

Федеральное агентство по образованию
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГОУВПО «АмГУ»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой АПП и Э

_____ А.Н. Рыбалев

« ____ » _____ 2007 г.

Теоретические основы электротехники
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

для специальностей 14.02.03 – «Релейная защита и
автоматизация электроэнергетических систем»

14.02.04 – «Электрические станции»

14.02.05 – «Электроэнергетические системы и сети»

14.02.11 – «Электроснабжение»

Составитель: В.И. Усенко, доцент кафедры автоматизации
производственных процессов и электротехники АмГУ

Благовещенск

2007 г.

Печатается по решению
редакционно-издательского совета
энергетического факультета
Амурского государственного
университета.

В.И. Усенко

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Теоретические основы электротехники» для студентов очной и заочной форм обучения для специальностей:

140203 – «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» 140204 – «Электрические станции»

140205 – «Электроэнергетические системы и сети»

140211 – «Электроснабжение»

Учебно-методические рекомендации ориентированы на оказание помощи студентам очной и заочной форм обучения для освоения фундаментальных законов электромагнетизма и явлений, лежащих в основе этих законов, овладение методами анализа и расчета процессов в цепях и полях.

Амурский государственный университет, 2007.

СОДЕРЖАНИЕ:

1. Примерная рабочая программа.....	4
2. Рабочая программа	4
3. Краткий конспект лекций.....	33
4. Практические занятия	49
5. Лабораторные работы	50
6. Самостоятельная работа студентов.....	51
7. Экзаменационные вопросы и образцы билетов.....	66
8. Контроль знаний.....	74

1. Примерная рабочая программа находится в одноименной папке (сканированный вариант)
2. Рабочая программа

Федеральное агентство по образованию Российской Федерации
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ГОУВПО «АмГУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
Е.С. Астапова
личная подпись, И.О.Ф

«__» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
по дисциплине
«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ»
для специальностей:

140203 – «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»

140204 – «Электрические станции»

140205 – «Электроэнергетические системы и сети»

140211 – «Электроснабжение»

Курс 2,3 Семестр 3,4,5

Лекции 144 (час.) Экзамен 3,4,5

Практические занятия 54 (час.)

Лабораторные занятия 54 (час.)

Самостоятельная работа 148 (час.)

Всего часов 440

Составитель В. И. Усенко, доц., к.т.н.
Факультет энергетический
Кафедра АППиЭ

2006 г.

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта ВПО специальностей: 140203 – «Релейная защита и

автоматизация электроэнергетических систем», 140204 – «Электрические станции», 140205 – «Электроэнергетические системы и сети», 140211 – «Электроснабжение»

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры АППиЭ
«__» _____ 20 __ г., протокол №

Зав. кафедрой

А. Н. Рыбалёв

Рабочая программа одобрена на заседании УМС специальностей:
140203, 140204, 140205, 140211 «__» _____ 20 __ г., протокол №

Председатель УМС

Н. В. Савина

СОГЛАСОВАНО

Начальник УМУ

_____ Г. Н. Торопчина

«__» _____ 20 __ г.

СОГЛАСОВАНО

Председатель УМС факультета

_____ Ю. В. Мясоедов

«__» _____ 20 __ г.

СОГЛАСОВАНО

Зав. выпускающей кафедрой

_____ Н. В. Савина

«__» _____ 20 __ г.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина ТОЭ представляет собой теоретическую базу для изучения всех электротехнических дисциплин и позволяет организовать высшее электротехническое образование на высоком уровне. Поэтому целью изучения ТОЭ является освоение фундаментальных законов электромагнетизма и явлений, лежащих в основе этих законов, овладение методами анализа и расчета процессов в цепях и полях, приобретение студентами навыков самостоятельного исследования путем изучения теоретического материала и закрепления его на практических занятиях и в ходе выполнения лабораторных работ.

В процессе аудиторных и самостоятельных занятий по усвоению дисциплины ТОЭ и формированию минимально необходимых знаний студенты должны выполнять следующие задачи:

- осмыслить и понять физическую сторону электромагнитных явлений в цепях с целью составления математических моделей процессов в электротехнических установках и оценки достоверности полученных численных результатов в процессе использования этих моделей;

- изучить методы формирования и решения уравнений линейных электрических цепей в установившихся режимах (без применения и с применением ЭВМ) для использования их во многих прикладных отраслях электротехники;

- изучить методы исследования электротехнических устройств в переходных режимах с целью выявления опасных перенапряжений и сверхтоков в электроустановках;

- освоить и научиться применять графические и аналитические методы анализа нелинейных цепей к расчету выпрямителей, стабилизаторов напряжения, умножителей частоты и автоколебательных систем;

- изучить фундаментальные в природе уравнения электромагнитного поля (уравнения Максвелла), связывающие электрическое и магнитное поля, с целью применения этих уравнений для расчета параметров цепей и освоения вопросов распространения электромагнитных волн в различных средах.

В результате изучения дисциплины студенты должны приобрести следующие навыки и умения:

- уметь рассчитывать параметры элементов физических моделей цепей и собирать на стенде эти модели;

- уметь проводить экспериментальные исследования и критически анализировать полученные результаты, сравнивая их с результатами теоретических расчетов;

- уметь составлять алгебраические и дифференциальные уравнения электрических и магнитных цепей с целью их дальнейшего решения;

- уметь описывать физическую сторону явлений в электрических устройствах на основе фундаментальных законов электромагнетизма.

Теоретической базой дисциплины "Теоретические основы электротехники" являются высшая математика и физика.

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. ГОСУДАРСТВЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К МИНИМУМУ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПД.Ф.04.01. *Теоретические основы электротехники*: физические основы электротехники; законы электрических цепей; цепи синусоидального тока; трехфазные цепи; расчет цепей при периодических несинусоидальных воздействиях; многополюсники; переходные процессы в линейных цепях; нелинейные электрические и магнитные цепи; цепи с распределенными параметрами; стационарное электрическое поле; магнитное поле; аналитические и численные методы расчета электрических и магнитных полей; переменное электромагнитное поле; поверхностный эффект и эффект близости; электромагнитное экранирование.

2. ЛЕКЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ – 144 часа 3 семестр (54 часа)

РАЗДЕЛ 1. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ЦЕПЕЙ – 116 час.

Глава I. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ЗАКОНЫ ТЕОРИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ – 4 час.

1.1. Введение. Этапы развития теоретической электротехники. Общая физическая основа задач теории электромагнитного поля и теории цепей.

1.2. Электрическое и магнитное поля, их величины и соотношения. Закон электромагнитной индукции. Энергия системы заряженных тел и энергия контуров с токами. Силы, действующие на заряженные тела. Электромагнитная сила.

Глава 2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА – 4 час.

2.1. Электрические и магнитные цепи. Активные и пассивные элементы цепей. Законы Ома и Кирхгофа для цепей постоянного тока. Расчет цепей при последовательном, параллельном и смешанном соединении. Баланс мощностей.

2.2. Преобразования электрических цепей. Расчет цепи, основанный на преобразовании соединения треугольником в эквивалентное соединение звездой. Принцип наложения и основанный на нем метод наложения.

Глава 3. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ ОДНОФАЗНОГО

СИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА – 28 час.

3.1. Гармонические ЭДС, напряжения и токи. Действующие и средние значения периодических функций. Волновые и векторные диаграммы.

3.2. Комплексные числа и операции над ними. Комплексные изображения гармонических функций. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме.

3.3. Пассивные идеализированные элементы и простейшие, последовательные и параллельные цепи с активными и реактивными элементами при гармоническом воздействии.

3.4. Мгновенная мощность и колебания энергии в цепях синусоидального тока. Активная, реактивная и полная мощности. Комплексная мощность. Компенсация реактивной мощности.

3.5. Граф электрической цепи и его топологические матрицы. Уравнения Кирхгофа для комплексов действующих значений в матричной форме.

3.6. Применение метода узловых напряжений для расчета электрических цепей по комплексным схемам замещения. Метод двух узлов.

3.7. Применение метода контурных токов для расчета электрических цепей по комплексным схемам замещения.

3.8. Применение РС для расчета электрических цепей по комплексным схемам замещения методами контурных токов, узловых напряжений и эквивалентного генератора.

3.9. Цепи с взаимной индуктивностью. Собственная и взаимная индуктивности катушек. Разметка зажимов связанных катушек. Коэффициент связи.

3.10. Цепи с взаимной индуктивностью при гармоническом воздействии. Преобразование участков цепей со связанными катушками. Развязка индуктивных связей.

3.11. Понятие о линейных трансформаторах. Уравнения и схемы замещения совершенного и идеального трансформаторов.

3.12. Комплексные частотные характеристики электрических цепей. Нормированные АЧХ и ФЧХ. Годографы комплексных характеристик.

3.13. Резонанс напряжений. Передаточные характеристики и избирательные свойства последовательного колебательного контура.

3.14. Резонанс токов. Связанные контура. Настройка связанных контуров.

Глава 4. ТРЕХФАЗНЫЕ ЦЕПИ – 12 час.

4.1. Многофазные цепи и системы их классификация. Понятие о многофазных источниках. Системы напряжений трехфазного генератора.

4.2. Расчет трехфазных цепей в симметричных режимах со статической нагрузкой. Мощность в трехфазной цепи. Измерение мощности.

4.3. Расчет трехфазных цепей со статической нагрузкой.

4.4. Симметричные составляющие несимметричных трехфазных систем. Фильтры симметричных составляющих.

4.5. Расчет несимметричных режимов трехфазных цепей при наличии вращающейся нагрузки. Метод симметричных составляющих.

4.6. Вращающееся магнитное поле. Принцип действия асинхронного и синхронного двигателей.

Глава 5. РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПРИ ПЕРИОДИЧЕСКИХ НЕСИНУСОИДАЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЯХ. – 6 час.

5.1. Гармонический анализ и разложение функций. Две формы ряда Фурье. Виды симметрии периодических кривых.

5.2. Расчет электрических цепей несинусоидального тока. Резонансные явления.

5.3. Высшие гармоники в трехфазных цепях.

4 семестр (54 часа)

Глава 6. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНИКОВ – 6 час.

6.1. Основные уравнения и система параметров четырехполюсников.

6.2. Аналитические и экспериментальные методы определения параметров четырехполюсников. Схемы замещения.

6.3. Атенюаторы и уравнители. Назначение и расчет. Дифференцирующие и интегрирующие цепи.

Глава 7. ЧАСТОТНО-ИЗБИРАТЕЛЬНЫЕ ЦЕПИ – 6 час.

7.1. Характеристические параметры пассивных четырехполюсников. АЧХ идеальных фильтров. Фильтры нижних частот К и М типов.

7.2. Фильтры верхних частот К и М типов. Полосовые, задерживающие и мостовые фильтры. Основные расчетные соотношения.

7.3. Активные частотные фильтры. Устойчивость цепей с операционными усилителями.

Глава 8. КЛАССИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ – 12 час.

8.1. Возникновение переходных процессов. Законы коммутации. Начальные условия. Принужденные и свободные составляющие переходных величин. Порядок расчета переходных процессов.

8.2. Переменные состояния электрических цепей. Составление уравнений состояния.

8.3. Переходные процессы в последовательной RL - цепи: включение на постоянное и синусоидальное напряжение и короткое замыкание.

8.4. Переходные процессы в последовательной RC - цепи: включение на постоянное и синусоидальное напряжение и короткое замыкание.

8.5. Переходные процессы в последовательном колебательном контуре: аperiодический, колебательный и предельный случай разряда конденсатора.

8.6. Переходные процессы в параллельном колебательном контуре. Включение RC - цепи на синусоидальное напряжение.

Глава 9. ОПЕРАТОРНЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ – 6 час.

9.1. Краткая теория функций комплексного переменного. Преобразование Лапласа и его основные свойства. Теорема разложения.

9.2. Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме. Операторные схемы замещения. Общая схема применения операторного метода.

9.3. Операторные характеристики линейных цепей. Передаточная функция линейной системы с обратной связью (ОС). Устойчивость цепей с ОС.

Глава 10. ВРЕМЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛИНЕЙНЫХ ЦЕПЕЙ. СПЕКТРАЛЬНЫЙ МЕТОД – 4 час.

10.1. Единичные функции: единичный скачок и единичный импульс. Переходная и импульсная характеристика линейных цепей. Определение временных характеристик.

10.2. Применение принципа суперпозиции для расчета переходных процессов (интеграл Дюамеля). Одностороннее преобразование Фурье. Нахождение отклика цепи на непериодические сигналы.

Глава 11. НЕЛИНЕЙНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ – 4 час.

11.1. Нелинейные резистивные элементы, их характеристики и параметры. Аппроксимация характеристик. Графический метод анализа последовательно-параллельных резистивных цепей. Определение рабочих точек нелинейных элементов. Определение отклика нелинейной цепи на входной сигнал.

11.2. Преобразование сигналов в нелинейных резистивных цепях: умножение и преобразование частоты, модуляция и детектирование.

Глава 12. НЕЛИНЕЙНЫЕ МАГНИТНЫЕ ЦЕПИ ПРИ ПОСТОЯННЫХ ПОТОКАХ – 6 час.

12.1. Основные соотношения стационарного магнитного поля. Магнитные цепи. Ферромагнитные материалы и их характеристики. Законы магнитных цепей.

12.2. Расчет неразветвленных магнитных цепей.

12.3. Расчет разветвленных магнитных цепей методом двух узлов.

Глава 13. НЕЛИНЕЙНЫЕ ИНДУКТИВНЫЕ ЦЕПИ ПРИ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ – 6 час.

13.1. Характеристики и параметры нелинейных индуктивностей. Потери в сердечниках из ферромагнитного материала. Уравнение, векторная диаграмма и схема замещения катушки с ферромагнитным сердечником.

13.2. Уравнение, векторная диаграмма и схема замещения трансформатора с ферромагнитным сердечником. Приведенный трансформатор.

13.3. Феррорезонанс напряжений и токов.

Глава 14. ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В НЕЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ - 4 час.

14.1. Включение нелинейной катушки на постоянное напряжение. Анализ переходного режима методами условной линеаризации, аналитической и кусочно-линейной аппроксимации нелинейной характеристики.

14.2. Включение нелинейной катушки на синусоидальное напряжение.

5 семестр (36 часов)

Глава 15. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ – 8 час.

15.1. Схема замещения и дифференциальные уравнения длинной линии. Установившийся синусоидальный режим в однородной линии.

15.2. Уравнения длинных линий в гиперболических функциях. Согласованная нагрузка линии. Линия без искажений.

15.3. Линия без потерь. Стоячие волны. Применение линий без потерь.

15.4. Переходные процессы в длинных линиях. Возникновение волн с прямоугольным фронтом. Общий метод определения отраженных волн.

РАЗДЕЛ 2. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ – 28 час

Глава 16. ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОЕ ПОЛЕ – 6 час.

16.1. Основные величины, характеризующие электростатическое поле. Градиент электрического потенциала. Теорема Гаусса и постулат Максвелла в дифференциальной форме. Уравнения Пуассона и Лапласа.

16.2. Метод зеркальных изображений. Потенциальные и емкостные коэффициенты и частичные емкости линий. Емкость коаксиального кабеля.

16.3. Расчет электростатических полей по методу сеток. Применение РС для расчета электростатических полей.

Глава 17. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ И МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ПОСТОЯННЫХ ТОКОВ – 10 час.

17.1. Электрический ток проводимости. Законы Ома, Кирхгофа, Джоуля-Ленца в дифференциальной форме. Заземлители.

17.2. Основные величины, характеризующие, магнитное поле. Закон Био-Савара-Лапласа. Закон полного тока в дифференциальной форме.

17.3. Скалярный и векторный потенциалы магнитного поля. Уравнения Пуассона и Лапласа. Граничные условия в магнитном поле.

17.4. Применение векторного магнитного потенциала для расчета индуктивностей. Магнитное экранирование.

17.5. Численные методы расчета магнитных полей.

Глава 18. ПЕРЕМЕННОЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ – 12 час.

18.1. Уравнения ЭМП в интегральной и дифференциальной формах. Теорема Умова-Пойнтинга.

18.2. Распространение плоской волны в проводящей среде.

18.3. Магнитный поверхностный эффект.

18.4. Электрический поверхностный эффект.

18.5. Распространение плоской гармонической волны в диэлектрике.

18.6. Излучения элементарных вибраторов.

3. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (54 часа)

3 семестр – 18 час.

1. Расчет электрических цепей ПТ при последовательном, параллельном и смешанном соединении. – 2 ч.

2. Определение эквивалентных параметров пассивных двухполюсников при гармоническом воздействии. Коэффициент мощности. – 2 ч.

3. Операции над комплексными числами. Расчет простых цепей по закону Ома в комплексной форме. – 2 ч.

4. Расчет цепей с взаимной индукцией. – 2 ч.

5. Резонанс в электрических цепях. – 2 ч.

6. Трехфазные цепи. Расчет несимметричных режимов. – 2 ч.

7. Расчет трехфазных симметричных цепей. – 2 ч.

8. Метод симметричных составляющих. Вращающееся магнитное поле. – 2 ч.

9. Разложение гармонических функций в ряд Фурье. – 2 ч.

4 семестр – 18 час.

1. Определение первичных параметров четырехполюсников. – 2ч.

2. Реактивные фильтры . – 2ч.

3. Переходные процессы. Определение начальных условий. – 2ч.
4. Переходные процессы в RL - цепях и в RC цепях. – 2ч.
5. Преобразование Лапласа. Основные свойства. – 2ч.
6. Расчет переходных процессов операторным методом. – 2ч.
7. Временные характеристики электрических цепей.– 2ч.
8. Нелинейные электрические и магнитные цепи. – 2ч
9. Переходные процессы в нелинейных цепях. – 2ч

5 семестр – 18 час.

1. Длинные линии в установившихся режимах. – 2 ч.
2. Переходные процессы в длинных линиях. – 2 ч.
3. Электростатическое поле. Применение теоремы Пуассона и Лапласа. – 2 ч.
4. Электрическое поле постоянных токов. Расчет заземлителей. – 2 ч.
5. Магнитное поле постоянных токов. – 2 ч.
6. Электромагнитное поле. Теорема Умова-Пойнтинга. – 2 ч.
7. Распространение электромагнитных волн в проводящей среде. – 2 ч.
8. Электрический поверхностный эффект. – 2 ч.
9. Магнитный поверхностный эффект. – 2 ч.

4. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ (54 часа)

3 семестр – 36 час.

1. Исследование резистивной цепи. – 2 ч.
2. Эквивалентные преобразования звезды и треугольника сопротивлений. – 4 ч.
3. Исследование пассивных двухполюсных элементов электрических цепей. – 2 ч.
4. Параллельное и последовательное соединения активного и реактивного элементов. – 4 ч.
5. Исследование однофазной цепи синусоидального тока. – 4 ч.
6. Исследование цепей с взаимной индукцией. – 4 ч.
7. Резонансы напряжений и токов. – 4 ч.
8. Исследование трехфазной цепи, соединенной в звезду. – 2 ч.
9. Исследование трехфазной цепи, соединенной в треугольник. – 4 ч.
10. Фильтры симметричных составляющих. – 2 ч.
11. Исследование несинусоидальных величин – 4 ч.

