



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального
образования
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ЭЛТИ

Суржиков А. П.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Рабочая программа для направления 140200 «Электроэнергетика» специальности: 140211 «Электроснабжение», 140205 «Электроэнергетические системы и сети»; направления 14060 «Электротехника, электромеханика и электротехнологии» специальности: 140601 «Электромеханика», 140604 «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов»

Электротехнический институт (ЭЛТИ)

Обеспечивающая кафедра «Теоретической и общей электротехники»

Курс 2

Семестр 3,4

Учебный план набора 2008

Распределение учебного времени по семестрам

	3 семестр	4 семестр	
Лекции	56	32	часов (ауд.)
Лабораторные занятия	28	16	часов (ауд.)
Практические занятия	28	16	часов (ауд.)
Всего аудиторных занятий	112	64	часов
Самостоятельная работа	117	82	часов
Общая трудоемкость	232	146	часов
Экзамен в <u>3,4</u> семестрах			

Томск 2009

Разработчик: Колчанова В.А.

Дата разработки: 1.06.2009

D:\Вероника\Раб программа\Колчанова РП\ТОЭ2009-100-Колчанова-3.doc

стр. 1 из 29



ПРЕДИСЛОВИЕ

1. Рабочая программа составлена на основе ГОС ВПО для направления 140200 «Электроэнергетика» №214 тех/дс и направления 14060 «Электротехника, электромеханика и электротехнологии» №207 тех/дс, утвержденных 27.03.2000 года.
РАССМОТРЕНА И ОДОБРЕНА на заседании обеспечивающей кафедры ТОЭ 25.06.09 г. протокол № 46.
2. Разработчик доцент кафедры ТОЭ _____ В. А. Колчанова
3. Зав. обеспечивающей кафедрой ТОЭ _____ А. В. Лукутин
4. Рабочая программа согласована с выпускающими кафедрами ЭЛТИ, соответствует действующему учебному плану.

Председатель методической комиссии ЭЛТИ
по направлению «Электроэнергетика»

Готман В.И.



АННОТАЦИЯ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

140211, 140205, 140601, 140604 (И)

Кафедра ТОЭ ЭЛТИ

Доцент Колчанова Вероника Андреевна
тел. (3822) 563 – 433

Цель: формирование знаний об законах и методах расчета электрических цепей электротехнических устройств и электроэнергетических систем, умений расчета и анализа параметров токов и напряжений в установившихся и переходных режимах линейных и нелинейных схем замещения электрических цепей.

Содержание: параметры электрических цепей, элементы схем замещения электрических цепей, законы электрических цепей, методы расчета и анализа схем замещения электрических цепей в установившихся и переходных режимах.

Курс 2 (3 семестр – экзамен, 4 семестр – экзамен)
Всего 378 ч., в т.ч.: ЛК – 88 ч., ЛР – 44 ч., ПР – 44 ч.



ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели преподавания дисциплины

В дисциплине «Теоретические основы электротехники» излагается материал, относящийся к общепрофессиональной области расчета и анализа электротехнических устройств и электроэнергетических систем. Дисциплина базируется на знаниях по математике и физике. Полученные знания по данной дисциплине используются при изложении многих вопросов специальных дисциплин: «Электрические машины», «Техника высоких напряжений», «Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах», «Релейная защита и автоматика энергосистем» и др.

Целью изучения дисциплины студентами является формирование знаний об законах и методах расчета электрических цепей электротехнических устройств и электроэнергетических систем, умений расчета и анализа параметров токов и напряжений в установившихся и переходных режимах линейных и нелинейных схем замещения электрических цепей.

Студент, изучающий курс «Теоретические основы электротехники» должен: ***иметь представление:***

- о связи курса с другими дисциплинами;
- о роли курса в практической деятельности специалиста;
- о влиянии режимов электрических цепей на работу электротехнических устройств и электроэнергетических систем;

знать:

физические основы электротехники; законы электромагнитного поля, электрических и магнитных цепей; методы расчета и анализ установившегося режима линейных и нелинейных цепей с постоянными, гармоническими и периодическими напряжениями и токами; статические и динамические трехфазные цепи; переходные процессы в линейных и нелинейных цепях; однородные линии в установившемся и переходном режимах;

уметь:

- использовать полученные знания при освоении учебного материала последующих дисциплин;
- применять методы расчета и анализа схем замещения электрических цепей при решении практических задач;
- использовать вычислительную технику и прикладные программы для расчета электрических цепей;



иметь опыт:

расчета и анализа схем замещения электрических цепей в установившемся и переходном режимах с использованием вычислительной техники.

1.2. Задачи изложения и изучения дисциплины

Для достижения целей, поставленных при изучении дисциплины, используется набор методических средств:

- лекции;
- практические занятия с опросом студентов и закреплением теоретического материала;
- лабораторные работы с защитой выполненных исследований;
- выполнение индивидуальным домашним заданием для приобретения умений и опыта расчета и анализа электрических цепей;
- индивидуальные и групповые консультации по теоретическим и практическим вопросам курса.

При этом число часов учебного плана следующее:

Виды занятий	Семестры		Итого
	3	4	
1. Лекции	56	32	88
2. Практические занятия	28	16	44
3. Лабораторные работы	28	16	44
4. Аудиторные занятия	112	64	176
5. Самостоятельная работа	120	82	202
6. Всего	232	149	378

Проверка приобретенных знаний, навыков и умений осуществляется посредством опроса студентов, при защите лабораторных работ, выполнении домашних заданий, решении задач, текущих тестовых и рубежных испытаний и сдачи экзамена.



2. СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ (лекции – 88 часов)

2.1. Третий семестр – лекции 56 часов.

2.1.1. Основные понятия и законы электрической цепи – 6 часа.

Электрическая цепь. Источники и приемники электромагнитной энергии. Ток, напряжение и мощность. Выбор положительных направлений токов и напряжений. Линейные и нелинейные электрические цепи. Установившийся и переходный режимы электрических цепей. Схемы замещения электрических цепей. Резистивные, индуктивные и емкостные элементы схем замещения. Линейные и нелинейные элементы. Законы Ома и электромагнитной индукции. Источники ЭДС и тока. Схемы замещения катушек индуктивности, электрических конденсаторов и источников электрической энергии.

Основные топологические понятия для схем замещения электрических цепей: ветвь, узел, контур, граф.

Первый и второй законы Кирхгофа. Теоремы Телледжена и компенсации. Баланс мощности в резистивных цепях.

2.1.2. Установившийся режим линейных цепей с постоянными и гармоническими напряжениями и токами – 12 часов.

Постоянные и периодические токи и напряжения. Гармонические (синусоидальные) токи и напряжения. Промышленная частота. Постоянный ток как частный случай гармонического тока. Действующие значения гармонических величин. Символический метод. Действия над гармоническими величинами с одинаковой угловой частотой. Законы Ома и Кирхгофа в символической форме. Комплексные сопротивления и проводимости. Метод уравнений Кирхгофа в символической форме. Мощность при гармонических токах и напряжениях. Активная, реактивная и полная мощности. Знаки мощностей и направление передачи энергии.

