Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра теоретических основ электротехники

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФМА
к.т.н. Вильбергер М. Е.
“___”_____ _____ г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
# **Теоретические основы электротехники**

Образовательная программа: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль: Электротехника, электромеханика и электротехнологии

Курс: 2 3, семестры : 3 4 5

Факультет мехатроники и автоматизации,

| | | **Семестр** | | |
|---|---|---|---|---|
| **№** | **Вид деятельности** | **3** | **4** | **5** |
| **1** | Всего зачетных единиц (кредитов) | 5 | 6 | 5 |
| **2** | Всего часов | 180 | 216 | 180 |
| **3** | Всего занятий в контактной форме, час. | 99 | 119 | 68 |
| **4** | Лекции, час. | 36 | 36 | 18 |
| **5** | Практические занятия, час. | 36 | 36 | 18 |
| **6** | Лабораторные занятия, час. | 18 | 36 | 18 |
| **7** | из них в активной и интерактивной форме, час. | 36 | 36 | 0 |
| **8** | Аттестация, час. | 2 | 2 | 2 |
| **9** | Консультации, час. | 7 | 9 | 12 |
| **10** | Самостоятельная работа, час. | 81 | 97 | 112 |
| **11** | Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе) | РГЗ | РГЗ | РГЗ |
| **12** | Вид аттестации | Э | Э | ДЗ |

Новосибирск 2017

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

ФГОС введен в действие приказом №955 от 03.09.2015 г. , дата утверждения: 25.09.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, базовая

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ТОЭ, протокол заседания кафедры №5 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета мехатроники и автоматизации, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Аксютин В. А.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Нейман В. Ю.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Аносов В. Н.

## 1. Внешние требования

Таблица 1.1

| ***Компетенция ФГОС*: ОПК.3 способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей; *в части следующих результатов обучения*:** |
|---|
| з1. знает методы расчета и анализа электрических цепей в установившихся и переходных режимах |
| у1. уметь рассчитывать и моделировать электрические цепи в различных режимах |

## 2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

| **Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)** | **Формы организации занятий** |
|---|---|
| *Теоретические основы электротехники* | |
| **ОПК.3.з1 знает методы расчета и анализа электрических цепей в установившихся и переходных режимах** | |
| **1**.Знать законы коммутации | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| **2**.Знать алгоритм расчета переходных процессов классическим методом в цепях первого порядка | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| **3**.Знать алгоритм расчета переходных процессов классическим методом в цепях второго порядка | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| **4**.Знать взаимосвязь характера переходного процесса с видом корней характеристического уравнения в цепях второго порядка | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| **5**.Знать алгоритм операторного метода расчета переходных процессов, правила составления операторных схем замещения | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| **6**.Знать основные понятия и законы электричества и магнетизма | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| **7**.Знать линейные элементы электрических цепей, их характеристики | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| **8**.Знать понятия ветви, узла, контура | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| **9**.Знать законы Ома, Кирхгофа, Джоуля-Ленца | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| **10**.Знать понятие последовательного, параллельного и смешанного соединения приемников | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| **11**.Знать правила составления контурных уравнений | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| **12**.Знать алгоритм метода эквивалентного генератора | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| **13**.Знать алгоритм метода наложения | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| **14**.Знать основные величины, характеризующие синусоидальные функции времени | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| **15**.Знать аналитическое и графическое представление синусоидальных величин, изображение их векторами и комплексными числами | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |

| | |
|---|---|
| **16**.Знать типы сопротивлений и фазовые соотношения, векторное представление электрических величин и действия над векторами, закон Ома для полного сопротивления, законы Кирхгофа в векторной форме, расчет при последовательном и параллельном соединении элементов | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| **17**.Знать комплексные выражения синусоидальных функций времени и операции над ними, понятия комплексного сопротивления и проводимости, методы расчета при комплексной форме записи основных законов | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| **18**.Знать типы мощностей и соотношения между ними, формулы для расчета мощностей, понятие комплексной мощности цепи | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| **19**.Знать явление взаимной индукции, правила расчета магнитосвязанных цепей, эквивалентную замену индуктивных связей | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| **20**.Знать основные определения и понятия, схемы соединения трехфазных цепей, соотношения между фазными и линейными величинами | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| **21**.Знать методы расчета трехфазных цепей при симметричных режимах работы для различных схем и соединений | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| **22**.Знать методы расчета трехфазных цепей при несимметричных режимах работы для различных схем соединений нагрузок | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| **23**.Знать способы и формулы расчета мощности для различных режимов и параметров трехфазных цепей, способы измерения активной мощности для различных схем соединений | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| **24**.Знать методы расчета цепей несинусоидального тока | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| **25**.Знать вольтамперные характеристики нелинейных элементов | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| **26**.Знать статическое и дифференциальное сопротивления нелинейных резистивных элементов | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| **27**.Знать методы анализа нелинейных электрических и магнитных цепей | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| **28**.Знать методы анализа нелинейных цепей переменного тока | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| **29**.Знать уравнения четырехполюсников для различных систем параметров, основные режимы работы; характеристические параметры четырехполюсников, методы их определения | Лекции; Самостоятельная работа |
| **30**.Знать основные понятия и классификацию электрических фильтров, частотные характеристики | Лекции; Самостоятельная работа |
| **31**.Знать уравнения электромагнитного поля | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| **32**.Знать уравнения и граничные условия для электростатического поля, связь потенциала и напряженности электрического поля, уравнения Лапласа и Пуассона | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| **33**.Знать современные пакеты прикладных компьютерных программ | Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| **34**.Знать методы и средства компьютерного моделирования и экспериментального исследования режимов, параметров и характеристик электрических цепей | Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| **35**.Знать уравнения и граничные условия для стационарных электрических и магнитных полей | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| **36**.Знать формулы расчета мощностей источников и приемников | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| **37**.Знать частотные свойства электрических цепей, виды резонансов и условия их возникновения | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |

| | |
|---|---|
| **38**.Знать основные понятия цепей с распределенными параметрами | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| **39**.Знать правила составления узловых уравнений | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| **40**.Знать классификацию четырехполюсников, основные уравнения четырехполюсников | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| **41**.Знать характеристические параметры четырехполюсниов, методы их определения | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| **ОПК.3.у1 уметь рассчитывать и моделировать электрические цепи в различных режимах** | |
| **42**.Уметь рассчитывать переходные процессы при произвольных воздействиях | Практические занятия; Самостоятельная работа |
| **43**.Уметь записывать уравнения четырехполюсников для различных режимов работы | Лекции; Практические занятия |
| **44**.Уметь рассчитывать коэффициенты, характеризующие форму несинусоидальной кривой | Практические занятия; Самостоятельная работа |
| **45**.Уметь определять топологические параметры цепей (число узлов, ветвей, контуров) | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| **46**.Уметь определять число уравнений и составлять уравнения по законам Кирхгофа | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| **47**.Уметь определять эквивалентные сопротивления цепей | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| **48**.Уметь составлять системы контурных уравнений, определять токи в ветвях схемы из известных контурных токов | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| **49**.Уметь составлять системы узловых уравнений, определять межузловые напряжения | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| **50**.Уметь определять параметры эквивалентного генератора, ток методом эквивалентного генератора | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| **51**.Уметь составлять частичные схемы и определять частичные токи | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| **52**.Уметь определять активные и реактивные сопротивления, ток, напряжение и фазовый сдвиг, находить показания амперметров и вольтметров | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| **53**.Уметь применять методы расчета при комплексной форме записи основных законов для решения задач | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| **54**.Уметь определять активную, реактивную, полную мощности и коэффициент мощности цепи, устанавливать по показаниям приборов | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| **55**.Уметь рассчитывать из условия резонансных режимов значения параметров цепи, величин токов и напряжений; применять на практике явление взаимной индукции для решения задач. | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| **56**.Уметь классифицировать способы включения приемников, определять режим работы трехфазной цепи, соотношения линейных и фазных величин | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| **57**.Уметь рассчитывать линейные и фазные токи, строить векторные (топографические) диаграммы токов и напряжений | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| **58**.Уметь определять мгновенные и действующие значения несинусоидальных токов и напряжений | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| **59**.Уметь определять статическое и дифференциальное сопротивления нелинейных резистивных элементов | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| **60**.Уметь определять эквивалентные вольтамперные характеристики различных соединений элементов | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| **61**.Уметь определять мгновенные значения токов и напряжений в цепях с диодами. | Практические занятия; Самостоятельная работа |

| | |
|---|---|
| **62**.Уметь применять законы коммутации для анализа начальных условий | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| **63**.Уметь оставлять характеристические уравнения, рассчитывать принужденную и свободную составляющие, определять постоянные интегрирования; записывать общее решение | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| **64**.Уметь применять на практике правила составления операторных схем замещения и алгоритм операторного расчета | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| **65**.Уметь классифицировать четырехполюсники, записывать уравнения четырехполюсников для различных режимов работы, определять характеристические параметры | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| **66**.Уметь записывать уравнения электромагнитного поля для различных видов полей в интегральной и дифференциальной форме и основные векторные операторы в декартовой системе координат | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| **67**.Уметь применять методы теоретической электротехники для моделирования различных режимов электрических цепей | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы |
| **68**.Уметь составлять баланс мощности | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| **69**.Уметь применять на практике явление взаимной индукции для решения задач | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| **70**.Уметь определять параметры цепей с распределенными параметрами, длину волны и фазовую скорость | Лекции; Практические занятия |
| **ОПК.З.з1 знает методы расчета и анализа электрических цепей в установившихся и переходных режимах** | |
| **71**.Уметь методы расчета переходных режимов в нелинейных цепях | Практические занятия |
| **ОПК.З.у1 уметь рассчитывать и моделировать электрические цепи в различных режимах** | |
| **72**.Уметь измерять параметры и характеристики электрических цепей в различных режимах | Лабораторные работы |
| **73**.Уметь рассчитывать и анализировать параметры и характеристики электрических цепей с помощью прикладных компьютерных программ и экспериментального исследования на физических стендах | Практические занятия; Лабораторные работы |
| **74**.Уметь применять методы теоретической электротехники для моделирования физических процессов | Лабораторные работы; Самостоятельная работа |

## 3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

| Темы лекций | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения | Учебная деятельность |
|---|---|---|---|---|
| **Семестр: 3** | | | | |
| **Дидактическая единица: Физические основы электротехники** | | | | |
| 1. Основные понятия и определения, топологические параметры, основные свойства и законы линейных электрических цепей | 0 | 2 | 45, 46, 6, 7, 8, 9 | Изучение теоретического материала, ответы на вопросы по теме лекции |
| **Дидактическая единица: Теория и методы анализа линейных электрических цепей постоянного тока** | | | | |
| 2. Эквивалентные преобразования линейных электрических цепей | 0 | 2 | 10, 47 | Изучение теоретического материала, ответы на вопросы по теме лекции |
| 3. Методы расчета линейных электрических цепей:методы узловых потенциалов и двух узлов. Метод контурных токов. | 0 | 2 | 11, 39, 48, 49 | Изучение теоретического материала, ответы на вопросы по теме лекции |
| 4. Методы преобразования электрической цепи. Метод эквивалентного генератора. | 0 | 2 | 12, 50 | Изучение теоретического материала, ответы на вопросы по теме лекции |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 5. Принцип и метод наложения. Баланс мощности | 0 | 4 | 13, 36, 51, 68 | Изучение теоретического материала, ответы на вопросы по теме лекции |
| **Дидактическая единица: Теория и методы анализа линейных цепей синусоидального тока** | | | | |
| 6. Способы представления синусоидальных электрических величин | 0 | 2 | 14, 15, 17 | Изучение теоретического материала, ответы на вопросы по теме лекции |
| 7. Элементы линейной электрической цепи синусоидального тока | 0 | 2 | 16, 52 | Изучение теоретического материала, ответы на вопросы по теме лекции |
| 8. Законы Ома и Кирхгофа для мгновенных значений тока и напряжения и в комплексной форме. Расчет линейных электрических цепей синусоидального тока в комплексной форме | 0 | 4 | 17, 53 | Изучение теоретического материала, ответы на вопросы по теме лекции |
| 9. Резонансные явления в линейных электрических цепях синусоидального тока | 0 | 2 | 37, 55 | Изучение теоретического материала, ответы на вопросы по теме лекции |
| 10. Цепи с взаимной индуктивностью. Мощность в линейных цепях синусоидального тока. | 0 | 4 | 18, 19, 54, 69 | Изучение теоретического материала, ответы на вопросы по теме лекции |
| 11. Четырехполюсники | 0 | 2 | 29, 30, 40, 41, 43, 65 | Изучение теоретического материала, ответы на вопросы |
| **Дидактическая единица: Трехфазные цепи и методы их анализа** | | | | |
| 12. Трехфазные цепи. Основные понятия и определения | 0 | 2 | 20, 56 | Изучение теоретического материала, ответы на вопросы по теме лекции |
| 13. Симметричные режимы работы трехфазных цепей | 0 | 2 | 21, 57 | Изучение теоретического материала, ответы на вопросы по теме лекции |
| 14. Несимметричные режимы работы трехфазных цепей | 0 | 2 | 22, 57 | Изучение теоретического материала, ответы на вопросы по теме лекции |
| 15. Мощность в цепях трехфазного тока и ее измерение | 0 | 2 | 23, 54 | Изучение теоретического материала, ответы на вопросы по теме лекции |
| **Семестр: 4** | | | | |
| **Дидактическая единица: Линейные электрические цепи при периодических несинусоидальных воздействиях** | | | | |
| 16. Основные понятия. Методы анализа линейных цепей при несинусоидальных напряжениях и токах | 0 | 4 | 1, 24, 58, 62 | Изучение теоретического материала, ответы на вопросы по теме лекции |
| 17. Резонансные явления при периодических несинусоидальных воздействиях. Высшие гармоники в трехфазных цепях | 0 | 4 | 24, 58 | Изучение теоретического материала, ответы на вопросы по теме лекции |
| **Дидактическая единица: Переходные процессы в линейных электрических цепях и методы их расчета** | | | | |
| 18. Основные понятия и принципы анализа переходных процессов | 0 | 2 | 1, 62 | Изучение теоретического материала , ответы на вопросы |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 19. Классический метод расчета переходных процессов. | 0 | 4 | 2, 4, 63 | Изучение теоретического материала, ответы на вопросы |
| 20. Расчет переходных процессов в цепях второго порядка | 0 | 4 | 3, 4, 63 | Изучение теоретического материала, ответы на вопросы |
| 21. Операторный метод расчета переходных процессов | 0 | 4 | 5, 64 | Изучение теоретического материала, ответы на вопросы |
| **Дидактическая единица: Нелинейные электрические и магнитные цепи постоянного тока и переменного тока** | | | | |
| 22. Нелинейные резистивные цепи постоянного тока. | 0 | 4 | 25, 26, 27, 59 | Изучение теоретического материала, ответы на вопросы |
| 23. Магнитные цепи постоянного тока | 0 | 2 | 25, 27, 60 | Изучение теоретического материала, ответы на вопросы |
| 24. Методы анализа нелинейных электрических цепей переменного тока | 0 | 4 | 27, 28, 59, 60 | Изучение теоретического материала, ответы на вопросы |
| **Дидактическая единица: Цепи с распределенными параметрами** | | | | |
| 25. Установившийся синусоидальный режим в цепи с распределенными параметрами | 0 | 4 | 38, 70 | Изучение теоретического материала, ответы на вопросы |
| **Семестр: 5** | | | | |
| **Дидактическая единица: Теория электромагнитного поля** | | | | |
| 26. Стационарные электрические и магнитные поля и их аналогия | 0 | 6 | 31, 35, 66 | Изучение теоретического материала. Ответы на вопросы |
| 27. Общие и специальные методы расчета стационарных полей. | 0 | 2 | 32 | Изучение теоретического материала. Ответы на вопросы |
| 28. Уравнения Максвелла. Переменное электромагнитное поле | 0 | 4 | 31, 66 | Изучение теоретического материала. Ответы на вопросы |
| 29. Теорема Умова-Пойнтинга | 0 | 2 | 32, 66 | Изучение теоретического материала. Ответы на вопросы |
| 30. Современные пакеты прикладных программ расчета электрических цепей и электромагнитных полей | 0 | 4 | 66, 67 | Изучение особенностей программ расчета электрических цепей |

Таблица 3.2

| Темы лабораторных работ | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения | Учебная деятельность |
|---|---|---|---|---|
| **Семестр: 3** | | | | |
| **Дидактическая единица: Теория и методы анализа линейных электрических цепей постоянного тока** | | | | |
| 1. Методика и техника проведения лабораторного эксперимента | 0 | 4 | 34, 7, 72, 8 | Знакомство с лабораторным оборудованием и мерами, направленными на обеспечение безопасной работы и методикой и техникой проведения эксперимента |
| 2. Исследование линейных электрических цепей постоянного тока | 0 | 4 | 10, 11, 12, 13, 34, 36, 67, 7, 72, 73, 9 | Проверка рассчитанных параметров, необходимых для проведения эксперимента, сборка электрической цепи, проведение лабораторного эксперимента |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Дидактическая единица: Теория и методы анализа линейных цепей синусоидального тока** | | | | |
| 3. Исследование линейных электрических цепей однофазного синусоидального тока | 0 | 4 | 14, 15, 16, 17, 18, 34, 52, 54, 67, 72, 73 | Проверка рассчитанных параметров, необходимых для проведения эксперимента, сборка электрической цепи, проведение лабораторного эксперимента |
| 4. Исследование цепей переменного тока с взаимной индуктивностью | 0 | 6 | 19, 34, 67, 72, 73 | Проверка рассчитанных параметров, необходимых для проведения эксперимента, сборка электрической цепи, проведение лабораторного эксперимента |
| **Семестр: 4** | | | | |
| **Дидактическая единица: Теория и методы анализа линейных цепей синусоидального тока** | | | | |
| 5. Исследование пассивных четырехполюсников | 0 | 4 | 34, 67, 72, 73 | Проверка рассчитанных параметров, необходимых для проведения эксперимента, сборка электрической цепи, проведение лабораторного эксперимента |
| **Дидактическая единица: Трехфазные цепи и методы их анализа** | | | | |
| 6. Исследование режимов работы трехфазных цепей | 0 | 4 | 20, 23, 34, 56, 67, 72, 73 | Проверка рассчитанных параметров, необходимых для проведения эксперимента, сборка электрической цепи, проведение лабораторного эксперимента |
| 7. Исследованике режимов работы трехфазных цепей | 0 | 4 | 34, 67, 72, 73 | Проверка рассчитанных параметров, необходимых для проведения эксперимента, сборка электрической цепи, проведение лабораторного эксперимента |
| **Дидактическая единица: Линейные электрические цепи при периодических несинусоидальных воздействиях** | | | | |
| 8. Исследование линейных электрических цепей, содержащих источники несинусоидальных ЭДС | 0 | 4 | 34, 58, 67, 72, 73 | Проверка рассчитанных параметров, необходимых для проведения эксперимента, сборка электрической цепи, проведение лабораторного эксперимента |
| **Дидактическая единица: Переходные процессы в линейных электрических цепях и методы их расчета** | | | | |
| 9. Исследование переходных процессов в линейных электрических цепях первого порядка | 0 | 4 | 1, 34, 4, 63, 72, 73 | Проверка рассчитанных параметров, необходимых для проведения эксперимента, сборка электрической цепи, проведение лабораторного эксперимента |
| 10. Исследование переходных процессов в линейных цепях второго порядка | 0 | 4 | 1, 4, 63 | Проверка рассчитанных параметров, необходимых для проведения эксперимента, сборка электрической цепи, проведение лабораторного эксперимента |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Дидактическая единица: Нелинейные электрические и магнитные цепи постоянного тока и переменного тока** | | | | |
| 11. Исследование нелинейных цепей постоянного тока | 0 | 4 | 25, 26, 34, 59, 67, 72, 73 | Проверка рассчитанных параметров, необходимых для проведения эксперимента, сборка электрической цепи, проведение лабораторного эксперимента |
| 12. Исследование электрических цепей переменного тока, содержащих катушку со сталью | 0 | 4 | 34, 67, 72, 73 | Проверка рассчитанных параметров, необходимых для проведения эксперимента, сборка электрической цепи, проведение лабораторного эксперимента |
| 13. Исследование нелинейных электрических цепей переменного тока | 0 | 4 | 28, 34, 67, 72, 73 | Проверка рассчитанных параметров, необходимых для проведения эксперимента, сборка электрической цепи, проведение лабораторного эксперимента |
| **Семестр: 5** | | | | |
| **Дидактическая единица: Теория электромагнитного поля** | | | | |
| 14. Исследование электростатического поля однопроводной линии над землей посредством численного моделирования в среде ELCUT | 0 | 4 | 33, 74 | Знакомство с пакетом программ ELCUT, проведение виртуального эксперимента. Ответы на контрольные вопросы |
| 15. Исследование электростатического поля двухпроводной линии над землей посредством численного моделирования в среде ELCUT | 0 | 4 | 33, 74 | Проведение виртуального эксперимента с помощью пакета программ ELCUT. Ответы на контрольные вопросы. |
| 16. Исследование плоскопараллельного электростатического поля двухжильного кабеля с броней посредством численного моделирования в среде ELCUT | 0 | 4 | 33, 74 | Проведение виртуального эксперимента. Ответы на контрольные вопросы |
| 17. Исследование плоскопараллельного магнитного поля системы возбуждения электрической машины постоянного тока посредством численного моделирования в среде ELCUT | 0 | 6 | 33, 74 | Проведение виртуального эксперимента. Ответы на контрольные вопросы |