4 семестр – 18 час.

1. Исследование пассивного четырехполюсника. – 2ч.
2. Круговая диаграмма пассивного четырехполюсника. – 4 ч.
3. Дифференцирующие и интегрирующие цепи. – 2 ч.
4. Исследование переходных процессов при разрядке конденсатора. – 4 ч.
5. Измерение мощности потерь энергии в ферромагнитном сердечнике катушки. – 2 ч.
6. Феррорезонанс напряжений и токов. – 4 ч

5. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА (148 час.)

3 семестр – 55 часов

1). Расчетно-графические работы:

«Расчет электрических цепей синусоидального тока по комплексным схемам замещения» – 10 ч.

«Расчет трехфазных цепей» – 10 ч.

2). Оформление и подготовка к защите лабораторных работ. – 22 ч.

3). Теоретические вопросы:

1. Распределение энергии в электрическом и магнитном полях. Силы, действующие на заряженные тела. Электромагнитная сила. – 7 ч.

2. Расчет электрических цепей с зависимыми источниками. – 6 ч.

4 семестр – 55 часов

1). Расчетно-графические работы:

«Расчет электрических цепей с операционными усилителями» – 10 ч.

«Расчет переходных процессов в линейных электрических цепях с сосредоточенными параметрами» – 15 ч.

«Расчет нелинейных цепей» – 5 ч.

2). Оформление и подготовка к защите лабораторных работ. – 15 ч.

3). Теоретические вопросы:

1. Электрические цепи с операционными усилителями. – 5 ч.

2. Одностороннее преобразование Фурье и расчет переходных процессов с помощью частотных характеристик. – 5 ч.

5 семестр – 38 часов

1). Расчетно-графическая работа:

«Расчет длинных линий» – 5 ч.

«Расчет электрического и магнитного полей постоянного тока» – 8 ч.

«Переменное электромагнитное поле в проводящей среде» – 10 ч.

2) Теоретические вопросы:

1. Переходные процессы в линиях без потерь. – 9 ч.

2. Исследование поверхностных эффектов в цилиндрических проводах в программе Mathcad. – 9 ч.

6. ПЕРЕЧЕНЬ И ТЕМЫ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ФОРМ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Промежуточный контроль знаний студентов по дисциплине предусматривает две контрольные точки в 3, 4 и 5 семестрах, оценки по которым выставляются на основе информации о выполнении лабораторных работ, РГР, а также на основе тестирования теоретических знаний, полученных за прошедший период обучения. Предусмотрено тестирование по темам:

6.1. Методы расчета цепей постоянного тока – 3 семестр, 1-я контр. точка.

6.2. Комплексный метод расчета электрических цепей – 3 семестр, 2-я контрольная точка.

6.3. Расчет переходных процессов – 4 семестр, 1-я контр. точка.

6.4. Четырехполюсники – 4 семестр, 2-я контрольная точка.

6.5. Нелинейные электрические и магнитные цепи – 5 семестр, 1-я контр. точка.

6.6. Расчет стационарных полей – 5 семестр, 2-я контрольная точка.

7. ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

3 семестр

1. Электрическое и магнитное поля, их величины и соотношения. Закон электромагнитной индукции.
2. Энергия системы заряженных тел и энергия контуров с токами.
3. Силы, действующие на заряженные тела. Электромагнитная сила.
4. Электрические и магнитные цепи. Активные и пассивные элементы цепей. Законы Ома и Кирхгофа для цепей постоянного тока.
5. Расчет цепей при последовательном, параллельном и смешанном соединении. Баланс мощностей.
6. Преобразования электрических цепей. Расчет цепи, основанный на преобразовании соединения треугольником в эквивалентное соединение звездой. Принцип наложения и метод наложения.
7. Электрическая цепь и ее основные части. Величины, характеризующие состояние цепи в любой момент времени: ток, напряжение, ЭДС, мгновенная мощность. Идеализированные активные и пассивные элементы цепи, их характеристики, параметры и компонентные уравнения.
8. Гармонические ЭДС, напряжения и токи. Действующие и средние значения тока и напряжения. Изображение гармонических функций с помощью вращающихся векторов. Векторные диаграммы. Топографические диаграммы.
9. Установившийся синусоидальный режим в последовательной R,L,C -цепи. Фазовые соотношения между напряжением и током на отдельных двухполюсных элементах. Треугольник напряжений и сопротивлений.
10. Установившийся синусоидальный режим в параллельной R,L,C - цепи. Треугольники токов и проводимостей.
11. Мгновенная мощность и колебания энергии в цепях синусоидального тока. Мгновенные мощности отдельных пассивных двухполюсников.
12. Активная, реактивная и полная мощности пассивного двухполюсника. Треугольник мощности. Измерение активной мощности. Коэффициент мощности и способы его повышения. Комплексная мощность.
13. Эквивалентные параметры пассивного двухполюсника и их опытное определение. Треугольники напряжений и токов, сопротивлений и проводимостей. Определение знака угла фазного сдвига.

14. Комплексное представление гармонических функций. Свойства комплексных изображений.
15. Закон Ома в комплексной форме. Комплексные сопротивление, проводимость и мощность пассивного двухполюсника. Комплексные схемы замещения отдельных пассивных двухполюсников и всей цепи.
16. Законы Кирхгофа в комплексной форме. Порядок расчета электрических цепей по комплексным схемам замещения с применением законов Кирхгофа.
17. Преобразование эл. цепей с помощью комплексных схем замещения (последовательное, параллельное, смешанное соединение, взаимные эквивалентные преобразования Y и Δ).
18. Расчет электрических цепей методом узловых напряжений и контурных токов по комплексным схемам замещения. Контурные и узловые уравнения в матричной форме.
19. Комплексные частотные характеристики эл. цепей. Годограф КЧХ.
20. Резонанс напряжений. Вторичные параметры последовательного резонансного контура. Частотные характеристики контура.
21. Передаточные характеристики последовательного колебательного контура.
22. Цепи с взаимной индуктивностью. Одноименные зажимы и их разметка. Определение взаимной индуктивности опытным путем. Коэффициент связи.
23. Последовательное соединение двух индуктивных связанных катушек. Векторная диаграмма при встречном включении.
24. Классификация трехфазных цепей, системы напряжений трехфазного генератора, соединенного звездой.
25. Устройство и принцип действия гидро- и турбогенераторов. Системы напряжений на зажимах генератора, обмотки которого соединены звездой.
26. Расчет симметричных трехфазных цепей, соединенных в Y и Δ . Векторные диаграммы. Мощности трехфазного тока.
26. Расчет несимметричных трехфазных цепей, соединенных в треугольник и звезду.
27. Падение и потеря напряжений в линии симметричной трехфазной цепи. Потери активной и реактивной мощностей в линии.
28. Симметричные составляющие несимметричных трехфазных систем.
29. Фильтры симметричных составляющих.
30. Вращающееся магнитное поле (круговое и эллиптическое).
31. Принцип действия асинхронного и синхронного двигателей. Механические характеристики асинхронного двигателя.
32. Разложение периодических функций в ряд Фурье. Две формы ряда.
33. Расчет цепей несинусоидального тока. Мощность несинусоидального тока.
34. Высшие гармоники в трехфазных цепях.

4 семестр

1. Основные уравнения четырехполюсников. Опытное определение

параметров.

2. Частотные фильтры, АЧХ идеальных фильтров. ФНЧ.
3. ФВЧ, полосовые и заграждающие фильтры.
4. Активные RC - фильтры. Устойчивость цепей с ОУ. Синтез фильтров.
5. Порядок расчета переходных процессов классическим методом.
6. Переходные процессы в последовательных RL и RC – цепях.
7. Переходные процессы в параллельных RL и RC - цепях.
8. Включение последовательного колебательного контура на постоянное напряжение. Случаи вещественных различных и комплексных корней.
9. Аперiodический разряд конденсатора на индуктивную катушку. Колебательный разряд на индуктивную катушку.
10. Преобразование Лапласа, его основные свойства и схема применения к решению дифференциальных уравнений.
11. Законы электрических цепей в операторной форме. Расчет переходных процессов по операторным схемам замещения.
12. Операторные характеристики линейных цепей.
13. Временные характеристики линейных цепей: единичные функции, переходная и импульсная характеристики. Интеграл Дюамеля.
14. Одностороннее преобразование Фурье.
15. Нелинейные резистивные цепи. Графические методы анализа.
16. Нелинейные магнитные цепи при постоянных потоках. Прямая и обратная задачи расчета неразветвленных магнитных цепей.
17. Характеристики и параметры нелинейных индуктивностей. Отличительные особенности нелинейной индуктивной катушки.
18. Уравнение, схема замещения и векторная диаграмма нелинейной катушки.
19. Феррорезонанс напряжений и токов.
20. Уравнение, векторная диаграмма и схема замещения трансформатора с ферромагнитным сердечником.
21. Переходные процессы в нелинейных индуктивных цепях.
22. Включение нелинейной катушки на синусоидальное напряжение. Короткое замыкание на зажимах вторичной обмотки трансформатора.

5 семестр

1. Схема замещения, дифференциальные уравнения и установившийся синусоидальный режим в длинной линии.
2. Уравнения длинных линий в гиперболических функциях. Согласованная нагрузка линии. Неискажающая линия.
3. Уравнение линии без потерь. Применения. Стоячие волны без потерь
4. Переходные процессы в длинных линиях.
5. Электростатическое поле. Основные величины и соотношения: напряженность, потенциал, электрическое смещение, градиент потенциала, уравнения Пуассона и Лапласа. Граничные условия в электростатике.
6. Потенциальные и емкостные коэффициенты и частичные емкости линий.
7. Цилиндр и шар в однородном электрическом поле.
8. Электрическое поле постоянных токов. Законы Ома, Кирхгофа и Джоуля-

- Ленца в дифференциальной форме. Заземлители.
9. Магнитное поле постоянных токов. Граничные условия. Скалярный и векторный потенциалы. Уравнения Пуассона и Лапласа.
 10. Применение векторного магнитного потенциала.
 11. Переменное электромагнитное поле. Теорема Умова-Пойтинга.
 12. Распространение плоской электромагнитной волны в проводящей среде. Электрический и магнитный поверхностные эффекты.
 13. Распространение плоской электромагнитной волны в диэлектрике.
 14. Излучение электромагнитных волн.

Для допуска к экзамену достаточными основаниями являются выполнение и защита РГР и всех лабораторных работ. Студент, не защитивший несколько лабораторных работ и (или) РГР, допускается к экзамену, но перед получением экзаменационного билета он должен ответить на вопросы, относящиеся к незащищенным лабораторным работам и РГР.

Для подготовки ответа студенту отводится 40 мин. Каждый билет содержит два теоретических вопроса, сопровождаемых несложными задачами, служащими примерами, и одну сложную задачу по главному разделу соответствующей части курса. Для получения студентом оценки «удовлетворительно» необходимо полностью ответить на два вопроса или решить сложную задачу и иметь конспект разделов, предназначенных для самостоятельного изучения. При этом результаты проверки текущей успеваемости и посещаемости (контрольные точки) должны быть положительными. Оценка «хорошо» выставляется студенту, правильно решившему главную задачу и полностью ответившему на один из вопросов, имеющему конспект самостоятельно проработанного материала и оценки «хорошо» и (или) «отлично» в контрольных точках аттестации. Оценка «отлично» выставляется студенту, выполнившему все задания билета, имеющему конспект самостоятельно проработанного материала и оценки «хорошо» и (или) «отлично» в контрольных точках аттестации. При устной форме экзамена экзаменатору предоставляется право задавать студенту дополнительные вопросы, а также, помимо теоретических вопросов, давать практические задания по программе данного курса, включающего проработанный и законспектированный студентом материал. При этом неправильные ответы на дополнительные вопросы могут служить основанием для снижения оценки. При невыполнении указанных выше требований студент получает оценку «неудовлетворительно». Порядок ликвидации студентами академической задолженности определяется положением о курсовых экзаменах и зачетах, принятом на заседании Ученого совета от 24.06.2004г., протокол № 15.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ 1. ПЕРЕЧЕНЬ ОБЯЗАТЕЛЬНОЙ (ОСНОВНОЙ) ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Теоретические основы электротехники: В 3-х т. Учебник для вузов. Том 1. – 4-е изд./ К.С. Демирчян, Л.Р. Нейман, Н.В. Коровкин, В.Л. Чечурин, – СПб.: Питер, 2003. – 463 с.: ил.

1.2. Теоретические основы электротехники: В 3-х т. Учебник для вузов. Том 2. – 4-е изд./ К.С. Демирчян, Л.Р. Нейман, Н.В. Коровкин, В.Л. Чечурин, – СПб.: Питер, 2003. – 576 с.: ил.

1.3. Теоретические основы электротехники: В 3-х т. Учебник для вузов. Том 3. – 4-е изд./ К.С. Демирчян, Л.Р. Нейман, Н.В. Коровкин, В.Л. Чечурин, – СПб.: Питер, 2003. – 377 с.: ил.

1.4. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. Учебник. 10-е изд. – М. Гардарика, 2002. – 638 с.

1.5. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Учебник для вузов. 9-е изд. Электромагнитное поле. – М. Гардарика, 2001с. – 317.

1.6. Прянишников З.А. Теоретические основы электротехники: Курс лекций. Уч. пособие, СПб "Корона", 2000. – 368 с.

1.7. Кузовкин В.А. Теоретическая электротехника: Учебник. – М.: Логос, 2002. – 480 с.

1.8. Коровкин Н.В. 2. Теоретические основы электротехники: Сборник задач. Учебное пособие – СПб.: Питер, 2004. – 512 с.

1.9. Сборник задач по теоретическим основам электротехники.:Учеб. пособие / Под ред. Л.А Бессонова. – 4-е изд.,перераб. – М.: Высш. шк., 2000. – 528 с.

1.10. Теоретические основы электротехники: Метод. указ. / Л. А. Бессонов и др/ – 2-е изд., перераб. –М.: Высш. шк., 2001. – 160 с.

1.11. В.И. Усенко, Вилесова Л.А., Кутумов В.В. Расчет линейных электрических цепей в установившихся режимах: Учебное пособие по дисциплине «Теоретические основы электротехники» для студентов энергетического факультета.: АмГУ /Благовещенск, 1998. – 84 с.

1.12. Усенко В.И., Романова В.Л., Русинов В.Л. Расчёт переходных процессов в линейных электрических цепях. Учебное пособие по дисциплине «Теоретические основы электротехники» для студентов энергетического факультета. Благовещенск: Амурский государственный университет, 2003. – 52 с.

1.13. Усенко В.И., Карпова Т.В., Русинов В.Л. Основы теории цепей. Учебное пособие к лабораторным работам. Благовещенск: Амурский государственный университет, 2003. – 108 с.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

2.1. Белецкий А.Ф. Теория линейных электрических цепей: Учебник для вузов. – М.: Радио и связь, 1986. – 544 с. Разделы для углубленного изучения: Глава 10. Временной метод анализа переходных процессов в линейных электрических цепях с сосредоточенными элементами. Глава 19. Частотные характеристики электрических фильтров.

2.2. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: Учеб. для вузов по спец. “Радиотехника”. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1988 – 448 с. Разделы для углубленного изучения: Глава 2. Спектральные представления сигналов. Глава 11. Преобразования сигналов в нелинейных радиотехнических цепях.

3. ПЕРЕЧЕНЬ НАГЛЯДНЫХ И ДРУГИХ ПОСОБИЙ

3.1. Видеоматериалы по электричеству и магнетизму.

3.2. Методические материалы к использованию в учебном процессе программы Mathcad.

3.3. Карточки к лабораторным работам для проведения тестирования.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ) КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

3 семестр

Номер недели	Номер темы	Вопросы, изучаемые на лекции	Занятия (номера)		Используемые наглядные и методические пособия	Самостоятельная работа студентов		Формы контроля
			практич. (семина.)	лаборат.		содержание	час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1.	Введение. Этапы развития теоретической электротехники. Общая физическая основа задач теории электромагнитного поля и теории цепей.	1	1		Выполнение РГР	2	Контрольная точка и тестирование №1, экзамен, проверка РГР, сдача практических заданий и лабораторных работ, экзамен
1	2.	Электрическое и магнитное поля, их величины и соотношения.				Выполнение РГР, подготовка к практическим и лабораторным занятиям, выполнение самостоятельных заданий в рамках практических и лабораторных занятий.	3	Контрольная точка и тестирование №1, экзамен, проверка РГР, сдача практических заданий и лабораторных работ, экзамен
2	3.	Электрические и магнитные цепи. Активные и пассивные элементы цепей. Законы Ома и Кирхгофа для цепей постоянного тока. Расчет цепей при последовательном, параллельном и смешанном соединении. Баланс мощностей.		2	1.11, 1.13	Выполнение РГР, подготовка к практическим и лабораторным занятиям, выполнение самостоятельных заданий в рамках практических и лабораторных занятий.	4	Контрольная точка и тестирование №1, экзамен, проверка РГР, сдача практических заданий и лабораторных работ, экзамен

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	4.	Метод контурных токов и метод узловых напряжений. Метод двух узлов.	2	2	1.11, 1.13	Выполнение РГР, подготовка к практическим и лабораторным занятиям, выполнение самостоятельных заданий в рамках практических и лабораторных занятий.	2	Контрольная точка и тестирование №1, экзамен, проверка РГР, сдача практических заданий и лабораторных работ, экзамен
3	5.	Преобразования электрических цепей, метод эквивалентного генератора. Принцип наложения и основанный на нем метод наложения. Линейные соотношения между токами и напряжениями.			1.11, 1.13	Выполнение РГР, подготовка к практическим и лабораторным занятиям, выполнение самостоятельных заданий в рамках практических и лабораторных занятий.	3	Контрольная точка и тестирование №1, экзамен, проверка РГР, сдача практических заданий и лабораторных работ, экзамен
4	6.	Граф электрической цепи и его топологические матрицы. Уравнения Кирхгофа, контурные и узловые уравнения в матричной форме. Матричная запись баланса мощностей.		3	1.11, 1.13	Выполнение РГР, подготовка к практическим и лабораторным занятиям, выполнение самостоятельных заданий в рамках практических и лабораторных занятий.	4	Контрольная точка и тестирование №1, экзамен, проверка РГР, сдача практических заданий и лабораторных работ, экзамен
5	7.	Гармонические ЭДС, напряжения и токи. Действующие и средние значения периодических функций. Волновые и векторные диаграммы	3	4	1.11, 1.13	Выполнение РГР, подготовка к практическим и лабораторным занятиям, выполнение самостоятельных заданий в рамках практических и лабораторных занятий.	2	Контрольная точка и тестирование №1, экзамен, проверка РГР, сдача практических заданий и лабораторных работ, экзамен

