеры графической и аналитической аппроксимации нелинейных характеристик.
3. Поясните суть статических и динамических характеристик.
4. Какие допущения принимаются при расчете нелинейных магнитных цепей с постоянными намагничивающими силами.
5. Основные законы, применяемые при расчете нелинейных магнитных цепей с постоянными намагничивающими силами.
6. Метод эквивалентных синусоид, основные положения.
7. Особенности расчета параметров катушки с ферромагнитным сердечником по опытным данным.
8. Составьте схему измерения параметров катушки.
9. Методика расчета параметров приведенного трансформатора.
10. Виды нелинейных цепей с вентильными преобразователями.

Тема 10. Теория электромагнитного поля

Уравнения электромагнитного поля в интегральной и дифференциальной форме. Электростатическое поле и его свойства. Электрическое поле постоянных токов, методы расчета с использованием уравнений Лапласа и Пуассона. Магнитное поле постоянных токов. Основные уравнения и характеристики магнитного поля. Теорема Умова-Пойнтинга. Условия передачи энергии на примере линии постоянного тока. Электромагнитное поле переменных токов. Поверхностный эффект в стальном плоском месте и круглом проводнике.

Литература: Л1, Л3, Л5, Д10, Д11

Контрольные вопросы:

1. Запишите основные уравнения электромагнитного поля в интегральной форме и дайте их определения.
2. Запишите основные уравнения электромагнитного поля в дифференциальной форме и дайте их определения.
3. Поясните основные уравнения электростатического поля.
4. Применимость уравнений Лапласа и Пуассона к расчету полей.
5. Запишите основные уравнения электрического поля постоянного тока.
6. Запишите основные уравнения магнитного поля постоянного тока.
7. Векторный потенциал магнитного поля и его применение.

8. Теорема Умова-Пойнтинга и ее роль при анализе электромагнитных процессов в электроэнергетике.

9. Поверхностный эффект в плоском листе на основе уравнений переменного электромагнитного поля.

10. Поверхностный эффект в круглом проводнике.

3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ И ИНДИВИДУАЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Самостоятельная работа студентов включает в себя изучение теоретического материала с использованием указанного перечня литературы. Кроме того, самостоятельная работа потребуется при подготовке к лабораторным и практическим занятиям, при написании отчетов по лабораторным работам и выполнении контрольных работ по семестровому графику. Контроль за качеством выполнения лабораторных работ и других видов самостоятельной работы обеспечивается как аудиторными часами занятий, так и в индивидуальные часы консультаций.

Тема 1. Физические основы электротехники

Изучение теоретического материала, в том числе истории развития электротехники, а также повторение известных в физике законов Ома и Кирхгофа. Контроль-опрос на зачете.

Тема 2. Линейные электрические цепи постоянного тока

Изучение теоретического материала: Мощность и баланс мощностей в цепях постоянного тока. Понятие о принципах построения потенциальных диаграмм. Методы расчета электрических цепей: методы законов Кирхгофа, контурных токов, наложения, потенциалов, эквивалентного генератора, эквивалентных преобразований, линейных соотношений. Кроме этого, учебным планом предусмотрено выполнение индивидуальной контрольной работы № 1 (задачи 1.1., 1.2, 1.3.) в основе которой лежит закрепление навыков практических расчетов линейных цепей на основе методов контурных токов, узловых потенциалов, эквивалентного генератора, принципов построения потенциальных диаграмм и др.

Тема 3. Цепи синусоидального тока

Применимость методов расчета цепей постоянного тока к расчету цепей синусоидального тока. Топографические векторные диаграммы. Треугольники сопротивлений, треугольники проводимостей. Эквивалентные преобразования. Понятия комплексов полного, активного и реактивного сопротивлений. Энергетические процессы в цепи синусоидального тока: понятия мгновенной активной, реактивной, полной мощностей, баланс мощностей, треугольник мощностей, применение комплексных характеристик, проблемы улучшения коэффициента мощности установок переменного тока. Резонансные явления в электрических цепях: резонанс напряжения и резонанс токов, условия появления, час-

тотные характеристики и применение в реальных устройствах. Расчет цепей с индуктивной связью: понятие о взаимной индуктивности, способах соединения катушек и коэффициенте связи. Расчет цепи при последовательном, параллельном соединениях катушек. Применение метода законов Кирхгофа, метода индуктивных развязок.