Таблица 3.3

| Темы практических занятий | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения | Учебная деятельность |
|---|---|---|---|---|
| **Семестр: 3** | | | | |
| **Дидактическая единица: Теория и методы анализа линейных электрических цепей постоянного тока** | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1. Закон Ома. Определение входных сопротивлений и проводимостей | 2 | 2 | 10, 11, 47, 6, 7, 9 | Решение задач, связанных с расчетом параметров электрических цепей постоянного тока с помощью преобразования электрических цепей и закона Ома |
| 2. Законы Кирхгофа. Баланс мощности | 2 | 2 | 11, 36, 45, 46, 68, 8, 9 | Решение задач, связанных с расчетом параметров электрических цепей с помощью законов Кирхгофа. Составление баланса мощности |
| 3. Метод узловых потенциалов | 2 | 2 | 11, 39, 49 | Решение задач, связанных с расчетом параметров электрических цепей методом узловых потенциалов |
| 4. Метод контурных токов | 2 | 2 | 11, 48, 9 | Рашение задач, связанных с расчетом параметров электрических цепей методом контурных токов |
| 5. Метод наложения | 2 | 2 | 11, 13, 51 | Решение задач, связанных с расчетом параметров электрических цепей с помощью метода наложения |
| 6. Метод эквивалентного генератора | 2 | 2 | 11, 12, 50 | Решение задач, связанных с расчетом параметров электрических цепей методом эквивалентного генератора |
| **Дидактическая единица: Теория и методы анализа линейных цепей синусоидального тока** | | | | |
| 7. Символический метод расчета линейных цепей синусоидального тока | 4 | 4 | 11, 14, 15, 16, 17, 18, 52, 53, 54 | Освоение способов представления синусоидальных электрических величин. Решение задач с помощью основных методов рассчета электрических цепей при комплексной форме записи основных законов электротехники. |
| 8. Резонанс в электрических цепях | 4 | 4 | 11, 37, 55 | Решение задач, связанных с исследование резонансных явлений в линейных электрических цепя синусоидального тока. |
| 9. Расчет цепей с взаимной индуктивностью | 4 | 4 | 11, 19, 69 | Решение задач, связанных с расчетом параметров магнитосвязанныъ цепей |
| 10. Расчет параметров и частотных характеристик четырехполюсников | 4 | 4 | 11, 40, 41, 43, 65 | Решение задач, связанных с определением параметров и частотных характеристик простейших четырехполюсников |
| **Дидактическая единица: Трехфазные цепи и методы их анализа** | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 11. Симметричные режимы работы трехфазных цепей | 4 | 4 | 11, 20, 21, 23, 56, 57 | Решение задач, связанных с определение режимов работы трехфазных цепей, расчетом токов и напряжений, построением векторных диаграмм |
| 12. Несимметричные режимы работы трехфазных цепей | 4 | 4 | 11, 20, 22, 23, 56, 57 | Решение задач, связанных с расчетом трехфазных цепей при несимметричных режимах работы |
| **Семестр: 4** | | | | |
| **Дидактическая единица: Линейные электрические цепи при периодических несинусоидальных воздействиях** | | | | |
| 13. Расчет линейных цепей с несинусоидальными источниками | 3 | 3 | 11, 24, 58 | Решение задач, связанных с расчетом мгновенных и действующих значений несинусоидальных токов и напряжений |
| 14. Высшие гармоники в трехфазных цепях | 3 | 3 | 11, 24, 44 | Освоение основных приемов расчета периодических несинусоидальных напряжений и токов в трехфазных цепях |
| **Дидактическая единица: Переходные процессы в линейных электрических цепях и методы их расчета** | | | | |
| 15. Расчет переходных процессов классическим методом в цепях первого порядка | 2 | 2 | 11, 2, 62, 63 | Решение задач, связанных с расчетом переходных процессов в цепях первого порядка |
| 16. Расчет переходных процессов в цепях второго порядка | 4 | 4 | 11, 3, 4, 62, 63 | Решение задач, связанных с расчетом переходных процессов классическим методом в цепях второго порядка |
| 17. Операторный метод анализа переходных процессов | 4 | 4 | 11, 5, 64 | Решение задач, сязанных с расчетом переходных процессов операторным методом |
| 18. Расчет переходных процессов методом наложения (интегралом Дюамеля) | 4 | 4 | 1, 11, 42 | Решение задач, связанных с расчетом переходных процессов в цепях при произвольных входных воздействиях |
| **Дидактическая единица: Нелинейные электрические и магнитные цепи постоянного тока и переменного тока** | | | | |
| 19. Методы расчета нелинейных и магнитных цепей постоянного тока | 4 | 4 | 11, 25, 26, 27, 59, 60 | Решение задач, связанных с расчетом нелинейных цепей по эквивалентным линейным схемам замещения и применением в графоаналитических расчетах методов эквивалентного генератора и двух узлов |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 20. Расчет установившихся режимов в нелинейных цепях переменного тока | 4 | 4 | 11, 28, 61 | Решение задач, связанных с расчетом нелинейных цепей переменного тока с помощью характеристик для мгновенных и действующих значений и методом эквивалентных синусоид |
| 21. Расчет переходных режимов в нелинейных цепях | 4 | 4 | 11, 28, 71 | Решение задач, связанных с расчетом переходных режимов в нелинейных цепях при использовании кусочно-линейной аппроксимации нелинейных характеристик и метода переменных состояния |
| **Дидактическая единица: Цепи с распределенными параметрами** | | | | |
| 22. Установившийся синусоидальный режим цепи с распределенными параметрами | 4 | 4 | 38, 70 | Решение задач, связанных с определение параметров цепей с распределенными параметрами, включающих в себя составление схемы замещения и расчет режимов холостого хода и короткого замыкания и согласованного режима |
| **Семестр: 5** | | | | |
| **Дидактическая единица: Теория электромагнитного поля** | | | | |
| 23. Расчет стационарных полей по интегральным соотношениям | 0 | 2 | 31, 32, 35, 66 | Расчет одномерного электростатического поля с использованием теоремы Гаусса. Расчет одномерного магнитного поля с использованием закона полного тока |
| 24. Расчет двухмерных полей методом наложения | 0 | 2 | 31, 32, 66 | Расчет полей методом наложения с применением законов полного тока, Кулона, Био-Савара |
| 25. Расчеты стационарных полей по дифференциальным соотношениям | 0 | 4 | 31, 32, 35, 66 | Расчет электростатического поля с помощью уравнения Лапласа-Пуассона для скалярного потенциала. Расчет магнитного поля с помощью уравнения Лапласа-Пуассона для векторного потенциала |
| 26. Специальные методы расчета электромагнитного поля | 0 | 4 | 31, 32, 66 | Расчет полей методом зеркальных изображений |
| 27. Приближенные методы расчета стационарных полей | 0 | 2 | 33, 34 | Построение приближенной картины поля и расчеты по ней. Использование пакета прикладных программ FEMM для расчета двухмерных полей |
| 28. Расчет параметров электротехнических устройств | 0 | 4 | 31, 33, 66, 67, 73 | Расчет параметров с применением метода зеркальных изображений и по приближенной картине поля |

## 4. Самостоятельная работа обучающегося

| № | Виды самостоятельной работы | Ссылки на результаты обучения | Часы на выполнение | Часы на консультации |
|---|---|---|---|---|
| **Семестр: 3** | | | | |
| 1 | РГЗ | 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 36, 39, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 55, 68, 69, 7, 8, 9 | 40 | 3 |
| РГЗ состоит из двух разделов: 1. Расчет линейных электрических цепей постоянного тока ; 2. Расчет линейных электрических цепей синусоидального тока<br>: Аксютин В. А. Резонанс в линейных цепях синусоидального тока [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. А. Аксютин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221740. - Загл. с экрана. Алгоритмизированные задания по курсу ТОЭ. Домашние задания № 1 и 2 : методическое руководство для ЭМФ, АВТФ, ФЭН, РЭФ всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. А. Асксютин, Б. В. Литвинов, Ю. В. Петренко]. - Новосибирск, 2004. - 43 с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/2815.rar Аксютин В. А. Электротехника [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. А. Аксютин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234732. - Загл. с экрана. Лаппи Ф. Э. Расчет уравнений электрических цепей с использованием программы Mathcad [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Ф. Э. Лаппи ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179297. - Загл. с экрана. Аксютин В. А. Символический метод расчета линейных цепей синусоидального тока [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. А. Аксютин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221750. - Загл. с экрана. Аксютин В. А. Теоретические основы электротехники. Электротехника [Электронный ресурс]. Ч. 1 : электронный учебно-методический комплекс / В. А. Аксютин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157486. - Загл. с экрана. Алгоритмизированные задания по курсу ТОЭ : (домашние расчетно-графические задания № 3-5) : методическое руководство для ЭМФ, АВТФ, ФЭН, РЭФ всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. А. Аксютин и др.]. - Новосибирск, 2007. - 84, [4] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000066937 | | | |
| 2 | Подготовка к занятиям | 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 30, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 6, 61, 65, 68, 69, 7, 8, 9 | 18 | 2 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Проработка теоретического материала по теме занятия, решение задач, расчет требуемых параметров для выполнения лабораторной работы (расчет контрольной карты): Аксютин В. А. Резонанс в линейных цепях синусоидального тока [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. А. Аксютин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221740. - Загл. с экрана. Лабораторный практикум по теории электрических цепей. Ч. 1 : (лабораторные работы № 1, 2, 3, 4, 5) : методическое руководство для электротехнических специальностей / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. Н. Зонов и др.]. - Новосибирск, 2009. - 81, [3] с. : табл., ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2009/3707.pdf Аксютин В. А. Электротехника [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. А. Аксютин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234732. - Загл. с экрана. Аксютин В. А. Символический метод расчета линейных цепей синусоидального тока [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. А. Аксютин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221750. - Загл. с экрана. Аксютин В. А. Теоретические основы электротехники. Электротехника [Электронный ресурс]. Ч. 1 : электронный учебно-методический комплекс / В. А. Аксютин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157486. - Загл. с экрана. | | | | |
| 3 | Подготовка к аттестации | 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 6, 65, 68, 69, 7, 8, 9 | 23 | 2 |
| Изучение лекционного материала, подготовка теоретических вопросов, решение задач : Аксютин В. А. Резонанс в линейных цепях синусоидального тока [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. А. Аксютин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221740. - Загл. с экрана. Аксютин В. А. Электротехника [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. А. Аксютин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234732. - Загл. с экрана. Аксютин В. А. Символический метод расчета линейных цепей синусоидального тока [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. А. Аксютин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221750. - Загл. с экрана. Аксютин В. А. Теоретические основы электротехники. Электротехника [Электронный ресурс]. Ч. 1 : электронный учебно-методический комплекс / В. А. Аксютин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157486. - Загл. с экрана. | | | | |
| **Семестр: 4** | | | | |
| 1 | РГЗ | 1, 2, 24, 25, 4, 44, 5, 56, 57, 58, 63, 64 | 50 | 4 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| РГЗ состоит из двух разделов: 1. Расчет трехфазных цепей с несинусоидальными источниками напряжения. 2. Расчет переходных процессов в электрических цепях.<br>: Аксютин В. А. Электротехника [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. А. Аксютин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234732. - Загл. с экрана. Аксютин В. А. Теоретические основы электротехники. Электротехника [Электронный ресурс]. Ч. 1 : электронный учебно-методический комплекс / В. А. Аксютин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157486. - Загл. с экрана. Алгоритмизированные задания по курсу ТОЭ : (домашние расчетно-графические задания № 3-5) : методическое руководство для ЭМФ, АВТФ, ФЭН, РЭФ всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. А. Аксютин и др.]. - Новосибирск, 2007. - 84, [4] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000066937 Аксютин В. А. Теоретические основы электротехники. Электротехника [Электронный ресурс]. Ч. 2 : электронный учебно-методический комплекс / В. А. Аксютин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157489. - Загл. с экрана. | | | | |
| 2 | Подготовка к занятиям | 1, 2, 24, 25, 27, 28, 29, 3, 34, 4, 42, 44, 5, 56, 57, 58, 59, 60, 62, 63, 64 | 20 | 3 |
| Проработка теоретического материала по теме занятия, решение задач, расчет требуемых параметров для выполнения лабораторной работы (расчет контрольной карты): Лабораторный практикум по теории электрических цепей. Ч. 2 : (лабораторные работы № 6-9, 11-14) : методическое руководство по курсу "Теоретические основы электротехники" и "Электротехника" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. А. Аксютин и др.]. - Новосибирск, 2015. - 139, [3] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000219952 Аксютин В. А. Резонанс в линейных цепях синусоидального тока [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. А. Аксютин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221740. - Загл. с экрана. Алгоритмизированные задания по курсу ТОЭ. Домашние задания № 1 и 2 : методическое руководство для ЭМФ, АВТФ, ФЭН, РЭФ всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. А. Асксютин, Б. В. Литвинов, Ю. В. Петренко]. - Новосибирск, 2004. - 43 с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/2815.rar Аксютин В. А. Электротехника [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. А. Аксютин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234732. - Загл. с экрана. Аксютин В. А. Символический метод расчета линейных цепей синусоидального тока [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. А. Аксютин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221750. - Загл. с экрана. Аксютин В. А. Теоретические основы электротехники. Электротехника [Электронный ресурс]. Ч. 1 : электронный учебно-методический комплекс / В. А. Аксютин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157486. - Загл. с экрана. | | | | |
| 3 | Подготовка к аттестации | 1, 2, 24, 25, 27, 28, 29, 3, 30, 4, 42, 44, 5, 56, 57, 58, 59, 63, 64 | 27 | 2 |

Изучение лекционного материала, подготовка теоретических вопросов, решение задач : Аксютин В. А. Резонанс в линейных цепях синусоидального тока [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. А. Аксютин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221740. - Загл. с экрана. Аксютин В. А. Электротехника [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. А. Аксютин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234732. - Загл. с экрана. Аксютин В. А. Теоретические основы электротехники. Электротехника [Электронный ресурс]. Ч. 1 : электронный учебно-методический комплекс / В. А. Аксютин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157486. - Загл. с экрана. Аксютин В. А. Теоретические основы электротехники. Электротехника [Электронный ресурс]. Ч. 2 : электронный учебно-методический комплекс / В. А. Аксютин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157489. - Загл. с экрана.

**Семестр: 5**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | РГЗ | 26, 31, 32, 33, 35, 66 | 42 | 4 |

РГЗ направлено на практическое освоение методов расчета одномерных стационарных электромагнитных полей.: Теория электромагнитного поля : методическое руководство к расчетно-графическому заданию для ФМА, ФЭН (направление 140400.62) всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Б. В. Литвинов, О. Б. Давыденко]. - Новосибирск, 2013. - 48, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id= vtls000180652 Теория электромагнитного поля : методическое руководство к виртуальному лабораторному практикуму для ФМА, ФЭН (направление 140400.62) всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Б. В. Литвинов, О. Б. Давыденко]. - Новосибирск, 2014. - 108, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000199749

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2 | Подготовка к занятиям | 26, 31, 32, 35, 66, 74 | 35 | 3 |

Проработка теоретического материала по теме занятия, решение задач, расчет требуемых параметров для выполнения лабораторной работы (расчет контрольной карты): Задачи по теории поля : методическое пособие для индивидуальной работы 2-3 курсов электротехнических специальностей / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Д. Л. Калужский, О. Б. Давыденко]. - Новосибирск, 2010. - 28, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000149449 Теория электромагнитного поля : методическое руководство к расчетно-графическому заданию для ФМА, ФЭН (направление 140400.62) всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Б. В. Литвинов, О. Б. Давыденко]. - Новосибирск, 2013. - 48, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id= vtls000180652 Теория электромагнитного поля : методическое руководство к виртуальному лабораторному практикуму для ФМА, ФЭН (направление 140400.62) всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Б. В. Литвинов, О. Б. Давыденко]. - Новосибирск, 2014. - 108, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000199749

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3 | Подготовка к аттестации | 26, 31, 32, 35, 66 | 35 | 5 |

Изучение лекционного материала, подготовка теоретических вопросов, решение задач : Задачи по теории поля : методическое пособие для индивидуальной работы 2-3 курсов электротехнических специальностей / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Д. Л. Калужский, О. Б. Давыденко]. - Новосибирск, 2010. - 28, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000149449 Теория электромагнитного поля : методическое руководство к расчетно-графическому заданию для ФМА, ФЭН (направление 140400.62) всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Б. В. Литвинов, О. Б. Давыденко]. - Новосибирск, 2013. - 48, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id= vtls000180652

## 5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

| Деятельность | Информационно-коммуникационные технологии |
|---|---|
| Информирование | e-mail:aksyutin@corp.nstu.ru |
| Консультирование | e-mail:aksyutin@corp.nstu.ru |
| Контроль | ЭБС:http://dispace.edu.nstu.ru/didesk/course/show/356 |
| Размещение учебных материалов | ЭБС:http://dispace.edu.nstu.ru/didesk/course/show/356 |

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

| № | Наименование активных форм | Коды формируемых компетенций |
|---|---|---|
| 1 | Тренинг | ОПК.3; |
| **Формируемые умения:** з1. знает методы расчета и анализа электрических цепей в установившихся и переходных режимах; у1. уметь рассчитывать и моделировать электрические цепи в различных режимах | | |
| **Краткое описание применения:** Решение задач с обсуждением результатов | | |

## 6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставлять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

| Оцениваемые виды деятельности обучающихся | Мин. балл | Максимальный балл |
|---|---|---|
| **Семестр: 3** | | |
| *Лабораторная №1:* выполнение и защита | 3 | 5 |
| *Лабораторная №2:* выполнение и защита | 3 | 5 |
| *Лабораторная №3:* выполнение и защита | 3 | 5 |
| *Лабораторная №4:* выполнение и защита | 3 | 5 |
| *РГЗ:* выполнение и защита | 28 | 40 |
| *Экзамен:* ответы на вопровы, решение задач | 10 | 40 |
| **Семестр: 4** | | |
| *Лабораторная №1:* выполнение и защита | 3 | 4 |
| *Лабораторная №2:* выполнение и защита | 3 | 4 |
| *Лабораторная №3:* выполнение и защита | 3 | 4 |
| *Лабораторная №4:* выполнение и защита | 3 | 4 |
| *Лабораторная №5:* выполнение и защита | 3 | 4 |
| *Лабораторная №6:* выполнение и защита | 3 | 4 |

| | | |
|---|---|---|
| *Лабораторная №7:* выполнение и защита | 3 | 4 |
| *Лабораторная №8:* выполнение и защита | 3 | 4 |
| *Лабораторная №9:* выполнение и защита | 3 | 4 |
| *РГЗ:* выполнение и защита | 13 | 24 |
| *Экзамен:* ответы на вопросы, решение задач | 10 | 40 |
| **Семестр: 5** | | |
| *Лабораторная №1:* выполнение и защита | 5 | 10 |
| *Лабораторная №2:* выполнение и защита | 5 | 10 |
| *Лабораторная №3:* выполнение и защита | 5 | 10 |
| *Лабораторная №4:* выполнение и защита | 5 | 10 |
| *РГЗ:* выполнение и защита | 25 | 40 |
| *Зачет:* ответы на вопросы, решение задач | 5 | 20 |

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

| Коды компетенций ФГОС | Результаты обучения | Формы контроля | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Защита РГЗ | Зачет | Экзамен |
| **ОПК.3** | з1. знает методы расчета и анализа электрических цепей в установившихся и переходных режимах | + | + | + |
| | у1. уметь рассчитывать и моделировать электрические цепи в различных режимах | + | | + |

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

## 7. Литература

*Основная литература*

**1.** Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи : учебник для вузов по направлениям подготовки дипломированных специалистов "Электротехника, электромеханика и электротехнологии", "Электроэнергетика", "Приборостроение" / Л. А. Бессонов. - М., 2006. - 701 с. : ил., схемы

**2.** Прянишников В. А. Электротехника и ТОЭ в примерах и задачах : практическое пособие / В. А. Прянишников, Е. А. Петров, Ю. М. Осипов ; под общ. ред. В. А. Прянишникова. - СПб., 2007. - 334 : ил.

**3.** Основы теории цепей. Практический курс : [учебное пособие / Б. В. Литвинов и др.]. - Новосибирск, 2011. - 346 с. : ил., схемы

**4.** Атабеков Г. И. Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи : учебное пособие / Г. И. Атабеков. - СПб. [и др.], 2010. - 591, [1] с.

**5.** Башарин С. А. Теоретические основы электротехники. Теория электрических цепей и электромагнитного поля : [учебное пособие для вузов по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии"] / С. А. Башарин, В. В. Федоров. - М., 2010. - 359, [1] с. : граф, табл., диагр.

**6.** Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи : учебник для бакалавров / Л. А. Бессонов. - М., 2012. - 701 с. : ил., табл.

**7.** Кузовкин В. А. Теоретическая электротехника : учебник для вузов по направлениям "Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств", "Автоматизация и управление" и специальностям "Технология машиностроения", "Металлорежущие станки и инструменты", "Автоматизация технологических процессов и производств" / В. А. Кузовкин. - М., 2006. - 479 с. : ил.. - Библиогр.: с. 478-479.

**8.** Нейман В. Ю. Теоретические основы электротехники в примерах и задачах. Ч. 2 : учебное пособие / В. Ю. Нейман ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015. - 164, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000215269

**9.** Нейман В. Ю. Электротехника и электроника. Интернет-тестирование базовых знаний. Ч. 3 : учебное пособие / В. Ю. Нейман ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 127, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000200551

**10.** Малинин Л. И. Теория цепей современной электротехники : [учебное пособие] / Л. И. Малинин, В. Ю. Нейман. - Новосибирск, 2013. - 346, [1] с. : ил., табл., схемы. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000175636

**11.** Нейман В. Ю. Электротехника и электроника. Интернет-тестирование базовых знаний. Ч. 4 : учебное пособие / В. Ю. Нейман, Н. А. Юрьева, Т. В. Морозова; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2013. - 98 , [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180693

**12.** Электротехника и электроника. Интернет-тестирование базовых знаний. Ч. 8 : [учебное пособие / Л. И. Малинин др. ; под ред. В. Ю. Неймана] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2012. - 76, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000177683

**13.** Нейман В. Ю. Теоретические основы электротехники в примерах и задачах. Ч. 4 : [учебное пособие] / В. Ю. Нейман ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011. - 181 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000160934

**14.** Атабеков Г. И. Основы теории цепей : учебник / Г. И. Атабеков. - СПб [и др.], 2009. - 424 с. : ил.

**15.** Новгородцев А. Б. Теоретические основы электротехники : 30 лекций по теории электрических цепей : [учебное пособие для вузов по группе направлений подготовки бакалавров и магистров 550000 "Технические науки" и дипломированных специалистов 650000 "Техника и технологии" дисциплине "Теоретические основы электротехники"] / А. Б. Новгородцев. - СПб. [и др.], 2006. - 575 с. : ил.. - На тит. л.: Изд. прогр. "300 лучших учеб. для высш. шк. в честь 300-летия Санкт-Петербурга".