Баланс мощностей при гармонических напряжениях и токах. Топографические и лучевые векторные диаграммы. Методы контурных токов и узловых потенциалов в символической форме. Преобразования комплексных схем замещения. Принцип наложения и теорема об эквивалентном источнике.

Цепи со взаимной индуктивностью. Собственные и взаимные индуктивности. Коэффициент связи. Согласное и встречное включение индуктивно связанных элементов. Расчет цепей со взаимной индуктивностью символическим методом. Развязка индуктивной связи. Двухобмоточный трансформатор в линейном режиме: основные уравнения, схема замещения, векторные диаграммы.

Разработчик: Колчанова В.А.

Дата разработки: 1.06.2009

D:\Вероника\Раб программа\Колчанова РП\ТОЭ2009-100-Колчанова-3.doc

стр. 6 из 29



2.1.3. Частотные свойства и резонансные эффекты в линейных электрических цепях – 4 часа.

Резонанс в линейных электрических цепях при гармонических напряжениях и токах. Резонанс при последовательном, параллельном и смешанном соединениях индуктивных и емкостных элементов цепи. Добротность контура. Резонансные и частотные характеристики. Применение резонансных эффектов для усиления гармонических напряжений и токов, а также для повышения коэффициента мощности.

2.1.4. Установившийся режим линейных трехфазных цепей при гармонических напряжениях и токах – 6 часов.

Линейные трехфазные цепи. Статическая и динамическая нагрузка. Статические и динамические трехфазные цепи. Фаза и нулевой провод. Фазные ЭДС и напряжения. Линейные напряжения. Симметричная трехфазная система напряжений и токов. Фазовый оператор.

Получение симметричной трехфазной системы ЭДС при помощи синхронного электромашинного генератора. Соединение фазных обмоток генератора и трансформатора звездой и треугольником.

Симметричный режим трехфазной цепи при соединении нагрузки звездой и треугольником. Активная, реактивная и полная мощности трехфазной цепи в симметричном режиме. Расчет на одну фазу трехфазных цепей в симметричном режиме. Векторные диаграммы трехфазных цепей. Баланс мощностей в трехфазных цепях. Определение порядка чередования фаз. Измерение мощности в трехфазных цепях. Вращающееся магнитное поле и принцип действия асинхронного двигателя.

Несимметричный режим трехфазной цепи при соединении нагрузки звездой и треугольником. Расчет сложной трехфазной цепи в несимметричном режиме методом узловых потенциалов (напряжений).

2.1.5. Линейные динамические трехфазные цепи с местной несимметрией при гармонических напряжениях и токах – 8 часов.

Разложение несимметричной трехфазной системы гармонических напряжений и токов на симметричные составляющие прямой, обратной и нулевой последовательностей. Комплексные сопротивления элементов трехфазной цепи токам прямой, обратной и нулевой последовательностей. Метод симметричных составляющих. Виды местной симметрии. Расчет цепи при обрыве фазы и коротком замыкании одной и двух фаз. Векторные диаграммы. Баланс мощностей.

Разработчик: Колчанова В.А.

Дата разработки: 1.06.2009

D:\Вероника\Раб программа\Колчанова РП\ТОЭ2009-100-Колчанова-3.doc

стр. 7 из 29



2.1.6. Линейные электрические цепи при негармонических периодических напряжениях и токах – 6 часов.

Представление негармонических периодических напряжений и токов в виде тригонометрического ряда Фурье. Дискретные (линейчатые) спектры. Значения негармонических токов и напряжений и их измерение: среднее за период, среднее по модулю, максимальное и действующее значения. Коэффициенты формы, амплитуды, искажения и гармоник. Практически синусоидальные напряжения и токи в электроэнергетике. Мощность при периодических напряжениях и токах: активная, реактивная, полная. Коэффициент мощности. Эквивалентные синусоиды. Расчет сложных линейных цепей с высшими гармониками методом наложения. Резонансные явления и их применение в простейших фильтрах для пропускания в нагрузку определенных гармоник напряжений и токов. Условия появления высших гармоник в трехфазных цепях. Фазные ЭДС и линейные напряжения с высшими гармониками. Гармоники прямой, обратной и нулевой последовательностей. Расчет симметричного режима линейных трехфазных цепей с высшими гармониками.

2.1.7. Четырехполюсники в линейном режиме – 2 часа.

Пассивные и активные четырехполюсники. Уравнения в форме А. Режимы холостого хода и короткого замыкания. Т и П – образные схемы замещения пассивных четырехполюсников. Входное и выходное сопротивления. Симметричные и несимметричные четырехполюсники. Уравнения активных четырехполюсников. Режим согласованной нагрузки.

2.1.8. Переходные процессы в линейных электрических цепях – 12 часов.

Переходные процессы в электрических цепях. Коммутация и скачкообразное изменение напряжений и токов. Законы коммутации. Условия возникновения переходных процессов. Линейные дифференциальные уравнения. Классический метод расчета переходных процессов. Принужденные и свободные составляющие напряжений и токов, корни характеристического уравнения, независимые и зависимые начальные условия. Особенности расчета переходных процессов в цепях первого порядка. Постоянная времени и длительность переходного процесса. Аперiodический, критический и колебательный режимы переходного процесса в цепях второго порядка. Угловая частота свободных колебаний. Обобщенные законы коммутации.



2.2. Четвертый семестр – лекции 32 часа.

2.2.1. Расчет переходных процессов в линейных электрических цепях – 6 часов.

Операторный метод расчета переходных процессов в линейных цепях. Преобразования Лапласа, операторные изображения основных функций и теорема разложения для отыскания оригинала по известному операторному изображению функций. Операторные схемы замещения линейных элементов.

Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме. Комбинированный (операторно-классический) метод расчета переходных процессов. Переходные и импульсные характеристики пассивных линейных цепей. Единичная функция и единичный импульс. Расчет напряжений и токов при прямоугольных импульсах и при воздействии на цепь импульсов напряжения или тока произвольной формы.

Уравнения состояния в сложных цепях высокого порядка и численные расчеты на ЭВМ.

2.2.2. Установившийся и переходный режимы нелинейных цепей – 16 часов.

Нелинейные резистивные элементы: двухполюсные и многополюсные, пассивные и активные, неуправляемые и управляемые, инерционные и безынерционные. Безынерционные элементы как источники высших гармоник в электрических цепях. Симметричные и несимметричные, статические и динамические вольтамперные характеристики. Вольтамперные характеристики для действующих значений. Вольтамперные характеристики лампы накаливания, полупроводникового диода, транзистора, вакуумного триода, бареттера, термистора и других нелинейных резистивных элементов. Статическое и дифференциальное сопротивления. Расчет нелинейных резистивных цепей при постоянных и переменных напряжениях и токах методом эквивалентного генератора, графическим сложением характеристик, методами итераций и линеаризации.