Тема 4. Трехфазные цепи

Изучение лекционного материала и рекомендуемого по разделам основной и дополнительной литературы, оформление лабораторных работ. Раздел «Расчет режимов работы ТФЦ в аварийном режиме, как крайний случай несимметрии, выделяется для самостоятельного изучения.

Выполнение индивидуальной контрольной работы № 2, задача 2.1. «Расчет несимметричной трехфазной цепи».

Тема 5. Расчет цепей при периодических несинусоидальных воздействиях

Самостоятельное изучение разделов темы по основной литературе «Разложение периодических несинусоидальных функций в ряд Фурье, свойства и особенности некоторых функций

Тема 6. Многополюсники

Особенности уравнений для пассивного ЧП и его свойства, уравнения в гиперболических функциях, понятие о вторичных параметрах симметричного ЧП. Эквивалентные схемы замещения четырехполюсников, расчет параметров.

Тема 7. Переходные процессы в линейных электрических цепях

Классический метод расчета переходных процессов в цепи с двумя накопителями энергии: особенности расчета, в том числе, определение постоянных интегрирования, графическое представление расчета в простейшей цепи R L C и для сложной цепи. Основы операторного метода расчета переходных процессов, преобразование Лапласа, изображения основных величин, основные законы электрических цепей в операторной форме. Выполнение контрольной работы № 3 «Расчет переходного процесса в разветвленной цепи».

Тема 8. Цепи с распределенными параметрами

Схема замещения длинной линии, волновые уравнения и их решения для установившихся режимов работы, первичные и вторичные параметры линий, падающие и отраженные волны. Длинные линии без искажения, длинные линии без потерь основные свойства и характеристики, стоячие волны в длинных линиях без потерь и условия возникновения.

Тема 9. Нелинейные электрические и магнитные цепи

Нелинейные магнитные цепи с постоянными намагничивающими силами: основные законы и допущения, методы расчета, включая метод двух узлов, принципы расчета неразветвленных магнитных цепей. Нелинейные электриче-

ские цепи переменного тока: свойства и характеристики нелинейных индуктивностей, метод эквивалентных синусоид; уравнения, схемы замещения и векторная диаграмма катушки и трансформатора с ферромагнитным сердечником; опытные способы определения параметров. Анализ нелинейных цепей с вентильными преобразователями. Выполнение контрольной работы № 4.

Тема 10. Теория электромагнитного поля

Особенности распределения электромагнитного поля в плоском месте и в круглом проводнике, расчет глубин проникновения с учетом различных факторов поля и материала, подготовка к практическим и лабораторным занятиям. Самостоятельное изучение темы «Электрическое поле постоянных токов».

4. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

5. ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

- Основные законы электрических цепей, принципы расчета.
- Простейшие цепи переменного тока.
- Резонансные явления в линейных электрических цепях переменного тока.
- Исследование режимов работы трехфазной системы, соединенной звездой.
- Исследование режимов работы трехфазной системы, соединенной в треугольник.
- Исследование переходных процессов в цепи с одним накопителем энергии.
- Исследование переходных процессов в цепи с двумя накопителем энергии.
- Исследование катушки с ферромагнитным сердечником.
- Исследование нелинейной цепи постоянного тока.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе реализации рабочей программы дисциплины используются различные технологии, в том числе, опросы студентов на лекции, практических и лабораторных занятиях, обсуждение сложных проблем решения практических задач, работа со студентами во вне учебное время. Для закрепления полученных знаний предусматривается применение контрольных работ по отдельным темам, использование фонда Интернета и другие мероприятия.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

Оценочные средства текущего контроля успеваемости студентов приведены в таблице 2.