**16.** Схемотехническое моделирование электрических цепей. Ч. 1 : лабораторный практикум для электротехнических специальностей всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. А. Аксютин, Ф. Э. Лаппи, В. Ю. Нейман]. - Новосибирск, 2011. - 103 с. : ил., табл. - Режим доступа:http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000154384

**17.** Нейман В. Ю. Теоретические основы электротехники в примерах и задачах. Ч. 1 : учебное пособие / В. Ю. Нейман ; Новосиб. гос. техн. ун-т, Фак. мехатроники и автоматизации. - Новосибирск, 2008. - 114, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/neim.rar

**18.** Нейман В. Ю. Теоретические основы электротехники в примерах и задачах. Ч. 3 : учебное пособие / В. Ю. Нейман ; Новосиб. гос. техн. ун-т, Фак. мехатроники и автоматизации. - Новосибирск, 2010. - 141, [2] с. : ил. - Режим доступа:http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000149908

**19.** Малинин Л. И. Основы теории цепей в упражнениях и задачах : [учебное пособие] / Л. И. Малинин, В. Т. Мандрусова, В. Ю. Нейман ; под ред. В. Ю. Неймана. - Новосибирск, 2007. - 295 с. : ил.. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2007/malinin.pdf

*Дополнительная литература*

**1.** Алгоритмизированные расчетно-графические задания по курсам "Теоретические основы электротехники", "Основы теории электрических цепей" : задания N1-4 для 1-2 курсов электротехн. специальностей всех форм обучения / Новосиб. гос. техн ун-т ; [сост. В. А. Аксютин]. - Новосибирск, 1998. - 38 с. : схемы, табл.

**2.** Сборник задач по основам теоретической электротехники : учебное пособие / [А. Н. Белянин и др.] ; под ред. Ю. А. Бычкова [и др.]. - Санкт-Петербург [и др.], 2011. - 388, [1] с. : ил.

**3.** Прянишников В. А. Теоретические основы электротехники : курс лекций : [учебное пособие для вузов и средних учебных заведений] / В. А. Прянишников. - Санкт-Петербург, 2007. - 364, [2] с. : ил., табл.

**4.** Аналитические, численные и экспериментальные исследования физических полей с использованием методов электроаналогии : учебное пособие / [А. И. Инкин и др.] ; под общ. ред. А. И. Инкина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2007. - 117, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000066629

**5.** Теоретические основы электротехники. В 3 т.. Т. 1 : учебник для вузов / К. С. Демирчян и др. - СПб., 2004. - 462 с. : ил.

**6.** Говорков В. А. Теория электромагнитного поля в упражнениях и задачах / В. А. Говорков, С. Д. Купалян. - М., 1970. - 302 с.

**7.** Теоретические основы электротехники. [В 3 т.]. Т. 2 : учебник для вузов, обучающихся по направлениям подготовки бакалавров и магистров "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика" / К. С. Демирчян, Л. Р. Нейман, Н. В. Коровкин, В. Л. Чечурин. - СПб., 2003. - 575 с. : ил.. - Изд. программа 300 лучших учеб. для высших школ в честь 300-летия Санк-Петербурга.

**8.** Матханов П. Н. Основы анализа электрических цепей. Линейные цепи : Учебник для вузов / П. Н. Матханов. - М., 1990. - 400 с.

**9.** Теоретические основы электротехники.[В 3 т.]. Т. 3 : учебник для вузов, обучающихся по направлениям подготовки бакалавров и магистров "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика" / К. С. Демирчян, Л. Р. Нейман, Н. В. Коровкин, В. Л. Чечурин. - СПб., 2003. - 376 с. : ил.. - Изд. программа 300 лучших учеб. для высших школ в честь 300-летия Санк-Петербурга.

**10.** Петренко Ю. В. Теоретические основы электротехники. Ч. 1 : учебное пособие / Ю. В. Петренко ; Новосиб. гос. техн. ун-т, [Фак. мехатроники и автоматизации]. - Новосибирск, 2009. - 145, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2009/petrenko.pdf

**11.** Основы теории цепей : учебник для электротехнических и электроэнергетических специальностей вузов / Г. В. Зевеке [и др.]. - М., 1989. - 528 с.

**12.** Шебес М. Р. Задачник по теории линейных электрических цепей : учебное пособие для электротехнических и радиотехнических специальностей вузов / М. Р. Шебес, М. В. Каблукова. - М., 1990. - 543, [1] с. : ил., табл., схемы

**13.** Сборник задач и упражнений по теоретическим основам электротехники : для энергетических и приборостроительных специальнтстей вузов / Бессонов Л. А. [и др.] ; под ред. Бессонова Л. А. - М., 1980. - 472 с. : ил.

**14.** Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники : в 3 частях : учебник для вузов / Л. А. Бессонов. - М., 1973. - 750 с. : ил.

**15.** Инкин А. И. Электромагнитные поля и параметры электрических машин : учебное пособие для вузов / Новосиб. гос. техн. ун-т ; А. И. Инкин. - Новосибирск, 2002. - 463 с. : ил.

*Интернет-ресурсы*

**1.** ЭБС НГТУ : http://elibrary.nstu.ru/

**2.** ЭБС «Издательство Лань» : https://e.lanbook.com/

**3.** ЭБС IPRbooks : http://www.iprbookshop.ru/

**4.** ЭБС "Znanium.com" : http://znanium.com/

**5.** :

## 8. Методическое и программное обеспечение

### *8.1 Методическое обеспечение*

**1.** Лабораторный практикум по теории электрических цепей. Ч. 1 : (лабораторные работы № 1, 2, 3, 4, 5) : методическое руководство для электротехнических специальностей / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. Н. Зонов и др.]. - Новосибирск, 2009. - 81, [3] с. : табл., ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2009/3707.pdf

**2.** Лабораторный практикум по теории электрических цепей. Ч. 2 : (лабораторные работы № 6-9, 11-14) : методическое руководство по курсу "Теоретические основы электротехники" и "Электротехника" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. А. Аксютин и др.]. - Новосибирск, 2015. - 139, [3] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000219952

**3.** Лаппи Ф. Э. Расчет уравнений электрических цепей с использованием программы Mathcad [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Ф. Э. Лаппи ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179297. - Загл. с экрана.

**4.** Задачи по теории поля : методическое пособие для индивидуальной работы 2-3 курсов электротехнических специальностей / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Д. Л. Калужский, О. Б. Давыденко]. - Новосибирск, 2010. - 28, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000149449

**5.** Освоение методики и техники электротехнического лабораторного эксперимента : методические указания к вводной лабораторной работе для электротехнических специальностей / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: С. В. Чуфаровский, В. Н. Зонов, П. В. Зонов]. - Новосибирск, 2009. - 19, [3] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000118470

**6.** Аксютин В. А. Резонанс в линейных цепях синусоидального тока [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. А. Аксютин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221740. - Загл. с экрана.

**7.** Аксютин В. А. Символический метод расчета линейных цепей синусоидального тока [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. А. Аксютин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221750. - Загл. с экрана.

**8.** Аксютин В. А. Общая электротехника и электроника [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. А. Аксютин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157497. - Загл. с экрана.

**9.** Теория электромагнитного поля : методическое руководство к виртуальному лабораторному практикуму для ФМА, ФЭН (направление 140400.62) всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Б. В. Литвинов, О. Б. Давыденко]. - Новосибирск, 2014. - 108, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000199749

**10.** Теория электромагнитного поля : методическое руководство к расчетно-графическому заданию для ФМА, ФЭН (направление 140400.62) всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Б. В. Литвинов, О. Б. Давыденко]. - Новосибирск, 2013. - 48, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id= vtls000180652

**11.** Алгоритмизированные задания по курсу ТОЭ : (домашние расчетно-графические задания № 3-5) : методическое руководство для ЭМФ, АВТФ, ФЭН, РЭФ всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. А. Аксютин и др.]. - Новосибирск, 2007. - 84, [4] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000066937

**12.** Аксютин В. А. Теоретические основы электротехники. Электротехника [Электронный ресурс]. Ч. 1 : электронный учебно-методический комплекс / В. А. Аксютин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157486. - Загл. с экрана.

**13.** Аксютин В. А. Теоретические основы электротехники. Электротехника [Электронный ресурс]. Ч. 2 : электронный учебно-методический комплекс / В. А. Аксютин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157489. - Загл. с экрана.

**14.** Аксютин В. А. Электротехника [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. А. Аксютин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234732. - Загл. с экрана.

**15.** Лабораторный практикум по теории электрических цепей : лабораторные работы № 1, 2, 3 : методические указания для дневного и заочного отделений АВТФ, РЭФ, ФТФ, изучающих курс электротехники / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Петренко, Ю. Б. Смирнова]. - Новосибирск, 2010. - 53, [3] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2010/2010_3785.pdf

**16.** Алгоритмизированные задания по курсу ТОЭ. Домашние задания № 1 и 2 : методическое руководство для ЭМФ, АВТФ, ФЭН, РЭФ всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. А. Асксютин, Б. В. Литвинов, Ю. В. Петренко]. - Новосибирск, 2004. - 43 с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/2815.rar

*8.2 Специализированное программное обеспечение*

**1** ELCUT
**2** MathCAD
**3** Visio
**4** Autodesc AutoCAD
**5** Office
**6** MathType
**7** Multisim AcademicEdition

## 9. Материально-техническое обеспечение

Лабораторный стенд

| № | Наименование | Назначение |
|---|---|---|
| 1 | ГЕНЕРАТОР Г3-109 | Применяется в качестве источника входного воздействия при выполнении лабораторных исследований |
| 2 | ОСЦИЛЛОГРАФ С1-65А | Получение характеристих исследуемых процессов и определения значений параметров |
| 3 | Осциллограф цифровой АСК-2065 | Получение характеристик исследуемых процессов и определения значений параметров |
| 4 | Осциллограф цифровой АСК-2065 | Используется для исследования и измерения сигналов |
| 5 | СТЕНД лабораторный | Используется для проведеления комплекса лабораторых работ |
| 6 | СТЕНД лабораторный | используется для проведения лабораторных работ |
| 7 | Вольтметр В7-58/2 | Измерение падений напряжения |
| 8 | КОМПЛЕКС "ЛУЧ" измерит. | Используется для проведения комплекса лабораторных работ |
| 9 | Осциллограф GOS-620 | Исследование и измерение сигналов |

| | | |
|---|---|---|
| 10 | Осциллограф GOS-620B | Исследование и измерение сигналов |
| 11 | Генератор SPG-2010 | Используется для создания входных воздействий в лабораторных исследованиях |
| 12 | КОМПЛЕКС "ЛУЧ" измерит. | Используется для проведения комплекса лабораторных работ |
| 13 | КОМПЛЕКС "ЛУЧ" измерит. | Используется для проведения комплекса лабораторных работ |
| 14 | КОМПЛЕКС измерит. | Используется для проведения комплекса лабораторных работ |

Специальное оборудование

| № | Наименование | Назначение |
|---|---|---|
| 1 | Компьютерный класс №23 | Используется в комплексе лабораторных работ для моделирования цепей и процессов |

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра теоретических основ электротехники

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФМА
к.т.н., доцент М.Е. Вильбергер
“___”_____ _____ г.

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

## УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Теоретические основы электротехники**

Образовательная программа: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль: Электротехника, электромеханика и электротехнологии

Новосибирск 2017

1. **Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины**

Обобщенная структура фонда оценочных средств по **дисциплине** Теоретические основы электротехники приведена в Таблице.

Таблица

| **Формируемые компетенции** | **Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)** | **Темы** | **Этапы оценки компетенций** | |
|---|---|---|---|---|
| | | | **Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)** | **Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)** |
| ОПК.3 способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей | з1. знает методы расчета и анализа электрических цепей в установившихся и переходных режимах | Закон Ома. Определение входных сопротивлений и проводимостей Законы Кирхгофа. Баланс мощности Законы Ома и Кирхгофа для мгновенных значений тока и напряжения и в комплексной форме Расчет линейных электрических цепей синусоидального тока в комплексной форме Исследование линейных электрических цепей однофазного синусоидального тока Исследование линейных электрических цепей постоянного тока Исследование нелинейных цепей постоянного тока Исследование нелинейных электрических цепей переменного тока Исследование переходных процессов в линейных электрических цепях первого порядка Исследование плоскопараллельного магнитного поля системы возбуждения электрической машины постоянного тока посредством численного моделирования в среде ELCUT Исследование плоскопараллельного электростатического поля двухжильного кабеля с броней посредством численного моделирования в среде ELCUT. Исследование режимов работы трехфазных цепей Исследование цепей переменного тока с взаимной индуктивностью Исследование электростатического поля двухпроводной линии над землей посредством численного моделирования в среде ELCUT Исследование электростатического поля однопроводной линии над землей посредством численного моделирования в | РГЗ 3 сем., 1 и 2 разделы<br>РГЗ 4 сем., 1 и 2 разделы<br>РГЗ 5 сем., 1 и 2 задачи | Экзамен 3 сем., вопросы 1-47, задачи 1-23<br>Экзамен 4 сем., вопросы 1-46, задачи 1-33<br>Зачет 5 сем., вопросы 1-41, задачи 1-17 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | среде ELCUT Классический метод расчета переходных процессов. Магнитные цепи постоянного тока. Метод узловых потенциалов Метод контурных токов Метод наложения Метод эквивалентного генератора Методы анализа нелинейных электрических цепей переменного тока Методы преобразования электрической цепи. Метод эквивалентного генератора. Методы расчета линейных электрических цепей: методы узловых потенциалов и двух узлов. Метод контурных токов. Методы расчета нелинейных и магнитных цепей постоянного тока Мощность в цепях трехфазного тока и ее измерение Нелинейные резистивные цепи постоянного тока. Несимметричные режимы работы трехфазных цепей Операторный метод анализа переходных процессов Операторный метод расчета переходных процессов Основные понятия и принципы анализа переходных процессов Основные понятия и определения, топологические параметры, основные свойства и законы линейных электрических цепей Основные понятия. Методы анализа линейных цепей при несинусоидальных напряжениях и токах Принцип и метод наложения. Баланс мощности. Расчет линейных цепей с несинусоидальными источниками Расчет параметров и частотных характеристик четырехполюсников Расчет переходных процессов в цепях второго порядка Расчет переходных процессов классическим методом в цепях первого порядка Расчет переходных режимов в нелинейных цепях Расчет стационарных полей по интегральным соотношениям Расчет цепей с взаимной индуктивностью Расчеты стационарных полей по дифференциальным соотношениям Резонанс в электрических цепях Резонансные явления в линейных электрических цепях синусоидального тока | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Резонансные явления при периодических несинусоидальных воздействиях. Высшие гармоники в трехфазных цепях Символический метод расчета линейных цепей синусоидального тока Симметричные режимы работы трехфазных цепей Симметричные режимы работы трехфазных цепей Способы представления синусоидальных электрических величин Стационарные электрические и магнитные поля и их аналогия Трехфазные цепи. Основные понятия и определения Цепи с взаимной индуктивностью. Мощность в линейных цепях синусоидального тока. Четырехполюсники Эквивалентные преобразования линейных электрических цепей Элементы линейной электрической цепи синусоидального тока | | |
| ОПК.3 | у1. уметь рассчитывать и моделировать электрические цепи в различных режимах | Высшие гармоники в трехфазных цепях Закон Ома. Определение входных сопротивлений и проводимостей Законы Кирхгофа. Баланс мощности Законы Ома и Кирхгофа для мгновенных значений тока и напряжения и в комплексной форме. Расчет линейных электрических цепей синусоидального тока в комплексной форме Исследование линейных электрических цепей однофазного синусоидального тока Исследование нелинейных цепей постоянного тока Исследование плоскопараллельного магнитного поля системы возбуждения электрической машины постоянного тока посредством численного моделирования в среде ELCUT Исследование плоскопараллельного электростатического поля двухжильного кабеля с броней посредством численного моделирования в среде ELCUT Исследование электростатического поля двухпроводной линии над землей посредством численного моделирования в среде ELCUT Исследование | РГЗ 3 сем. , 1 и 2 разделы<br>РГЗ 4 сем., 1 и 2 разделы<br>РГЗ 5 сем., 1 и 2 задачи | Экзамен 3 сем., вопросы 1-47, задачи 1-23<br>Экзамен 4 сем., вопросы 1-46, задачи 1-33<br>Зачет 5 сем., вопросы 1-41, задачи 1-17 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | электростатического поля однопроводной линии над землей посредством численного моделирования в среде ELCUT Классический метод расчета переходных процессов. Метод узловых потенциалов Метод контурных токов Метод наложения Метод эквивалентного генератора Методы преобразования электрической цепи. Метод эквивалентного генератора. Методы расчета линейных электрических цепей: методы узловых потенциалов и двух узлов. Метод контурных токов. Методы расчета нелинейных и магнитных цепей постоянного тока Нелинейные резистивные цепи постоянного тока. Несимметричные режимы работы трехфазных цепей Операторный метод анализа переходных процессов Операторный метод расчета переходных процессов Основные понятия и принципы анализа переходных процессов Основные понятия и определения, топологические параметры, основные свойства и законы линейных электрических цепей Основные понятия. Методы анализа линейных цепей при несинусоидальных напряжениях и токах Принцип и метод наложения. Баланс мощности Расчет линейных цепей с несинусоидальными источниками Расчет параметров и частотных характеристик четырехполюсников Расчет переходных процессов в цепях второго порядка Расчет переходных процессов классическим методом в цепях первого порядка Расчет переходных процессов методом наложения (интегралом Дюамеля) Расчет стационарных полей по интегральным соотношениям Расчет цепей с взаимной индуктивностью Расчеты стационарных полей по дифференциальным соотношениям Резонанс в электрических цепях Резонансные явления в линейных электрических цепях синусоидального тока Резонансные явления при | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | периодических несинусоидальных воздействиях. Высшие гармоники в трехфазных цепях Символический метод расчета линейных цепей синусоидального тока Симметричные режимы работы трехфазных цепей Симметричные режимы работы трехфазных цепей Современные пакеты прикладных программ расчета электрических цепей и электромагнитных полей Трехфазные цепи. Основные понятия и определения Цепи с взаимной индуктивностью. Мощность в линейных цепях синусоидального тока. Четырехполюсники Эквивалентные преобразования линейных электрических цепей Элементы линейной электрической цепи синусоидального тока | | |

**2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 3 семестре - в форме экзамена в 4 семестре - в форме экзамена в 5 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.3.

Экзамены и зачет проводятся в письменной форме по билетам.

Кроме того, сформированность компетенции проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 5 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (РГЗ). Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

В 3 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (РГЗ). Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

В 4 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (РГЗ). Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенции ОПК.3, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

**Общая характеристика уровней освоения компетенций.**

**Ниже порогового.** Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

**Пороговый**. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера,

необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

**Базовый.** Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

**Продвинутый.** Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра теоретических основ электротехники

# Паспорт экзамена

по дисциплине «Теоретические основы электротехники», 3 семестр

## 1. Методика оценки

Экзамен проводится в письменной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: теоретический вопрос из общего перечня (п.4), первая задача выбирается из диапазона задач 1-9, вторая задача из диапазона задач 10-23 (типовые задачи приведены ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

## **Форма** экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет ФМА

**Кафедра ТОЭ**

**Экзаменационный билет № 02**

Дисциплина: **ТОЭ**

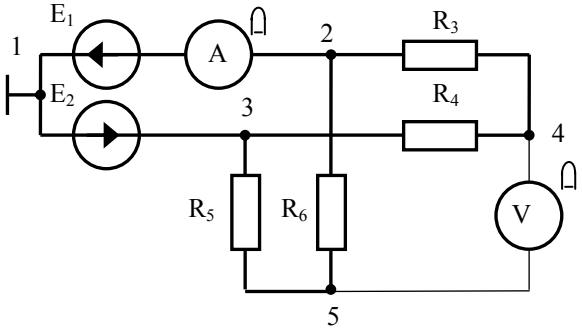
Факультет: **ФМА**

Семест

**1. Теоретический вопрос. Резистор как элемент электрической цепи и его схемы замещения**

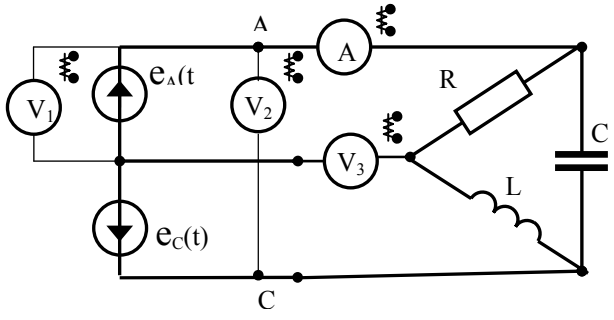
**2. Задача 1**

$E_1 = 9$ В, $E_2 = 36$ В,
$R_3 = 20$ Ом, $R_4 = 20$ Ом,
$R_5 = 10$ Ом, $R_6 = 5$ Ом,
Составить полную систему уравнений по МКТ и ЗК для определения показания приборов.




**3. Задача 2**

Напряжения генератора:
$e_A(t) = 339 \sin(\omega t)$,
$e_C(t) = 339 \sin(\omega t + 120^o)$,
f=60 Гц, L=0.25 Гн.
R=30 Ом, C=50 мкФ,
Определить показания приборов. Построить векторную диаграмму токов и напряжений




Утверждаю: зав. кафедрой ТОЭ _____Нейман В.Ю.