Нелинейные индуктивные элементы. Веберамперные характеристики. Статическая и дифференциальная индуктивности. Магнитные цепи нелинейных индуктивных элементов. Напряженность и индукция магнитного поля, магнитный поток, потокоцепление, петля гистерезиса, основная кривая намагничивания. Кривая размагничивания постоянного магнита. Потери на гистерезис и вихревые токи. Шихтованные магнитопроводы. Расчет магнитных цепей нелинейных индуктивных элементов. Законы Кирхгофа для магнитной цепи. Неразветвленная и разветвленная магнитная цепь. Метод двух узлов в расчете разветвленных магнитных цепей. Расчет электрических цепей с линейными и не-



линейными индуктивными элементами. Аппроксимация веберамперных характеристик. Нелинейный индуктивный элемент как безынерционный элемент – источник высших гармоник в электрической цепи.

Нелинейные емкостные элементы: вариконды и варикапы. Кулонвольтные характеристики и их аппроксимация. Статическая и дифференциальная емкости. Расчет электрических цепей с линейными и нелинейными емкостными элементами. Нелинейный емкостный элемент – источник высших гармоник в электрических цепях.

Метод эквивалентных синусоид как приближенный метод расчета установившегося режима в нелинейных цепях с резистивными, индуктивными и емкостными элементами. Резонансные явления в нелинейных цепях: феррорезонансы напряжений и токов. Стабилизаторы переменного напряжения.

Особенности переходных процессов в нелинейных электрических цепях. Приближенный расчет переходных процессов в нелинейных цепях методами условной линеаризации и последовательных интервалов. Численный расчет переходных процессов в нелинейных цепях на ЭВМ методом переменных состояний.

2.2.3. Электрические цепи с распределенными параметрами – 10 часов.

Примеры цепей с распределенными параметрами. Уравнения однородной линии в частных производных. Решение уравнений однородной линии при установившемся синусоидальном режиме. Волновое сопротивление и постоянная распространения, коэффициенты затухания (ослабления) и фазы, фазовая скорость и длина волны. Распределение действующих значений напряжения и тока, а также мощности вдоль цепи с распределенными параметрами. Бегущие волны. Режимы цепей с распределенными параметрами. Линии без искажения и потерь. Режимы линий без потерь.

Переходные процессы в цепях с распределенными параметрами. Решение уравнений однородной линии без потерь в переходном режиме. Падающая и отраженная волны. Коэффициент отражения. Расчет распределения напряжения и тока вдоль линии при переходном процессе.



3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Тематика практических занятий 3-го семестра –28 часов.

- | | | |
|--|----------------|---------------|
| 3.1.1. Линейные резистивные цепи с постоянными токами | - 2 часа(ауд.) | - 1 час с.р. |
| 3.1.2. Символический метод | - 2 часа(ауд.) | - 1 час с.р. |
| 3.1.3. Метод расчёта электрических цепей с использованием законов Кирхгофа | - 2 часа(ауд.) | - 1 час с.р. |
| 3.1.4. Метод контурных токов | - 2 часа(ауд.) | - 1 час с.р. |
| 3.1.5. Метод узловых потенциалов | - 2 часа(ауд.) | - 1 час с.р. |
| 3.1.6. Метод наложения | - 2 часа(ауд.) | - 1 час с.р. |
| 3.1.7. Метод эквивалентного генератора | - 2 часа(ауд.) | - 1 час с.р. |
| 3.1.8. Цепи со взаимной индуктивностью | - 2 часа(ауд.) | - 1 час с.р. |
| 3.1.9. Резонанс напряжений при гармонических напряжениях и токах | - 2 часа(ауд.) | - 1 часа с.р. |
| 3.1.10. Резонанс токов при гармонических напряжениях и токах | - 2 часа(ауд.) | - 1 час с.р. |
| 3.1.11. Трёхфазные цепи при гармонических напряжениях и токах | - 2 часа(ауд.) | - 1 час с.р. |
| 3.1.12. Метод симметричных составляющих | - 2 часа(ауд.) | - 1 час с.р. |
| 3.1.13. Линейные цепи с негармоническими периодическими напряжениями и токами | - 2 часа(ауд.) | - 1 час с.р. |
| 3.1.14. Четырёхполюсники в линейном режиме при гармонических напряжениях и токах | - 2 час (ауд.) | - 1 час с.р. |

3.2. Тематика практических занятий 4-го семестра –16 часов.

- | | | |
|--|-----------------|---------------|
| 3.2.1. Переходные процессы в линейных цепях | - 8 часов(ауд.) | - 3 часа с.р. |
| 3.2.2. Установившийся и переходный режимы в нелинейных цепях | - 6 часов(ауд.) | - 3 часа с.р. |
| 3.2.3. Цепи с распределёнными параметрами | - 2 часа(ауд.) | - 2 часа с.р. |



3.3. Тематика лабораторных занятий 3-го семестра –28 часов.

- | | | |
|---|----------------|---------------|
| 3.1.1. Вводное занятие | - 2 часа(ауд.) | |
| 3.1.2. Исследование линейной разветвленной цепи постоянного тока | - 2 часа(ауд.) | - 1 час с.р. |
| 3.1.3. Исследование активного двухполусника | - 2 часа(ауд.) | - 1 час с.р. |
| 3.1.4. Простейшие цепи переменного тока | - 2 часа(ауд.) | - 1 час с.р. |
| 3.1.5. Исследование цепи, содержащей индуктивно связанные катушки | - 2 часа(ауд.) | - 2 часа с.р. |
| 3.1.6. Исследование трансформатора в линейном режиме | - 2 часа(ауд.) | - 1 час с.р. |
| 3.1.7. Исследование резонанса напряжений | - 2 часа(ауд.) | - 1 час с.р. |
| 3.1.8. Исследование резонанса токов | - 2 часа(ауд.) | - 1 час с.р. |
| 3.1.9. Исследование трехфазной цепи, соединенной звездой | - 4 часа(ауд.) | - 2 часа с.р. |
| 3.1.10. Исследование трехфазной цепи, соединенной треугольником | - 4 часа(ауд.) | - 2 часа с.р. |
| 3.1.11. Электрические цепи с источником не синусоидального напряжения | - 2 часа(ауд.) | - 1 час с.р. |
| 3.1.12. Защита лабораторных работ | - 2 часа(ауд.) | - 1 час с.р. |

3.4. Тематика лабораторных занятий 4-го семестра –16 часов.