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	8.	Комплексные числа и операции над ними. Комплексные изображения гармонических функций. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме.			1.11, 1.13	Выполнение РГР, подготовка к практическим и лабораторным занятиям, выполнение самостоятельных заданий в рамках практических и лабораторных занятий.	3	Контрольная точка и тестирование №1, экзамен, проверка РГР, сдача практических заданий и лабораторных работ, экзамен
6	9.	Пассивные идеализированные элементы и простейшие цепи с активными и реактивными элементами при гармоническом воздействии.		4	1.11, 1.13	Выполнение РГР, подготовка к практическим и лабораторным занятиям, выполнение самостоятельных заданий в рамках практических и лабораторных занятий.	4	Контрольная точка и тестирование №2, экзамен, проверка РГР, сдача практических заданий и лабораторных работ, экзамен
7	10.	Мгновенная мощность и колебания энергии в цепях синусоидального тока. Активная, реактивная и полная мощности. Комплексная мощность. Компенсация реактивной мощности.	4	5	1.11, 1.13	Выполнение РГР, подготовка к практическим и лабораторным занятиям, выполнение самостоятельных заданий в рамках практических и лабораторных занятий.	2	Контрольная точка и тестирование №2, экзамен, проверка РГР, сдача практических заданий и лабораторных работ, экзамен
7	11.	Применение методов контурных токов, узловых напряжений и эквивалентного генератора для расчета электрических цепей по комплексным схемам замещения.			1.11, 1.13	Выполнение РГР, подготовка к практическим и лабораторным занятиям, выполнение самостоятельных заданий в рамках практических и лабораторных занятий.	3	Контрольная точка и тестирование №2, экзамен, проверка РГР, сдача практических заданий и лабораторных работ, экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9

8	12.	Машинный анализ на РС комплексной системы линейных уравнений		5	1.11, 1.13	Выполнение РГР, подготовка к практическим и лабораторным занятиям, выполнение самостоятельных заданий в рамках практических и лабораторных занятий.	4	Контрольная точка и тестирование №2, экзамен, проверка РГР, сдача практических заданий и лабораторных работ, экзамен
9	13.	Цепи с взаимной индуктивностью. Собственная и взаимная индуктивности катушек. Разметка зажимов связанных катушек. Коэффициент связи.	5	6		Выполнение РГР, подготовка к практическим и лабораторным занятиям, выполнение самостоятельных заданий в рамках практических и лабораторных занятий.	2	Контрольная точка и тестирование №2, экзамен, проверка РГР, сдача практических заданий и лабораторных работ, экзамен
9	14.	Цепи с взаимной индуктивностью при гармоническом воздействии. Преобразование участков цепей со связанными катушками. Развязка индуктивных связей.				Выполнение РГР, подготовка к практическим и лабораторным занятиям, выполнение самостоятельных заданий в рамках практических и лабораторных занятий.	3	Контрольная точка и тестирование №2, экзамен, проверка РГР, сдача практических заданий и лабораторных работ, экзамен
10	15.	Понятие о линейных трансформаторах. Уравнения и схемы замещения совершенного и идеального трансформаторов.		6		Выполнение РГР, подготовка к практическим и лабораторным занятиям, выполнение самостоятельных заданий в рамках практических и лабораторных занятий.	4	Контрольная точка и тестирование №2, экзамен, проверка РГР, сдача практических заданий и лабораторных работ, экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9
11	16.	Комплексные частотные	6	7		Выполнение РГР,	2	Контрольная точка

		характеристики электрических цепей. Нормированные АЧХ и ФЧХ. Годографы комплексных характеристик				подготовка к практическим и лабораторным занятиям, выполнение самостоятельных заданий в рамках практических и лабораторных занятий.		и тестирование №2, экзамен, проверка РГР, сдача практических заданий и лабораторных работ, экзамен
11	17.	Резонанс напряжений. Передаточные характеристики и избирательные свойства последовательного колебательного контура.				Выполнение РГР, подготовка к практическим и лабораторным занятиям, выполнение самостоятельных заданий в рамках практических и лабораторных занятий.	3	Контрольная точка и тестирование №2, экзамен, проверка РГР, сдача практических заданий и лабораторных работ, экзамен
12	18.	Резонанс токов. Связанные контура. Настройка связанных контуров.		7		Выполнение РГР, подготовка к практическим и лабораторным занятиям, выполнение самостоятельных заданий в рамках практических и лабораторных занятий.	4	Контрольная точка и тестирование №2, экзамен, проверка РГР, сдача практических заданий и лабораторных работ, экзамен
13	19.	Многофазные цепи и системы их классификация. Понятие о многофазных источниках. Системы напряжений трехфазного генератора.	7	8		Выполнение РГР, подготовка к практическим и лабораторным занятиям, выполнение самостоятельных заданий в рамках практических и лаб.	2	Контрольная точка и тестирование №2, экзамен, проверка РГР, сдача практических заданий и лабораторных работ, экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9
13	20.	Расчет трехфазных цепей в			1.11, 1.13	Выполнение РГР, подготовка к	3	Контрольная точка и

		симметричных режимах со статической нагрузкой. Мощность в трехфазной цепи. Измерение мощности.				практическим и лабораторным занятиям, выполнение самостоятельных заданий в рамках практических и лабораторных занятий.		тестирование №2, экзамен, проверка РГР, сдача практических заданий и лабораторных работ, экзамен
14	21.	Расчет трехфазных цепей со статической нагрузкой.		9		Выполнение РГР, подготовка к практическим и лабораторным занятиям, выполнение самостоятельных заданий в рамках практических и лабораторных занятий.	4	Экзамен, проверка РГР, сдача практических заданий и лабораторных работ, экзамен
15	22.	Симметричные составляющие несимметричных трехфазных систем. Фильтры симметричных составляющих.	8	9		Выполнение РГР, подготовка к практическим и лабораторным занятиям, выполнение самостоятельных заданий в рамках практических и лабораторных занятий.	2	Экзамен, проверка РГР, сдача практических заданий и лабораторных работ, экзамен
15	23.	Расчет несимметричных режимов трехфазных цепей при наличии вращающейся нагрузки. Метод симметричных составляющих.				Выполнение РГР, подготовка к практическим и лабораторным занятиям, выполнение самостоятельных заданий в рамках практических и лабораторных занятий.	3	Экзамен, проверка РГР, сдача практических заданий и лабораторных работ, экзамен

1	2	3	4	5	6	7	8	9
16	24.	Вращающееся магнитное поле. Принцип действия асинхронного и синхронного двигателей.		10		Выполнение РГР, подготовка к практическим и лабораторным занятиям, выполнение самостоятельных заданий в рамках практических и лабораторных занятий.	4	Экзамен, проверка РГР, сдача практических заданий и лабораторных работ, экзамен
17	25.	Гармонический анализ и разложение функций. Две формы ряда Фурье. Виды симметрии периодических кривых.	9	11		Выполнение РГР, подготовка к практическим и лабораторным занятиям, выполнение самостоятельных заданий в рамках практических и лабораторных занятий.	2	Экзамен, проверка РГР, сдача практических заданий и лабораторных работ
17	26.	Расчет электрических цепей несинусоидального тока. Резонансные явления.				Выполнение РГР, подготовка к практическим и лабораторным занятиям, выполнение самостоятельных заданий в рамках практических и лабораторных занятий.	4	Экзамен, проверка РГР, сдача практических заданий и лабораторных работ
18	27.	Высшие гармоники в трехфазных цепях.		11		Выполнение РГР, подготовка к практическим и лабораторным занятиям, выполнение самостоятельных заданий в рамках практических и лабораторных занятий.	4	Экзамен, проверка РГР, сдача практических заданий и лабораторных работ

4 семестр

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1.	Основные уравнения и система параметров четырехполюсников		1	Учебное пособие к лабораторным работам	Подготовка к выполнению лабораторной работы.	1	Допуск к лабораторной работе, экзамен
2	2.	Аналитические и экспериментальные методы определения параметров четырехполюсников. Схемы замещения.				Электрические цепи операционными усилителями.	3	Контрольная работа на практических занятиях, экзамен
2	3.	Аттенюаторы и уравниватели. Назначение и расчет. Дифференцирующие и интегрирующие цепи.	1			Подготовка к выполнению лабораторной работы.	1	Допуск к лабораторной работе, экзамен
3	4.	Характеристические параметры пассивных четырехполюсников. АЧХ идеальных фильтров. Фильтры нижних частот К и М типов.		2	Учебное пособие к лабораторным работам.	Электрические цепи операционными усилителями.	2	Контрольная работа на практических занятиях, экзамен
4	5.	Фильтры верхних частот К и М типов. Полосовые, задерживающие и мостовые фильтры. Основные расчетные соотношения.	2			Подготовка к защите лабораторных работ.	3	экзамен
4	6.	Активные частотные фильтры. Устойчивость цепей с операционными усилителями.				Выполнение РГР «Расчет электрических цепей операционными усилителями».	5	экзамен
5	7.	Возникновение переходных процессов. Законы коммутации. Начальные условия. Принужденные и свободные составляющие переходных величин. Порядок расчета переходных процессов.		Защита лабораторных работ	Учебное пособие к лабораторным работам.	Выполнение РГР «Расчет электрических цепей операционными усилителями».	5	Прием лабораторных работ с оценкой по четырех балльной системе, экзамен
6	8.	Переменные состояния электрических цепей. Составление уравнений состояния.	3					Контрольная работа по теме РГР, экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9

6	9.	Переходные процессы в последовательной RL-цепи: включение на постоянное и синусоидальное напряжение и короткое замыкание.				Подготовка к выполнению лабораторной работы.	1	Допуск к лабораторной работе, экзамен
7	10.	Переходные процессы в последовательной RC-цепи: включение на постоянное и синусоидальное напряжение и короткое замыкание.		3	Учебное пособие к лабораторным работам.	Выполнение РГР «Расчет переходных процессов в линейных электрических цепях с сосредоточенными параметрами».	5	Проверка выполнения первого этапа РГР, экзамен
8	11.	Переходные процессы в последовательном колебательном контуре: апериодический, колебательный и предельный случай разряда конденсатора.	4			Подготовка к выполнению лабораторной работы.	1	Допуск к лабораторной работе, экзамен
8	12.	Переходные процессы в параллельном колебательном контуре. Включение RC-цепи на синусоидальное напряжение.				Выполнение РГР «Расчет переходных процессов в линейных электрических цепях с сосредоточенными параметрами».	5	Проверка выполнения второго этапа РГР, экзамен
9	13.	Краткая теория функций комплексного переменного. Преобразование Лапласа и его основные свойства. Теорема разложения.		4	Учебное пособие к лабораторным работам.			экзамен
10	14.	Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме. Операторные схемы замещения. Общая схема применения операторного метода.	5			Выполнение РГР «Расчет переходных процессов в линейных электрических цепях с сосредоточенными параметрами».	5	Проверка РГР и собеседование по ней, экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9

10	15.	Операторные характеристики линейных цепей. Передаточная функция линейной системы с обратной связью (ОС). Устойчивость цепей с ОС.				Подготовка к защите лабораторных работ.	3	экзамен
11	16.	Единичные функции: единичный скачок и единичный импульс. Переходная и импульсная характеристика линейных цепей. Определение временных характеристик.		Защита лабораторных работ	Учебное пособие к лабораторным работам.			Прием лабораторных работ с оценкой по четырех бальной системе, экзамен
12	17.	Применение принципа суперпозиции для расчета переходных процессов (интеграл Дюамеля). Одностороннее преобразование Фурье. Нахождение отклика цепи на непериодические сигналы				Одностороннее преобразование Фурье	5	Контрольная работа на практических занятиях, экзамен
12	18.	Нелинейные резистивные элементы, их характеристики и параметры. Графический метод анализа последовательно-параллельных резистивных цепей. Определение рабочих точек нелинейных элементов. Определение отклика нелинейной цепи на входной сигнал.	6			Подготовка к выполнению лабораторной работы.	1	Допуск к лабораторной работе, экзамен
13	19.	Преобразование сигналов в нелинейных резистивных цепях: умножение и преобразование частоты, модуляция и детектирование.		5	Учебное пособие к лабораторным работам.		2	экзамен
14	20.	Основные соотношения стационарного магнитного поля. Магнитные цепи. Ферромагнитные материалы и их характеристики. Законы магнитных цепей.	7				4	экзамен
14	21.	Расчет неразветвленных магнитных цепей.				Подготовка к выполнению лабораторной работы.	1	Допуск к лабораторной работе, экзамен
15	22.	Расчет разветвленных магнитных цепей методом двух узлов.		6	Учебное пособие к лабораторным работам.		4	экзамен

1	2	3	4	5	6	7	8	9
16	23.	Характеристики и параметры нелинейных индуктивностей. Потери в сердечниках из ферромагнитного материала. Уравнение, векторная диаграмма и схема замещения катушки с ферромагнитным сердечником.	8			Выполнение РГР «Расчет нелинейных цепей».	3	Проверка выполнения первого этапа РГР, экзамен
16	24.	Уравнение, векторная диаграмма и схема замещения трансформатора с ферромагнитным сердечником. Приведенный трансформатор.				Подготовка к защите лабораторных работ.	3	экзамен
17	25.	Феррорезонанс напряжений и токов.		Защита лабораторных работ	Учебное пособие к лабораторным работам.	Выполнение РГР «Расчет нелинейных цепей».	2	Прием лабораторных работ с оценкой по четырех бальной системе, экзамен
18	26.	Включение нелинейной катушки на постоянное напряжение. Анализ переходного режима методами условной линеаризации, аналитической и кусочно-линейной аппроксимации нелинейной характеристики.	9					Проверка РГР и собеседование по ней, экзамен
18	27.	Включение нелинейной катушки на синусоидальное напряжение.						экзамен

5 семестр

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	Схема замещения и дифференциальные уравнения длинной линии. Установившийся синусоидальный режим в однородной линии.						Экзамен
2	2	Уравнения длинных линий в гиперболических функциях. Согласованная нагрузка линии. Линия без искажений.	1			РГР «Расчёт длинных линий»	3	Проверка выполнения первого этапа РГР, экзамен
3	3	Линия без потерь. Стоячие волны. Применение линий без потерь.				РГР «Расчёт длинных линий»	3	Проверка РГР и собеседование по ней, экзамен
4	4	Переходные процессы в длинных линиях. Возникновение волн с прямоугольным фронтом. Общий метод определения отраженных волн.	2			Переходные процессы в линиях без потерь	3	Экзамен
5	5	Основные величины, характеризующие электростатическое поле. Градиент электрического потенциала. Теорема Гаусса и постулат Максвелла в дифференциальной форме. Уравнения Пуассона и Лапласа.				Переходные процессы в линиях без потерь	3	Контрольная работа на практических занятиях РГР, экзамен
6	6	Метод зеркальных изображений. Потенциальные и емкостные коэффициенты и частичные емкости линий. Емкость коаксиального кабеля.	3			РГР «Расчет электрического поля постоянного тока»	2	Проверка выполнения первого этапа РГР, экзамен
7	7	Расчет электростатических полей по методу сеток. Применение РС для расчета электростатических полей.				РГР «Расчет электрического поля постоянного тока»	2	Проверка РГР и собеседование по ней, экзамен
8	8	Электрический ток проводимости. Законы Ома, Кирхгофа, Джоуля- Ленца в дифференциальной форме. Заземлители.	4					Экзамен

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	9	Основные величины, характеризующие магнитное поле. Закон Био-Савара-Лапласа. Закон полного тока в дифференциальной форме.				РГР «Расчет магнитного поля постоянного тока»	2	Проверка выполнения первого этапа РГР, экзамен
10	10	Скалярный и векторный потенциалы магнитного поля. Уравнения Пуассона и Лапласа. Граничные условия в магнитном поле.	5			РГР «Расчет магнитного поля постоянного тока»	2	Проверка РГР и собеседование по ней, экзамен
11	11	Применение векторного магнитного потенциала для расчета индуктивностей. Магнитное экранирование.						Экзамен
12	12	Численные методы расчета магнитных полей.	6					Экзамен
13	13	Уравнения ЭМП в интегральной и дифференциальной формах. Теорема Умова-Пойнтинга.				РГР «Переменное электромагнитное поле в проводящей среде»	2,5	Экзамен
14	14	Распространение плоской волны в проводящей среде.	7			РГР «Переменное электромагнитное поле в проводящей среде»	2,5	Проверка выполнения первого этапа РГР, экзамен
15	15	Магнитный поверхностный эффект.				РГР «Переменное электромагнитное поле в проводящей среде»	2,5	Экзамен
16	16	Электрический поверхностный эффект.	8			РГР «Переменное электромагнитное поле в проводящей среде»	2,5	Проверка РГР и собеседование по ней, экзамен
17	17	Распространение плоской гармонической волны в диэлектрике.						Экзамен
18	18	Излучение элементарных вибраторов.	9					Экзамен

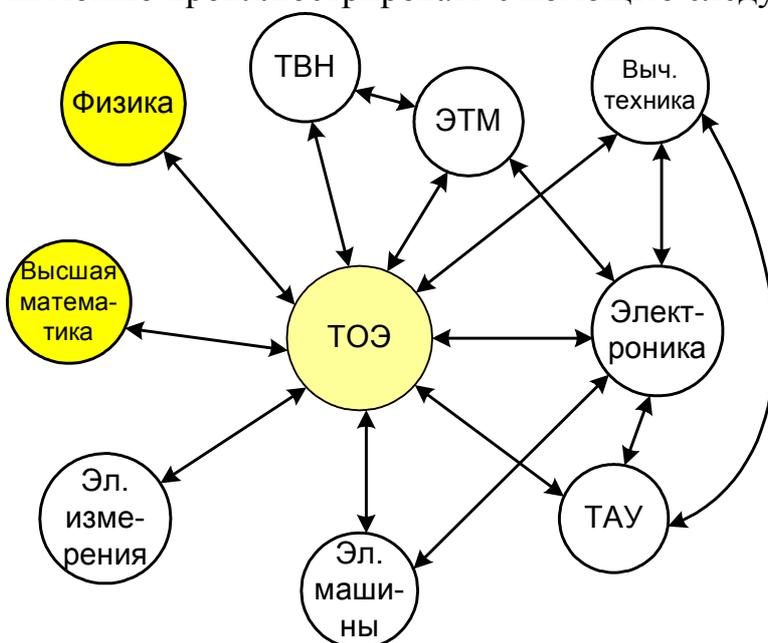
3. Краткий конспект лекций

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Лекция 1

Введение. Этапы развития теоретической электротехники. Общая физическая основа задач теории электромагнитного поля и теории цепей.

В течение многих лет формировались связанные между собой дисциплины, на изучении которых основывается электротехническое образование инженеров-электриков. Связи между различными учебными курсами можно проиллюстрировать с помощью следующего графа:



На основе знаний, получаемых из курсов физики и высшей математики, формировался курс теоретических основ электротехники (ТОЭ). Это формирование было тесно связано с техникой высоких напряжений (ТВН), электроизмерительной техникой, электрическими машинами и другими инженерными и специальными электротехническими дисциплинами, сформировавшимися в последующем на основании знаний, полученных в курсе ТОЭ. При этом развитие ТОЭ оказывало, в свою очередь, влияние на содержание курсов физики и ВМ, а развитие других электротехнических дисциплин постоянно требовало отражения в курсе ТОЭ.