## 2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопрос не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет менее 10 *баллов.*
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопрос дает определение основных понятий, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 10-20 *баллов.*
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопрос формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет 21-32 *баллов.*
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопрос проводит сравнительный анализ подходов к решению проблемы, способен представить качественные и количественные характеристики определенных процессов, не допускает ошибок и способен обосновать выбор рационального метода решения задачи, оценка составляет 33-40 *баллов.*

## 3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

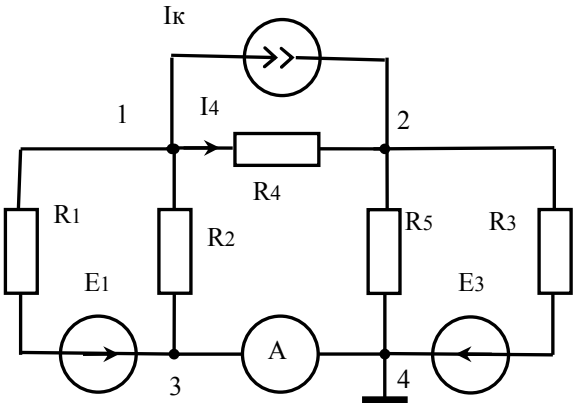
## 4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Теоретические основы электротехники»

1. Электрические цепи, режимы работы цепи.
2. Элементы электрической цепи и их схемы замещения.
3. Резистор.
4. Катушка индуктивности.
5. Воздушный трансформатор, катушки с взаимной индуктивностью.
6. Конденсатор.
7. Независимые источники энергии. Зависимые источники энергии.
8. Соединительные проводники.
9. Законы Кирхгофа для мгновенных значений.
10. Применение законов Кирхгофа к расчёту цепи постоянного тока.
11. Закон Ома, расчет цепи при последовательном, параллельном и смешанном соединении участков цепи. Закон Ома для ветви с источниками ЭДС.
12. Баланс мощности.
13. Метод контурных токов.
14. Принцип и метод наложения.
15. Метод узловых потенциалов и двух узлов.
16. Эквивалентные преобразования электрической цепи:
17. Параллельное соединение ветвей с резисторами источниками ЭДС и тока.
18. Преобразование треугольника в звезду и обратно;
19. Вынесение ЭДС за узел, взаимные преобразования источников тока и ЭДС.
20. Метод эквивалентного генератора (активного двухполюсника).
21. Передача энергии от активного к пассивному двухполюснику.
22. Входные и взаимные проводимости, коэффициенты передачи.

23. Принцип компенсации. Зависимые источники.
24. Характеристики синусоидального (гармонического) тока, напряжения и ЭДС
25. Изображение синусоидальных функций времени комплексными числами и векторами.
26. Законы Кирхгофа и Ома в комплексной форме, векторные и топографические диаграммы.
27. Элементы линейной цепи гармонического тока: источники, резисторы, катушки индуктивности и взаимной индуктивности, конденсаторы.
28. Применение комплексных чисел к расчёту цепей с гармоническими источниками.
29. Символический метод расчета цепей синусоидального тока.
30. Расчёт цепей с взаимной индуктивностью, воздушный трансформатор.
31. Частотные характеристики простейших цепей.
32. Мгновенная мощность.
33. Активная, реактивная, полная мощность и коэффициент мощности.
34. Баланс мощности и измерение мощности.
35. Резонанс в цепи.
36. Резонанс в последовательном контуре.
37. Резонанс в параллельном контуре.
38. Резонанс в сложной цепи. Практическое значение резонанса.
39. Трёхфазный источник, трёхфазная линейная цепь и её основные характеристики.
40. Расчёт трехфазной цепи с соединением источника и нагрузки звезда – звезда.
41. Расчёт трехфазной цепи с соединением источника и нагрузки звезда –треугольник.
42. Измерение мощности в трёхфазных цепях.
43. Классификация четырёхполюсников, основные уравнения четырехполюсника.
44. Эквивалентные схемы замещения пассивного четырехполюсника
45. Экспериментальное определение коэффициентов четырёхполюсника $\underline{A}_{11}$, $\underline{A}_{12}$, $\underline{A}_{21}$, $\underline{A}_{22}$.
46. Входные сопротивления четырёхполюсника.
47. Круговая диаграмма четырёхполюсника.

## 5. Типовые задачи к экзамену по дисциплине «Теоретические основы электротехники»

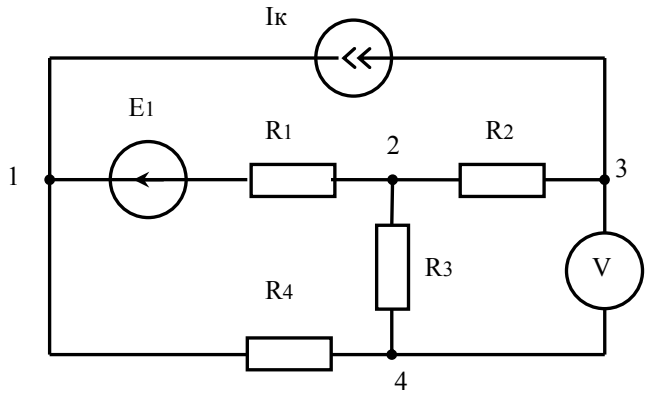
### Задача № 1




$E_1$=10 В, $E_3$=5 В,
$I_к$=0.4 А, $R_1$=6 Ом,
$R_2$=5 Ом, $R_3$=2 Ом,
$R_4$=4 Ом, $R_5$=10 Ом.

Определить показание амперметра

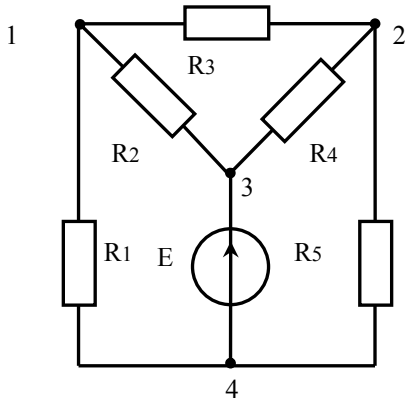
## Задача № 2




$E_1$=20 В, $I_К$=5 А,
$R_1$=5 Ом, $R_2$=5 Ом,
$R_3$=8 Ом, $R_4$=5 Ом

Определить
показание вольтметра

## Задача № 3

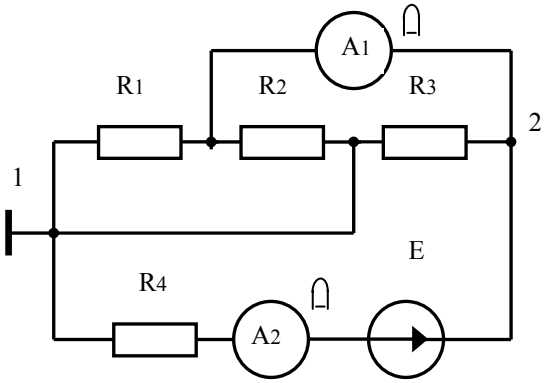



E=20 В, $R_1$=10 Ом,
$R_2$=30 Ом, $R_3$=25 Ом,
$R_4$=15 Ом, $R_5$=10 Ом.

Определить:
- все токи;
- составить баланс мощности

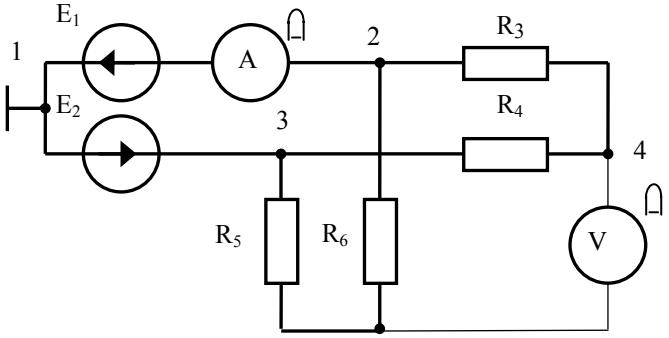
## Задача № 4

E=15 В, $R_1$=40 Ом,
$R_2$=50 Ом, $R_3$=30 Ом, $R_4$=10 Ом.
Составить полную систему уравнений по МУП для определения показания амперметров.



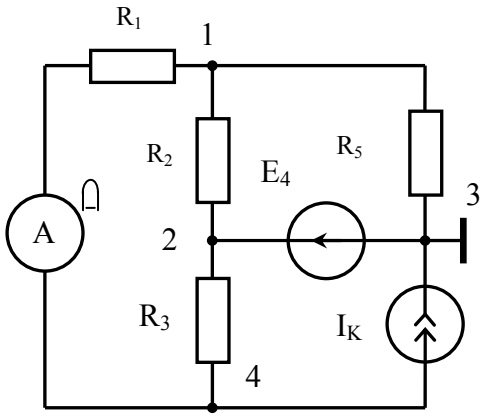

## Задача № 5

$E_1$ = 9 В, $E_2$ = 36 В,
$R_3$ = 20 Ом, $R_4$ = 20 Ом,
$R_5$ = 10 Ом, $R_6$ = 5 Ом,
Составить полную систему уравнений по МКТ и ЗК для определения показания приборов.



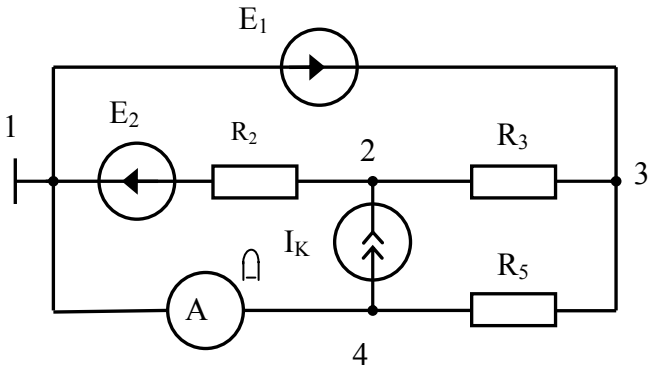
**Задача № 6**

$E_4$=24 В, $I_K$ =1 А,
$R_1$=10 Ом, $R_2$=5 Ом,
$R_3$=2 Ом, $R_5$=4 Ом.
Составить полную систему уравнений по МЭГ для определения показания амперметра.
Составить баланс мощности.



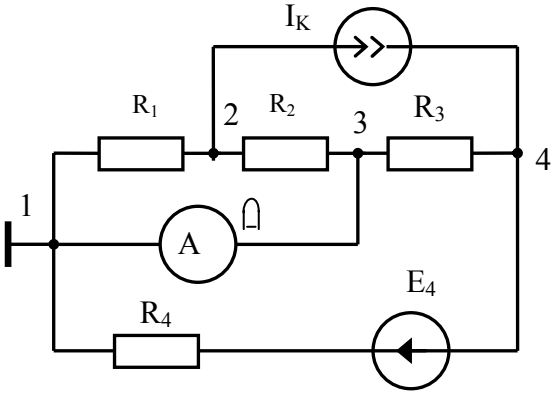

**Задача № 7**

$E_1$=24 В, $E_2$=12 В, $I_K$ =0.1 А,
$R_2$=40 Ом, $R_3$=10 Ом,
$R_5$=50 Ом.
Составить полную систему уравнений по МКТ для определения показания амперметра. Составить баланс мощности.



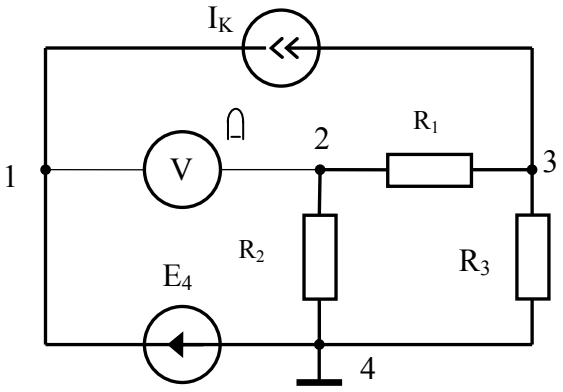

**Задача № 8**

$E_4$ = 6 В, $I_K$ = 0.01 А,
$R_1$ = 50 Ом, $R_2$ =25 Ом,
$R_3$ = 40 Ом, $R_4$ = 45 Ом,
Составить полную систему уравнений по МУП и ЗК для определения показания амперметра.
Составить баланс мощности.

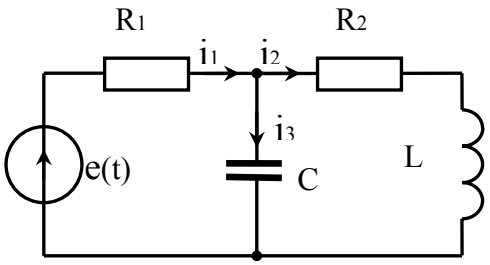



**Задача № 9**

$E_4$=12 В, $I_K$ =2 А,
$R_1$=5 Ом, $R_2$=9 Ом, $R_3$=10 Ом,
Составить полную систему уравнений по ЗК для определения показания вольтметра.
Составить баланс мощности.



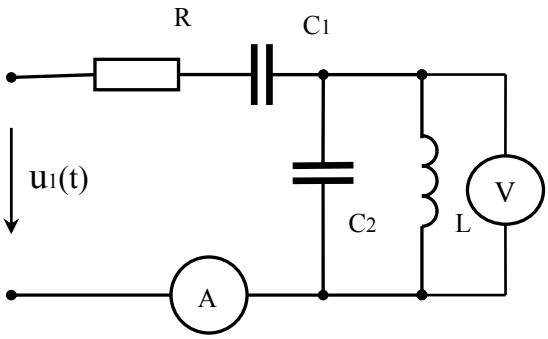
## Задача № 10




e(t) = 15sin(1000t)В,
R1=40 Ом, R2=10 Ом,
C=20 мкФ, L=0.05 Гн.

Определить токи i1-i3 и построить векторные диаграммы токов и напряжений.

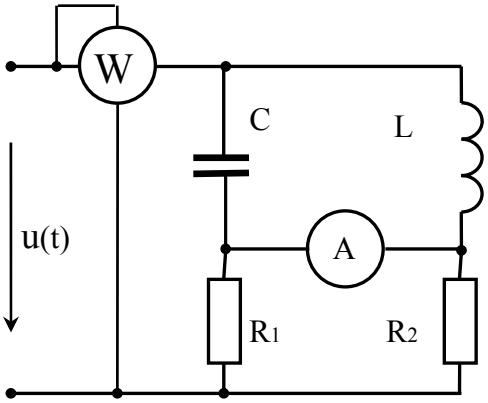
## Задача № 11




u1(t)=5sin(1000t) В,
R=0.5 кОм, C1=0.5 мкФ,
C2=1.0 мкФ, L=0.4 Гн.

Найти показания вольтметра и амперметра электромагнитной системы. Построить векторную диаграмму напряжений и токов.

## Задача № 12



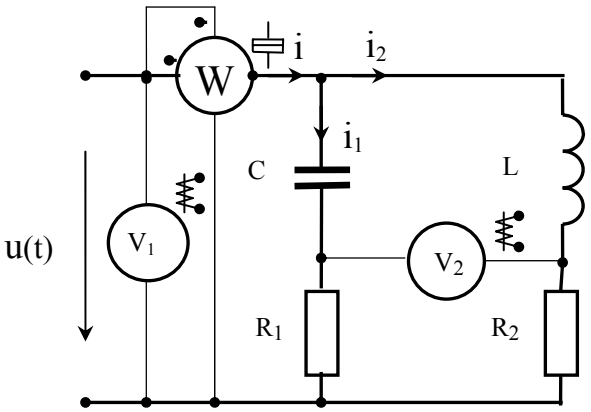

u(t)=25sin(1000t)В,
R1=40 Ом, R2=20 Ом, L=0.03 Гн.

Найти значение ёмкости C, при которой в цепи наступит резонанс токов.

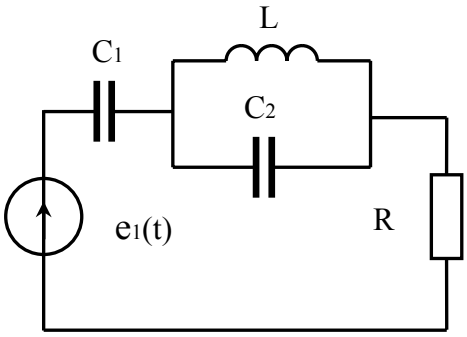
Определить показания приборов электромагнитной системы и построить векторную диаграмму напряжений.

## Задача № 13

$e_1(t) = 311\sin(\omega t)$В,
f=50 Гц,
$R_1$=50 Ом, $R_2$=50 Ом,
L=0.2 Гн.
Определить величину ёмкости C для резонансного режима, показания приборов и построить векторные диаграмы токов и напряжений.



**Задача № 14**



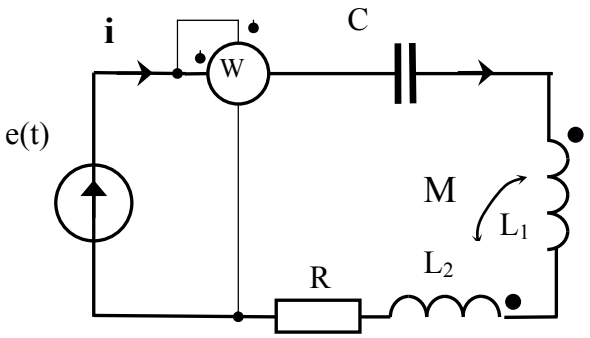

На вход схемы подаётся напряжение:

$u_1(t)=25\sin(1000t)$ В,
R=1 кОм, L=0.4 Гн, $C_2$=5 мкФ.

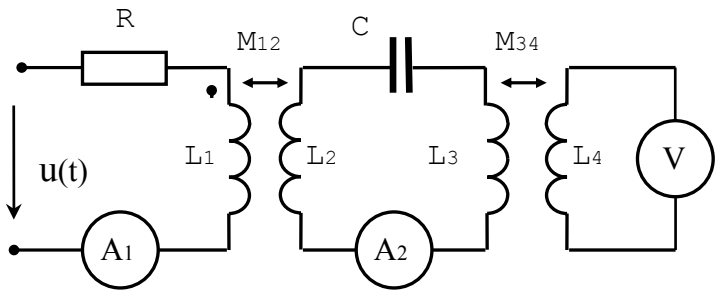
Найти значение ёмкости C1, при которой в цепи наступит резонанс. Построить векторную диаграмму напряжений и токов.

## Задача № 15

$e(t) = 156\sin(\omega t)$ В,
f=50 Гц,
R=40 Ом, $L_1$=0.2 Гн,
$L_2$=0.3 Гн, M=0.1 Гн.
Определить величину резонансной ёмкости, показание ваттметра и построить векторную диаграмму токов и напряжений



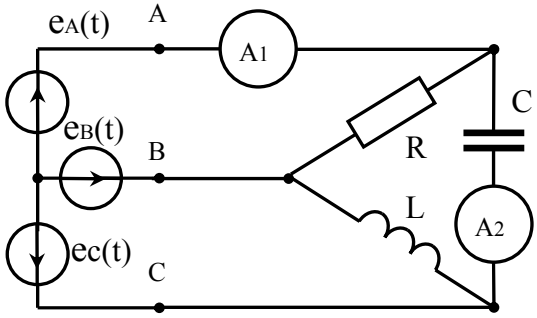

**Задача № 16**




$u(t)=10\sin(1000t)$В, R=20Ом, C=25мкФ, $L_1$=0.05Гн, $L_2$=0.03Гн, $L_3$=0.03Гн, $L_4$=0.04Гн, $M_{12}$=0.02Гн, $M_{34}$=0.01Гн.

Определить показания приборов и построить векторные диаграммы токов и напряжений.

## Задача № 17

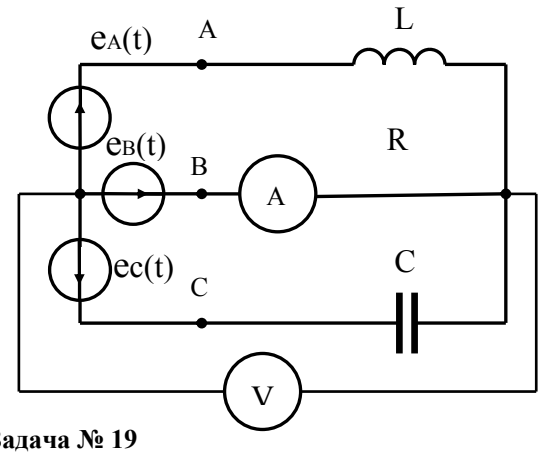



Напряжение фазы А симметричного трёхфазного генератора:

$e_A(t)=100\sin(\omega t)$ В, ω=314 рад/с,
R=50 Ом, C=10 мкФ, L=0.3 Гн.

Найти показания амперметров электромагнитной системы. Построить векторную диаграмму напряжений и токов.

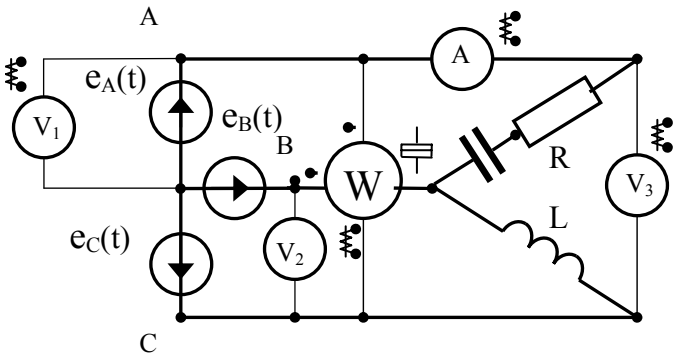
**Задача № 18**




Напряжение фазы А симметричного трёхфазного генератора $e_A(t)=50\sin(500t)$.
R=0.5 кОм, C=0.5 мкФ,
L=0.4 Гн.

Найти показания вольтметра и амперметра электромагнитной системы. Построить векторную диаграмму напряжений и токов.