- | | | |
|--|----------------|---------------|
| 3.4.1. Переходные процессы в простейших цепях | - 2 часа(ауд.) | -2 часа с.р. |
| 3.4.2. Изучение обобщенных законов коммутации | - 2 часа(ауд.) | - 2 часа с.р. |
| 3.4.3. Переходный процесс в цепи второго порядка | - 2 часа(ауд.) | - 2 часа с.р. |
| 3.4.4. Исследование нелинейных цепей постоянного тока | - 2 часа(ауд.) | - 2 часа с.р. |
| 3.4.5. Исследование нелинейных цепей переменного тока | - 2 часа(ауд.) | - 2 часа с.р. |
| 3.4.6. Катушка с ферромагнитным сердечником в цепи источника гармонического напряжения | - 2 часа(ауд.) | - 2 часа с.р. |
| 3.4.7. Электрические цепи с вентилями | - 2 часа(ауд.) | - 2 часа с.р. |
| 3.4.8. Защита лабораторных работ | - 2 часа(ауд.) | - 2 часа с.р. |



4. ПРОГРАММА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (202 часа)

4.1. Программа самостоятельной познавательной деятельности 3-го семестра - 120 часов

- | | |
|--|------------|
| 4.1.1. Подготовка к практическим занятиям | - 14 часов |
| 4.1.2. Подготовка к лабораторным занятиям и оформление отчетов | - 14 часов |
| 4.1.3. Выполнение, оформление и защита трех домашних расчетно-графических работ (Задания 1 и 2 обязательны, а третье (3,4,5) - по согласованию с преподавателем) | - 92 часа |
| Задание 1. Линейные цепи с постоянными токами | - 42 часа |
| Задание 2. Линейные цепи с синусоидальными токами | - 30 часов |
| Задание 3. Линейные цепи с периодическими негармоническими токами | - 20 часов |
| Задание 4. Линейные трехфазные цепи | - 20 часов |
| Задание 5. Линейные трехфазные цепи с местной несимметрией в установившемся режиме | - 20 часов |

4.2. Программа самостоятельной познавательной деятельности 4-го семестра - 82 часа

- | | |
|---|------------|
| 4.2.1. Подготовка к практическим занятиям | - 8 часов |
| 4.2.2. Подготовка к лабораторным занятиям и оформление отчетов | - 16 часов |
| 4.2.3. Выполнение, оформление и защита трех домашних расчетно-графических работ | - 58 часов |
| Задание 6. Линейные цепи в переходном режиме | - 21 час |
| Задание 7. Нелинейные цепи в установившемся режиме | - 20 часов |
| Задание 8. Длинные линии | - 17 часов |



5. ТЕКУЩИЙ И ИТОГОВЫЙ КОНТРОЛЬ

Целью текущего контроля знаний студентов является проверка ритмичности работы студентов, оценка усвоения теоретического, практического материала и приобретенных знаний, умений и навыков.

Текущий контроль обеспечивается:

- опросом студентов на практических занятиях, решением задач;
- допуском к выполнению лабораторных работ и защитой результатов их выполнения (минимальный уровень знаний оценивается по контрольным вопросам, помещенным в методических указаниях по выполнению лабораторных работ);
- выполнением и защитой домашних заданий согласно рейтинг-планам;
- ежемесячной аттестацией студентов по результатам посещения лекционных и практических занятий, выполнения и защиты лабораторных работ, опроса на практических занятиях, выполнения домашних заданий.

По дисциплине составлен рейтинг–план в соответствии с которым результаты текущей аттестации подаются в учебную часть ЭЛТИ.

По дисциплине разработано 60 билетов (по 30 в каждом семестре), которые используются для итогового контроля на экзаменах.



6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Перечень используемых информационных продуктов.

Электронные версии лабораторных работ и расчетных программ по дисциплине, подготовленные сотрудниками кафедры (авторы: доценты Эсков В.Д., Носов Г.В.).

6.2. Перечень рекомендуемой литературы

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Теоретические основы электротехники: В 3-х т. Учебник для вузов. - 4-е изд./ К.С. Демирчян, Л.Р. Нейман, Н.В. Коровкин, В.Л. Чечурин. – СПб.: Питер, 2003.
2. Купцов А.М. Электротехника с элементами энергосбережения: Учебное пособие. – Томск: Изд-во НТЛ, 2003. – 344 с.
3. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. М.: Высш. шк., 1996. - 638 с.
4. Основы теории цепей/ Г. В. Зевеке, П. А. Ионкин, А. В. Нетушил, С. В. Страхов. М.: Энергоатомиздат, 1989. -528 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

5. Демирчян К. С., Бутырин П. А. Моделирование и машинный расчет электрических цепей. М.: Высш. шк., 1988. - 335 с.
6. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле. М.: Высш. шк., 1985. - 263 с.
7. Нейман Л. Р., Демирчян К. С. Теоретические основы электротехники. Т. 1. Л.: Энергоиздат, 1981. - 536 с.
8. Нейман Л. Р., Демирчян К. С. Теоретические основы электротехники. Т. 2. Л.: Энергоиздат, 1981. - 416 с.
9. Сборник задач по теоретическим основам электротехники / Под ред. Л. А. Бессонова. М.: Высш. шк., 1980. - 472 с.



ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Образец билетов входного контроля.

Билет №1

1.
$$\begin{cases} 16x + 3y = 4; \\ 8x + 2y = 2. \end{cases}$$

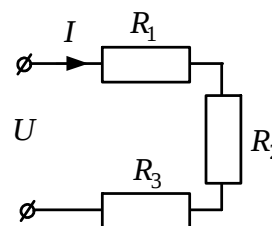
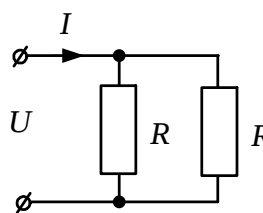
Решить систему линейных алгебраических уравнений.

2. Определить ток I при заданных параметрах:

$$R_1=20 \text{ Ом}, R_2=20 \text{ Ом},$$

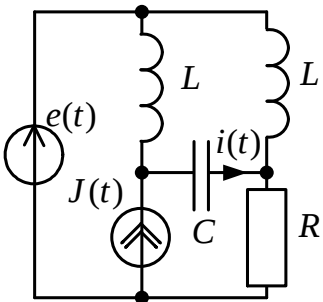
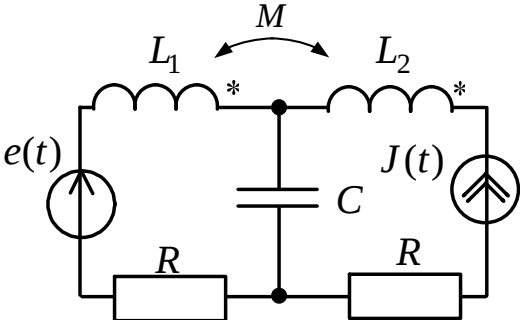
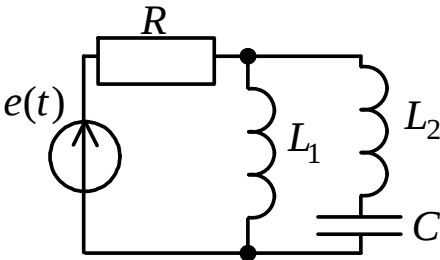
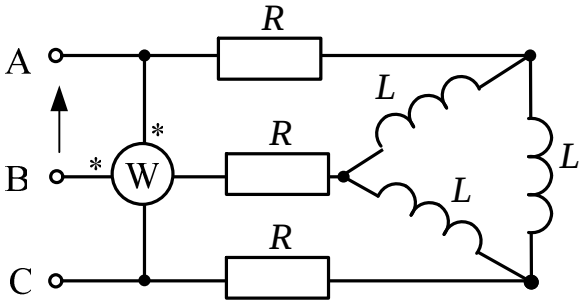
$$R_3=10 \text{ Ом},$$

$$U=100 \text{ В}, R=40 \text{ Ом}.$$



3. Сформулировать закон электромагнитной индукции.
4. Объяснить правило сложения векторов.
5. Задана функция $f(t) = 10 \cos \omega t$. Представить ее синусоидальной функцией времени и нарисовать график. Показать амплитуду и период.