Формирование отрасли науки и техники, названной электроникой, происходило в тесном взаимодействии с электроматериаловедением, физикой, ТОЭ и другими дисциплинами. В свою очередь, электроника явилась основой для развития техники автоматического управления и ВТ, обратное влияние которых предопределило современное развитие ТОЭ. С

каждым годом курс ТОЭ включал рассмотрение все большего числа вопросов, связанных с теорией электронных элементов автоматики, а большой курс ТАУ можно было рассматривать как вторую часть курса ТОЭ, основанную на теории переходных процессов и таких разделов ВМ, как теория вероятностей, теория оптимальных процессов, динамическое программирование и др.

Далее излагается тема «Пути электромагнитной теории», т.е. история развития теоретической электротехники, и рассказывается о роли таких исследователей, как Б. Франклин (1716 – 1781), Ш. Кулон (1736 – 1806), А. Вольта (1745 – 1827), Х. Эрстед (1777 – 1851), А.М. Ампер (1775 – 1836), М. Фарадей (1791 – 1867), Дж. К. Максвелл (1831 – 1879) и другие ученые и практики. Работы Фарадея и Максвелла утверждали физическую реальность электромагнитного поля. Пространство, окружающее заряды, как бы оживало, Оно оказывалось в особом состоянии, обладало особыми свойствами. Открытие электромагнитной индукции позволило к этим свойствам подойти. Электрические и магнитные явления оказывались, действительно, взаимосвязаны. Но связь эта раскрывалась только в нестационарных процессах, через изменение со временем электрических и магнитных характеристик. Покоящийся заряд окружает только электрическое поле. Движущийся заряд окружает и электрическое, и магнитное поле. Если электрический ток постоянный, постоянно и магнитное поле. Такое поле действует в свою очередь только на движущиеся заряды – на токи. Таким образом, поле постоянного тока осуществляет только магнитное действие токов. Иное дело, когда ток оказывается переменным. В этом случае магнитное поле тоже оказывается переменным. И закон электромагнитной индукции определяет электрическое действие такого поля – оно (поле) оказывается источником электрического поля, движущего заряды в проводе, вызывающего в этом проводе электрический ток.

Итак, источником электрического поля может быть переменное магнитное поле. Такое электрическое поле действует на заряды. Значит, его можно характеризовать силой, действующей на единичный пробный заряд, т.е. электрической напряженностью. Но электрическое поле, возникающее при электромагнитной индукции, нельзя характеризовать потенциалом. Это поле – не потенциальное.

Теория Максвелла не только объединила накопленные к середине XIX века разрозненные научные знания об электрических и магнитных явлениях. На ее основе была развита теория света как электромагнитного излучения, построена теория электромагнитных волн. Из уравнений Максвелла вышла теория относительности, а в сочетании с квантовой физикой – атомная физика, теория сверхпроводимости, квантовая электродинамика.

Электромагнитные процессы во всех электротехнических и радиотехнических устройствах подчиняются одним и тем же физическим законам и могут быть точно описаны только методами *теории электромагнитного поля*, т.е. с помощью дифференциальных уравнений в частных производных (уравнений Максвелла). В тоже время эти методы

весьма сложны и на практике позволяют решать ограниченное число задач. Приводятся примеры расчета ЭМП на примере поверхностно (электрического или магнитного) эффекта.

Для исследования широкого круга устройств можно применять упрощенные методы, основанные на замене реального устройства некоторой упрощенной моделью, процессы в которой описываются скалярными величинами – токами и напряжениями. Эти методы составляют предмет теории электрических и магнитных цепей. Приводятся примеры расчета простых электрических и магнитных цепей.

Таким образом, методы исследования электромагнитных явлений в различных электротехнических и радиотехнических устройствах разделились со временем на *методы теории электромагнитного поля* и *методы электрических и магнитных цепей*.

Лекция 2

Электрическое и магнитное поля, их величины и соотношения. Закон электромагнитной индукции. Энергия системы заряженных тел и энергия контуров с токами. Силы, действующие на заряженные тела. Электромагнитная сила.

План-конспект.

1). Заряженные элементарные частицы и ЭМП как особые виды материи. Определения двух сторон ЭМП. Основные величины электрического и магнитного полей.

Электрическим полем называют одну из сторон ЭМП, характеризующуюся воздействием на электрически заряженную частицу с силой, пропорциональной заряду частицы, и не зависящей от ее скорости. Основная физическая величина поля – напряженность электрического поля.

Напряженность электрического поля есть векторная величина, характеризующая электрическое поле в каждой точке и численно равная силе, приходящейся на единицу положительного пробного заряда, помещенного в эту точку поля. Направление вектора напряженности совпадает с направлением вектора силы.

Магнитным полем называют одну из сторон ЭМП, характеризующуюся воздействием на движущуюся электрически заряженную частицу с силой, пропорциональной заряду частицы и ее скорости. Основная физическая величина магнитного поля – магнитная индукция.

Магнитная индукция есть векторная величина, характеризующая магнитное поле в каждой точке и определяющая силу, действующую на движущуюся заряженную частицу со стороны магнитного поля.

2). Теорема Гаусса. Поляризация диэлектриков. Электрические токи проводимости и смещения. Электрическое напряжение. Электродвижущая сила.

3). Магнитный поток, принцип непрерывности потока. Закон электромагнитной индукции: *во всех случаях, когда магнитный поток Φ , проходящий сквозь поверхность, ограниченную некоторым контуром, изменяется во времени, в этом контуре индуцируется ЭДС, равная взятой со знаком минус скорости изменения этого потока (формулировка Максвелла):*

$$e = - \frac{d\Phi}{dt}.$$

Закон электромагнитной индукции может быть представлен и в формулировке Фарадея: *эле*

ктродвижущая сила, индуцированная в контуре, равна скорости пересечения контура единичными силовыми линиями магнитной индукции, взятой с обратным знаком:

$$e = - \frac{dN}{dt}.$$

4). Энергия системы заряженных тел. Энергия заряженного конденсатора.

Энергия системы заряженных тел равна полусумме произведений потенциалов тел на их заряды:

$$W_{\text{э}} = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^{k=n} U_k q_k.$$

Энергия заряженного конденсатора:

$$W_{\text{э}} = \frac{Cu^2}{2} = \frac{q^2}{2C},$$

где C – емкость конденсатора.

5). Энергия системы контуров с токами. Энергия магнитного поля индуктивной катушки.

Энергия системы контуров с токами равна полусумме произведений токов в контурах на потокосцепления контуров:

$$W_{\text{м}} = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^{k=n} i_k \Psi_k.$$

Энергия магнитного поля индуктивной катушки:

$$W_{\text{м}} = \frac{i\Psi}{2} = \frac{Li^2}{2} = \frac{\Psi^2}{2L},$$

где L – индуктивность катушки.

6). Силы, действующие на заряженные тела. Понятия об обобщенных силах и обобщенных координатах. Электромагнитная сила.

Механическая сила, стремящаяся изменить данную координату системы, равна уменьшению энергии электрического поля, отнесенному к единице производимого силой изменения координаты, в предположении, что заряды всех тел сохраняются неизменными:

$$f = - \left(\frac{\partial W_{\text{э}}}{\partial g} \right)_{q_k = \text{const}},$$

где g – обобщенная координата (линейное перемещение, угол поворота, момент пары сил, поверхность, объем).

Если во время движения системы поддерживаются неизменными потенциалы всех тел, то используется другая формулировка:

Механическая сила, стремящаяся изменить данную координату системы, равна увеличению энергии электрического поля, отнесенному к единице производимого силой изменения координаты, в предположении, что потенциалы всех тел сохраняются неизменными:

$$f = \left(\frac{\partial W_{\text{э}}}{\partial g} \right)_{U_k = \text{const}}.$$

7). Электромагнитная сила.

Механические силы, действующие на проводники с электрическими токами, расположенные в магнитном поле, называют *электромагнитными силами* или *электродинамическими силами*. Наиболее простые выражения для силы получаются, если предположить: либо потокосцепления со всеми контурами, либо токи во всех контурах остаются неизменными.

Электромагнитная сила, стремящаяся изменить данную координату системы, равна уменьшению энергии магнитного поля, отнесенному к единице производимого силой изменения координаты, в предположении, что потокосцепления контуров сохраняются неизменными:

$$f = - \left(\frac{\partial W_{\text{м}}}{\partial g} \right)_{\Psi_k = \text{const}}.$$

Электромагнитная сила, стремящаяся изменить данную координату системы, равна увеличению энергии магнитного поля, отнесенному к единице производимого силой изменения координаты, в предположении, что токи в контурах поддерживаются неизменными:

$$f = \left(\frac{\partial W_{\text{м}}}{\partial g} \right)_{i_k = \text{const}}.$$

В качестве примера применения приведенных формул определяется электромагнитная сила, действующая на прямолинейный отрезок проводника с током i , имеющий длину l , расположенный во внешнем однородном поле.

Лекция 3

План-конспект.

1). Электрические и магнитные цепи.

- 2). *Активные и пассивные элементы цепей.*
- 3). *Законы Ома и Кирхгофа для цепей постоянного тока.*
- 4). *Расчет цепей при последовательном, параллельном и смешанном соединении. Баланс мощностей.*

Лекция 4

План-конспект.

- 1). *Преобразования электрических цепей. Замена нескольких ветвей с источниками ЭДС и сопротивлениями одной эквивалентной ветвью.*
- 2). *Преобразования схем при исключении узлов и контуров.*
- 3). *Принцип суперпозиции (наложения), согласно которому ток любой ветви можно представить как алгебраическую сумму составляющих, обусловленных действием каждого источника в отдельности. Порядок расчета методом наложения. Пример расчета.*
- 4). *Метод пропорционального пересчета применительно к цепи с одним источником.*

Лекция 5

План-конспект.

- 1). *Гармонические ЭДС, напряжения и токи.*
- 2). *Действующие и средние значения периодических функций.*
- 3). *Волновые и векторные диаграммы.*

Лекция 6

План-конспект.

- 1). *Комплексные числа и операции над ними.*
- 2). *Комплексные изображения гармонических функций.*
- 3). *Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме.*

Лекция 7

План-конспект.

- 1). *Пассивные идеализированные элементы.*
- 2). *Простейшие последовательные и параллельные цепи с активными и реактивными элементами при гармоническом воздействии.*

Лекция 8

План-конспект.

- 1). *Мгновенная мощность и колебания энергии в цепях синусоидального тока.*
- 2). *Активная, реактивная и полная мощности. Комплексная мощность.*

3). *Компенсация реактивной мощности.*

Лекция 9

План-конспект.

- 1). *Граф электрической цепи и его топологические матрицы.*
- 2). *Уравнения Кирхгофа для комплексов действующих значений в матричной форме.*

Лекции 10 и 11

План-конспект.

- 1). *Применение метода узловых напряжений для расчета электрических цепей по комплексным схемам замещения.*
- 2). *Метод двух узлов.*
- 3). *Применение метода контурных токов для расчета электрических цепей по комплексным схемам замещения*

Лекция 12

План-конспект.

- 1). *Применение РС для расчета электрических цепей по комплексным схемам замещения.*
- 2). *Методы контурных токов и узловых напряжений.*
- 3). *Метод эквивалентного генератора.*

Лекции 13 и 14

План-конспект.

- 1). *Цепи с взаимной индуктивностью. Собственная и взаимная индуктивности катушек. Разметка зажимов связанных катушек. Коэффициент связи.*
- 2). *Цепи с взаимной индуктивностью при гармоническом воздействии.*
- 3). *Преобразование участков цепей со связанными катушками. Развязка индуктивных связей.*

Лекция 15

План-конспект.

- 1). *Понятие о линейных трансформаторах.*
- 2). *Уравнения и схемы замещения совершенного и идеального трансформаторов.*

Лекция N 16

План-конспект

- 1). Понятие о комплексных частотных характеристиках электрических цепей.
Нормированные АЧХ и ФЧХ.*
- 2). Годографы комплексных характеристик.*
- 3). КЧХ цепей с одним энергоемким элементом.*

Лекции 17 и 18

План-конспект.

- 1). Резонанс напряжений.*
- 2). Передаточные характеристики и избирательные свойства последовательного колебательного контура.*
- 3). Резонанс токов. Связанные контуры. Настройка связанных контуров.*

Лекция 19

План-конспект.

- 1). Многофазные цепи и системы их классификация. Понятие о многофазных источниках.*
- 2). Системы напряжений трехфазного генератора.*

Лекции 20 и 21

План-конспект.

- 1). Расчет трехфазных цепей в симметричных режимах со статической нагрузкой.*
- 2). Мощности трехфазной цепи. Измерение мощности.*
- 3). Расчет несимметричных трехфазных цепей со статической нагрузкой.*

Лекция 22

План-конспект.

- 1). Симметричные составляющие несимметричных трехфазных систем.*
- 2). Некоторые свойства трехфазных цепей в отношении симметричных составляющих токов и напряжений.*
- 3). Определение токов в симметричной цепи.*
- 4). Фильтры симметричных составляющих.*

Лекция 23

План-конспект.

1). Расчет несимметричных режимов трехфазных цепей при наличии вращающейся нагрузки.

Метод симметричных составляющих.

2). Расчет цепи с несимметричным участком в линии.

Лекция 24

План-конспект.

1). Вращающиеся двухфазное и трехфазное магнитные поля.

2). Принцип действия и характеристики асинхронного двигателя.

3). Принцип действия и характеристики синхронного двигателя.

Лекции 25 и 26

План-конспект

1). Гармонический анализ и разложение функций. Две формы ряда Фурье.

2). Виды симметрии периодических кривых.

3). Расчет электрических цепей несинусоидального тока.

4). Резонансные явления.

Лекция 27

План-конспект.

1). Высшие гармоники в фазных и линейных напряжениях трехфазных источников.

2). Высшие гармоники в токах и напряжениях трехфазных цепей при различных схемах соединения.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

II часть

Лекция I

План-конспект.

Основные уравнения и система параметров четырехполюсников.

- 1). Классификация проходных четырехполюсников.
- 2). Основные уравнения и первичные параметры неавтономных проходных четырехполюсников.
- 3). Первичные параметры составных четырехполюсников.

Лекция 2

План-конспект.

Аналитические и экспериментальные методы определения параметров четырехполюсников. Схемы замещения.

- 1). Аналитические методы определения первичных параметров проходных четырехполюсников.
- 2). Экспериментальные методы определения первичных параметров проходных четырехполюсников.
- 3). Схемы замещения неавтономных проходных четырехполюсников.
- 4). Автономные проходные четырехполюсники.

Лекция 3

План-конспект.

Аттенюаторы и уравнители. Назначение и расчет. Дифференцирующие и интегрирующие цепи.

- 1). Назначение и расчет аттенюаторов и уравнителей.
 - 2). Дифференцирующие и интегрирующие цепи.
 - 3). Основные свойства идеализированного операционного усилителя.
- Дифференциаторы и интеграторы.*

Лекция 4

План-конспект.

Характеристические параметры пассивных четырехполюсников. АЧХ идеальных фильтров. Фильтры нижних частот К и М типов.

- 1). Характеристическое сопротивление и постоянная передачи симметричного пассивного четырехполюсника.
- 2). АЧХ идеальных фильтров. Фильтры нижних частот К и М типов. Амплитудно-частотные и фазо-частотные характеристики реактивных фильтров.

Лекция 5

План-конспект.

Фильтры верхних частот К и М типов. Полосовые, задерживающие и мостовые фильтры. Основные расчетные соотношения.

- 1). Фильтры верхних частот К и М типов. Основные расчетные соотношения.
- 2). Полосовые, задерживающие и мостовые фильтры. Основные расчетные соотношения.

Лекция 6

План-конспект.

Активные частотные фильтры. Устойчивость цепей с операционными усилителями.

1). Частотные фильтры на операционных усилителях. Основные расчетные соотношения.

2). Устойчивость цепей с операционными усилителями.

Лекция 7

План-конспект.

1). Возникновение переходных процессов. Законы коммутации. Начальные условия.

2). Принужденные и свободные составляющие переходных величин.

3). Порядок расчета переходных процессов.

Лекция 8

План-конспект.

1). Переменные состояния электрических цепей.

2). Составление уравнений состояния.

3). Уравнения состояния в матричной форме.

Лекция 9

План-конспект.

1). Включение последовательной RL - цепи на постоянное напряжение.

2). Короткое замыкание последовательной RL - цепи.

3). Включение последовательной RL - цепи на гармоническое напряжение.

Лекция 10

План-конспект.

1). Включение последовательной RC - цепи на постоянное напряжение.

2). Короткое замыкание последовательной RC - цепи.

3). Включение последовательной RC - цепи на гармоническое напряжение.

Лекция 11

План-конспект.

1). Переходные процессы в последовательном колебательном контуре: апериодический разряд конденсатора.

2). Переходные процессы в последовательном колебательном контуре: предельный случай разряда конденсатора.

3). *Переходные процессы в последовательном колебательном контуре: колебательный разряда конденсатора.*

Лекция 12

План-конспект.

- 1). *Переходные процессы в параллельном колебательном контуре.*
- 2). *Включение последовательной RLC - цепи на гармоническое напряжение.*

Лекция 13

План-конспект.

- 1). *Краткая теория функций комплексного переменного.*
- 2). *Преобразование Лапласа и его основные свойства.*
- 3). *Теорема разложения.*

Лекция 14

План-конспект.

- 1). *Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме.*
- 2). *Операторные схемы замещения.*
- 3). *Общая схема применения операторного метода.*

Лекция 15

План-конспект.

- 1). *Операторные характеристики линейных цепей.*
- 2). *Передаточная функция линейной системы с обратной связью (ОС).*
- 3). *Устойчивость цепей с ОС.*

Лекция 16

План-конспект.

- 1). *Единичные функции: единичный скачок и единичный импульс.*
- 2). *Переходная и импульсная характеристика линейных цепей.*
- 3). *Определение временных характеристик.*

Лекция 17

План-конспект.

- 1). *Применение принципа суперпозиции для расчета переходных процессов (интеграл Дюамеля).*
- 2). *Одностороннее преобразование Фурье..*
- 3). *Нахождение отклика цепи на непериодические сигналы.*

Лекция 18

План-конспект.

- 1). *Нелинейные резистивные элементы, их характеристики и параметры. Аппроксимация характеристик.*
- 2). *Графический метод анализа последовательно-параллельных резистивных цепей. Определение рабочих точек нелинейных элементов.*
- 3). *Определение отклика нелинейной цепи на входной сигнал.*

Лекция 19

План-конспект.

- 1). Преобразование сигналов в нелинейных резистивных цепях: умножение и преобразование частоты.*
- 2). Модуляция и детектирование.*

Лекция 20

План-конспект.

- 1). Основные соотношения стационарного магнитного поля. Магнитные цепи.*
- 2). Ферромагнитные материалы и их характеристики.*
- 3). Законы магнитных цепей.*

Лекция 21

План-конспект.

- 1). Расчет неразветвленных магнитных цепей: прямая задача.*
- 2). Расчет неразветвленных магнитных цепей: обратная задача.*

Лекция 22

План-конспект.