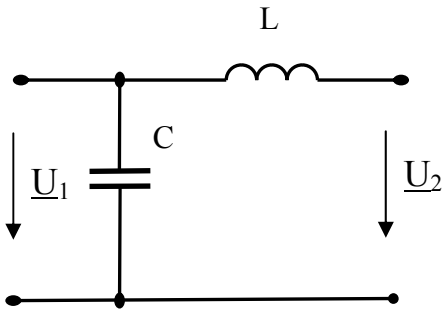
**Задача № 19**




Напряжения симметричного трёхфазного генератора:

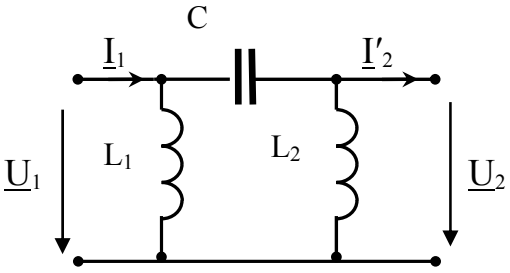
$e_A(t)=311\sin(\omega t)$,
f=50 Гц, R=25 Ом, C=50 мкФ,
L=0.1 Гн.
Определить показания приборов и построить векторную диаграмму токов и напряжений

**Задача № 20**



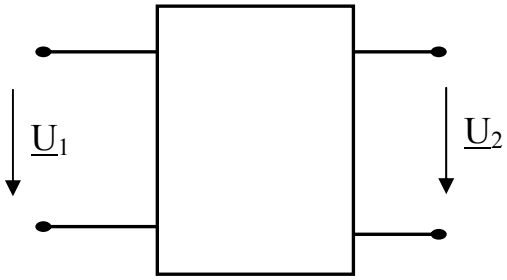

L=0.1 Гн, C=2.5 мкФ
Определить коэффициенты четырехполюсника в А – форме.

**Задача № 21**



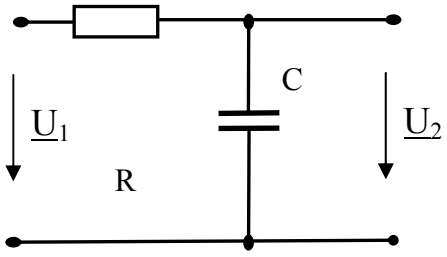

f=100 Гц,
$L_1$=0.1 Гн., $L_2$=0.1 Гн, C=200 мкФ.
Определить коэффициенты $A_{11}$ –$A_{22}$, четырёхполюсника.

**Задача № 22**




Определить мгновенное значение напряжения на разомкнутых выходных зажимах четырёхполюсника, если входное напряжение $u_{10}(t)=24\sin(314t+45^{o})$ В.
Коэффициент $\underline{A}_{12}$ = --j5.

**Задача № 23**




R=3кОм, C=0.5 мкФ
Определить коэффициенты четырехполюсника в А – форме.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра теоретических основ электротехники

# Паспорт
# расчетно-графического задания

по дисциплине «Теоретические основы электротехники», 3 семестр

## 1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты должны освоить методы расчета установившихся режимов в линейных цепях постоянного тока и цепей синусоидального тока, содержащих магнитосвязанные катушки индуктивности. Задание предусматривает определение показания ваттметров, расчет и построение круговой диаграммы, проверку правильности расчетов по балансу мощностей, векторной диаграмме токов и топографической диаграмме напряжений.

При выполнении расчетно-графического задания студенты должны проанализировать предлагаемый вариант, составить расчетную схему, выбрать метод расчета или по указанному в задании методу определить требуемые параметры. Проверить правильность расчетов.

Работа должна быть выполнена на листах бумаги формата А4. На первых страницах записывается условие задачи с числовыми данными и схемой (в соответствии с вариантом) в соответствии с индивидуальным заданием, которое должно быть приложено к работе. Вычисления и преобразования схем необходимо сопровождать краткими пояснениями, при этом каждый этап работы должен быть озаглавлен. Необходимо привести формульный алгоритм, затем цифровой и поясняющие расчеты, полученные результаты с указанием размерности. Графики следует выполнять в удобном масштабе с обозначением по осям величин и их размерностей. При оформлении текста не допускать сокращений (кроме общепринятых).

**ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ**

ё

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра теоретических основ электротехники

**РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ**

_____
(название расчетно-графического задания)

Факультет

Группа

Студент Оценка

Дата

Преподаватель

Обязательные структурные части РГЗ.

Задание состоит из двух разделов:

В первом разделе требуется определить токи во всех ветвях линейной цепи постоянного тока и проверить правильность их определения с помощью законов Кирхгофа и баланса мощностей.

Во втором разделе необходимо определить токи в ветвях цепи синусоидального тока, показания ваттметров и проверить правильность расчетов с помощью баланса мощностей и векторной диаграмме токов и напряжений.

Оцениваемые позиции:

Правильность и обоснованность решения задач, содержащихся в задании и результаты собеседования.

## 2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной,** если выполнены не все части РГЗ, и при собеседовании студент не ответил на большинство вопросов по работе, оценка составляет менее 28 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если, допущена одна принципиальная ошибка, но получены ответы на вопросы по работе при собеседовании, оценка составляет 28-32 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если выполнена в целом верно, но с несколькими мелкими ошибками и получены ответы на все вопросы по работе при собеседовании, оценка составляет 33-37 балла.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если она выполнена верно или имеется одна мелкая ошибка и получены ответы на все вопросы по работе при собеседовании, оценка составляет 38-40 баллов.

## 3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

## 4. Типовой вариант РГЗ

Раздел 1. Расчет линейных электрических цепей постоянного тока

Формирование схемы

Для выполнения задания студенту выдается индивидуальная карточка, по которой необходимо составить электрическую схему. Примеры карточки и составленной по ней схемы показаны на рис.1 и 2 Схема составляется в следующей последовательности: на листе произвольно наносятся и номеруются n узлов, где n максимальное число в колонках ‘ точки Н-К ’; к обозначенным узлам подсоединяются ветви схемы, для этого между парой точек включают сопротивление -R и ЭДС. -Е или источник тока Iк , напечатанные в той же строке, что и заданная пара узлов; ток и ЭДС в каждой ветви направляются от узла, обозначенного Н (начало) к узлу К - (конец); сопротивлению, ЭДС и току в ветви присвоить индекс, соответствующий номеру ветви.

Задание

1. Для исходной схемы составить системы уравнений и записать их в матричной форме следующими методами: законами Кирхгофа; методом контурных токов; .методом узловых потенциалов.

2. Провести расчет всех токов методами контурных токов и узловых потенциалов, составить сравнительную таблицу расчета токов различными методами.

3. Провести проверку расчета токов по законам Кирхгофа. Составить баланс мощности.

4. Если задан вольтметр, определить его показание.

5. Рассчитать указанный в карточке ток методом наложения: от действия указанного там же источника тока методом пропорционального пересчета; от действия остальных источников любым иным методом.

6. Рассчитать указанный в карточке ток методом эквивалентного генератора.

**Ветви схемы**

**Точки или узлы, между которыми присоединяются ветви схемы**

**Источники тока**

**Источники ЭДС**

**Резисторы**

| ЗАДАНИЕ ПО ТОЭ №1 | ВАРИАНТ № 5401 | | | |
|---|---|---|---|---|
| НОМЕР ВЕТВИ | УЗЛЫ Н-К | R Ом | E В | Iк А |
| 1 | 5-2 | 2.00 | .0 | .000 |
| 2 | 1-2 | .00 | .0 | .100 |
| 3 | 1-4 | 5.00 | .8 | .000 |
| 4 | 2-4 | 6.00 | .0 | .000 |
| 5 | 3-5 | 2.00 | .5 | .000 |
| 6 | 2-1 | 8.00 | .0 | .000 |
| 7 | 2-1 | 4.00 | .0 | .000 |
| 8 | 1-3 | .00 | .0 | .100 |
| 9 | 4-3 | .00 | .0 | .000 |
| 10 | 3-1 | 5.00 | .0 | .000 |

ДЛЯ ПУНКТОВ:

5-ОПР. ТОК I10 (ИСТОЧНИК ТОКА Iк2)

6-ОПР. ТОК I3

FI 4 ПРИНЯТЬ РАВНЫМ НУЛЮ

Рис. 1.

Примечание. Заданные перед началом расчетов положительные направления токов (от начала к концу ветви), а также исходную нумерацию ветвей и узлов необходимо сохранять для всего расчета Пункты, помеченные «*», выполняются по дополнительному указанию преподавателя.

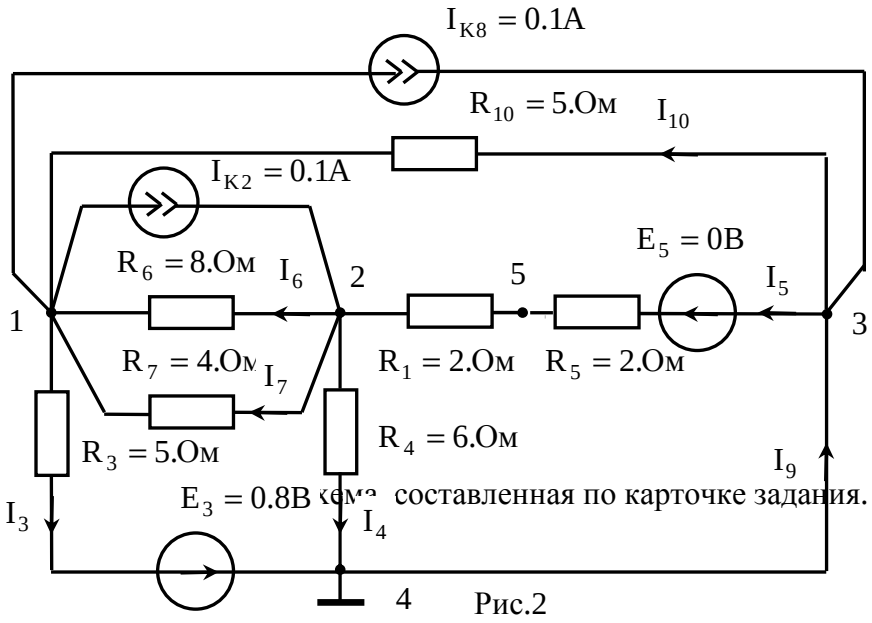



Схема составленная по карточке задания.

Рис.2

Раздел 2. Расчет линейных цепей синусоидального тока

Формирование схемы

Для расчета задания студент получает от преподавателя индивидуальную карточку (рис.3). Электрическая схема составляется по данным этой карточки (рис.4) в следующей последовательности: формируются три ветви: первая между узлами 0,1; вторая - 0,2; третья - 0,3 и симметричной нагрузки, присоединенной к узлам 1, 2 и 3, имеющей вид треугольника либо звезды; ЭДС, активное сопротивление R, емкость C, индуктивность L и индуктивно связанные катушки (в карточке L кат.) включаются последовательно в соответствующие ветви, например, $e_1(t)$ и индуктивность $L_1$ в первую ветвь, емкость $C_2$ и катушка L кат**2** во вторую ветвь и т. д. (для индуктивно связанных катушек задается направление намотки правое либо левое (см. рис. 4) и взаимная индуктивность – M); два ваттметра подключаются непосредственно к зажимам ЭДС; положительные направления токов принимаются от узла 0 к узлам 1, 2 и 3.

Задание

1. Разметить одноименные зажимы индуктивно связанных катушек.
2. Составить системы уравнений по законам Кирхгофа для мгновенных значений и в символической форме.
3. Рассчитать комплексные значения токов в ветвях $I_1$, $I_2$ и $I_3$ символическим методом. Записать выражения для мгновенных значений токов: $i_1(t)$, $i_2(t)$ и $i_3(t)$.
4. Составить баланс мощности. Определить показания ваттметров.
5. Построить топографическую диаграмму напряжений, совмещенную с векторной диаграммой токов.
6. Построить круговую диаграмму для указанного в карточке задания тока. Модуль заданного в карточке сопротивления изменяется от нуля до бесконечности. По диаграмме определить наибольше и наименьшее значения изменяемого тока, максимальное значение активной либо реактивной мощности в переменном сопротивлении (нарис.4) конденсатор, перечеркнутый стрелкой).

```
========================================
|ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ ПО ТОЭ N2 I N    1101|
|--------------------------------------|
|  e1(t)= 141.00*SIN(  500*t+ 90) В.   |
|  e3(t)= 141.00*SIN(  500*t-315) В.   |
|R3=  40.0 Ом.L1= .100 Гн.C2=   1.67мкФ|
|L кат.2= .140 Гн. НАМОТКА кат.2 ПРАВАЯ|
|L кат.3= .160 Гн. НАМОТКА кат.3  ЛЕВАЯ|
|M(2-3) = .140 Гн.                     |
|НАГРУЗКА: Сн=   9.524мкФ.СОЕ-НИЕ ТР-К |
|ПОСТРОИТЬ КРУГОВУЮ ДИАГРАММУ ТОКА  I3 |
|ПРИ ИЗМЕНЕНИИ МОДУЛЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ С2 |
========================================
```

Рис.3

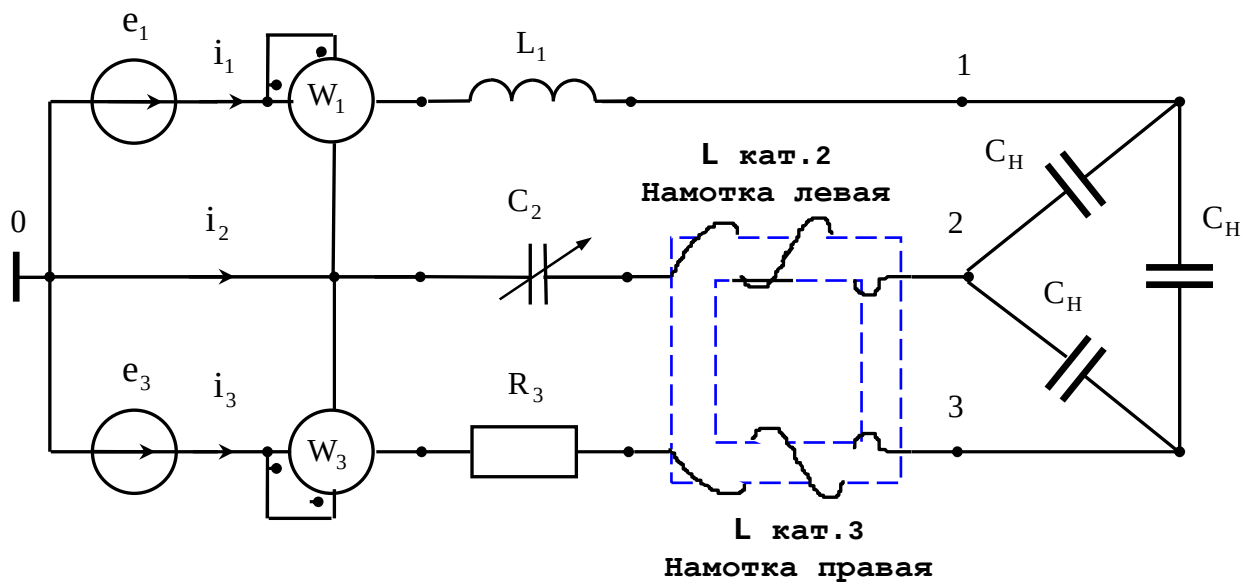

e1
i1
W1
L1
1
L кат.2
Намотка левая
CН
0
i2
C2
2
CН
CН
e3
i3
R3
3
W3
L кат.3
Намотка правая

Рис.4

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра теоретических основ электротехники

**Паспорт**
**расчетно-графического задания**

по дисциплине «Теоретические основы электротехники», 4 семестр

## 1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты должны освоить методы расчета линейных электрических цепей, находящихся под воздействием периодических несинусоидальных источников ЭДС и методы расчета переходных процессов в линейных электрических цепях с сосредоточенными параметрами.

При выполнении расчетно-графического задания студенты должны проанализировать предлагаемый вариант, составить расчетную схему, выбрать метод расчета или по указанному в задании методу определить требуемые параметры. Проверить правильность расчетов.

Работа должна быть выполнена на листах бумаги формата А4. На первых страницах записывается условие задачи с числовыми данными и схемой (в соответствии с вариантом) в соответствии с индивидуальным заданием, которое должно быть приложено к работе. Вычисления и преобразования схем необходимо сопровождать краткими пояснениями, при этом каждый этап работы должен быть озаглавлен. Необходимо привести формульный алгоритм, затем цифровой и поясняющие расчеты, полученные результаты с указанием размерности. Графики следует выполнять в удобном масштабе с обозначением по осям величин и их размерностей. При оформлении текста не допускать сокращений (кроме общепринятых).

## ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра теоретических основ электротехники

**РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ**

_____
(название расчетно-графического задания)

Факультет

Группа

Студент Оценка

Дата

Преподаватель

Обязательные структурные части РГЗ.

Задание состоит из двух разделов :

Первый раздел предназначено для практического освоения студентами методов расчета линейных электрических цепей, находящихся под воздействием периодических несинусоидальных источников ЭДС.

Второй раздел предназначен для освоения студентами методов расчета переходных процессов в линейных электрических цепях с сосредоточенными параметрами, также метода кусочно-линейной аппроксимации характеристики нелинейного элемента, который позволяет свести расчет переходного процесса в цепи с нелинейным элементом к расчету переходного процесса в линейной цепи.

Оцениваемые позиции:

Правильность и обоснованность решения задач, содержащихся в задании и результат собеседования.

### 2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной,** если выполнены не все части РГЗ, и при собеседовании студент не ответил на большинство вопросов по работе, оценка составляет менее 13 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если, допущена одна принципиальная ошибка, но получены ответы на вопросы по работе при собеседовании, оценка составляет 13-16 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если выполнена в целом верно, но с несколькими мелкими ошибками и получены ответы на все вопросы по работе при собеседовании, оценка составляет 17-20 балла.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если она выполнена верно или имеется одна мелкая ошибка и получены ответы на все вопросы по работе при собеседовании, оценка составляет 21-24 баллов.

### 3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

### 4. Типовой вариант РГЗ

Раздел 1. Расчет трехфазных линейных цепей с источниками несинусоидального напряжения

Формирование схемы задания

Студент получает индивидуальную карточку (рис.1), содержащую данные для составления расчетной схемы.

| ЗАДАНИЕ ПО ТОЭ №3-1 ВАРИАНТ № 1101 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ПАРАМЕТРЫ | | R | XL | XC |
| ЭДС РИС.2 | | | | |
| A= 90. | ЛИНИЯ | 70. | 60. | 60. |
| FI= 315.0 | НАГР.-1 | 0. | 0. | 750. |
| B= .0 | НАГР.-2 | 80. | 10. | 0. |
| | 0-ПРОВОД | 70. | 20. | 180. |
| ОПРЕДЕЛИТЬ: W3,A13,A23,A33 и U(2-13) | | | | |

Рис.1

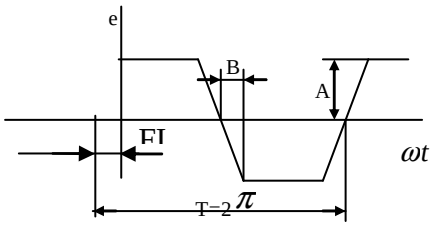



Рис.2

В первом столбце карточки указаны номер и параметры графика несинусоидальной ЭДС фазы А. В карточке задания А - амплитуда несинусоидальной ЭДС (рис.2) в вольтах и FI и В - углы в градусах.

Во втором столбце корточки указаны участки электрической схемы, содержащие сопротивления R, XL и XC. Значения сопротивлений заданы в омах для первой гармоники и приведены соответственно в третьем, четвертом и пятом столбцах.

В нижней строке карточки указаны приборы, показания которых требуется определить, а также пара электрических точек, между которыми следует рассчитать напряжение.

На рис. 3 приведена электрическая схема, составленная по данным карточки.

Схему рекомендуется составлять в такой последовательности: соединить фазные ЭДС генератора по схеме звезда; включить в линейные провода каждой фазы последовательно активное, индуктивное и емкостное сопротивление, значения которых указаны в строке "линия"; включить последовательно в каждую ветвь первой нагрузки, соединенной в треугольник, сопротивление, значения которых указаны в строке "1-я нагр."; включить последовательно в каждую ветвь второй нагрузки, соединенной в звезду, сопротивления, значения которых указаны в строке "2-я нагр."; включить последовательно в нулевой провод ключ и сопротивления, значения которых указаны в строке "0-провод"; включить в схему измерительные приборы, указанные в нижней строке карточки.

Содержание задания

1. Разложить в ряд Фурье несинусоидальную периодическую ЭДС фазы А. Для дальнейших расчетов использовать первые три гармоники.

2. Выполнить графическую проверку правильности разложения кривой ЭДС в ряд Фурье.

3. Определить показания заданных в расчетной схеме приборов: амперметров, ваттметра и вольтметра. Все измерительные приборы электромагнитной системы.

4. Рассчитать и построить кривую изменения напряжения по времени между указанными в нижней строке карточки точками схемы. Расчеты пунктов 3 и 4 выполнить для замкнутого и разомкнутого положения ключа.