2. Образец билетов текущего контроля.

Текущий контроль	
Вариант 1	
1	Определить значение напряжения конденсатора при $t = 0$, если комплекс его действующего значения равен $\underline{U}_C = 1 + j1,732$ В.
2	 а) Определить потенциалы узлов методом узловых потенциалов $e(t) = 20\sqrt{2} \sin(\omega t)$ В; $J(t) = 5\sqrt{2} \sin(\omega t - 90)$ А; $R = 10$ Ом; $\omega L = \frac{1}{\omega C} = 10$ Ом. б) Определить ток $i(t)$ методом эквивалентного генератора.
3	 Определить вырабатываемую источником напряжения мощность, если $e(t) = 100\sqrt{2} \sin(\omega t)$ В; $J(t) = 10\sqrt{2} \sin(\omega t + 90)$ А; $R = \omega L_1 = \omega L_2 = \frac{1}{\omega C} = 20$ Ом; $\omega M = 10$ Ом.
4	 Определить активную и полную мощность источника несинусоидального напряжения, если $e(t) = 10 + 200\sqrt{2} \sin(\omega t) + 70,7 \sin(2\omega t)$ В; $\omega L_1 = 15$ Ом; $\omega L_2 = 5$ Ом; $\frac{1}{\omega C} = 20$ Ом; $R = 5$ Ом, $\omega = 100$ 1/с.
5	 Найти показание ваттметра, если $\underline{U}_{AB} = 693e^{j30^\circ}$ В; $X_L = 208$ Ом; $R = 40$ Ом.



3. Вопросы рубежного контроля знаний студентов

1. Параметры и элементы схем замещения электрических цепей.
2. Основные законы электрических цепей.
3. Законы Кирхгофа и их применение для расчета установившегося режима линейных резистивных электрических цепей.
4. Символический метод расчета установившегося режима линейных электрических цепей с гармоническими (синусоидальными) напряжениями и токами.
5. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме.
6. Активная, реактивная и полная мощности при гармонических (синусоидальных) напряжениях и токах. Коэффициент мощности.
7. Сущность и применение метода контурных токов при постоянных и гармонических (синусоидальных) токах.
8. Сущность и применение метода узловых потенциалов (напряжений) при постоянных и гармонических (синусоидальных) токах.
9. Сущность и применение метода наложения при постоянных и гармонических (синусоидальных) токах.
10. Сущность и применение метода эквивалентного генератора (источника, активного двухполюсника) при постоянных и гармонических (синусоидальных) токах.
11. Согласное и встречное включение индуктивно связанных элементов.
12. Развязка индуктивной связи.
13. Расчет схем замещения линейных электрических цепей с индуктивно связанными элементами и гармоническими (синусоидальными) напряжениями и токами.
14. Основные параметры и уравнения двух обмоточного трансформатора в линейном режиме (воздушного трансформатора).
15. Закон сохранения энергии для электрической цепи. Балансы мощностей при постоянных и гармонических (синусоидальных) напряжениях и токах.
16. Потенциальная диаграмма при постоянных токах. Лучевые и топографические векторные диаграммы при гармонических (синусоидальных) токах и напряжениях.
17. Резонансные явления в линейных электрических цепях.
18. Расчет симметричного режима линейных трехфазных цепей с гармоническими (синусоидальными) напряжениями и токами.
19. Расчет несимметричного режима линейных трехфазных цепей с гармоническими (синусоидальными) напряжениями и токами.
20. Измерение мощности в трехфазных цепях.

Разработчик: Колчанова В.А.

Дата разработки: 1.06.2009

D:\Вероника\Раб программа\Колчанова РП\ТОЭ2009-100-Колчанова-3.doc

стр. 18 из 29



21. Круговое вращающееся магнитное поле трехфазного тока и принцип действия асинхронного двигателя.
22. Сущность и применение метода симметричных составляющих для расчета динамических трехфазных цепей с местной несимметрией.
23. Особенности существования в трехфазных цепях составляющих напряжений и токов нулевой последовательности.
24. Представление периодических негармонических (несинусоидальных) напряжений и токов в тригонометрический ряд Фурье. Действующие значения периодических напряжений и токов.
25. Активная, реактивная и полная мощности при периодических негармонических (несинусоидальных) напряжениях и токах.
26. Особенности расчета линейных цепей с периодическими негармоническими (несинусоидальными) напряжениями и токами.
27. Резонансные явления в линейных цепях при периодических негармонических (несинусоидальных) напряжениях и токах.
28. Высшие гармоники в трехфазных цепях.
29. Основные уравнения и параметры четырехполюсников в линейном режиме.
30. Возникновение переходных процессов и законы коммутации.
31. Сущность и применение классического метода расчета переходных процессов в линейных электрических цепях.
32. Независимые и зависимые начальные условия, принужденные составляющие напряжений и токов, корни характеристического уравнения и их определение при расчете переходных процессов в линейных электрических цепях.
33. Сущность и применение операторного метода расчета переходных процессов в линейных электрических цепях.
34. Сущность и применение комбинированного (операторно-классического) метода расчета переходных процессов в линейных электрических цепях.
35. Переходные характеристики линейных электрических цепей. Интеграл Дюамеля.
36. Сущность и применение метода переменных состояния для расчета переходных процессов в линейных электрических цепях.
37. Виды, параметры и характеристики нелинейных резистивных элементов.
38. Методы расчета нелинейных резистивных цепей.
39. Применение метода эквивалентного генератора для расчета резистивных цепей с одним нелинейным элементом.
40. Параметры и характеристики нелинейных индуктивных элементов.
41. Основные законы и методы расчета магнитных цепей нелинейных индуктивных элементов.
42. Параметры и характеристики нелинейных емкостных элементов.



43. Вольтамперные и фазоамперные характеристики нелинейных элементов. Метод эквивалентных синусоид.
44. Применение метода эквивалентного генератора для расчета эквивалентных синусоид напряжений и токов в электрических цепях с одним нелинейным элементом.
45. Резонансные явления в нелинейных цепях (феррорезонанс).
46. Особенности расчета переходных процессов в нелинейных цепях. Метод условной линеаризации.
47. Основные параметры и уравнения однородных цепей с распределенными параметрами (длинных линий) при гармонических (синусоидальных) напряжениях и токах.
48. Основные параметры и уравнения однородных линий без потерь при гармонических (синусоидальных) напряжениях и токах.
49. Переходные процессы в однородных линиях без потерь. Падающие и отраженные волны.
50. Отражение и преломление волн напряжений и токов в однородных линиях без потерь.