Таблица 2

| Результаты освоения дисциплины | Форма контроля | | | | | |
|--|--|--|-----------------------------|---|-------------------------------------|---------|
| | Текущий контроль лекционного материала и материала СРС | Тестирование знаний студентов (Fero, i-exam) | Контроль работы по практике | Защита отчетов по лабораторным занятиям | Собеседование по контрольной работе | Экзамен |
| 1. Знание и понимание основных понятий, законов и методов анализа электрических цепей постоянного и переменного токов. | * | * | * | * | * | * |
| 2. Умение применять на практике современные методы анализа электрических цепей. | | * | * | * | * | * |
| 3. Владение методами расчета и инструментального контроля показателей. | | * | * | — | * | * |

8. ПРИМЕРНЫЕ ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ (ЗАЧЕТУ)

8.1. Вопросы к зачету, Ч.І

Линейные цепи постоянного тока

1. Основные термины, понятия; законы Ома и Кирхгофа. Идеализация источников энергии.
2. Метод законов Кирхгофа, метод контурных токов – основные положения.
3. Метод наложения, принцип взаимности – основные положения.
4. Метод узловых потенциалов – основные положения.
5. Метод эквивалентного генератора – основные положения.
6. Мощность в цепи постоянного тока, баланс мощностей.
7. Понятие о потенциальной диаграмме.
8. Пассивный четырехполюсник, основные уравнения (с выводом).
9. Эквивалентные схемы замещения пассивных четырехполюсников.

Однофазный синусоидальный ток

10. Общие сведения о синусоидальных токах: средние и действующие значения.

11. Изображения синусоидальных величин векторами (вращающимися и на комплексной плоскости).
12. Активное сопротивление, индуктивность в цепи синусоидального тока.
13. Активное сопротивление, емкость в цепи синусоидального тока.
14. Основные законы цепей в символической форме.
15. Понятие о треугольниках сопротивлений и треугольниках проводимостей.
16. Энергетические процессы в активном сопротивлении.
17. Энергетические процессы в цепи с индуктивностью или емкостью.
18. Энергетические процессы в цепи R-L-C.
19. Понятия активной, реактивной, полной мощностей. Треугольник мощностей.
20. Коэффициент мощности и пути его улучшения.
21. Резонанс напряжений в простейшей цепи с последовательным соединением R-L-C.
22. Общий случай резонанса напряжений, условия резонанса.
23. Частотные характеристики при резонансе напряжений.
24. Резонанс токов (общий и частный случай), векторные диаграммы.
25. Частотные диаграммы при резонансе токов.
26. Передача энергии по линии переменного тока. Условия максимумов.
27. Вторичные параметры симметричного четырехполюсника.
28. Понятие о топографических векторных диаграммах.
29. Взаимная индуктивность, общие сведения и термины.
30. Расчет цепи с индуктивной связью при последовательном соединении катушек.
31. Опытное определение взаимной индуктивности.
32. Общая методика расчета цепей с индуктивной связью по методу законов Кирхгофа.

Трехфазные цепи

33. Общие сведения о трехфазных цепях, принципах работы генератора трехфазной ЭДС и способах соединения обмоток. Основные соотношения между фазными и линейными параметрами.
34. Основные принципы расчета симметричных трехфазных цепей с различными схемами соединения «звезда с нулевым» и «звезда без нулевого провода».
35. Основные принципы расчета симметричных и несимметричных трехфазных цепей со схемой соединения «треугольник».
36. Основные принципы расчета несимметричных трехфазных цепей со схемой соединения «звезда с нулевым проводом».
37. Основные принципы расчета несимметричных трехфазных цепей со схемой соединения «звезда без нулевого провода» (оба варианта).
38. Основные принципы расчета несимметричных разветвленных трехфазных цепей.
39. Мощности и измерение мощностей в трехфазных цепях.

Несинусоидальные токи и напряжения

40. Общие сведения о несинусоидальных функциях. Расчет средних и действующих значений. Коэффициенты несинусоидальности
41. Общие принципы расчета однофазной цепи несинусоидального тока. Влияние индуктивности и емкости на форму тока.
42. Мощности в цепях несинусоидального тока.
43. Общие принципы построения частотных фильтров.