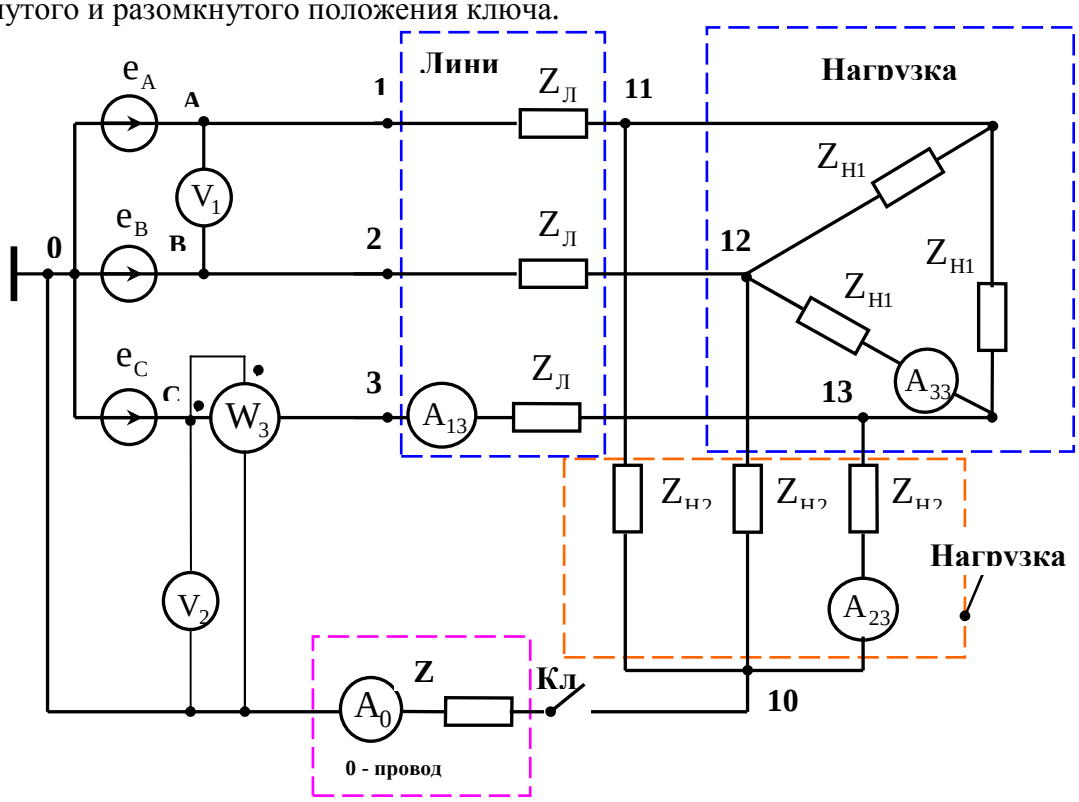



Рис.3

Раздел 2. Расчет переходных процессов в электрических цепях

Формирование схемы задания

Студент получает индивидуальную карточку (рис.4), содержащую данные для составления расчетной схемы.

Исходная схема для первых двух пунктов задания по данным карточки составляется в следующей последовательности: а поле чертежа наносятся и пронумеровываются четыре узла; между узлами включаются и нумеруются соответствующие ветви, содержащие резисторы $R_1 \div R_6$; ветви с соответствующими сопротивлениями последовательно включаются источник ЭДС- Е, емкость- С и индуктивность- L (например, в соответствии с данными карточки $E_5$ в ветвь с $R_5$, $L_1$ в ветвь с $R_1$ и $C_3$ в ветвь с $R_3$); источник ЭДС- Е и токи $i_1 \div i_6$ направляются от начала к концу соответствующей ветви. Характер коммутации задан словом «**зам**» - замыкается или «**раз**» - размыкается. Ключ располагается параллельно с коммутируемым сопротивлением, если он после коммутации замкнут «**зам**», и последовательно, если разомкнут «**раз**».

```
=======================================================
|НОМЕР| УЗЛЫ  |  R    | КЛЮЧ ЗАМ.R4    |ЗАДАНИЕ-4*N1011101|
|ВЕТВИ|НАЧ-КОН|  Ом   | E5=  100.0 В   |------------------|
|-----|-------|-------| L1=  0.02 Гн   | 1.АП-КИЙ  ОПР.IC3|
|  1  | 1 - 4 | 60.0  |СЗк=7.0E+00 МКФ| 2.КОЛ-ЫЙ  ОПР.IR2|
|  2  | 3 - 2 | 70.0  |СЗа=2.5E+00 мкФ| 3.ЗАК. С  ОПР.IL1|
|  3  | 2 - 4 | 50.0  |OMG=  300. 1/с  | 4.ЗАК. С  ОПР.IR6|
|  4  | 1 - 2 | 50.0  | FI=   0. град.| 5.ЗАК. L  ОПР.UC3|
|  5  | 1 - 3 | 60.0  |-----------------------------------|
|  6  | 3 - 4 | 40.0  |ДЛЯ ПУНКТА 4 Е5(Т) ВЗЯТЬ ПО РИС.25|
|-----------------------------------------------------|
|          ХАРАКТЕРИСТИКА НЕЛИНЕЙНОГО ЭЛЕМЕНТА         |
| Q(K) I0.0 1.92E-06 3.07E-06 4.02E-06 4.3E-06  4.75E-06|
| U(B) I0.0  2.62     4.19     5.94     6.98     8.73   |
=======================================================
```

Рис.4

Содержание задания

1. Рассчитать классическим методом переходный процесс для исходной схемы рис.5, пункт 1 задания индивидуальной карточки. Определить указанные там же значения тока или напряжения. Значение емкости С для апериодического процесса (в карточке «**ап – кий**») взять заданное как Са**,** а для колебательного (в карточке «**кол - ный**» ) как Ск. ЭДС- Е величина постоянная во времени.

2. Рассчитать операторным методом переходный процесс для исходной схемы рис.5, пункт 2 задания индивидуальной карточки. Определить указанное значение тока или напряжения. Величина ЭДС и емкости задаётся как в первом пункте.

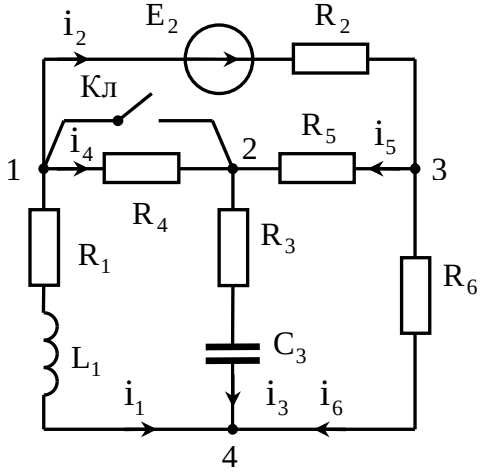



Рис.5

3. Рассчитать переходный процесс классическим методом и определить указанные значения тока (напряжения). Для получения расчетной схемы необходимо: - в соответствии с пунктом 3 карточки задания, закоротить (сокращенное обозначение «**зак**») один из реактивных элементов исходной схемы; если в схеме остается емкость, то ее значение взять как для колебательного процесса; источник постоянной ЭДС - Е заменить

синусоидальным источником $e(t) = E_m \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi)$, где максимальное значение - $E_m$ равно E. В карточке задания угловая частота ω обозначена как **OMG** , а начальная фаза φ как FI. Для приведенного примера получается схема рис.6, а.

4. Рассчитать переходный процесс с помощью интеграла Дюамеля для указанного в карточке тока или напряжения. Для получения расчетной схемы ключ поместить в ветвь с источником ЭДС, который должен включать источник в схему после коммутации. Один из реактивных элементов необходимо закоротить в соответствии с пунктом задания, если в схеме остается емкость, то ее величина выбирается как для колебательного процесса. График напряжения источника ЭДС задается. Значение ЭДС - $E_0$ задать равным значению напряжения источника из первого пункта задания, а $E_1 = 2 \cdot E_0$. Значение - $t_0$ определить по соотношению: $t_0 = 2\pi/\omega$, а $t_1 = 2 \cdot t_0$, $t_2 = 3 \cdot t_0$ и $t_3 = 4 \cdot t_0$. Схема для заданного примера приведена на рис.6, б.

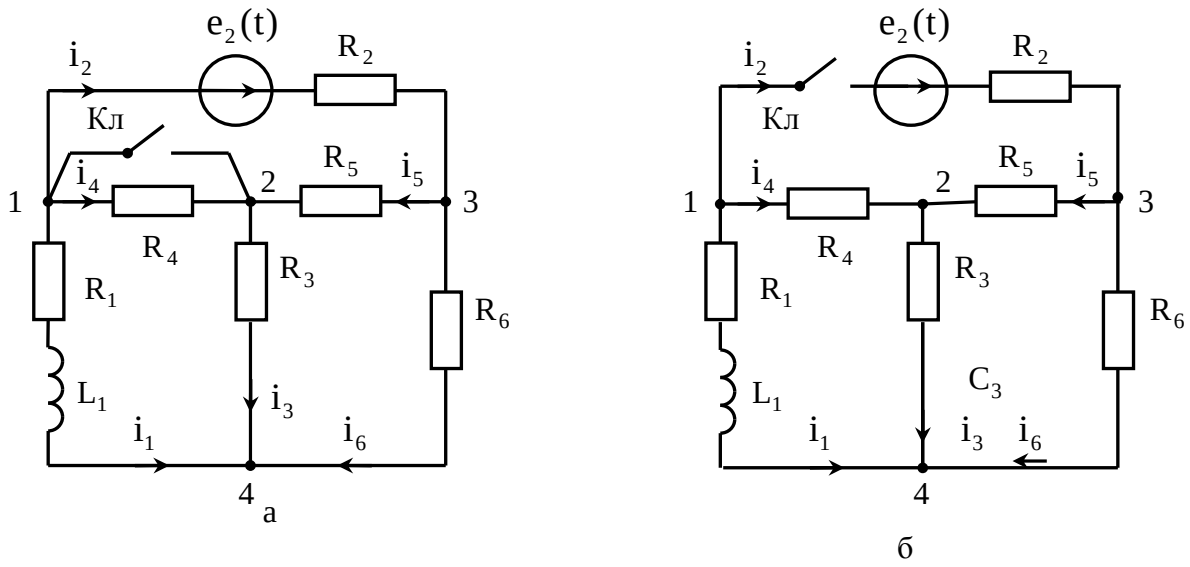


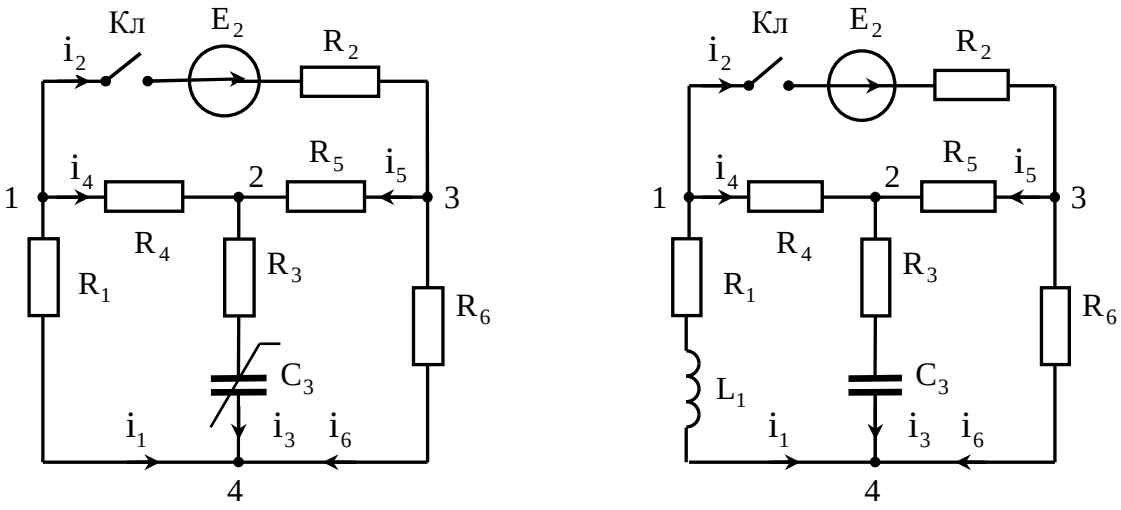

Рис. 6.

5. Рассчитать переходный процесс в нелинейной электрической цепи для указанного в п. 5 карточки задания тока или напряжения одним из следующих методов: кусочно-линейной аппроксимации; графического интегрирования; последовательных интервалов; переменных состояния.

Расчетная схема формируется из основной (рис.5) следующим путем: ключ помещается в ветвь с источником ЭДС и включает ее после коммутации; величина ЭДС берется из первого пункта задания; один из реактивных элементов L или C закорачивается в соответствии с п. 5 карточки задания; оставшийся реактивный элемент заменяется нелинейным с заданной характеристикой. Для индуктивности задаётся вебер-амперная характеристика ψ(i), в карточке - PSI и - I**;** для ёмкости – кулон-вольтная характеристика q(u), в карточке -Q и -U. Схема для данного примера приведена на рис.7, а.

6. Рассчитать частотным методом указанное в пятом пункте задания значение тока или напряжения. Ёмкость или индуктивность считать линейными элементами. Источник напряжения считается величиной постоянной и равной E. Схема для заданного примера приведена на рис.7, б.

7. Рассчитать методом переменных состояния переходные процессы для токов или напряжений пунктов 1 и 2 настоящего задания.




а б

Рис. 7

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра теоретических основ электротехники

# Паспорт экзамена

по дисциплине «Теоретические основы электротехники», 4 семестр

## 1. Методика оценки

Экзамен проводится в письменной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: теоретический вопрос из общего перечня (п.4), первая задача выбирается из диапазона задач 1-15, вторая задача из диапазона задач 16-33 (типовые задачи приведены ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

**Форма** экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФМА

**Кафедра ТОЭ**

**Экзаменационный билет № 02**
Дисциплина: **ТОЭ**

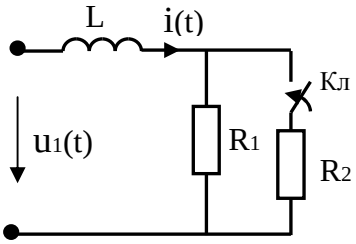
**1. Теоретический вопрос.** Симметричный режим трехфазной цепи.

**2. Задача 1**

На вход схемы подаётся напряжение:
$u_1(t)=24\sin(1000t+60^\circ)$ В

Найти закон изменения $i(t)$ после замыкания ключа “Кл”.

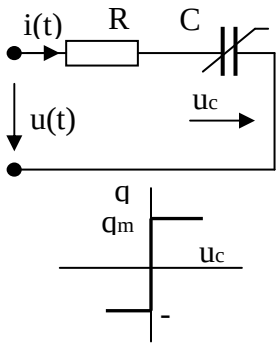
$R_1=220$ Ом, $R_2=300$ Ом, $L=0.2$ Гн.




**3. Задача 2**

На вход схемы подаётся напряжение $u(t)=2000\sin(100000t)$ В. R=1кОм. Конденсатор является нелинейным элементом с заданной кулон-вольтной характеристикой, $q_m=0.00001$ К.

Найти зависимости изменения во времени заряда $q(t)$, напряжения $u_c(t)$ и тока $i(t)$ на конденсаторе .




Утверждаю: Зав. кафедрой ТОЭ _____ Нейман В. Ю.

2. **Критерии оценки**

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопрос не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет менее 10 *баллов.*
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопрос дает определение основных понятий, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 10-20 *баллов.*
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопрос формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет 21-32 *баллов.*
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопрос проводит сравнительный анализ подходов к решению проблемы, способен представить качественные и количественные характеристики определенных процессов, не допускает ошибок и способен обосновать выбор рационального метода решения задачи, оценка составляет 33-40 *баллов.*

3. **Шкала оценки**

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

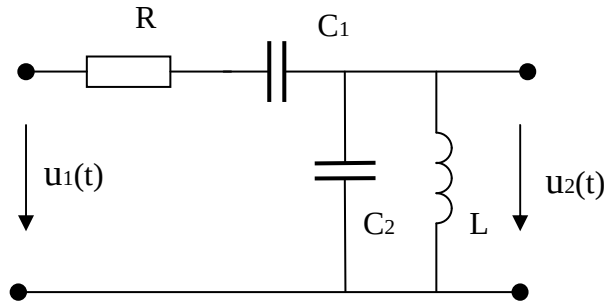
4. **Вопросы к экзамену по дисциплине «Теоретические основы электротехники»**

1. Трехфазная цепь и её основные характеристики.
2. Симметричный режим трехфазной цепи.
3. Мощность в трехфазной цепи и ее измерение.
4. Несинусоидальные напряжения и токи, разложение периодической функции в ряд Фурье
5. Расчет линейной цепи с несинусоидальными периодическими источниками.
6. Мощность периодических несинусоидальных токов.
7. Максимальное, действующее и среднее значения периодической несинусоидальной функции.
8. Коэффициенты амплитуды, формы, искажения и гармоник.
9. Показания приборов различных систем в цепи несинусоидального тока и напряжения.
10. Резонанс в цепи несинусоидального тока.
11. Частотные фильтры.
12. Высшие гармоники в трёхфазных цепях.
13. Законы коммутации. Зависимые и независимые начальные условия, их определение в классическом методе расчета переходных процессов.
14. Классический метод расчета переходных процессов, порядок расчета, пример.
15. Переходные процессы в электрических цепях первого порядка, коэффициент затухания и $\tau$- постоянная времени.
16. Переходный процесс в цепях второго порядка, апериодический, периодический и критический режимы.
17. Преобразования Лапласа, изображения простейших функций, их сумм, интегралов и производных.

18. Законы Ома, Кирхгофа в операторной форме.
19. Эквивалентные операторные схемы.
20. Переход от изображений к оригиналам. Теорема разложения.
21. Операторный метод расчета переходных процессов, порядок расчета, пример.
22. Переходная характеристики цепи. Включение цепи на прямоугольный импульс.
23. Расчет переходных процессов при включении цепи на напряжение представляемое кусочно-гладкой функцией (интеграл Дюамеля).
24. Приведение расчета переходных процессов к нулевым начальным условиям.
25. Нелинейные сопротивления и их характеристики. Линеаризация нелинейной характеристики, статические и динамические параметры, эквивалентные линейные схемы замещения.
26. Графический метод расчета нелинейной цепи с последовательным, параллельным и смешанным соединением элементов.
27. Графический метод двух узлов для расчета нелинейных цепей постоянного тока.
28. Расчет сложных электрических цепей с одним нелинейным элементом. Метод эквивалентного генератора.
29. Расчет сложной электрической цепи с нелинейными элементами. Численный метод расчета.
30. Магнитные цепи постоянного тока, основные законы и параметры цепи.
31. Расчет магнитной цепи с последовательным соединением участков.
32. Расчет разветвлённых магнитных цепей. Метод двух узлов.
33. Характеристики нелинейных элементов цепи переменного тока. Особенности периодических процессов в электрических цепях с инерционными и безинерционными нелинейными элементами.
34. Расчет нелинейной цепи с вентилями. Выпрямление переменного тока
35. Формы кривых тока и магнитного потока в катушке с ферромагнитным сердечником при подключении её к синусоидальному источнику напряжения.
36. Формы кривых напряжения и магнитного потока в катушке с ферромагнитным сердечником при подключении её к синусоидальному источнику тока.
37. Расчет нелинейной цепи по характеристикам для действующих значений тока и напряжения, эквивалентные синусоиды. Резонанс токов и напряжений в цепях с нелинейными элементами.
38. Учет основных физических процессов в нелинейных элементах электрических цепей переменного тока на примере катушки со стальным сердечником. Эквивалентная схема замещения катушки
39. Расчет переходных процессов методом кусочно-линейной аппроксимации нелинейной характеристики.
40. Расчет переходных процессов методом аналитической аппроксимации нелинейной характеристики.
41. Расчет переходных процессов методом графического интегрирования.
42. Расчет переходных процессов методом последовательных интервалов.
43. Метод переменных состояния.
44. Основные характеристики однородной двухпроводной длинной линии.
45. Телеграфные уравнения.
46. Однородная двухпроводная линия в установившемся синусоидальном режиме.

## 5. Типовые задачи к экзамену по дисциплине «Теоретические основы электротехники»

### Задача № 1

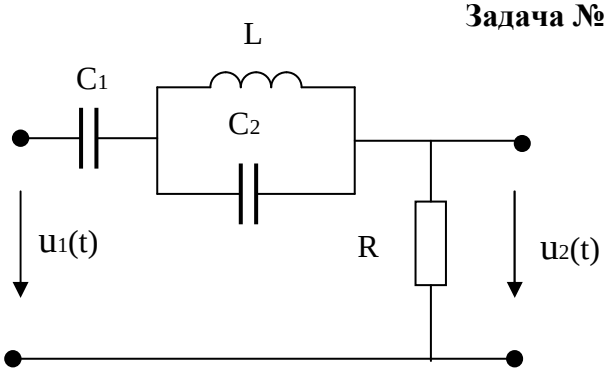



На вход схемы подаётся напряжение:
$u_1(t)=10+8\sin(1000t)+4\sin(3000t)$В

Найти закон изменения $u_2(t)$.

R=3кОм, $C_1$=0.5 мкФ, $C_2$=5.0 мкФ,
L=0.2 Гн.

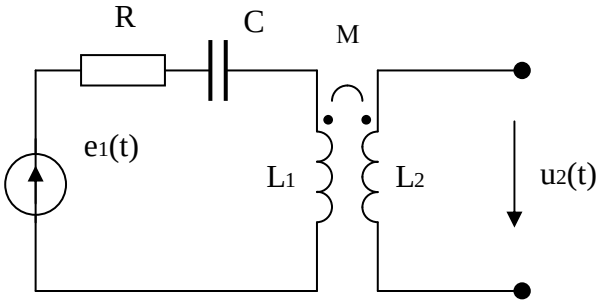
### Задача № 2




На вход схемы подаётся напряжение:
$u_1(t)=10+8\sin(1000t)+2\sin(3000t)$В.
На выходе: $u_2(t)=2\sin(3000t)$В

Найти значения $C_1$ и $C_2$.
R=5кОм, L=0.1 Гн.

### Задача № 3

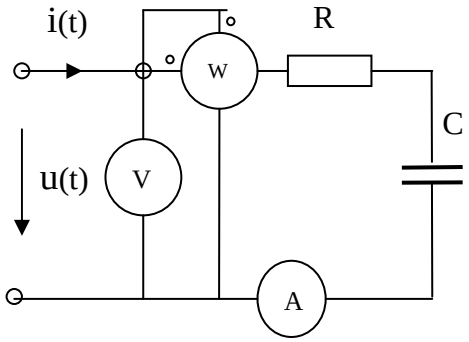



Найти закон изменения $u_2(t)$.