4. Образец экзаменационных билетов по ТОЭ ч.1 (3 семестр).

БИЛЕТ № 1

1. Воздушный трансформатор. Режим активной нагрузки. Уравнения. Векторная диаграмма.

2. Задача

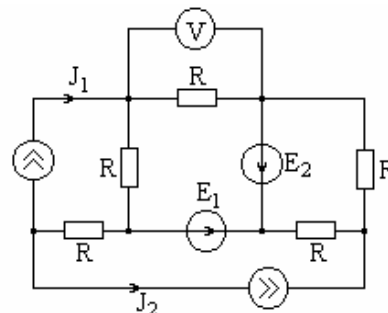
Условие:

$$J_1 = 1 \text{ A}; \quad J_2 = 2 \text{ A}; \quad E_1 = 100 \text{ B};$$

$$E_2 = 200 \text{ B}$$

$$R = 10 \text{ Ом}$$

$$U_V = ?$$

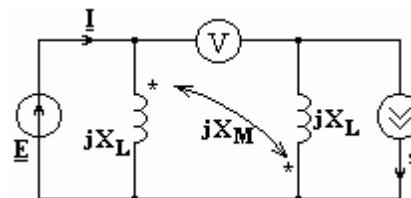


3. Задача

Условие:

$$E = 100e^{j0}, \text{ B} \quad J = 1 \cdot e^{j90}, \text{ A}$$

$$X_L = 100 \text{ Ом}; \quad X_M = 50 \text{ Ом} \quad U_V = ?$$



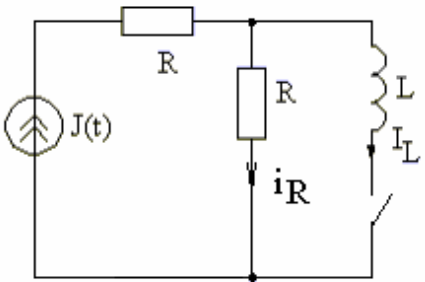
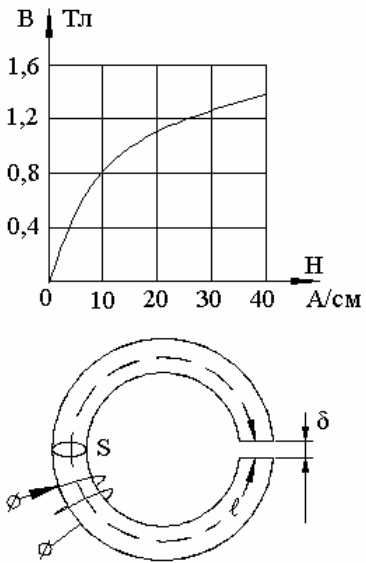
Составил _____ Колчанова В.А.

Утверждаю: зав. каф. ТОЭ _____ Носов Г.В.

Дата _____

5. Образец экзаменационных билетов по ТОЭ ч.2 (4 семестр).

Экзаменационный билет №1

1. Особенности расчета переходных процессов в нелинейных цепях. Метод последовательных интервалов	
2. Задача 1 	показания приборов: $J = 4 \text{ А} ;$ $R = 2 \text{ Ом} ;$ $L = 0,1 \text{ Гн}.$ Определить закон изменения тока через резистор во время переходного процесса $i_R(t)$- ?.
3. Задача 2 	Постоянный магнит с размерами $\ell = 20 \text{ см}, \delta = 0,1 \text{ см}, S = 2 \text{ см}^2$ изготовлен из стали с указанной кривой размагничивания. Определить магнитный поток Φ в кольце, если МДС катушки $F = 800 \text{ А}.$ Рассеянием потока пренебречь.

Составил _____ Колчанова В.А.

Утверждаю: зав. каф. ТОЭ _____ Носов Г.В.

Дата _____

Разработчик: Колчанова В.А.

Дата разработки: 1.06.2009

D:\Вероника\Раб программа\Колчанова РП\ТОЭ2009-100-Колчанова-3.doc

стр. 22 из 29

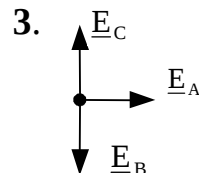
5. Образец заданий контроля остаточных знаний по ТОЭ.

Контрольное задание №1

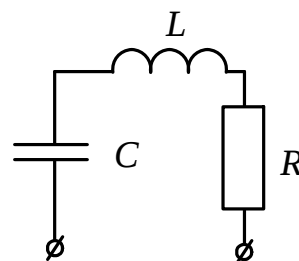
для проверки остаточных знаний бакалавров

1.1 Укажите номер варианта, в котором трехфазная система ЭДС несимметрична:

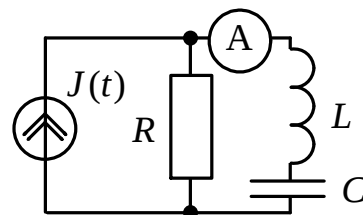
1. $e_A(t) = E_m \sin(\omega t + 30^\circ)$;
 $e_B(t) = E_m \sin(\omega t - 90^\circ)$;
 $e_C(t) = E_m \sin(\omega t + 150^\circ)$.
2. $\underline{E}_a = a \underline{E}_b = a^2 \underline{E}_c$,
 где $a = e^{j120^\circ}$.



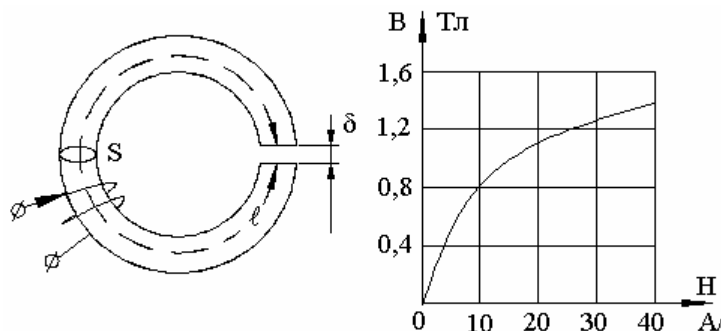
1.2 Определить модуль комплекса входного сопротивления цепи для второй гармоники тока, если первая гармоника имеет угловую частоту $\omega = 100 \text{ с}^{-1}$, а цепь – следующие параметры:
 $R = 60 \text{ Ом}$, $L = 0,5 \text{ Гн}$, $C = 250 \text{ мкФ}$



1.3 Определить показания амперметра электродинамической системы и активную мощность, если известно, что в схеме резонанс на третьей гармонике
 $J(t) = 2 + 10 \sin(\omega t + 45^\circ) + 5 \sin(3\omega t) \text{ А}$
 $\omega L_1 = 10 \text{ Ом}$; $R = 80 \text{ Ом}$.