8.1. Вопросы к экзамену, Ч.II

Переходные процессы

1. Общие сведения о переходных процессах, законах коммутации, основных и неосновных начальных условиях.
2. Общие принципы расчета переходных процессов классическим методом (на примере цепи с одним накопителем энергии).
3. Замыкание цепи R-L или R-C накоротко (по выбору). Основные закономерности.
4. Включение цепи R-L-C на постоянное напряжение (для апериодического режима).
5. Включение цепи R-L-C на постоянное напряжение (для колебательного затухающего режима). Понятие о декременте колебаний.
6. Общие принципы расчета переходных процессов классическим методом в разветвленных цепях.
7. Расчет переходных процессов классическим методом при синусоидальном источнике.
8. Операторный метод расчета переходных процессов. Основные свойства операторных преобразований.
9. Основные законы электрических цепей в операторной форме.
10. Метод основных операторных уравнений и его применение при расчете переходных процессов.
11. Метод основных операторных схем и его применение при расчете переходных процессов.
12. Метод операторных схем для свободных составляющих и его применение при расчете переходных процессов.
13. Метод приведения к нулевым начальным условиям (метод ключа) и его применение для расчета переходных процессов.
14. Теорема разложения и ее применение для расчета переходных процессов.

Цепи с распределенными параметрами (длинные линии)

15. Общая схема замещения длинной линии и волновые уравнения
16. Установившийся режим работы длинной линии (с выводом уравнений).
17. Вторичные параметры длинной линии, входное сопротивление линии.
18. Прямые и обратные волны, основные параметры.
19. Длинные линии без искажения, основные свойства.
20. Длинные линии без потерь, основные свойства.
21. Стоячие волны в линиях без потерь.

22. Анализ и решения волновых уравнений в длинных линиях без потерь при расчете переходных процессов.
23. Физические процессы при прохождении падающих волн по линии постоянного тока.
24. Общая методика расчета переходных процессов в длинных линиях.
25. Коэффициенты отражения и преломления, частные случаи.
26. Многократные отражения волн в длинной линии.
27. Прохождение волн через точки неоднородности линий.

Нелинейные цепи

28. Общие сведения, статические и динамические характеристики, методы аппроксимации характеристик.
29. Методы расчета нелинейных цепей постоянного тока.
30. Основные законы и допущения при расчете нелинейных магнитных цепей с постоянными намагничивающими силами (МДС).
31. Основные принципы расчета неразветвленных магнитных цепей.
32. Основные принципы расчета разветвленных магнитных цепей.
33. Основные свойства нелинейной индуктивности в цепи переменного тока.
34. Форма тока в нелинейной индуктивности и метод эквивалентных синусоид.
35. Уравнение, схема замещения и диаграмма катушки с ферромагнитным сердечником.
36. Опытное определение параметров схемы замещения катушки.
37. Приведенный трансформатор, условия приведения и уравнения.
38. Схема замещения и векторная диаграмма для приведенного трансформатора.
39. Опытное определение параметров схемы замещения приведенного трансформатора.
40. Метод кусочно-линейной аппроксимации.

ЭМП

41. Система уравнений электромагнитного поля в интегральной форме.
42. Система уравнений электромагнитного поля в дифференциальной форме.
43. Электростатическое поле, основные характеристики.
44. Электрическое поле постоянного тока, основные характеристики и законы
45. Магнитное поле постоянного тока.
46. Передача энергии по линии постоянного тока. Понятие о векторе Пойнтинга.
47. Теорема Умова-Пойнтинга.
48. Электромагнитное поле переменного тока. Основные уравнения и свойства.
49. Поверхностный эффект в плоском стальном листе.
50. Поверхностный эффект в круглом проводнике

9. ПОНЯТИЙНО-ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ КУРСА (ГЛОССАРИЙ)

Электрическая цепь – совокупность источников электрической энергии, приемников и соединяющих их проводников.

Электрическая схема – условное графическое изображение электрической цепи.

Реальный источник энергии – источник напряжения с величиной электродвижущей силы и внутренним сопротивлением. В источнике электрической энергии происходит преобразование различных видов энергии в электрическую.