- 1). Расчет разветвленных магнитных цепей: прямая задача.*
- 2). Расчет разветвленных магнитных цепей методом двух узлов.*

Лекция 23

План-конспект.

- 1). Характеристики и параметры нелинейных индуктивностей. Потери в сердечниках из ферромагнитного материала.*
- 2). Уравнение, векторная диаграмма и схема замещения катушки с ферромагнитным сердечником.*

Лекция 24

План-конспект.

- 1). Уравнение, векторная диаграмма и схема замещения трансформатора с ферромагнитным сердечником.*
- 2). Приведенный трансформатор. Схема замещения приведенного трансформатора.*

Лекция 25

План-конспект.

- 1). Феррорезонанс напряжений.*
- 2). Феррорезонанс токов.*

Лекция 26

План-конспект.

1). Включение нелинейной катушки на постоянное напряжение. Анализ переходного режима методом условной линеаризации.

2). Анализ переходного режима методами аналитической и кусочно-линейной аппроксимации нелинейной характеристики.

Лекция 27

План-конспект.

1). Включение нелинейной катушки на синусоидальное напряжение.

2). Численные методы решения нелинейных уравнений.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

III часть

Лекция 1

План-конспект.

Длинные линии.

1). Схема замещения для мгновенных значений и уравнения однородной двухпроводной линии.

2). Установившийся синусоидальный режим в однородной линии. Бегущие волны и основные параметры бегущих волн. Прямые и обратные волны.

Лекция 2

План-конспект.

Длинные линии.

1). Схема замещения для мгновенных значений и уравнения однородной двухпроводной линии.

2). Уравнения однородной линии с гиперболическими функциями. Входное сопротивление линии. Коэффициент отражения волны.

3). Согласованная нагрузка линии. КПД согласованной линии.

4). Условия неискажающей передачи сигналов. Неискажающая линия.

Лекция 3

План-конспект.

Длинные линии.

1). Уравнения с гиперболическими функциями линии без потерь. Входное сопротивление линии без потерь.

2). Стоячие волны и применение линии без потерь.

Лекция 4

План-конспект.

Длинные линии.

1). Переходные процессы в длинных линиях.

- 2). Возникновение волн с прямоугольным фронтом.
- 3). Общий метод определения отраженных волн.

Лекция 5

План-конспект.

Электростатическое поле.

- 1). Основные величины, характеризующие электростатическое поле. Градиент электрического потенциала.
- 2). Теорема Гаусса и постулат Максвелла в дифференциальной форме.
- 3). Уравнения Пуассона и Лапласа.

Лекция 6

План-конспект.

Электростатическое поле.

- 1). Метод зеркальных изображений.
- 2). Потенциальные и емкостные коэффициенты.
- 3). Частичные емкости линий. Емкость коаксиального кабеля.

Лекция 7

План-конспект.

Электростатическое поле.

- 1). Расчет электростатических полей по методу сеток.
- 2). Применение РС для расчета электростатических полей.

Лекция 8

План-конспект.

Электрическое и магнитное поле постоянных токов.

- 1). Электрический ток проводимости. Законы Ома, Кирхгофа, Джоуля-Ленца в дифференциальной форме.
- 2). Заземлители. Шаговое напряжение и напряжение прикосновения.

Лекция 9

План-конспект.

Электрическое и магнитное поле постоянных токов.

- 1). Основные величины, характеризующие магнитное поле.
- 2). Закон Био-Савара-Лапласа. Сила Ампера. Закон полного тока в дифференциальной форме.

Лекция 10

План-конспект.

Электрическое и магнитное поле постоянных токов.

- 1). Скалярный и векторный потенциалы магнитного поля.*
- 2). Уравнения Пуассона и Лапласа.*
- 3). Граничные условия в магнитном поле.*

Лекция 11

План-конспект.

Электрическое и магнитное поле постоянных токов.

- 1). Применение векторного магнитного потенциала для расчета индуктивностей.*
- 2). Магнитное поле в неоднородной среде. Применение метода интегральных уравнений.*
- 2). Магнитное экранирование.*

Лекция 12

План-конспект.

Электрическое и магнитное поле постоянных токов.

- 1). Численные методы расчета магнитных полей.*
- 2). Индуктивность цилиндрической катушки без сердечника.*
- 3). Погонная емкость коаксиального кабеля.*

Лекция 13

План-конспект.

Переменное электромагнитное поле.

- 1). Уравнения ЭМП в интегральной и дифференциальной формах.*
- 2). Поток электромагнитной энергии. Теорема Умова-Пойнтинга.*

Лекция 14

План-конспект.

Переменное электромагнитное поле.

- 1). Распространение плоской электромагнитной волны в проводящей среде.*
- 2). Длина волны и затухание волны.*

Лекция 15

План-конспект.

Переменное электромагнитное поле.

- 1). Магнитный поверхностный эффект.*
- 2). Комплексная магнитная проницаемость.*

Лекция 16

План-конспект.

Переменное электромагнитное поле.

- 1). Электрический поверхностный эффект.*

2). Активное и внутреннее индуктивное сопротивление проводов круглого сечения.

Лекция 17

План-конспект.

Переменное электромагнитное поле.

- 1). *Распространение плоской электромагнитной волны в диэлектрике.*
- 2). *Длина волны и скорость распространения. Вектор Пойнтинга.*

Лекция 18

План-конспект.

Переменное электромагнитное поле.

- 1). *Запаздывающие электродинамические потенциалы.*
- 2). *Излучение электромагнитной энергии.*
- 2). *Длина волны и скорость распространения. Вектор Пойнтинга.*

4. Практические занятия

3 семестр – 18 час.

1. Расчет электрических цепей ПТ при последовательном, параллельном и смешанном соединении. – 2 ч.
2. Определение эквивалентных параметров пассивных двухполюсников при гармоническом воздействии. Коэффициент мощности. – 2 ч.
3. Операции над комплексными числами. Расчет простых цепей по закону Ома в комплексной форме. – 2 ч.
4. Расчет цепей с взаимной индукцией. – 2 ч.
5. Резонанс в электрических цепях. – 2 ч.
6. Трехфазные цепи. Расчет несимметричных режимов. – 2 ч.
7. Расчет трехфазных симметричных цепей. – 2 ч.
10. Метод симметричных составляющих. Вращающееся магнитное поле. – 2 ч.
11. Разложение гармонических функций в ряд Фурье. – 2 ч.

4 семестр – 18 час.

1. Определение первичных параметров четырехполюсников. – 2ч.
2. Реактивные фильтры . – 2ч.
3. Переходные процессы. Определение начальных условий. – 2ч.
4. Переходные процессы в RL - цепях и в RC цепях. – 2ч.
5. Преобразование Лапласа. Основные свойства. – 2ч.
6. Расчет переходных процессов операторным методом. – 2ч.
7. Временные характеристики электрических цепей.– 2ч.
8. Нелинейные электрические и магнитные цепи. – 2ч
9. Переходные процессы в нелинейных цепях. – 2ч

5 семестр – 18 час.

1. Длинные линии в установившихся режимах. – 2 ч.
2. Переходные процессы в длинных линиях. – 2 ч.
3. Электростатическое поле. Применение теоремы Пуассона и Лапласа. – 2 ч.
4. Электрическое поле постоянных токов. Расчет заземлителей. – 2 ч.
5. Магнитное поле постоянных токов. – 2 ч.
6. Электромагнитное поле. Теорема Умова-Пойнтинга. – 2 ч.
7. Распространение электромагнитных волн в проводящей среде. – 2 ч.
8. Электрический поверхностный эффект. – 2 ч.
9. Магнитный поверхностный эффект. – 2 ч.

Практические занятия проводятся в аудитории и заключаются в решении задач из следующих задачников:

- 1). Коровкин Н.В. 2. Теоретические основы электротехники: Сборник задач. Учебное пособие – СПб.: Питер, 2004. – 512 с.
- 2). Сборник задач по теоретическим основам электротехники.: Учеб. пособие / Под ред. Л.А Бессонова. – 4-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2000. – 528 с.

5. Лабораторные работы

3 семестр – 36 час.

1. Исследование резистивной цепи. – 2 ч.
2. Эквивалентные преобразования звезды и треугольника сопротивлений. – 4 ч.
3. Исследование пассивных двухполюсных элементов электрических цепей. – 2 ч.
4. Параллельное и последовательное соединения активного и реактивного элементов. – 4 ч.
5. Исследование однофазной цепи синусоидального тока. – 4 ч.
6. Исследование цепей с взаимной индукцией. – 4 ч.
7. Резонансы напряжений и токов. – 4 ч.
8. Исследование трехфазной цепи, соединенной в звезду. – 2 ч.
9. Исследование трехфазной цепи, соединенной в треугольник. – 4 ч.
10. Фильтры симметричных составляющих. – 2 ч.
11. Исследование несинусоидальных величин – 4 ч.

4 семестр – 18 час.

1. Исследование пассивного четырехполюсника. – 2ч.
2. Круговая диаграмма пассивного четырехполюсника. – 4 ч.
3. Дифференцирующие и интегрирующие цепи. – 2 ч.

4. Исследование переходных процессов при разрядке конденсатора. – 4 ч.

5. Измерение мощности потерь энергии в ферромагнитном сердечнике катушки. – 2 ч.

6. Феррорезонанс напряжений и токов. – 4 ч

Лабораторные работы проводятся в лаборатории электрических цепей на универсальных стендах «Уралочка» с использованием учебного пособия к лабораторным работам:

Усенко В.И., Карпова Т.В., Русинов В.Л. Основы теории цепей. Учебное пособие к лабораторным работам. Благовещенск: Амурский государственный университет, 2003. – 108 с.

6. Самостоятельная работа студентов

3 семестр – 55 часов

1). Расчетно-графические работы:

РГР №1а. «Расчет электрических цепей синусоидального тока по комплексным схемам замещения» – 10 ч.

РГР №1б. «Расчет трехфазных цепей» – 10 ч.

РГР по I-ой части ТОЭ выполняются с использованием учебного пособия В.И. Усенко, Вилесова Л.А., Кутумов В.В. Расчет линейных электрических цепей в установившихся режимах: Учебное пособие по дисциплине «Теоретические основы электротехники» для студентов энергетического факультета.: АмГУ /Благовещенск, 1998. – 84 с.

2). Оформление и подготовка к защите лабораторных работ. – 22 ч.

3). Теоретические вопросы:

1. Распределение энергии в электрическом и магнитном полях. Силы, действующие на заряженные тела. Электромагнитная сила. – 7 ч.

2. Расчет электрических цепей с зависимыми источниками. – 6 ч.

4 семестр – 55 часов

1). Расчетно-графические работы:

РГР №2. «Расчет электрических цепей с операционными усилителями» – 10 ч.

Расчетно-графическая работа № 2

"Расчет электрических цепей с операционными усилителями (ОУ)"

Задание на РГР.

Для RC-цепи с операционным усилителем получить выражение передаточной функции и построить ее амплитудно-частотную характеристику. При анализе полагать, что ОУ является идеальным, т.е. его

коэффициент усиления и входное сопротивление стремятся к бесконечности, а входное напряжение и выходное сопротивление стремятся к нулю.

Схема и числовые значения параметров указаны в таблице.

Таблица числовых значений параметров для РГР по расчету цепей с ОУ

Вариант	Рисунок	R ₁ кОм	R ₂ кОм	R ₃ кОм	R ₄ кОм	R ₅ кОм	C ₁ мкФ	C ₂ мкФ	C ₃ мкФ
01	2.32	10	1	0,01	0,1	–	0,1	1	–
02	2.33	10	1	0,1	1,8	–	0,1	0,1	–
03	2.34	0,1	0,1	0,1	3	1	1	1	–
04	2.35	0,1	0,1	0,1	10	–	0,01	100	–
05	2.36	0,1	1	0,1	1	–	1	0,1	–
06	2.37	1	1	1	1	–	0,1	0,1	–
07	2.38	0,1	10	0,01	0,1	–	1	0,01	–
08	2.39	0,1	0,01	–	–	–	1	1	9
09	2.40	0,01	1	–	–	–	1	1	10
10	2.41	–	0,1	0,1	0,05	–	1	0,1	–
11	2.32	10	1	0,011	0,11	–	0,1	1	–
12	2.33	10	1	0,2	3,6	–	0,1	0,1	–
13	2.34	0,1	0,1	0,1	6	2	1	1	–
14	2.35	0,1	0,1	0,2	20	–	0,01	100	–
15	2.36	0,1	1	0,2	2	–	1	0,1	–
16	2.37	1	1	0,1	0,1	–	0,1	0,1	–
17	2.38	0,1	10	0,02	0,2	–	1	0,01	–
18	2.39	0,1	0,01	–	–	–	2	1	8
19	2.40	0,01	1	–	–	–	1	1	10,1
20	2.41	–	0,1	0,1	0,051	–	1	0,1	–
21	2.32	10	1	0,012	0,12	–	0,1	1	–
22	2.33	10	1	0,3	5,4	–	0,1	0,1	–
23	2.34	0,1	0,1	0,1	9	3	1	1	–
24	2.35	0,1	0,1	0,3	30	–	0,01	100	–
25	2.36	0,1	1	0,3	3	–	1	0,1	–

26	2.37	1	1	0,2	0,2	–	0,1	0,1	–
27	2.38	0,1	10	0,03	0,3	–	1	0,01	–
28	2.39	0,1	0,01	–	–	–	3	1	7
29	2.40	0,01	1	–	–	–	1	1	10,2
30	2.41	–	0,1	0,1	0,052	–	1	0,1	–
31	2.32	10	1	0,013	0,13	–	0,1	1	–
32	2.33	10	1	0,4	504	–	0,1	0,1	–
33	2.34	0,1	0,1	0,1	7,2	4	1	1	–
34	2.35	0,1	0,1	0,4	12	–	0,01	100	–
35	2.36	0,1	1	0,4	4	–	1	0,1	–
36	2.37	1	1	0,3	0,3	–	0,1	0,1	–
37	2.38	0,1	10	0,04	0,4	–	1	0,01	–
38	2.39	0,1	0,01	–	–	–	4	1	6
39	2.40	0,01	1	–	–	–	1	1	10,3
40	2.41	–	0,1	0,1	0,053	–	1	0,1	–
41	2.32	10	1	0,014	0,14	–	0,1	1	–
42	2.33	10	1	0,5	9	–	0,1	0,1	–
43	2.34	0,1	0,1	0,1	15	5	1	1	–
44	2.35	0,1	0,1	0,5	50	–	0,01	100	–
45	2.36	0,1	1	0,5	5	–	1	0,1	–
46	2.37	1	1	0,4	0,4	–	0,1	0,1	–
47	2.38	0,1	10	0,05	0,5	–	1	0,01	–
48	2.39	0,1	0,01	–	–	–	5	1	5
49	2.40	0,01	1	–	–	–	1	1	10,4
50	2.41	–	0,1	0,1	0,054	–	1	0,1	–
51	2.32	10	1	0,015	0,15	–	0,1	1	–
52	2.33	10	1	0,6	10,8	–	0,1	0,1	–
53	2.34	0,1	0,1	0,1	18	6	1	1	–
54	2.35	0,1	0,1	0,6	60	–	0,01	100	–
55	2.36	0,1	1	0,6	6	–	1	0,1	–

56	2.37	1	1	0,5	0,5	–	0,1	0,1	–
57	2.38	0,1	10	0,06	0,6	–	1	0,01	–
58	2.39	0,1	0,01	–	–	–	6	1	4
59	2.40	0,01	1	–	–	–	1	1	10,5
60	2.41	–	0,1	0,1	0,055	–	1	0,1	–
61	2.32	10	1	0,016	0,16	–	0,1	1	–
62	2.33	10	1	0,7	1,26	–	0,1	0,1	–
63	2.34	0,1	0,1	0,1	21	7	1	1	–
64	2.35	0,1	0,1	0,7	70	–	0,01	100	–
65	2.36	0,1	1	0,7	7	–	1	0,1	–
66	2.37	1	1	0,6	0,6	–	0,1	0,1	–
67	2.38	0,1	10	0,07	0,7	–	1	0,01	–
68	2.39	0,1	0,01	–	–	–	7	1	3
69	2.40	0,01	1	–	–	–	1	1	10,6
70	2.41	–	0,1	0,1	0,056	–	1	0,1	–
71	2.32	10	1	0,017	0,17	–	0,1	1	–
72	2.33	10	1	0,8	1,44	–	0,1	0,1	–
73	2.34	0,1	0,1	0,1	24	8	1	1	–
74	2.35	0,1	0,1	0,8	80	–	0,01	100	–
75	2.36	0,1	1	0,8	8	–	1	0,1	–
76	2.37	1	1	0,7	0,7	–	0,1	0,1	–
77	2.38	0,1	10	0,08	0,8	–	1	0,01	–
78	2.39	0,1	0,01	–	–	–	8	1	2
79	2.40	0,01	1	–	–	–	1	1	10,7
80	2.41	–	0,1	0,1	0,057	–	1	0,1	–
81	2.32	–	1	0,018	0,18	–	0,1	1	–
82	2.33	10	1	0,9	1,62	–	0,1	0,1	–
83	2.34	10	0,1	0,1	27	9	1	1	–
84	2.35	0,1	0,1	0,9	90	–	0,01	100	–
85	2.36	0,1	1	0,9	9	–	1	0,1	–

86	2.37	0,1	1	0,8	0,8	–	0,1	0,1	–
87	2.38	1	10	0,09	0,9	–	1	0,01	–
88	2.39	0,1	0,01	–	–	–	9	1	1
89	2.40	0,1	1	–	–	–	1	1	10,8
90	2.41	–	0,1	0,1	0,058	–	1	0,1	–
91	2.32	10	1	0,019	0,19	–	0,1	1	–
92	2.33	10	1	1	1,8	–	0,1	0,1	–
93	2.34	0,1	0,1	0,1	30	100	1	1	–
94	2.35	0,1	0,1	1	100	–	0,01	100	–
95	2.36	0,1	1	1	10	–	1	0,1	–
96	2.37	1	1	0,9	0,9	–	0,1	0,1	–
97	2.38	0,1	10	0,1	1	–	1	0,01	–
98	2.39	0,1	0,01	–	–	–	9,5	1	0,5
99	2.40	0,01	1	–	–	–	1	1	10,9
100	2.41	–	0,1	0,1	0,059	–	1	0,1	–

Схемы для РГР №2 представлены на рис. 2.32 – 2.41.