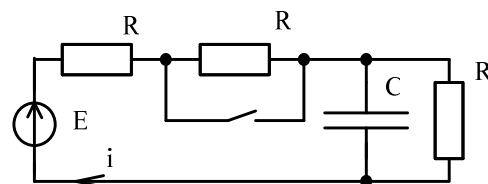


1.4 Постоянный магнит с размерами
 $\ell = 20 \text{ см}$, $\delta = 0,1 \text{ см}$, $S = 2 \text{ см}^2$
 изготовлен из стали с указанной кривой размагничивания.
 Определить магнитный поток Φ в кольце, если МДС катушки
 $F = 800 \text{ А}$. Рассеянием потока пренебречь



1.5 Дано:
 $E = 30 \text{ В}$
 $R = 10 \text{ Ом}$
 $C = 10^{-3} \text{ Ф}$

Определить: $i_1(t)$



Разработчик: Колчанова В.А.

Дата разработки: 1.06.2009

D:\Вероника\Раб программа\Колчанова РП\ТОЭ2009-100-Колчанова-3.doc

стр. 23 из 29



1. Образец календарного плана на 3 семестр.

Нед.	Лекции	Час	Прак.зан., лаб.зан.	Час.
1	1.Эл.цепь,ток, напряжение, мощность..	2	Лаб: Вводное зан.	2
2	2.Элементы схем замещения и граф схемы 3.Законы Кирхгофа.Потенциал. диаграмма.Теоремы комп. и Телледжена.Баланс мощности.	4	Пр: Пост.ток, основы теории.	2
3	4.Символич.метод. Законы Ома и Кирхгофа в симв.форме.Векторные диаграммы. Мощность при гармон.напряжениях и токах.	2	Лаб.№1 (пост.ток).	2
4	5.Методы контур.токов и узл.потенциалов 6.Преобразование схем. Метод наложения.	4	Пр: Символ.метод.	2
5	7.Теорема об эквивалентном генераторе (ЭГ) и метод ЭГ.	2	Лаб.№2(акт.двухпол.).	2
6	8.Цепи со взаимной инд. и их расчет. 9.Развязка инд.связи. Трансформатор.	4	Пр: Метод з. Кирхгофа.	2
7	10.Резонанс напряжений.	2	Лаб.№3 (син.ток).	2
8	11.Резонанс токов. 12.Трехфазная цепь в сим.режиме.	4	Пр: Метод конт. токов.	2
9	13.Несим.реж.Зх.цепи.Измер.мощн.	2	Лаб.№4 (взаим.инд.) Пр: Метод узл. потенц.	2 2
10	14.Метод сим.сост. Влияние нул.пров. 15.Расчет дин.Зх.ф.цепей с мест.нес.	4	Лаб.№5 (возд.тр-р.) Пр: Метод наложения.	2 2
11	16.Расчет дин.Зх.ф.цепей с мест.нес.	2	Лаб.№6(рез.напр). Пр: Метод экв. генер.	2 2
12	17.Расчет дин.Зх.ф.цепей с мест.нес. 18.Расчет дин.Зх.ф.цепей с мест.нес.	4	Лаб.№7 (рез.токов) Пр: Взаимная инд	2 2
13	19.Негарм.период.токи. Ряд Фурье.	2	Лаб.№9(Зх.ф.звезда) Пр: Резонанс напряжений.	2 2
14	20.Мощность, расчет и резонансы при негарм. период.тока. 21.Высшие гармоники в Зх.ф.цепях.	4	Лаб.№9(Зх.ф.звезда) Пр: Резонанс токов.	2 2
15	22.Четырехполюсники.	2	Лаб.№10(Зх.ф.треуг.) Пр: Трехфаз. цепи.	2 2
16	23.Переходные процессы. Законы коммутации. 24.Классический метод.	4	Лаб.№10(Зх.ф.треуг.) Пр: Дин. трехфаз.цепи	2 2
17	25.Расчет цепей 1 порядка класс.мет.	2	Лаб.№11(несин.напр.) Пр:Несин. напр. и токи.	2 2
18	26. 27. Расчет цепей 2 порядка класс.мет.	4	Защита лаб.работ Пр: Четырехполюсники	2 2

Лабораторные работы: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11.

Домашние задания: №1 1-6 нед., №2 7-12 нед., №4 13-17 нед.

План составил доцент каф. ТОЭ

Колчанова В.А

Разработчик: Колчанова В.А.

Дата разработки: 1.06.2009

D:\Вероника\Раб программа\Колчанова РП\ТОЭ2009-100-Колчанова-3.doc
стр. 24 из 29



2. Образец календарного плана на 4 семестр.

Нед.	Темы лекций	Час.	Лаб. и практ. занятия	Час.
1.	Классический метод расчета переходных процессов.	2	Практ.: классический метод.	2
2.	Операторный метод расчета переходных процессов.	2	Лаб.: Работа №1 (цепь 1 порядка).	2
3.	Комбинированный метод расчета переходных процессов.	2	Практ.: операторный метод.	2
4.	Интеграл Дюамеля.	2	Лаб.: Работа №2 (обобщ. законы коммут.)	2
5.	Метод переменных состояния.	2	Практ.: интеграл Дюамеля и перемен. сост.	2
6.	Нелинейные резист. элементы.	2	Лаб.: Работа №3 (цепь 2 пор. апериод. процесс)	2
7.	Расчет нелинейных резистивных цепей.	2	Практ.: расчет магн. цепей	2
8.	Нелинейные индуктивные эл-ты и расчет магнитных цепей.	2	Лаб.: Работа №4 (цепь 2 пор. колеб. процесс).	2
9.	Расчет цепей с нелинейными индуктивными и емкостными элементами.	2	Практ.: расчет нелинейных резистивных цепей.	2
10.	Метод эквивалентных синусоид.	2	Лаб.: Работа №5 (нелинейная резистивная цепь).	2
11.	Резонансные явления в нелинейных цепях.	2	Практ.: метод эквивалентных синусоид.	2
12.	Переходные процессы в нелинейных цепях.	2	Лаб.: Работа №6 (катушка с сердечником)	2
13.	Цепи с распределенными параметрами.	2	Практ.: переходные процессы в нелинейных цепях.	2
14.	Бегущие волны. Режимы линии.	2	Лаб.: Работа №7 (нелинейная цепь переменного тока).	2
15.	Переходные процессы в линиях.	2	Практ.: установившиеся режимы в линиях. и п/п	2
16.	Расчет переходных процессов в линиях.	2	Лаб.: Работа №8 (вентили).	2
17.	Отражение волн в линиях	2		

Домашние задания: №6 - 1-7 нед., №7 - 8-12 нед., №8 - 13-16 нед.

План составил доцент каф. ТОЭ

Колчанова В.А.

Теоретические основы электротехники (ТОЭ)

Разработчик: Колчанова В.А.