Идеальный источник энергии – источник напряжения с нулевым внутренним сопротивлением.

Приемник электрической энергии – элемент цепи, в котором электрическая энергия преобразуется в тепловую, механическую и др. энергию.

Электрическая ветвь – участок цепи, образованный последовательно соединенными элементами, по которым протекает один и тот же ток.

Электрический узел – точка цепи, где сходятся не менее трех ветвей.

Электрический контур – любой замкнутый участок цепи.

Независимый электрический контур – это контур, в который входит хотя бы одна новая ветвь.

Электрическая емкость – величина, характеризующая способность проводника удерживать электрический заряд.

Электрическая индукция – величина, характеризующая электрическое поле в веществе наряду с напряженностью.

Электрический генератор – устройство для преобразования различных видов энергии (механической, химической, тепловой и др.) в электрическую.

Электрический двигатель – электрическая машина для преобразования электрической энергии в механическую.

Электрический заряд – величина, определяющая интенсивность электромагнитного взаимодействия заряженных частиц; источник электромагнитного поля.

Электрический ток – направленное (упорядоченное) движение заряженных частиц: электронов, ионов и др.

Электрический трансформатор – электрическая машина, не имеющая подвижных частей, преобразующая переменный ток одного напряжения в переменный ток другого напряжения.

Электрическое поле – частная форма проявления электромагнитного поля; создается электрическими зарядами или переменным магнитным полем.

Электродвижущая сила – величина, характеризующая источник энергии неэлектростатической природы в электрической цепи, необходимый для поддержания в ней электрического тока.

Электромагнитное поле – особая форма материи, посредством которой осуществляется взаимодействие между заряженными частицами.

Электромагнитные волны – электромагнитное поле, распространяющееся в пространстве с конечной скоростью, зависящей от свойств среды.

Электростатическое поле – электрическое поле неподвижных электрических зарядов.

Магнитная индукция – среднее результирующее магнитное поле в веществе.

Максвелла уравнения – основные уравнения классической макроскопической электродинамики, описывающие электромагнитные явления в произвольных средах и в вакууме.

Напряженность электрического поля – основная силовая характеристика электрического поля, равная отношению силы, действующей на точечный электрический заряд в данной точке пространства, к величине заряда.

Напряженность магнитного поля – силовая характеристика магнитного поля, не зависящая от магнитных свойств среды. В среде определяет вклад в магнитную индукцию, который дают внешние источники тока.

Четырехполюсник (ЧП) – устройство, содержащее две пары зажимов, одна из которых служит для подключения к источнику, а другая – к приемнику.

Симметричный ЧП – устройство, которое со стороны выходных зажимов представляет такую же цепь, как и со стороны входящих зажимов.

Пассивный ЧП – четырехполюсник, не содержащий в своей структуре источников энергии.

Нелинейный элемент – элемент электрической цепи, у которого нет линейной зависимости между напряжением и током.

Нелинейная цепь – электрическая цепь, в которой присутствует хотя бы один нелинейный элемент.

Цепь с распределенными параметрами или длинная линия – электрическая цепь, в которой каждый сколь угодно малый участок линии может обладать сопротивлением и индуктивностью, а между проводами – проводимостью и емкостью.

Однородная длинная линия – это линия, в которой параметры одного участка повторяются на остальных участках.

Длинная линия без потерь – это линия, у которой приняты за нуль значения продольного активного сопротивления и поперечной активной проводимости.

10. УЧЕБНО - МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а). Основная литература

1. Л.А. Бессонов. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. М., Юрайт, 2011.*

2. Г.И. Атабеков. Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи. Т1, СПб., Лань, 2009. *

3. Г.И. Атабеков. Теоретические основы электротехники. Нелинейные электрические цепи. Т2, СПб., Лань, 2009. *

4. К.С. Демирчян, и др. Теоретические основы электротехники. Т.1, СПб., Питер, 2009. *

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=90]

5. К.С. Демирчян, и др. Теоретические основы электротехники. Т.2, СПб., Питер, 2009. *

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=644]

6. Р.Я. Сулейманов. Теоретические основы электротехники, Часть 1 (конспект лекций), Екатеринбург, 2011.