$e_1(t)=8+8\sin(1000t)+4\sin(2000t)$В

R=500 Ом, C=0.5 мкФ, $L_1$=0.6 Гн,
$L_2$=0.2 Гн, M=0.4 Гн.

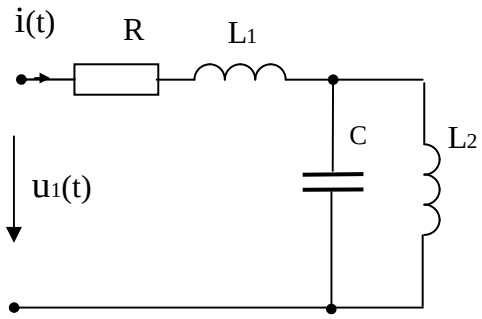
**Задача №4**




Ток в схеме представляется соотношением:
$i(t)=Im \sin(\omega t)+0.5\ Im \sin(3\omega t)+0.25\ Im \sin(5\omega t)A$
Показания приборов: $P_W=620$ Вт,
действующие значения $U_V=260$ В, $I_A=2.5$ А.
Частота сети: f=60 Гц.

Найти величины Im, R и C .

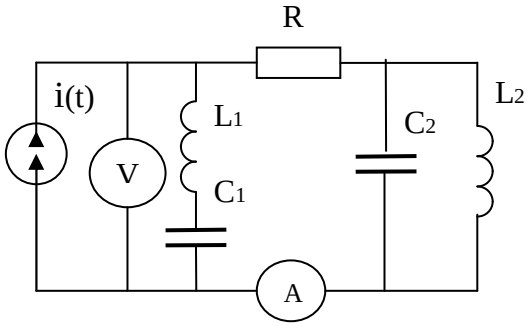
**Задача № 5**




Подобрать индуктивности $L_1$ и $L_2$ так, чтобы в токе i(t) отсутствовала первая гармоника, а девятая была наибольшей.

C=10 мкФ,
частота основной гармоники f=50 Гц.

**Задача № 6**

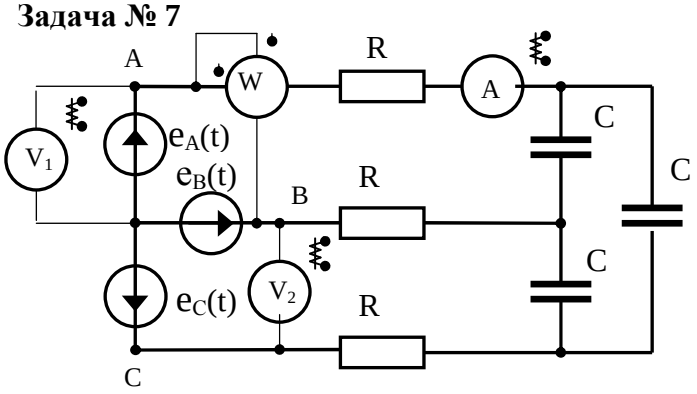



Вцепи ток источника тока:
$i(t)=20+15 \sin(\omega t)+6 \sin(3\omega t)A$.
Сопротивления элементов на частоте первой гармоники:
$X_{L1}=6$ Ом, $X_{C1}=6$ Ом, $X_{L2}=2$ Ом, $X_{C2}=18$ Ом.
Частота $\omega=100$ рад/с.R=20 Ом.
Определить показания приборов электромагнитной системы

**Задача № 7**

Напряжения генератора:
$e_A(t)$= 339 sin(ω t) +
129 sin(3 ω t) +
39 sin(5 ω t), В
f=50 Гц, R=30 Ом
C=50 мкФ,

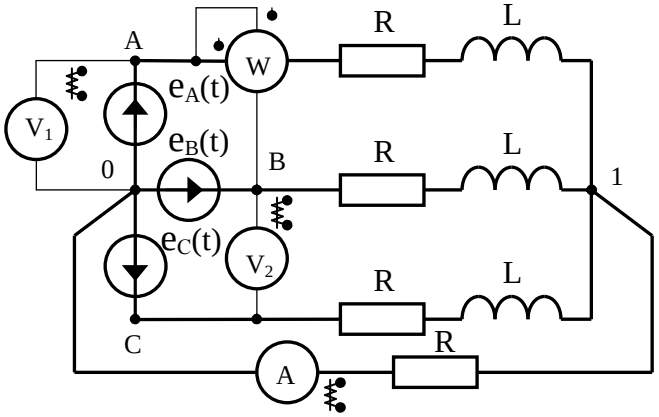
Определить показания приборов




**Задача № 8**

Напряжения симметричного трёхфазного генератора:
$e_A(t)$= 330 sin(ω t) +
120 sin(3 ω t) +
30 sin(5 ω t), В.
f=50 Гц, R=40 Ом, L=0.1 Гн.

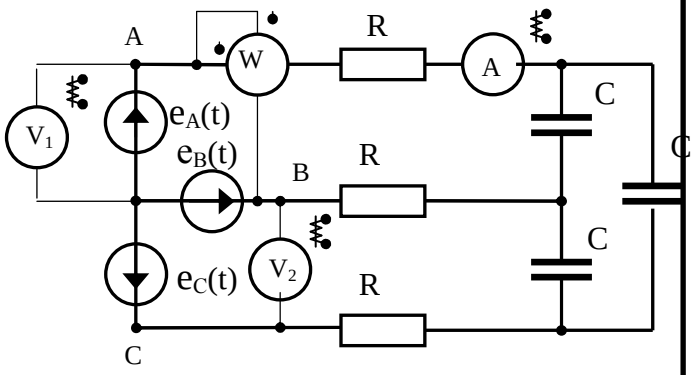
Определить показания приборов.




**Задача № 9**

Напряжения генератора:
$e_A(t)$= 382 sin(ω t) -
225 sin(3 ω t) +
76.4 sin(5 ω t), В
f=50 Гц, R=30 Ом
C=50 мкФ,

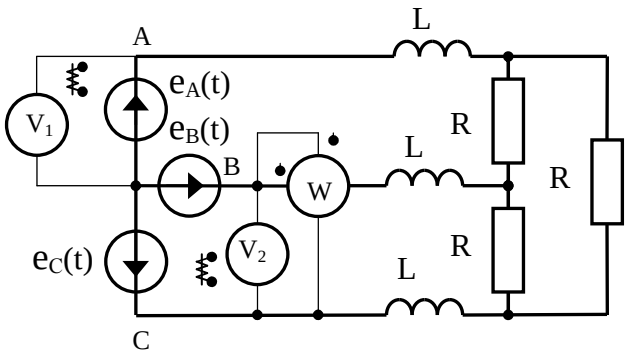
Определить показания приборов



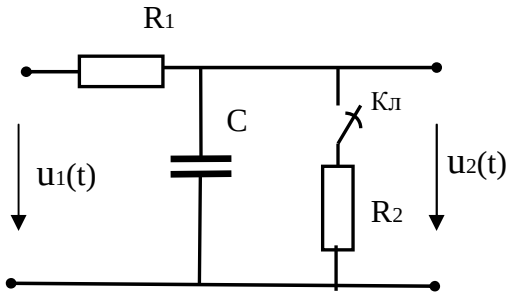
## Задача № 10

Напряжения симметричного трёхфазного генератора:
$e_A(t)$= 405 sin(ω t) -
45 sin(3 ω t) +
16.2 sin(5 ω t), В.
f=50 Гц, R=20 Ом, L=0.2 Гн.

Определить показания приборов.




## Задача № 11

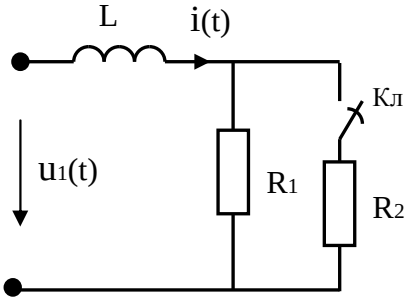



На вход схемы подаётся напряжение:
$u_1(t)=25\sin(1000t+30^\circ)$ В

Найти закон изменения $u_2(t)$ после замыкания ключа “Кл”.

$R_1$=5.1 кОм, $R_2$=5 кОм, C=0.5 мкФ.

## Задача № 12

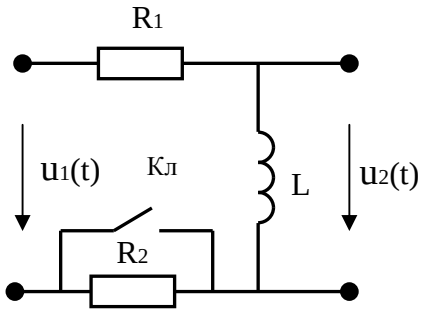



На вход схемы подаётся напряжение:
$u_1(t)=20\sin(1000t+30^\circ)$ В

Найти закон изменения i(t) после размыкания ключа “Кл”.

$R_1$=500 Ом, $R_2$=500 Ом, L=0.5 Гн.

## Задача № 13

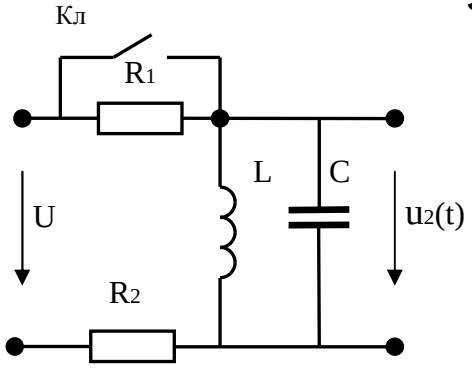



На вход схемы подаётся напряжение:
$u_1(t)=20\sin(1000t+45^\circ)$ В

Найти закон изменения $u_2(t)$ после замыкания ключа “Кл”.

$R_1$=240 Ом, $R_2$=180 Ом, L=0.35 Гн.

## Задача № 14

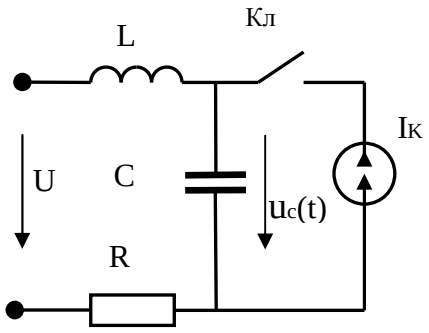



На вход схемы подаётся напряжение:
U=5 В

Найти закон изменения $u_2(t)$ после размыкания ключа “Кл”.

$R_1$=10 Ом, $R_2$=20 Ом, L=0.15 Гн, C=2.2 мкФ.

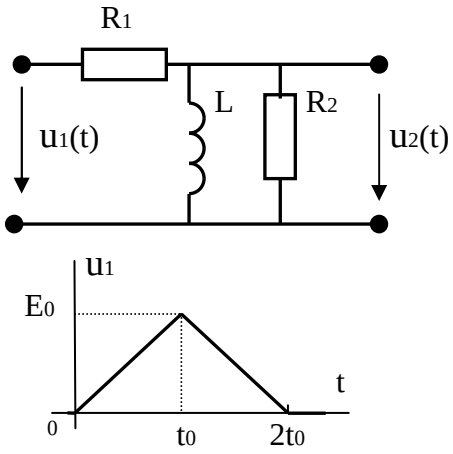
## Задача № 15




На вход схемы подаётся напряжение:
U=12 В. Ток источника тока $I_К$=0.1 А.

Найти закон изменения $u_c(t)$ после замыкания ключа “Кл”.

R=200 Ом, L=0.1 Гн, C=0.5 мкФ.

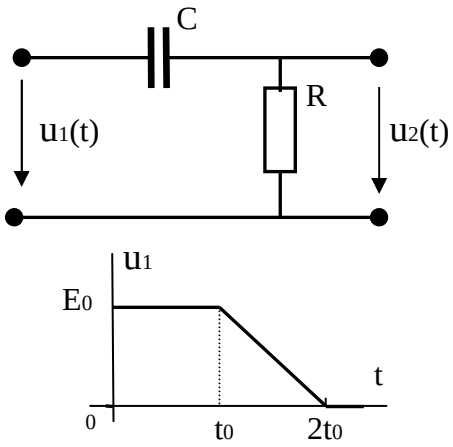



## Задача № 16

На вход схемы подаётся напряжение $u_1(t)$ с параметрами: $E_0$=10 В, $t_0$=2 мс.

Найти закон изменения $u_2(t)$.

$R_1$=1.5 кОм, $R_2$=1.2 кОм, L=100 мГн.

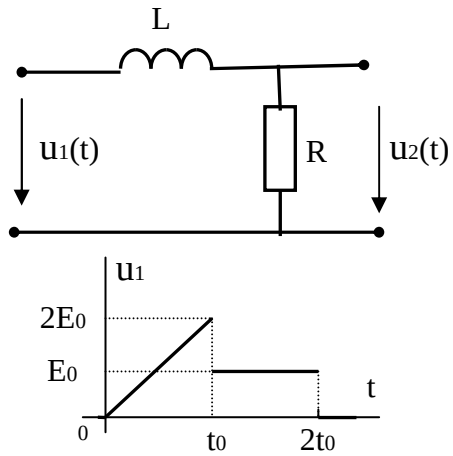



## Задача № 17

На вход схемы подаётся напряжение $u_1(t)$ с параметрами: $E_0$=50 В, $t_0$=4 мс.

Найти закон изменения $u_2(t)$.

R=5.1 кОм, C=0.25 мкФ.

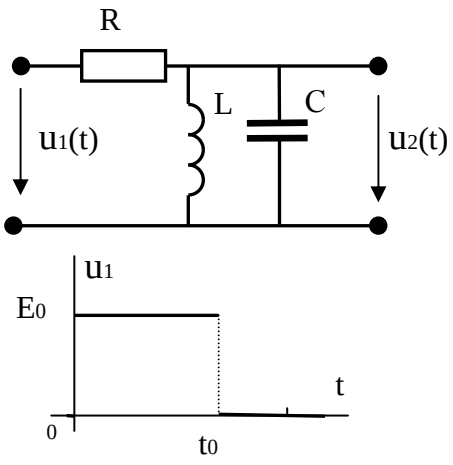



## Задача № 18

На вход схемы подаётся напряжение $u_1(t)$ с параметрами: $E_0$=12 В, $t_0$=4 мс.

Найти закон изменения $u_2(t)$.

R=2.2 кОм, L=150 мГн.

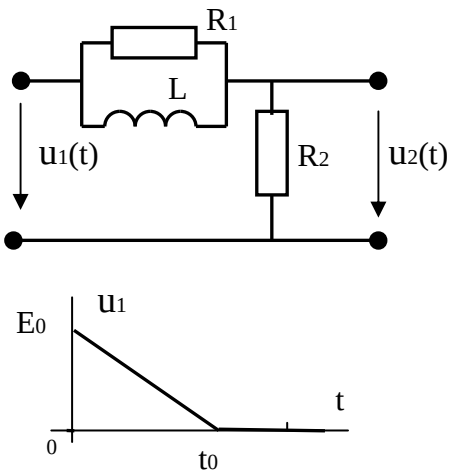



## Задача №19

На вход схемы подаётся напряжение $u_1(t)$ с параметрами: $E_0$=120 В, $t_0$=4 мс.

Найти закон изменения $u_2(t)$.

R=0.51 кОм, L=100 мГн,C=2.5 мкФ.

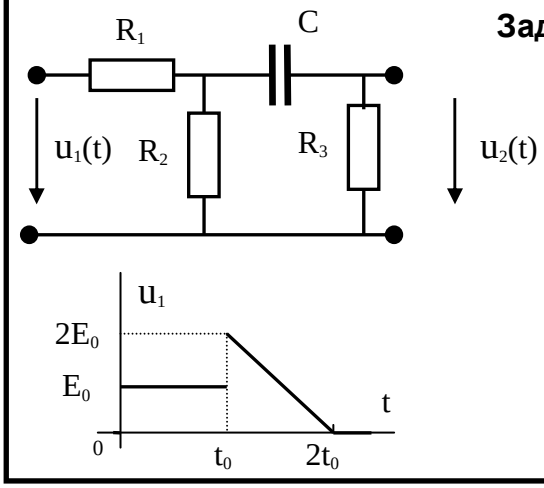



## Задача № 20

На вход схемы подаётся напряжение $u_1(t)$ с параметрами: $E_0$=5 В, $t_0$=2 мс.

Найти закон изменения $u_2(t)$.

$R_1$=2.1 кОм, $R_2$=4.8 кОм, L=150 мГн.



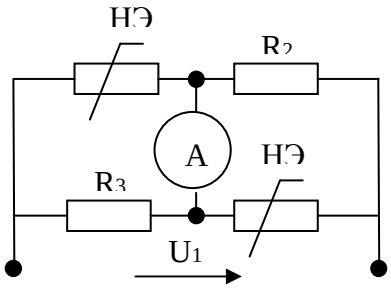

## Задача № 21

На вход схемы подаётся напряжение $u_1(t)$ с параметрами: $E_0$=20 В, $t_0$=2 мс.

Найти закон изменения $u_2(t)$.

$R_1$=1.5 кОм, $R_2$=1.2 кОм,
$R_3$=2.4 кОм, C=2.5 мкФ.

**Задача № 22**



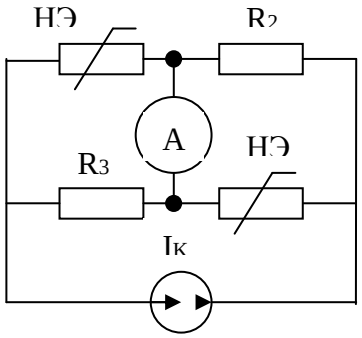

Найти ток амперметра $I_A$.

$U_1$=30 В, $R_2$=1 кОм, $R_3$=1 кОм.

Характеристика нелинейных сопротивлений

| U | В | 0 | 8 | 10 | 14 | 15 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| I | mA | 0 | 1 | 3 | 25 | 100 |

**Задача № 23**



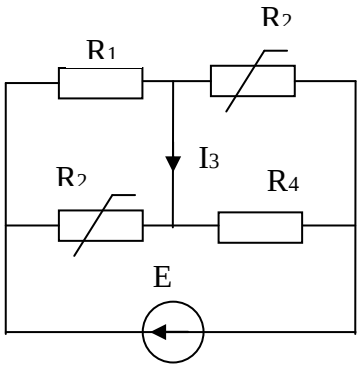

Найти ток амперметра $I_A$.

$I_К$=30 мА, $R_2$=3 кОм, $R_3$=3 кОм.

Характеристика нелинейных сопротивлений

| U2 | В | 0 | 8 | 10 | 15 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| I2 | mA | 0 | 1 | 3 | 25 | 100 |

**Задача № 24**



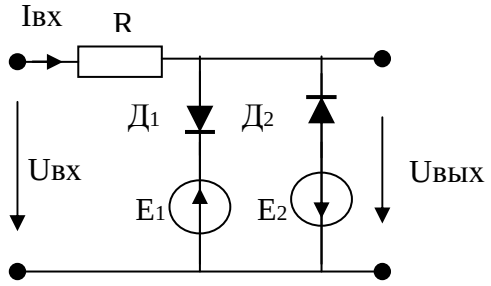

Найти ток $I_3$.

E=5 В, $R_1$=1 Ом,$R_4$=4 Ом.

Характеристика нелинейного сопротивления R2

| U | В | 0 | 1 | 2 | 3.5 | 4.5 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | А | 0 | 2 | 3 | 4 | 10 | 16 |

## Задача № 25

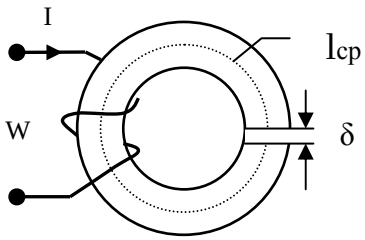



Построить зависимость Uвых=f(Uвх).

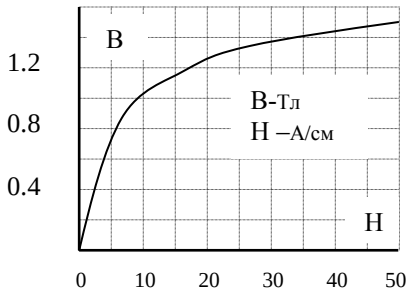
R=8 Ом, $E_1$=7 В, $E_2$=9 В.
$Д_1$ и $Д_2$ идеальные диоды.

## Задача № 26

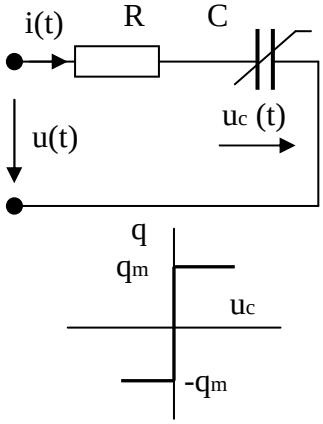
В стальном сердечнике магнитная индукция B=1.2 Тл, lср =25 см . Какой воздушный зазор δ нужно сделать, чтобы индукция уменьшилась в два раза. Ток в катушке поддерживается постоянным.




Характеристика стали



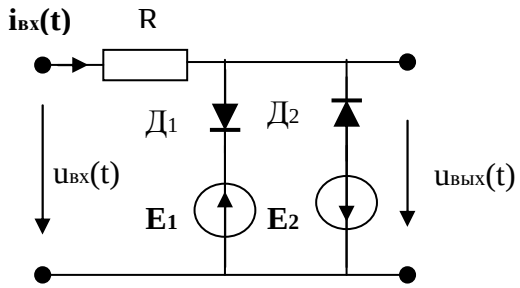

## Задача №27




На вход схемы подаётся напряжение u(t)=2000sin(100000t) В. R=1кОм. Конденсатор является нелинейным элементом с заданной кулон-вольтной характеристикой, $q_m$=0.00001 К.