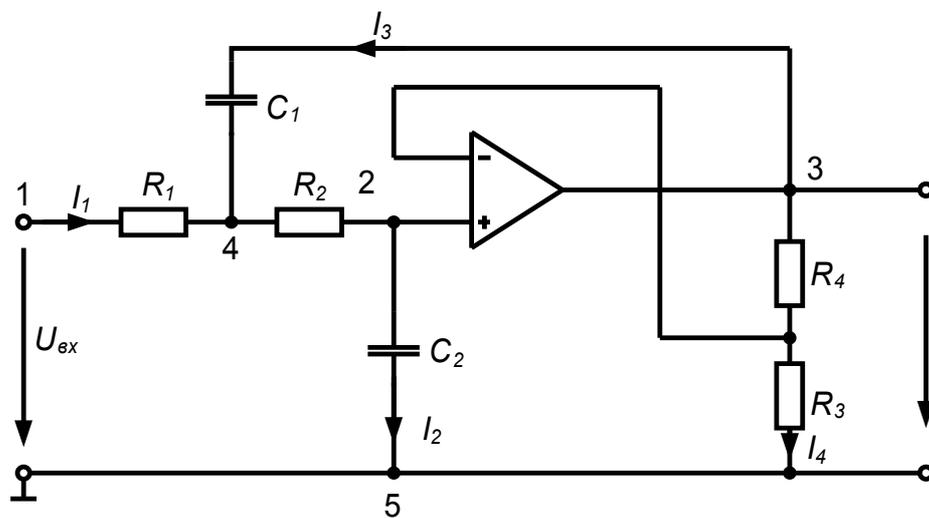


Рис. 2.32

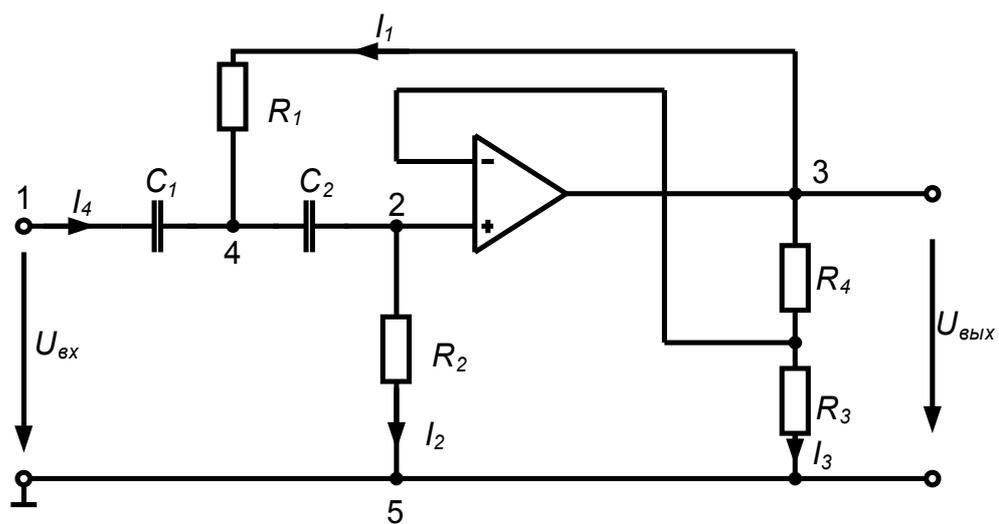


Рис. 2.33

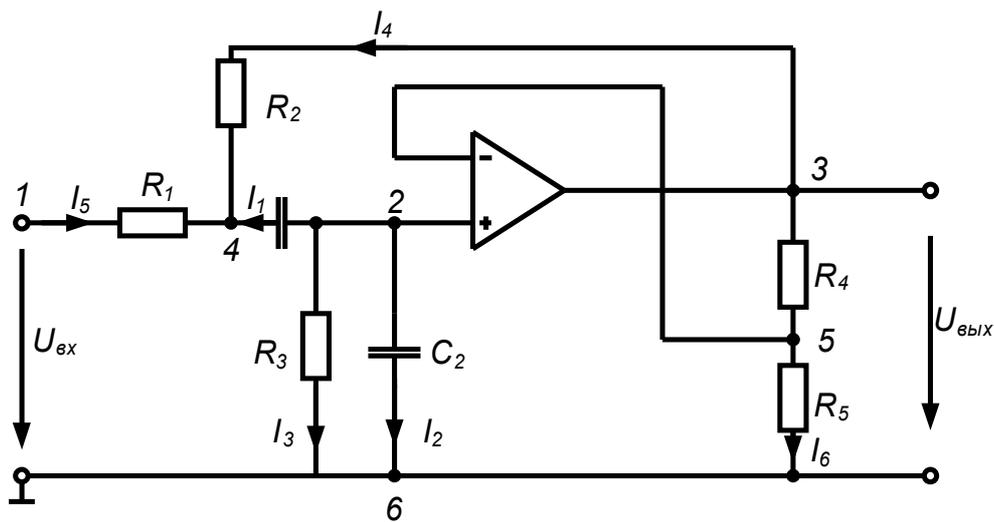


Рис. 2.34

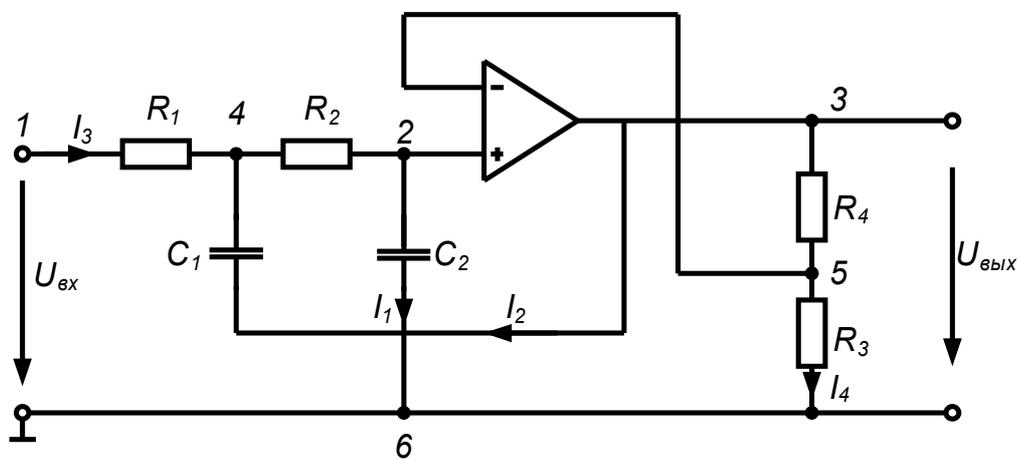


Рис. 2.35

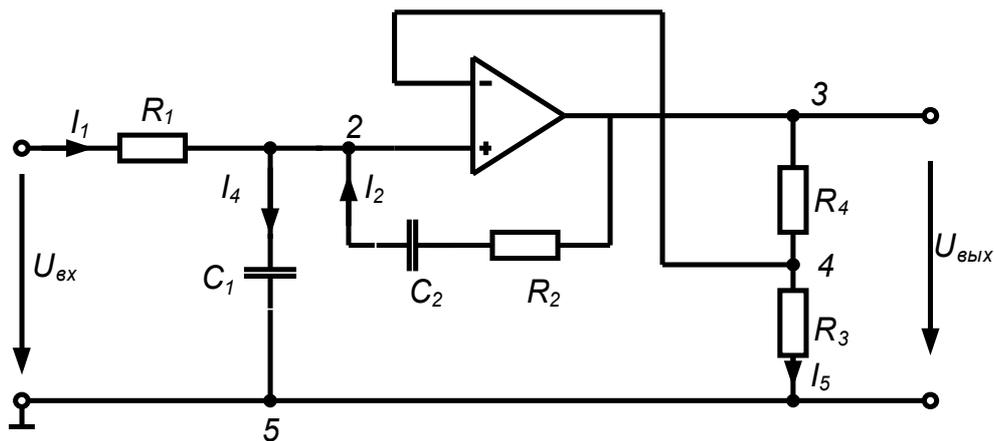
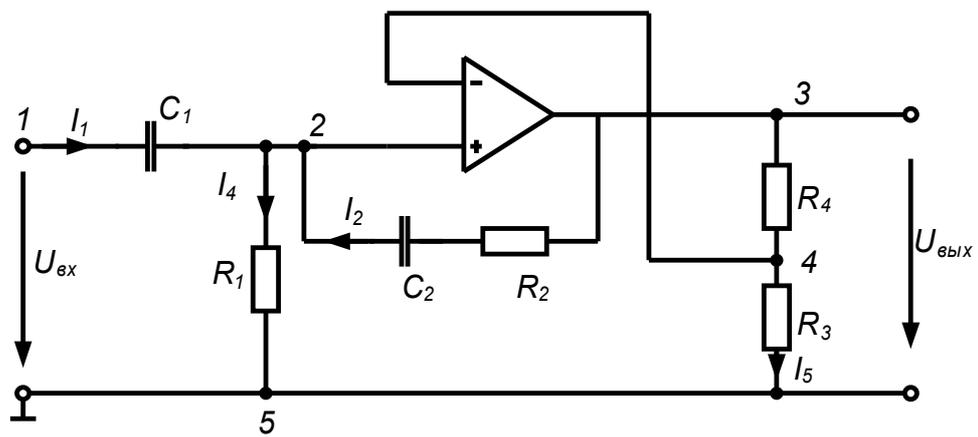
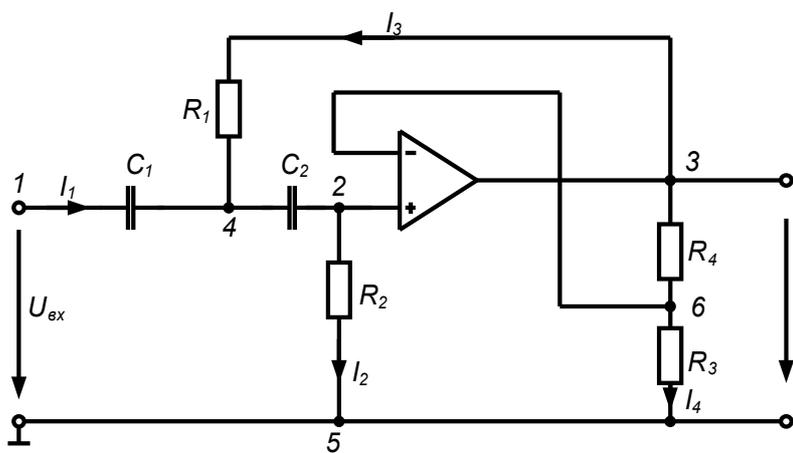


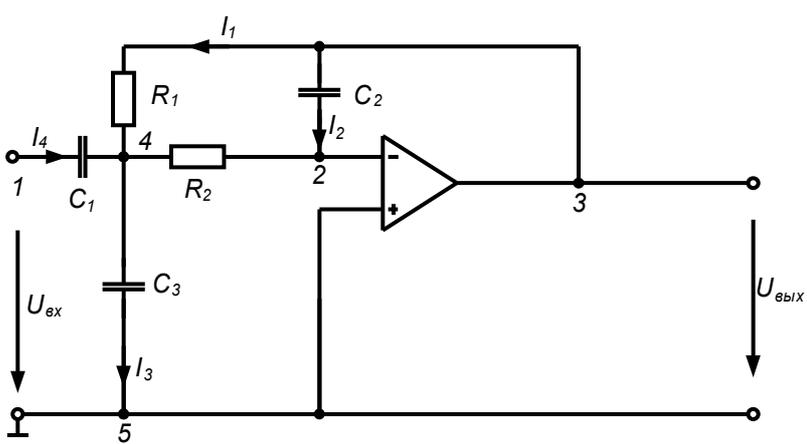
Рис. 2.36



Puc. 2.37



Puc. 2.38



Puc. 2.39

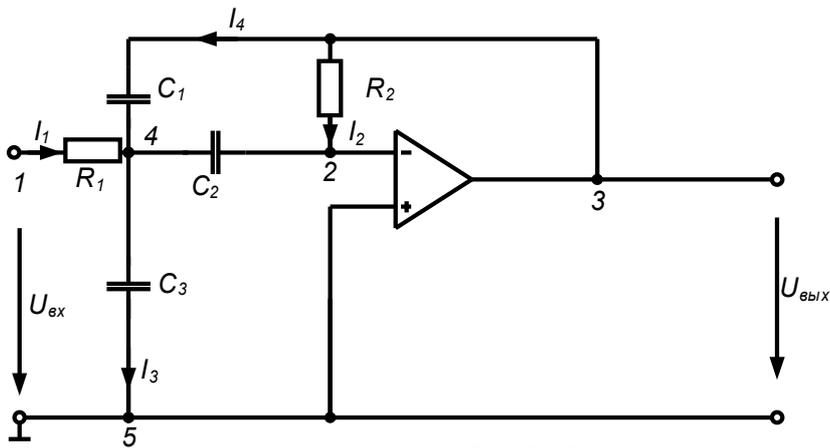


Рис. 2.40

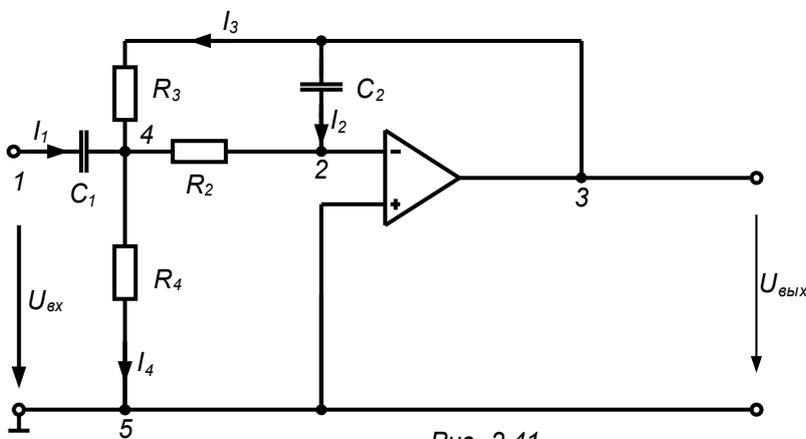


Рис. 2.41

РГР №3. «Расчет переходных процессов в линейных электрических цепях с сосредоточенными параметрами» – 15 ч.

РГР по расчету переходных процессов выполняется с использованием учебного пособия:

Усенко В.И., Романова В.Л., Русинов В.Л. Расчет переходных процессов в линейных электрических цепях. Учебное пособие по дисциплине «Теоретические основы электротехники» для студентов энергетического факультета. Благовещенск: Амурский государственный университет, 2003. – 52 с.

РГР №4. «Расчет нелинейных цепей» – 5 ч.

Задание на расчетно-графическую работу №4

“Расчет нелинейных цепей. Магнитные цепи постоянного потока”.

По данным, помещенным в таблице, выполнить следующий объем расчетов:

1. Рассчитать магнитную цепь методом двух узлов и определить величины, указанные в крайнем справа столбце этой таблицы.
2. Для принятых в п.1 положительных направлений потоков и заданного направления МДС составить однолинейную схему замещения и записать систему уравнений по законам Кирхгофа.

Схематические изображения магнитопроводов с размещением намагничивающих катушек, способа их намотки на сердечник и положительных направлений токов в них приведены на рис. 4.1 – 4.20.

Указания: 1. В табл. 4.1 приняты следующие обозначения: l_1, l_2, l_3 – длины средних магнитных линий ветвей магнитной цепи; l_δ – длина воздушного зазора (его положение в магнитной цепи дано на схемах магнитопроводов); S – сечение участков магнитопровода; w – число витков катушек; I – постоянный ток в катушке.

Обозначения величин даются с индексами, которые указывают, к какой ветви магнитной цепи относится та или иная величина; индекс 1 – к левой магнитной ветви, 2 – к средней ветви, 3 – к правой ветви.

2. Магнитные свойства стали, из которой изготовлены магнитопроводы, определяются кривой намагничивания, которая дана в следующей таблице:

$H,$ А/м	20	40	60	80	120	200	400	600	800	1200
$B,$ Тл	0,22	0,75	0,93	1,02	1,14	1,28	1,47	1,53	1,57	1,6

Вариант	Рисунок	Дано															Дополнительные условия $\Phi 10^{-5}, B6$	Определитель
		$l_1,$ см	$S_1,$ см ²	w_1	$I_1,$ А	$l_2,$ см	$S_2,$ см ²	$w_2,$	$I_2,$ А	$l_3,$ см	$S_3,$ см ²	w_3	$I_3,$ А	w_4	$I_4,$ А	$l_0,$ мм		
1	4,1	30	4	300	1,52	10	6	-	-	30	4	50	2,5	50	2,5	0,5	-	Φ_1, Φ_2
2	4,2	100	6,15	300	0,3	33	4,2	200	-	100	10	-	-	300	0,3	-	$\Phi_1 = \Phi_2$	I_2, Φ_3
3	4,5	30	4,3	300	0,1	12	6	300	-	20	4,8	100	0,42	50	0,21	-	$\Phi_2 = 0$	Φ_3, I_2
4	4,6	30	7,3	105	1	11,5	12,3	50	0,3	22,5	10	975	-	100	0,15	-	$\Phi_3 - \Phi_1 = 20$	I_3, Φ_1
5	4,9	32	14,4	300	0,75	25	10,5	-	-	40	15	200	1	50	1,5	1	-	Φ_2, Φ_3
6	4,1	40	42	300	0,4	13	14	-	0,3	40	15	-	-	60	0,5	-	$\Phi_2 = \Phi_3$	w_2, Φ_3
7	4,13	30	4,2	430	0,5	10	4,8	-	0,1	32	4,9	100	0,5	50	1	-	$\Phi_2 = 0$	w_2, Φ_1
8	4,14	19	8,1	300	0,15	6,5	5,1	210	0,1	15	3,2	150	-	165	0,1	-	$\Phi_2 - \Phi_3 = 20$	I_3, Φ_1
9	4,17	55	55	260	1,0	18	84	-	-	57	57	200	1,0	60	0,5	1,25	-	Φ_2, Φ_3
10	4,18	55	25,3	500	0,5	25	50	-	-	47	45,5	300	-	100	1	-	$\Phi_1 = \Phi_3$	I_2, Φ_3
11	4,3	11	1,95	100	-	3,5	0,965	400	0,05	13	1,25	55	0,3	20	0,155	-	$\Phi_1 = 25$	I_1, Φ_2
12	4,4	35	2,9	140	0,25	10	4,75	390	-	45	8,33	-	-	50	0,5	-	$\Phi_2 - \Phi_1 = 20$	I_2, Φ_1
13	4,7	13,5	7,5	-	-	4,32	1,9	100	1	19,8	1,75	200	0,5	200	0,25	0,1	-	Φ_1, Φ_3
14	4,8	30	5,6	150	0,2	10	5	200	-	18	8,9	-	-	200	0,1	-	$\Phi_1 = \Phi_2$	I_2, Φ_3
15	4,11	28	7,95	290	0,5	11,5	13,8	26	1	37	7,1	2000	-	50	0,5	-	$\Phi_3 = 98$	I_3, Φ_2
16	4,12	28	3,9	38	0,5	8	6,8	275	-	28	9,9	220	0,25	200	0,125	-	$\Phi_2 - \Phi_1 = 20$	I_2, Φ_2
17	4,15	25	8	635	0,1	10	5	-	0,1	25	3	50	0,2	40	0,1	-	$\Phi_2 = 70$	w_2, Φ_3
18	4,16	70	97	550	0,4	35	220	250	1,4	70	92	-	-	200	0,4	0,57	-	Φ_2, Φ_3
19	4,19	43	11,9	-	-	14	11,5	100	1,1	48	9,1	520	-	200	0,55	-	$\Phi_2 = \Phi_3$	I_3, Φ_1
20	4,20	32	9,3	270	0,065	9	7,7	-	0,2	30	15,5	108	0,7	120	0,35	-	$\Phi_2 - \Phi_1 = 30$	w_2, Φ_2
21	4,1	25	4	505	0,9	14	6,15	-	-	25	3,9	625	0,2	625	0,2	0,5	-	Φ_2, Φ_3
22	4,2	90	6	360	0,3	30	4	200	-	90	9,7	-	-	360	0,2	-	$\Phi_1 = \Phi_2$	I_2, Φ_3
23	4,5	25	4,15	150	0,2	8	4	300	-	35	5,95	70	0,525	30	0,525	-	$\Phi_2 = 0$	I_2, Φ_1
24	4,6	40	8	210	0,5	22,5	14	100	0,1	30	10	975	-	50	0,4	-	$\Phi_3 - \Phi_1 = 20$	I_3, Φ_3
25	4,9	40	15	400	0,5	20	10,3	-	-	40	15	800	0,25	100	1	1	-	Φ_1, Φ_3