[https://www.usurt.ru/in/files/umm/umm_2730.pdf]

б). Дополнительная литература

7. Р.Я. Сулейманов, А.А. Косяков. Теоретические основы электротехники. Лабораторный практикум Часть 1, Екатеринбург, 2009. *

[https://www.usurt.ru/in/files/umm/umm_2021.pdf]

8. А.П. Сухогузов, А.А. Косяков. Теоретические основы электротехники. Лабораторный практикум Часть II, Екатеринбург, 2008. *

[https://www.usurt.ru/in/files/umm/umm_1518.pdf]

9. Р.Я. Сулейманов. Теоретические основы электротехники. Лабораторный практикум Часть III, Екатеринбург, 2011. *

[https://www.usurt.ru/in/files/umm/umm_3693.pdf]

10. Р.Я. Сулейманов, Т.А. Никитина Теоретические основы электротехники (сборник заданий на контрольные работы для заочной формы обучения), Екатеринбург, 2010. [https://www.usurt.ru/in/files/umm/umm_2395.pdf]

11. П.А. Бутырин, Н.В. Коровкин. Теоретические основы электротехники. Интернет тестирование базовых знаний (учебное пособие) СПб., Лань, 2012

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3550]

12. Интернет – сайт вуза, системы проверки знаний студентов feronisa.ru, i-exem.ru, мультимедийная информация и т. д.

* – отмечены источники, которые имеются в наличии в библиотеке университета.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лабораторный цикл обеспечен 20 учебно-лабораторными стендами со сменным оборудованием (ауд. БЗ-45). 8 учебных стендов имеют компьютерное оснащение, которое позволяет использовать виртуальные приборы (амперметры, вольтметры, ваттметры, варметры, осциллограф и т.п.).

Практическая часть дисциплины сопровождается проведением занятий в этой же аудитории с улучшенным эстетическим оформлением, включая цветы, лимоны и т.п. Примерный размер аудитории – 125 м².

Сменное оборудование учебных стендов позволяет обеспечить полный цикл лабораторных занятий при уменьшенных размерах лабораторной базы.

12. ЛИСТ ДОПОЛНЕНИЙ И ИЗМЕНЕНИЙ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«Уральский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВПО УрГУПС)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

на 20__ / _____ учебный год

по дисциплине «Теоретические основы электротехники»

для направления подготовки – 190901 «Системы обеспечения движения поез-
дов»

Основание: _____

В рабочую программу вносятся следующие изменения: _____

Дополнения и изменения внесены на заседании кафедры «Электрические
машины» протокол № _____ от _____ 20__ г.

Автор рабочей программы:
профессор кафедры
«Электрические машины»

А.П. Сухогузов

Зав. кафедрой
«Электрические машины»

А.В. Бунзя

Зам. директора АКО по ЗО

Ш.К. Валиев

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

При изучении дисциплины «Теоретические основы электротехники» студенту необходимо иметь в виду, что отдельные темы и разделы считаются достаточно сложными для восприятия и усвоения.

Для рациональности изучения материала можно рекомендовать конспекты лекций по ТОЭ Ч.І [6], в которых в доступной форме изложены основные темы и разделы дисциплины. В дальнейшем это позволит перейти к изучению теоретического материала учебников.

При выполнении практической части дисциплины, в частности, при выполнении контрольных работ, рекомендуется использовать пособие [10], в котором даны рекомендации по методике расчета, отмечены наиболее сложные части работ.

При выполнении и оформлении лабораторных работ по дисциплине рекомендуется заблаговременно, т.е. до начала занятий в соответствии с календарным планом изучить теоретический материал, познакомиться с методикой выполнения работы с ним, чтобы обсудить в доступной форме с преподавателем наиболее сложные или спорные моменты.

При изучении разделов и тем для самостоятельного варианта необходимо сообщить студенту первоисточники. Контроль знаний при собеседовании на защите КР, лабораторных работ и т.п.