Дата разработки: 1.06.2009

D:\Вероника\Раб программа\Колчанова РП\ТОЭ2009-100-Колчанова-3.doc

стр. 25 из 29



551700(б) 210400(с)

Каф. ТОЭ ЭЛТИ

Доцент, к. т. н. Колчанова Вероника Андреевна
тел. (3822)563-433

Цель: формирование знаний об законах и методах расчета электрических цепей электротехнических устройств и электроэнергетических систем, умений расчета и анализа параметров токов и напряжений в установившихся и переходных режимах линейных и нелинейных схем замещения электрических цепей.

Содержание: параметры электрических цепей, элементы схем замещения электрических цепей, законы электрических цепей, методы расчета и анализа схем замещения электрических цепей в установившихся и переходных режимах.

Курс 2 (3 семестр – экзамен, 4 семестр – экзамен)
Всего 378 ч., в т.ч.: ЛК – 88 ч., ЛР – 44 ч., ПР – 44 ч.

**Рабочая программа
учебной дисциплины**



Ф ТПУ 7.1 - 21/01

ДОПУСК К ЭКЗАМЕНУ – более 35 баллов

Удовл. – 55 - 70 баллов
Хор. – 71 -85 баллов
Отл. – 86 -100 баллов

**РЕЙТИНГ - ПЛАН
по дисциплине ТОЭ на 3-й семестр**

Для направления 140200 и специальности 140211

Лекции – 56 час.
Лаб. Работы – 28 час.
Практ. занятия – 28 час.

Итого: – 112 час.

Лектор Колчанова Вероника Андреевна

Название модуля	Лекция		Лабораторные работы		Практические занятия (входной и текущий контроль)		СРС, домашние задания		Рубежный контроль		Максимальный балл модуля
	тема	балл	тема	балл	тема	балл	тема	балл	тема	балл	
1. Основы теории и методы расчета.	1.1. Основы теории(2л). 1.2. Методы расчета(4л).	3	1. Вводное занятие. 2. Цепь постоянного тока. 3. Активный двухполюсник.	2 2	2. Основы теории.	4	Индивидуальное задание № 1 «Постоянный ток»	5			16
Итого	3		4		4		5				16
2. Взаимная индуктивность и резонанс.	2.1. Цепи со взаимной индуктивностью(2л). 2.2. Трансформатор и развязка(1л). 2.3. Резонанс(2л).	2,5	4. Цепь с синусоидальным током. 5. Цепь со вз. инд-ю. 6. Возд. тр-р. 7. Резонанс напряжений. 8. Резонанс токов.	2 2 2 2	3. Методы расчета.	4	Индивидуальное задание № 2 «Синусоидальный ток»	5	Контрольная работа №1	2	23,5
Итого	2,5		10		4		5		2		39,5
3. Трехфазные цепи.	3.1. Симметричный режим(2л). 3.2. Несимметричный режим(2л). 3.3. Метод симметричных составляющих(4л).	4	9. Трехфазная цепь - звезда.(4ч) 10. Трехфазная цепь - треугольник(4ч.)	2 2	4. Трехфазные цепи.	4	Индивидуальное задание № 4 «Трехфазная цепь»	5	Контрольная работа №2	2	18,5
Итого	4		4		4		4,5		2		58
4. Линейные цепи с несинусоидальными токами и четырехполюсники.	4.1. Несинусоидальные токи(3л). 4.2. Четырехполюсники(1л)	2	11. Несинусоидальный ток. 12. Защита работ.	2	5. Несинусоидальный ток.	3					7
Итого	2		2		3						
Всего по видам	11,5		20		15		14,5		4		65
Экзамен					35						100

Утверждаю: зав. каф. ТОЭ
Составил:

Носов Г.В.
Колчанова В.А.

Разработчик: Колчанова В.А.

Дата разработки: 1.06.2009

D:\Вероника\Раб программа\Колчанова РП\ТОЭ2009-100-Колчанова-3.doc

стр. 27 из 29

**Рабочая программа
учебной дисциплины**



Ф ТПУ 7.1 - 21/01

ДОПУСК К ЭКЗАМЕНУ – более 35 баллов

Удовл. – 55 – 70 баллов
Хор. – 71 – 85 баллов
Отл. – 86 – 100 баллов

**РЕЙТИНГ - П Л А Н
по дисциплине ТОЭ на 4-й семестр**

Для направления 140200 и специальности 140211

Лектор Колчанова Вероника Андреевна

Лекции – 32 час.
Лаб. Работы – 16 час.
Практ. занятия – 16 час.

Итого: – 64 час.

Название модуля	Лекция		Лабораторные работы		Практические занятия (входной и текущий контроль)		СРС, домашние задания		Рубежный контроль		Максимальный балл модуля
	тема	балл	тема	балл	тема	балл	тема	балл	тема	балл	
1.Переходные процессы в линейных цепях.	1.1. Классический и операционный методы расчета(2л). 1.2. Интеграл Дюамеля(1л). 1.3.Комбинированный метод и метод переменных состояния(2л).	1 0,5 1	1. Цепь 1-го порядка. 2. Обобщенные законы коммутации. 3. Цепь 2-го порядка. 4. Цепь 2-го порядка.	2 2 2 2	1. Входной контроль. 2. Переходные процессы.	1 4	Индивидуальное задание № 6 «Переходные процессы»	10	Контрольная работа №1	2	27,5
Итого	2,5		8		5		10		2		27,5
2.Нелинейные цепи.	2.1. Нелинейные резистивные цепи (2л). 2.2. Магнитные цепи (2л). 2.3. Резонансные явления и метод эквивалентных синусоид(3л).	1 1 1,5	5. Нелинейная резистивная цепь. 6. Катушка с сердечником. 7. Нелинейная цепь переменного тока. 8. Вентили и выпрямители.	2 2 2 2	3. Нелинейные цепи.	4	Индивидуальное задание № 7 «Нелинейные цепи»	8,5	Контрольная работа №2	2	26
Итого	3,5		8		4		8,5		2		53,5
3.Длинные линии.	3.1. Длинные линии в установившемся режиме(2л). 3.2. Длинные линии в переходном режиме(2л). 3.3. Отражение волн в линиях(1л).	1 1 0,5	9. Защита л.р.		4. Длинные линии.	4	Индивидуальное задание № 8 «Длинные линии»	5			11,5
Итого	2,5				4		5				65
Всего по видам	9		16		13		23,5		4		65
Экзамен					35						100

Утверждаю: зав. каф. ТОЭ
Составил:

Носов Г.В.
Колчанов

Разработчик: Колчанова В.А.
Дата разработки: 1.06.2009
D:\Вероника\Раб программа\Колчанова РП\ТОЭ2009-100-Колчанова-3.doc
стр. 28 из 29



Разработчик: Колчанова В.А.

Дата разработки: 1.06.2009

D:\Вероника\Раб программа\Колчанова РП\ТОЭ2009-100-Колчанова-3.doc

стр. 29 из 29