26	4,10	35	40	100	1	10	13,7	-	0,3	30	14,2	-	-	25	2	-	$\Phi_2=\Phi_3$	Φ_1,Φ_2
27	4,13	35	4,3	215	1	10	4,8	-	0,1	20	4,4	600	0,1	200	0,2	-	$\Phi_2=0$	w_2,Φ_1
28	4,14	16	7,8	105	0,3	5,5	4,9	300	0,07	23	4,2	150	-	50	0,6	-	$\Phi_2-\Phi_3=20$	I_3,Φ_3
29	4,17	65	71	520	0,5	22	84	-	-	62	62	360	0,5	50	1	1,25	-	Φ_1,Φ_2
30	4,18	48	24,9	300	1	30	51,5	-	-	52	51,5	300	-	200	0,25	-	$\Phi_1=\Phi_3$	I_3,Φ_2
31	4,3	13	2,05	100	-	3	0,94	1000	0,02	11	1,18	100	0,15	46	0,1	-	$\Phi_1=25$	I_1,Φ_3
32	4,4	45	3,1	100	0,3	14	5,3	390	-	35	7,8	-	-	200	0,15	-	$\Phi_2-\Phi_1=20$	I_2,Φ_2
33	4,7	19,5	7,7	-	-	10	2,1	200	0,5	24,2	1,8	500	0,2	125	0,4	0,1	-	Φ_1,Φ_2
34	4,8	18	4,9	100	0,25	10	5	-	0,2	25	9,5	-	-	100	0,25	-	$\Phi_1=\Phi_2$	w_2,Φ_1
35	4,11	26	7,9	145	1	11	13,6	52	0,5	39	7,2	2000	-	50	0,5	-	$\Phi_3=98$	I_3,Φ_2
36	4,12	35	4,1	19	1	6	6,3	275	-	25	9,6	200	0,2	200	0,2	-	$\Phi_2-\Phi_1=20$	I_2,Φ_3
37	4,15	20	7,7	107	0,59	9	4,9	-	0,1	15	2,6	10	0,7	20	0,35	-	$\Phi_2=70$	w_2,Φ_3
38	4,16	100	104	125	2	28	182	125	2,8	95	200	-	-	100	0,5	0,48	-	Φ_1,Φ_3
39	4,19	40	11,8	-	-	13	11	60	2,2	50	9,3	520	-	80	1,1	-	$\Phi_2=\Phi_3$	I_3,Φ_2
40	4,20	34	9,5	175	0,1	12,00	8	-	0,2	28	15,6	40	2,5	14	1,25	-	$\Phi_2-\Phi_1=30$	w_2,Φ_3
41	4,1	35	4,1	350	1,3	8	5,8	-	-	20	3,8	250	0,5	250	0,5	0,5	-	Φ_1,Φ_2
42	4,2	90	6	100	1,2	30	4	-	1,1	85	9,7	-	-	100	0,6	-	$\Phi_1=\Phi_2$	w_2,Φ_2
43	4,5	15	3,8	60	0,5	6	2	300	-	20	4,8	100	0,3	300	0,075	-	$\Phi_2=0$	I_2,Φ_1
44	4,6	37,5	7,8	200	0,525	13	12,8	100	0,2	37,5	10,5	975	-	40	0,25	-	$\Phi_3-\Phi_1=20$	I_3,Φ_2
45	4,9	35	14,6	600	0,3	18	10,2	-	-	40	15	1000	0,2	240	0,5	1	-	Φ_1,Φ_3
46	4,1	30	38	500	0,25	17	14,7	-	0,3	45	15,4	-	-	50	0,5	-	$\Phi_2=\Phi_3$	w_2,Φ_3
47	4,13	25	4	1075	0,2	10	4,8	-	0,1	29	4,8	1000	0,05	250	0,2	-	$\Phi_2=0$	w_2,Φ_3
48	4,14	20	8,2	515	0,1	7	5,2	105	0,2	17	3,6	150	-	200	0,05	-	$\Phi_2-\Phi_3=20$	I_3,Φ_1
49	4,17	58	58	200	1,3	19	84	-	-	55	55	375	0,4	100	0,8	1,25	-	Φ_1,Φ_2
50	4,18	45	24,7	500	0,5	27	50,4	-	-	48	47,5	300	-	100	1	-	$\Phi_1=\Phi_3$	I_3,Φ_1

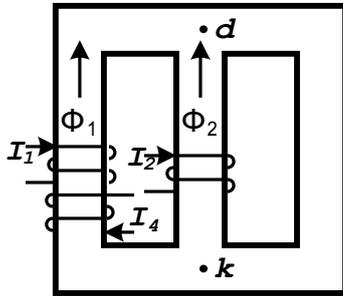


Рис. 4.2

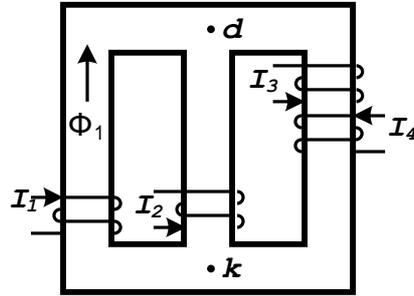


Рис. 4.3

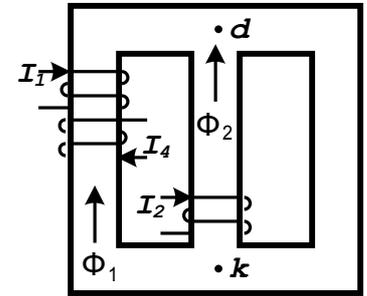


Рис. 4.4

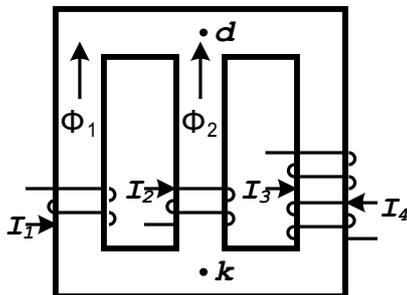


Рис. 4.5

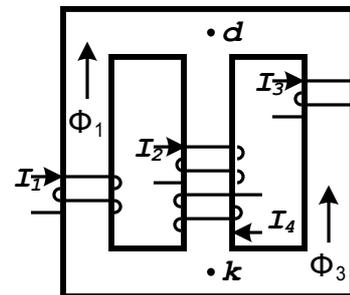


Рис. 4.6

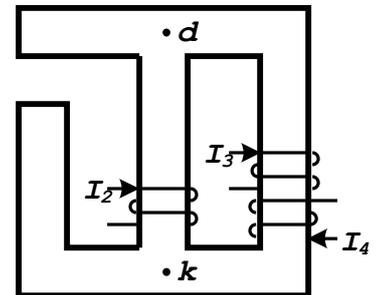


Рис. 4.7

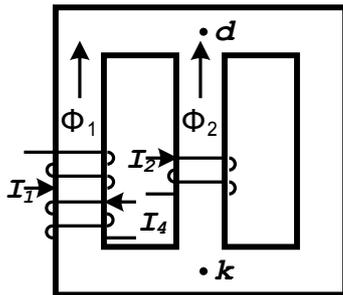


Рис. 4.8

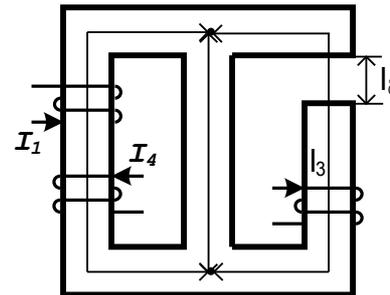


Рис. 4.9

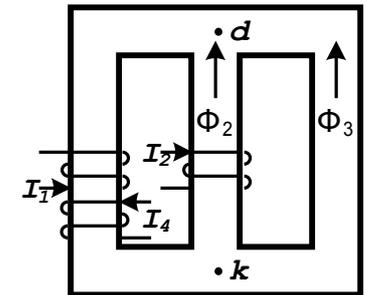


Рис. 4.10

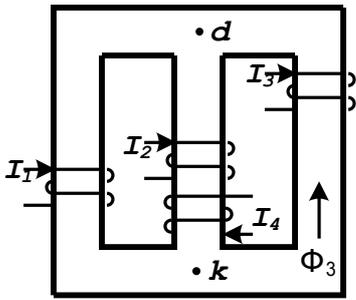


Рис. 4.11

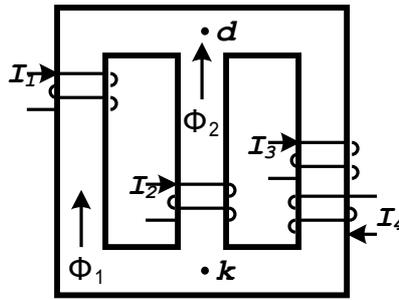


Рис. 4.12

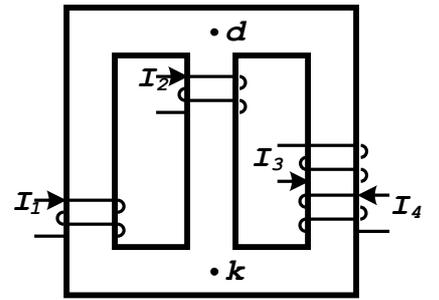


Рис. 4.13

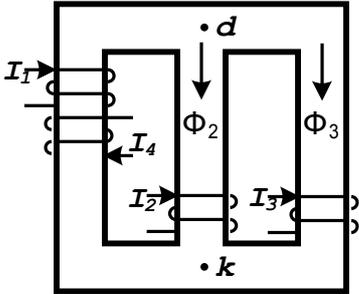


Рис. 4.14

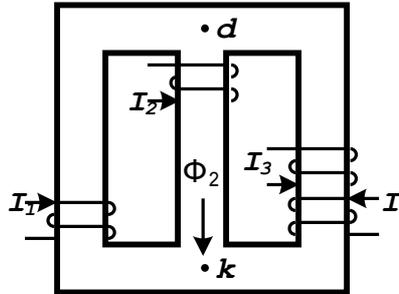


Рис. 4.15

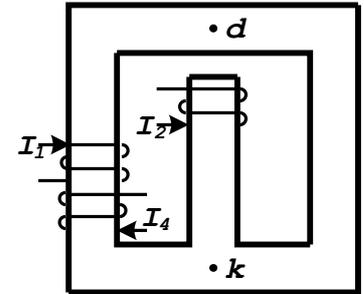


Рис. 4.16

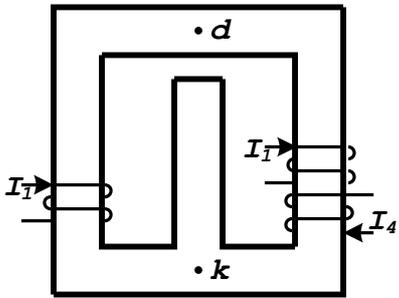


Рис. 4.17

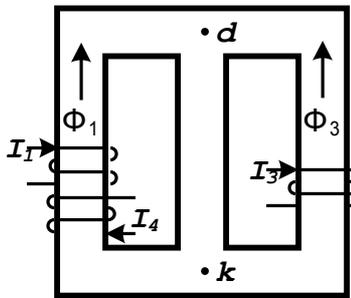


Рис. 4.18

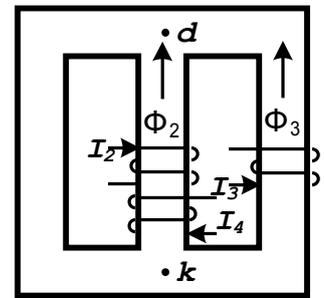


Рис. 4.19

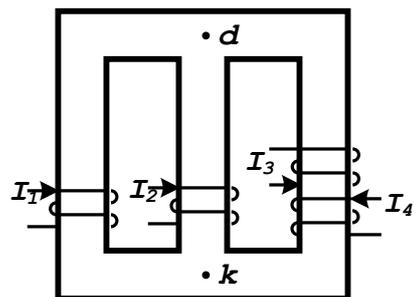


Рис. 4.20

Указание к заданию. Направление **МДС** катушки определяется правилом правой руки: правая рука располагается на катушке так, чтобы четыре пальца показывали направление тока. Тогда отставленный большой палец покажет направление МДС.

- 2). Оформление и подготовка к защите лабораторных работ. – 15 ч.
- 3). Теоретические вопросы:
 1. Электрические цепи с операционными усилителями. – 5 ч.
 2. Одностороннее преобразование Фурье. Расчет переходных процессов с помощью частотных характеристик. – 5 ч.

5 семестр – 38 часов

- 1). Расчетно-графическая работа:
 - №5. «Расчет длинных линий» – 5 ч.

РГР№ 5: ДЛИННЫЕ ЛИНИИ В УСТАНОВИВШЕМСЯ РЕЖИМЕ

По заданным первичным параметрам линии, частоте, длине линии, комплексным значениям напряжения и тока в конце линии, сопротивлению нагрузки требуется:

1. Рассчитать комплексы напряжения и тока в начале линии, активную и полную мощности в начале и конце линии, а также КПД линии.
2. Полагая, что линия стала линией без потерь, а нагрузка в конце линии стала активной и равной модулю комплексной нагрузки в п.1, определить комплексы напряжения и тока в начале линии, а также длину электромагнитной волны.
3. Для линии без потерь п.2 построить график распределения действующего значения напряжения вдоль линии в функции расстояния от начала линии.

Исходные данные находятся в папке “РГР 5 Длинные линии”.

№6,а. «Расчет электрического и магнитного полей постоянного тока» – 8 ч.

№6,б. «Переменное электромагнитное поле в проводящей среде» – 10 ч.
Исходные данные находятся в папке “РГР 6 ТЭМП”.

- 2) Теоретические вопросы:
 1. Переходные процессы в линиях без потерь. – 9 ч.
 2. Исследование поверхностных эффектов в цилиндрических проводах в программе Mathcad. – 9 ч.

7. Экзаменационные вопросы и образцы билетов.

1. Электрическое и магнитное поля, их величины и соотношения. Закон электромагнитной индукции.
2. Энергия системы заряженных тел и энергия контуров с токами.
3. Силы, действующие на заряженные тела. Электромагнитная сила.
4. Электрические и магнитные цепи. Активные и пассивные элементы цепей. Законы Ома и Кирхгофа для цепей постоянного тока.
5. Расчет цепей при последовательном, параллельном и смешанном соединении. Баланс мощностей.
6. Преобразования электрических цепей. Расчет цепи, основанный на преобразовании соединения треугольником в эквивалентное соединение звездой. Принцип наложения и метод наложения.
7. Электрическая цепь и ее основные части. Величины, характеризующие состояние цепи в любой момент времени: ток, напряжение, ЭДС, мгновенная мощность. Идеализированные активные и пассивные элементы цепи, их характеристики, параметры и компонентные уравнения.
8. Гармонические ЭДС, напряжения и токи. Действующие и средние значения тока и напряжения. Изображение гармонических функций с помощью вращающихся векторов. Векторные диаграммы. Топографические диаграммы.
9. Установившийся синусоидальный режим в последовательной R,L,C -цепи. Фазовые соотношения между напряжением и током на отдельных двухполюсных элементах. Треугольник напряжений и сопротивлений.
10. Установившийся синусоидальный режим в параллельной R,L,C - цепи. Треугольники токов и проводимостей.
11. Мгновенная мощность и колебания энергии в цепях синусоидального тока. Мгновенные мощности отдельных пассивных двухполюсников.
12. Активная, реактивная и полная мощности пассивного двухполюсника. Треугольник мощности. Измерение активной мощности. Коэффициент мощности и способы его повышения. Комплексная мощность.
13. Эквивалентные параметры пассивного двухполюсника и их опытное определение. Треугольники напряжений и токов, сопротивлений и проводимостей. Определение знака угла фазного сдвига.
14. Комплексное представление гармонических функций. Свойства комплексных изображений.
15. Закон Ома в комплексной форме. Комплексное сопротивление, проводимость и мощность пассивного двухполюсника. Комплексные схемы замещения отдельных пассивных двухполюсников и всей цепи.
16. Законы Кирхгофа в комплексной форме. Порядок расчета электрических цепей по комплексным схемам замещения с

- применением законов Кирхгофа.
17. Преобразование эл. цепей с помощью комплексных схем замещения (последовательное, параллельное, смешанное соединение, взаимные эквивалентные преобразования Y и Δ).
 18. Расчет электрических цепей методом узловых напряжений и контурных токов по комплексным схемам замещения. Контурные и узловые уравнения в матричной форме.
 19. Комплексные частотные характеристики эл. цепей. Годограф КЧХ.
 20. Резонанс напряжений. Вторичные параметры последовательного резонансного контура. Частотные характеристики контура.
 21. Передаточные характеристики последовательного колебательного контура.
 22. Цепи с взаимной индуктивностью. Одноименные зажимы и их разметка. Определение взаимной индуктивности опытным путем. Коэффициент связи.
 23. Последовательное соединение двух индуктивных связанных катушек. Векторная диаграмма при встречном включении.
 24. Классификация трехфазных цепей, системы напряжений трехфазного генератора, соединенного звездой.
 25. Устройство и принцип действия гидро- и турбогенераторов. Системы напряжений на зажимах генератора, обмотки которого соединены звездой.
 26. Расчет симметричных трехфазных цепей, соединенных в Y и Δ . Векторные диаграммы. Мощности трехфазного тока.
 26. Расчет несимметричных трехфазных цепей, соединенных в треугольник и звезду.
 27. Падение и потеря напряжений в линии симметричной трехфазной цепи. Потери активной и реактивной мощностей в линии.
 28. Симметричные составляющие несимметричных трехфазных систем.
 29. Фильтры симметричных составляющих.
 30. Вращающееся магнитное поле (круговое и эллиптическое).
 31. Принцип действия асинхронного и синхронного двигателей. Механические характеристики асинхронного двигателя.
 32. Разложение периодических функций в ряд Фурье. Две формы ряда.
 33. Расчет цепей несинусоидального тока. Мощность несинусоидального тока.
 34. Высшие гармоники в трехфазных цепях.
- 4 семестр
35. Основные уравнения четырехполюсников. Опытное определение параметров.
 36. Частотные фильтры, АЧХ идеальных фильтров. ФНЧ.
 37. ФВЧ, полосовые и заграждающие фильтры.
 38. Активные RC - фильтры. Устойчивость цепей с ОУ. Синтез фильтров.
 39. Порядок расчета переходных процессов классическим методом.

40. Переходные процессы в последовательных RL и RC – цепях.
41. Переходные процессы в параллельных RL и RC - цепях.
42. Включение последовательного колебательного контура на постоянное напряжение. Случаи вещественных различных и комплексных корней.
43. Аперриодический разряд конденсатора на индуктивную катушку. Колебательный разряд на индуктивную катушку.
44. Преобразование Лапласа, его основные свойства и схема применения к решению дифференциальных уравнений.
45. Законы электрических цепей в операторной форме. Расчет переходных процессов по операторным схемам замещения.
46. Операторные характеристики линейных цепей.
47. Временные характеристики линейных цепей: единичные функции, переходная и импульсная характеристики. Интеграл Дюамеля.
48. Одностороннее преобразование Фурье.
49. Нелинейные резистивные цепи. Графические методы анализа.
50. Нелинейные магнитные цепи при постоянных потоках. Прямая и обратная задачи расчета неразветвленных магнитных цепей.
51. Характеристики и параметры нелинейных индуктивностей. Отличительные особенности нелинейной индуктивной катушки.
52. Уравнение, схема замещения и векторная диаграмма нелинейной катушки.
53. Феррорезонанс напряжений и токов.
54. Уравнение, векторная диаграмма и схема замещения трансформатора с ферромагнитным сердечником.
55. Переходные процессы в нелинейных индуктивных цепях.
56. Включение нелинейной катушки на синусоидальное напряжение. Короткое замыкание на зажимах вторичной обмотки трансформатора.

5 семестр

57. Схема замещения, дифференциальные уравнения и установившийся синусоидальный режим в длинной линии.
Уравнения длинных линий в гиперболических функциях. Согласованная нагрузка линии. Неискажающая линия.
59. Уравнение линии без потерь. Применения. Стоячие волны без потерь
60. Переходные процессы в длинных линиях.
61. Электростатическое поле. Основные величины и соотношения: напряженность, потенциал, электрическое смещение, градиент потенциала, уравнения Пуассона и Лапласа. Граничные условия в электростатике.
62. Потенциальные и емкостные коэффициенты и частичные емкости линий.
63. Цилиндр и шар в однородном электрическом поле.
64. Электрическое поле постоянных токов. Законы Ома, Кирхгофа и Джоуля-Ленца в дифференциальной форме. Заземлители.

65. Магнитное поле постоянных токов. Граничные условия. Скалярный и векторный потенциалы. Уравнения Пуассона и Лапласа.
66. Применение векторного магнитного потенциала.
67. Переменное электромагнитное поле. Теорема Умова-Пойтинга.
68. Распространение плоской электромагнитной волны в проводящей среде. Электрический и магнитный поверхностные эффекты.
69. Распространение плоской электромагнитной волны в диэлектрике.
70. Излучение электромагнитных волн.

Для допуска к экзамену достаточными основаниями являются выполнение и защита РГР и всех лабораторных работ. Студент, не защитивший несколько лабораторных работ и (или) РГР, допускается к экзамену, но перед получением экзаменационного билета он должен ответить на вопросы, относящиеся к незащищенным лабораторным работам и РГР.

Для подготовки ответа студенту отводится 40 мин. Каждый билет содержит два теоретических вопроса, сопровождаемых несложными задачами, служащими примерами, и одну сложную задачу по главному разделу соответствующей части курса. Для получения студентом оценки *«удовлетворительно»* необходимо полностью ответить на два вопроса или решить сложную задачу и иметь конспект разделов, предназначенных для самостоятельного изучения. При этом результаты проверки текущей успеваемости и посещаемости (контрольные точки) должны быть положительными. Оценка *«хорошо»* выставляется студенту, правильно решившему главную задачу и полностью ответившему на один из вопросов, имеющему конспект самостоятельно проработанного материала и оценки *«хорошо»* и (или) *«отлично»* в контрольных точках аттестации. Оценка *«отлично»* выставляется студенту, выполнившему все задания билета, имеющему конспект самостоятельно проработанного материала и оценки *«хорошо»* и (или) *«отлично»* в контрольных точках аттестации. При устной форме экзамена экзаменатору предоставляется право задавать студенту дополнительные вопросы, а также, помимо теоретических вопросов, давать практические задания по программе данного курса, включающего проработанный и законспектированный студентом материал. При этом неправильные ответы на дополнительные вопросы могут служить основанием для снижения оценки. При невыполнении указанных выше требований студент получает оценку *«неудовлетворительно»*. Порядок ликвидации студентами академической задолженности определяется положением о курсовых экзаменах и зачетах, принятом на заседании Ученого совета от 24.06.2004г., протокол № 15.

Образцы экзаменационных билетов по ТОЭ

ΑΦΗΓΗΝΤΩΝ ΙΕΡΕΩΝ

Όνομα ιατρού

" " αααα/200_α

Γαμπρός

Όνομα _____

Επίσημο Αίτι

Υποθέσεις

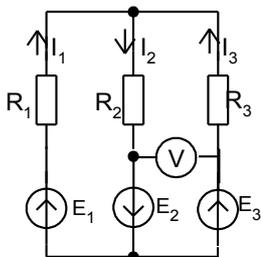
Επί 2

Αριθμός Ό/Ι -α

Υπόδειξη 1

1). Δίνεται ο κύκλος του παρακάτω σχήματος. Να υπολογιστούν οι τάσεις U_1, U_2, U_3 και οι δυνάμεις P_1, P_2, P_3 .

Δίνεται: $E_1 = 16\text{V}, E_2 = 24\text{V}, E_3 = 40\text{V}$
 $R_1 = 10\Omega, R_2 = 20\Omega, R_3 = 40\Omega$



Επίσημο Αίτι

$$E_1 := 16 \quad E_2 := 24 \quad E_3 := 40$$

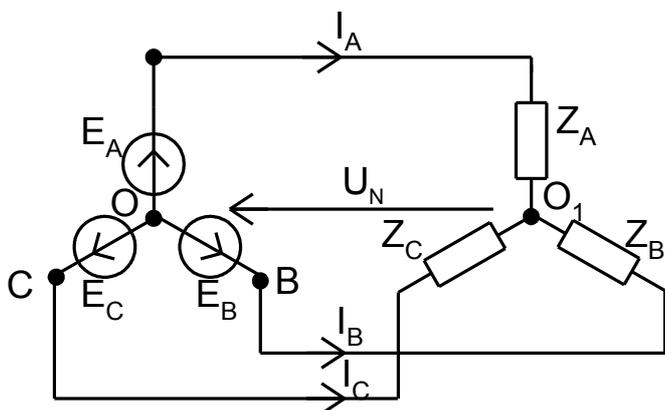
Επίσημο Αίτι

$$R_1 := 10 \quad R_2 := 20 \quad R_3 := 40$$

2). Δίνεται ο κύκλος του παρακάτω σχήματος. Να υπολογιστούν οι τάσεις U_1, U_2, U_3 και οι δυνάμεις P_1, P_2, P_3 .

Δίνεται: $E_1 = 12\text{V}, E_2 = 24\text{V}, E_3 = 40\text{V}$
 $R_1 = 10\Omega, R_2 = 20\Omega, R_3 = 40\Omega$
 $\omega = 2\omega_0$

3). Δίνεται ο κύκλος του παρακάτω σχήματος. Να υπολογιστούν οι τάσεις U_A, U_B, U_C και οι δυνάμεις P_A, P_B, P_C .



Επίσημο Αίτι

$$U_A := 220 \quad U_B := 220 \cdot e^{j 120^\circ}$$

$$U_C := 220 \cdot e^{-j 120^\circ}$$

Επίσημο Αίτι

$$Z_A := 10 \cdot e^{j 30^\circ}$$

$$Z_B := 10 \quad Z_C := -j \cdot 5$$

АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Утверждено на заседании кафедры

" " июня 200 г.

Заведующий кафедрой

Утверждаю: _____

Кафедра АППиЭ

Энергетический фак-т

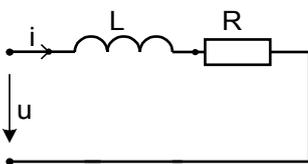
Курс 2

Дисциплина ТОЭ, II ч.

Экзаменационный билет №

1. Активная, полная и реактивная мощности цепей несинусоидального тока.

Задача. Найти активную и полную мощности, потребляемые схемой.

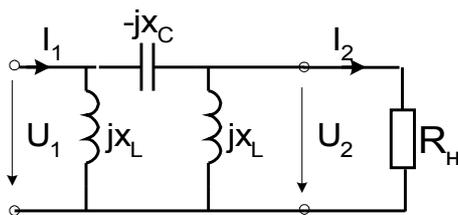


$$u(\omega t) := 100\sqrt{2}\sin(\omega t) + 50\sqrt{2}\sin(2\omega t) \text{ В}$$

$$f := 50 \text{ Гц}$$

$$R = 31,4 \text{ Ом} = 0,1 \text{ Гн}$$

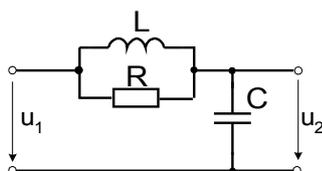
2. Для симметричного четырехполюсника найти А-параметры. Прodelать проверку.



$$X_C = 10 \text{ Ом}$$

$$X_L = 20 \text{ Ом}$$

3. Определить классическим и операторным методами переходную характеристику схемы (реакцию схемы на единичный скачок) и построить ее график.



$$E = 100 \text{ В}; \quad R = 100 \text{ Ом};$$

$$C = 100 \text{ мкФ}; \quad L = 0,5 \text{ Гн};$$

Утверждено на заседании кафедры
" " декабря 200_ г.
Заведующий кафедрой
Утверждаю: _____

Кафедра АППиЭ
Энергетический фак-т
Курс 3
Дисциплина ТОЭ, III ч.

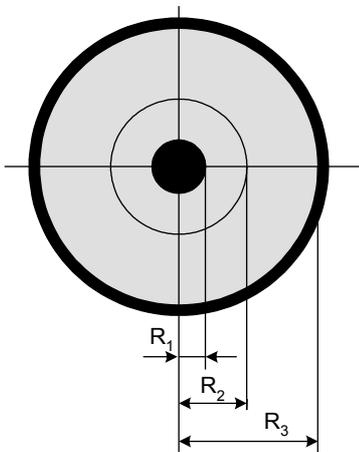
Экзаменационный билет №

1). Уравнения длинных линий без потерь. Стоячие волны.

Задача. Линия без потерь работает в режиме КЗ. Волновое сопротивление линии $Z_B = 600 \text{ Ом}$.

Определить входное сопротивление линии, если ее длина равна : $l_1 = 1/8$; $l_1 = 1/4$; $l_1 = 1/2$; $l_1 = 3/4$, где l -- длина волны.

2). Электростатическое поле. Напряженность и потенциал.



Задача. Сферический конденсатор с двухслойной изоляцией сконструирован так, что максимальная и минимальная напряженности электрического поля во внутреннем изоляционном слое равны соответственно максимальной и минимальной напряженностям электрического поля во внешнем изоляционном слое. Относительная диэлектрическая проницаемость внутреннего слоя изоляции $\epsilon_{r1} = 5$, а внешнего $\epsilon_{r2} = 2$. Радиус внутренней жилы кабеля $R_1 = 5 \text{ мм}$. **Требуется:**

- а) учитывая указанную особенность эл. поля, определить внутренний радиус наружной жилы и толщины обоих слоев изоляции;
- б) подсчитать емкость кабеля на единицу его длины.

3). Вывод основных соотношений магнитного поверхностного эффекта в прямоугольном проводе.

8. Контроль знаний.

8.1. Контроль текущей успеваемости.

Промежуточный контроль знаний студентов по дисциплине предусматривает две контрольные точки в 3, 4 и 5 семестрах, оценки по которым выставляются на основе информации о выполнении лабораторных работ, РГР, а также на основе тестирования теоретических знаний, полученных за прошедший период обучения. Предусмотрено тестирование по темам:

- 1). Методы расчета цепей постоянного тока – 3 семестр, 1-я контр. точка.
- 2). Комплексный метод расчета электрических цепей – 3 семестр, 2-я контрольная точка.
- 3). Расчет переходных процессов – 4 семестр, 1-я контр. точка.
- 4). Четырехполюсники – 4 семестр, 2-я контрольная точка.
- 5). Нелинейные электрические и магнитные цепи – 5 семестр, 1-я контр. точка.
- 6). Расчет стационарных полей – 5 семестр, 2-я контрольная точка.

Тестирование по первым двум темам производится с помощью тестов, которые находятся в файле “Тест 55 карт”. Каждая карточка содержит три вопроса. К каждому вопросу придается несколько ответов. Критерий оценок: 50% правильных ответов – удовлетворительно, 70% – хорошо, 90% – отлично.

ВОПРОС №1

Тема: Методы расчета цепей

ВОПРОС №2

Тема: Однофазные цепи

ВОПРОС №3

Тема: Трехфазные цепи

Тестирование по остальным темам проводится по учебнику “СБОРНИК программированных задач по теоретическим основам электротехники” под ред. Н.Г. Максимовича и Ю.Е. Батрачина. – Издательство львовского университета, 1967. Текст учебника находится в читальном зале энергетического факультета и в папке “Сборник программированных задач по теоретичес.”.

8.2. Контроль остаточных знаний.

Аннотация к контрольным заданиям по дисциплине цикла

ОПД

" Теоретические основы электротехники"

Контрольные задания по дисциплине " Теоретические основы электротехники", относящейся к циклу дисциплин ОПД (ОПД Ф.04), выполнены в виде задач и включают материал, относящийся к частям " Теория электрических и магнитных цепей" и "Теория электромагнитного поля".

Задания в количестве 40 вариантов предназначены для контроля остаточных знаний по данной дисциплине студентов специальностей 140203, 140204, 140205 ,140211, и находятся в папке "Тесты остаточных знаний".

Представлено 4 варианта тестовых заданий. Каждый вариант включает 5 задач. Студент должен решить каждую задачу и написать ответ.

Время, отводимое на выполнение всех заданий, составляет два часа аудиторных занятий или 1 час 20 мин. астрономического времени. При оценке результатов тестирования используется следующий критерий оценок:

"отлично" – 5 правильно решенных задач;

"хорошо" – 4 правильно решенных задачи;

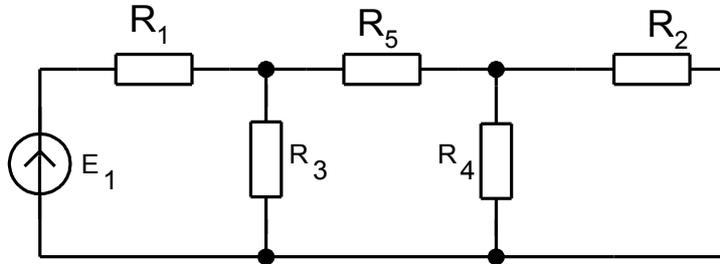
"удовлетворительно" – 3 правильно решенных задачи;

"неудовлетворительно" - менее 3 правильно решенных задач.

Nr. _____

Titlu _____

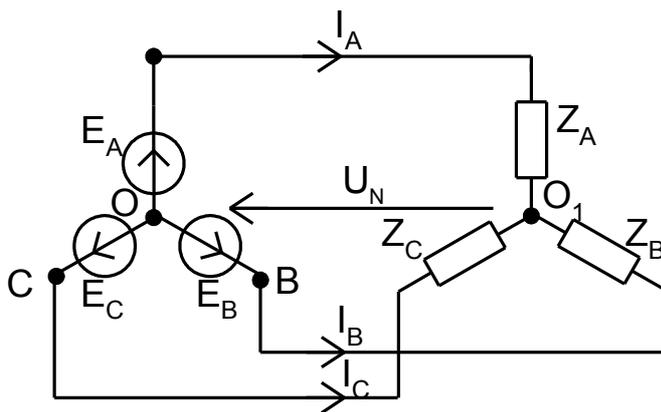
1. În circuitul din imagine se dau următoarele valori:



5. În circuitul din imagine se dau următoarele valori:

- $R_1 := 50$ $R_2 := 120$
- $R_3 := 300$ $R_4 := 300$
- $R_5 := 300$ $E_1 := 160$

2. În circuitul din imagine se dau următoarele valori:



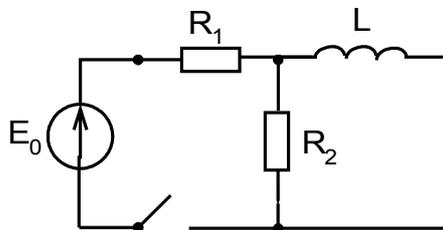
În circuitul din imagine se dau următoarele valori:

- $E_A := 220$ $E_B := 220 \cdot e^{-j 100 \text{ deg}}$
- $E_C := 180 \cdot e^{j 150 \text{ deg}}$

În circuitul din imagine se dau următoarele valori:

- $Z_A := j \cdot 10$ $Z_B := j \cdot 10$ $Z_C := j \cdot 10$

3. În circuitul din imagine se dau următoarele valori:



- $R_1 := 20$ $R_2 := 30$
- $L := 0.12$

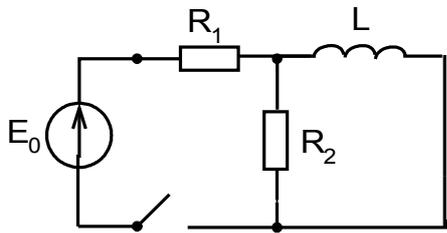
4. În circuitul din imagine se dau următoarele valori:

- $L_0 = 0.002 \text{ } \hat{A}/\hat{A}$, $\hat{N}_1 = 8 \text{ } \hat{A}$
- $Z_a \text{ e } \gamma \text{ } \hat{A}$ $f = 4167 \text{ } \hat{A}$

5. În circuitul din imagine se dau următoarele valori:

- $E = 200 \text{ } \hat{A}$. În circuitul din imagine se dau următoarele valori:

3. Într-un circuit electric este conectat un generator de tensiune $E_0 = 10 \text{ V}$, un rezistor $R_1 = 20 \Omega$, un rezistor $R_2 = 30 \Omega$ și un bobinaj $L = 0.12 \text{ H}$. Se cere să se determine tensiunea la bornele bobinajului și curentul care circulă prin el.



$R_1 := 20$ $R_2 := 30$
 $L := 0.12$

4. Se dă un bobinaj cu $L_0 = 0.002 \text{ H}$, $N_1 = 800$ și $Z_a = 10 \Omega$. Se cere să se determine tensiunea la bornele bobinajului și curentul care circulă prin el.

5. Într-un circuit electric este conectat un generator de tensiune $E = 200 \text{ V}$, un rezistor $d = 20 \Omega$ și un bobinaj $L = 0.12 \text{ H}$. Se cere să se determine tensiunea la bornele bobinajului și curentul care circulă prin el.