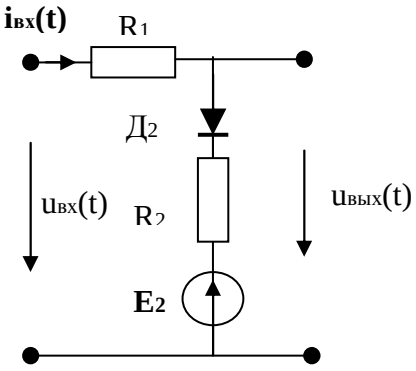
Найти зависимости изменения во времени заряда q(t), напряжения $u_c$ (t) и тока i(t) на конденсаторе .

## Задача № 28




Построить зависимость $i_{вх}(t)$.
$u_{вх}(t)=10\sin(314t)$ В,
$R=10$ Ом, $E_1=5$ В, $E_2=6$ В.
$Д_1$ и $Д_2$ идеальные диоды.

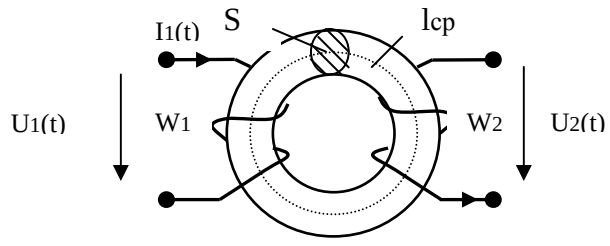
## Задача № 29



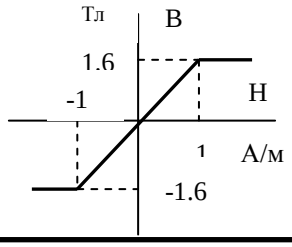

Построить зависимость $i_{вх}(t)$.
$u_{вх}(t)=15\sin(314t)$ В,
$R_1=15$ Ом, $R_2=5$ Ом, $E_2=5$ В.
$Д_2$ идеальный диод.

## Задача №30

На стальной сердечник намотаны две катушки с числами витков $W_1=60$ и $W_2=90$ и током $i_1(t)=1.2\sin(1000t)$ А., lср =20 см и S=3см2. Найти зависимость $U_2(t)$

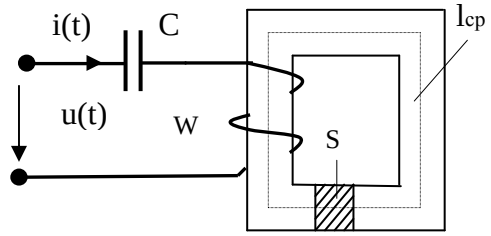



Характеристика стали



**Задача № 31**

Катушка со стальным сердечником с числом витков W=500, lср =25 см и S=8см2 соединена последовательно с конденсатором С=30 мкФ. Вцепи протекает ток i(t)=Imcos(314t)A. Определить амплитуду тока Im при которой в цепи наступает резонанс напряжений.

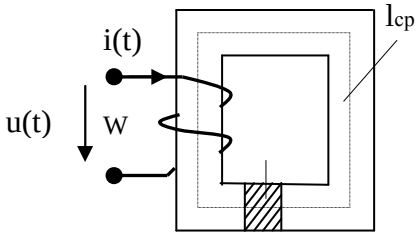



Характеристика стали аппроксимирована полиномом :

B=0.2 H-0.00015 H↑3
Размерность:
H-А/см, B-Тл

**Задача № 32**

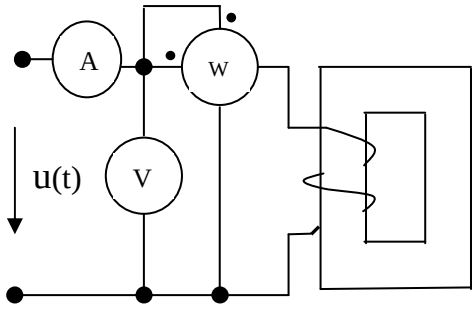
На стальной сердечник намотана катушка с числом витков W=700. u u(t)=380√2cos(314t) В., lср =25 см и S=14см2. Пренебрегая потерями в стали и меди, определить i1(t) и его действующее значение.




Характеристика стали аппроксимирована полиномом:

H=2 B + 5 B↑3
Размерность:
H-А/см, B-Тл

**Задача № 33**




К катушке приложено напряжение Uv=160 В. При наличии стального сердечника показания ваттметра- Pw=40 Вт и амперметра Iа=1.5 А, а при его отсутствии показания приборов: Pw=300 Вт, Iа=10 А. Амперметр и вольтметр электромагнитной системы. Частота сети: f=50 Гц. Определить параметры схемы замещения катушки со сталью, если Xs=23 Ом.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра теоретических основ электротехники

# Паспорт
# расчетно-графического задания

по дисциплине «Теоретические основы электротехники», 5 семестр

## 1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты должны освоить методы расчета стационарных электромагнитных полей.

При выполнении расчетно-графического задания студенты должны проанализировать предлагаемый вариант, выбрать метод расчета или по указанному в задании методу определить требуемые параметры, построить графики, характеризующие взаимосвязь параметров. Проверить правильность расчетов.

Обязательные структурные части РГЗ.

Задание состоит из двух задач и предназначен для практического освоения студентами методов расчета стационарных электромагнитных полей: первая задача связана с расчетом электростатического поля, вторая связна с расчетом одномерного стационарного магнитного поля..

Работа должна быть выполнена на листах бумаги формата А4. На первых страницах записывается условие задачи с числовыми данными и схемой (в соответствии с вариантом) в соответствии с индивидуальным заданием, которое должно быть приложено к работе. Вычисления и преобразования схем необходимо сопровождать краткими пояснениями, при этом каждый этап работы должен быть озаглавлен. Необходимо привести формульный алгоритм, затем цифровой и поясняющие расчеты, полученные результаты с указанием размерности. Графики следует выполнять в удобном масштабе с обозначением по осям величин и их размерностей. При оформлении текста не допускать сокращений (кроме общепринятых).

**ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ**

ё

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра теоретических основ электротехники

**РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ**

_____
(название расчетно-графического задания)

Факультет

Группа

Студент Оценка

Дата

Преподаватель

Оцениваемые позиции

Правильность и обоснованность решения задач, содержащихся в задании и результаты защиты.

## 2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной,** если выполнены не все части РГЗ, и при собеседовании студент не ответил на большинство вопросов по работе, оценка составляет менее 25 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если, допущена одна принципиальная ошибка, но получены ответы на вопросы по работе при собеседовании, оценка составляет 25-29 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если выполнена в целом верно, но с несколькими мелкими ошибками и получены ответы на все вопросы по работе при собеседовании, оценка составляет 30-35 балла.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если она выполнена верно или имеется одна мелкая ошибка и получены ответы на все вопросы по работе при собеседовании, оценка составляет 36-40 баллов.

## 3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

## 4. Типовой вариант РГЗ «Расчет одномерных стационарных электромагнитных полей»

Задача 1. Расчет электростатического поля

Электростатическое поле в двухслойном цилиндрическом (рис. 1.1) или сферическом (рис. 1.2) конденсаторе создается зарядами ± $q$, обусловленными напряжением $U$ между обкладками конденсатора, а также зарядами, распределенными в слоистых диэлектриках с объемной плотностью $\rho_1$ и $\rho_2$.

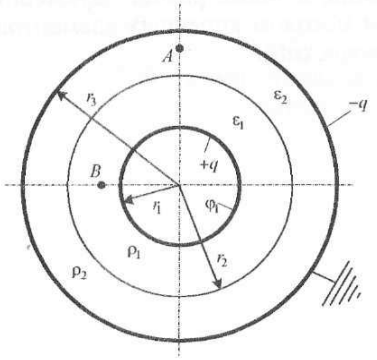



*Рис. 1.1*

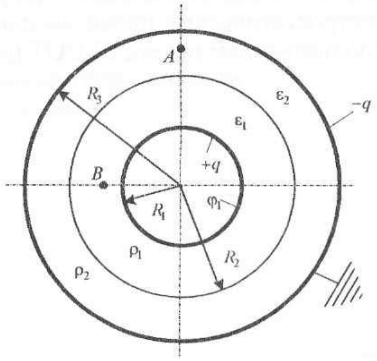



*Рис. 1.2*

- Определить значение коэффициента $k$ из условия равенства нулю суммарного заряда двухслойного конденсатора.
- Рассчитать поле в рассматриваемых областях по теореме Гаусса и уравнению Лапласа–Пуассона.
- Построить графики распределения $E$, $D$ и $\varphi$ в функции радиуса.
- Рассчитать напряжение $U_{AB}$ между точками $A$ и $B$.

Задача 2 . Расчет одномерного стационарного магнитного поля

Магнитное поле создается постоянными токами, распределенными с плотностью $\delta_1$, $\delta_2$ по круговым сечениям бесконечно длинных цилиндрических проводников (рис. 1.3) с различными магнитными проницаемостями.

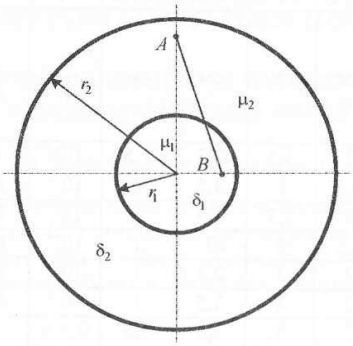



*Рис. 1.3*

- Рассчитать поле внутри проводников и в окружающем их пространстве по закону полного тока и уравнению Лапласа–Пуассона для векторного потенциала $\vec{A}$.
- Построить график распределения $B$, $H$, $\vec{A}$ в зависимости от радиуса.
- Рассчитать магнитный поток, пронизывающий контур квадратной рамки со стороной $AB$. Положение рамки указано на рисунке. Магнитный поток определить по значению магнитной индукции и непосредственно через векторный потенциал.
- Определить энергию магнитного поля.

*Данные к расчету поля приведены в табл. 1.2.*

Таблица 1.2

| Номер варианта | $r_1$ | $r_2$ | $r_A$ | $r_B$ | $\mu_1$ | $\mu_2$ | $\delta_1$ | $\delta_2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | мм | мм | мм | мм | – | – | А/мм$^2$ | А/мм$^2$ |
| 1 | 20 | 30 | 35 | 15 | 1 | 3 | $20\cdot10^{-3}$ | $5r\cdot10^{-2}$ |
| 2 | 15 | 25 | 30 | 10 | 1,5 | 2,5 | $30\cdot10^{-3}$ | $2r^2\cdot10^{-3}$ |
| 3 | 20 | 30 | 20 | 15 | 2 | 1 | $40\cdot10^{-3}$ | $6r\cdot10^{-2}$ |
| 4 | 15 | 25 | 20 | 10 | 2,5 | 2 | $50\cdot10^{-3}$ | $3r^2\cdot10^{-3}$ |
| 5 | 10 | 20 | 15 | 5 | 1 | 1,5 | $30\cdot10^{-3}$ | $5r\cdot10^{-2}$ |
| 6 | 10 | 20 | 25 | 5 | 1,5 | 3 | $40\cdot10^{-3}$ | $2r^2\cdot10^{-3}$ |
| 7 | 20 | 30 | 35 | 15 | 2,5 | 2 | $50\cdot10^{-3}$ | $6r\cdot10^{-2}$ |
| 8 | 15 | 25 | 30 | 10 | 1 | 1,5 | $40\cdot10^{-3}$ | $3r^2\cdot10^{-3}$ |
| 9 | 20 | 30 | 25 | 15 | 1.5 | 1 | $20\cdot10^{-3}$ | $5r\cdot10^{-2}$ |
| 10 | 15 | 25 | 20 | 10 | 2 | 1 | $30\cdot20^{-3}$ | $2r^2\cdot10^{-3}$ |
| 11 | 10 | 20 | 15 | 5 | 2,5 | 1,5 | $40\cdot10^{-3}$ | $6r\cdot10^{-2}$ |
| 12 | 10 | 20 | 25 | 5 | 1 | 2 | $50\cdot10^{-3}$ | $3r^2\cdot10^{-3}$ |
| 13 | 20 | 30 | 35 | 15 | 1,5 | 2,5 | $30\cdot10^{-3}$ | $5r\cdot10^{-2}$ |
| 14 | 15 | 25 | 30 | 10 | 2 | 3 | $40\cdot10^{-3}$ | $2r^2\cdot10^{-3}$ |
| 15 | 20 | 30 | 25 | 15 | 2,5 | 1 | $50\cdot10^{-3}$ | $6r\cdot10^{-2}$ |
| 16 | 15 | 25 | 20 | 10 | 1 | 1,5 | $20\cdot10^{-3}$ | $3r^2\cdot10^{-3}$ |
| 17 | 10 | 20 | 15 | 5 | 1,5 | 2 | $20\cdot10^{-3}$ | $5r\cdot10^{-2}$ |
| 18 | 10 | 20 | 25 | 5 | 2 | 2,5 | $30\cdot10^{-3}$ | $2r^2\cdot10^{-3}$ |
| 19 | 20 | 30 | 35 | 15 | 2 | 3 | $40\cdot10^{-3}$ | $6r\cdot10^{-2}$ |
| 20 | 15 | 25 | 30 | 10 | 1 | 1,5 | $50\cdot10^{-3}$ | $3r^2\cdot10^{-3}$ |
| 21 | 20 | 30 | 25 | 15 | 1,5 | 1 | $30\cdot10^{-3}$ | $5r\cdot10^{-2}$ |
| 22 | 15 | 25 | 20 | 10 | 2 | 2,5 | $40\cdot10^{-3}$ | $2r^2\cdot10^{-3}$ |
| 23 | 10 | 20 | 15 | 5 | 2,5 | 2 | $50\cdot10^{-3}$ | $6r\cdot10^{-2}$ |
| 24 | 10 | 20 | 25 | 5 | 1 | 1,5 | $20\cdot10^{-3}$ | $3r^2\cdot10^{-3}$ |

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра теоретических основ электротехники

# Паспорт зачета

по дисциплине «Теоретические основы электротехники», 5 семестр

## 1. Методика оценки

Зачет проводится в письменной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: теоретический вопрос из общего перечня (п.4), задача выбирается из комплекта задач (типовые задачи приведены ниже). В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

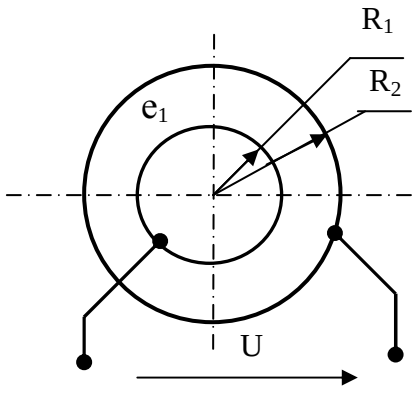
## **Форма** билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФМА

**Билет № _____**
к зачету по дисциплине «Теоретические основы электротехники»

---

1. Закон полного тока.
2. Определить ёмкость сферического конденсатора.




Утверждаю: зав. кафедрой ТОЭ _____ Нейман В.Ю.
(подпись)

(дата)

2. **Критерии оценки**

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопрос не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет менее 5 *баллов.*
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопрос дает определение основных понятий, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 5-9 *баллов.*
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопрос формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет 10-15 *баллов.*
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопрос проводит сравнительный анализ подходов к решению проблемы, способен представить качественные и количественные характеристики определенных процессов, не допускает ошибок и способен обосновать выбор рационального метода решения задачи, оценка составляет 16-20 *баллов.*

**3. Шкала оценки**

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 5 баллов (из 20 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

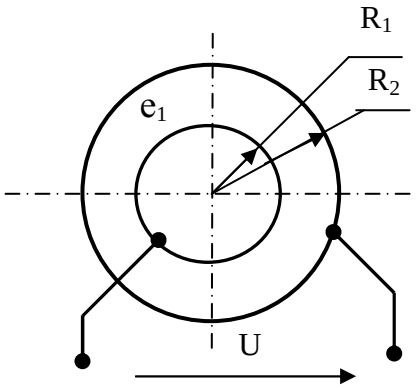
**4. Вопросы к зачету по дисциплине «Теоретические основы электротехники»**

3. Электрический заряд. Закон Кулона.
4. Напряженность электростатического поля.
5. Безвихревой характер электростатического поля.
6. Электрический потенциал.
7. Графическое изображение электростатического поля.
8. Поляризованность диэлектрика и электрическая индукция.
9. Теорема Гаусса.
10. Теорема Гаусса в дифференциальной форме.
11. Уравнения Пуассона и Лапласа.
12. Проводники в электростатическом поле.
13. Граничные условия в электростатическом поле.
14. Энергия взаимодействия точечных заряженных тел.
15. Энергия электростатического поля.
16. Силы, действующие в электрическом поле.
17. Метод зеркальных изображений для расчета электростатических полей.
18. Ток и плотность тока проводимости.
19. Закон Ома в дифференциальной форме.
20. Закон Джоуля— Ленца в дифференциальной форме.
21. Первый закон Кирхгофа в дифференциальной форме.
22. Граничные условия.
23. Поле шарового электрода.
24. Аналогия между электрическим полем постоянноготока и электростатическим полем.
25. Основные величины, характеризующие магнитное поле.

26. Магнитный поток и его непрерывность.
27. Закон полного тока.
28. Векторный потенциал магнитного поля.
29. Зависимость между магнитным потоком и векторным потенциалом.
30. Граничные условия в магнитном поле.
31. Энергия магнитного поля.
32. Движение заряженной частицы в магнитном п о л е .
33. Методы расчета магнитных полей.
34. Полный электрический ток.
35. Дивергенция плотности тока проводимости.
36. Непрерывность полного тока.
37. Первое уравнение Максвелла.
38. Второе уравнение Максвелла.
39. Полная "система уравнений электромагнитного поля.
40. Теорема Умова — Пойнтинга.
41. Современные пакеты прикладных программ расчета электрических цепей и электромагнитных полей

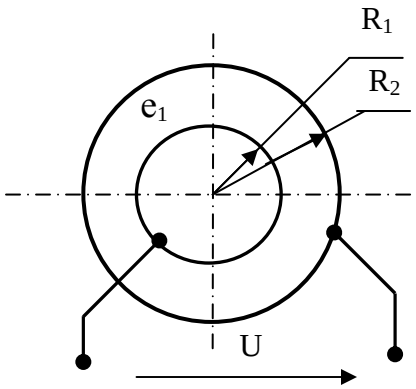
## 5. Типовые задачи к зачету по дисциплине «Теоретические основы электротехники»

**Задача №1**



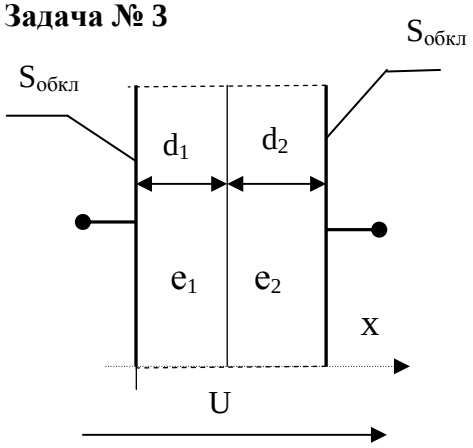

Определить ёмкость цилиндрического конденсатора длиной l

**Задача № 2**



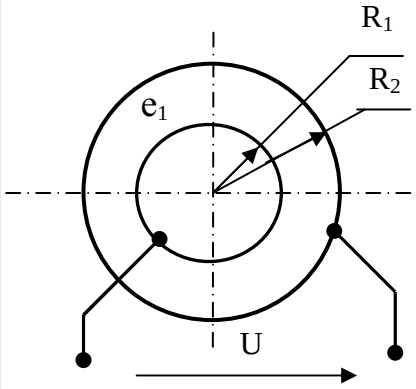

Определить ёмкость сферического конденсатора.

**Задача № 3**



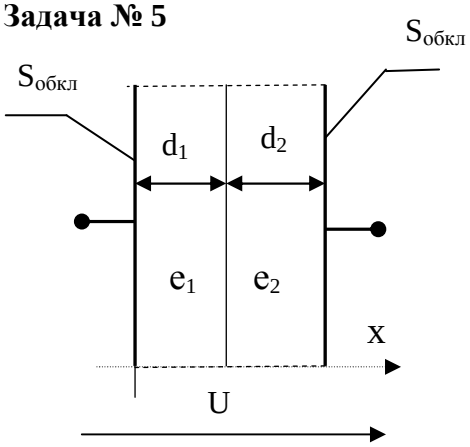

Определить ёмкость двухслойного плоского конденсатора.

**Задача №4**



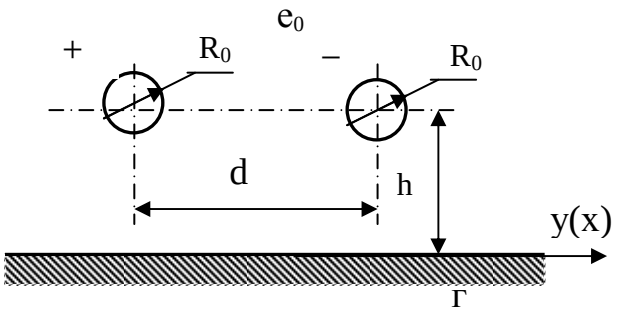

Рассчитать законы изменения векторов E, D и потенциала ц внутри цилиндрического конденсатора длиной l. Построить графики E, D и потенциала ц в зависимости от изменения радиуса R.

**Задача № 5**



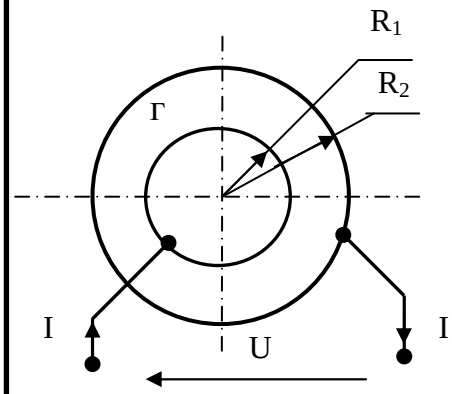

Рассчитать законы изменения векторов E, D и потенциала ц внутри двухслойного плоского конденсатора. Построить графики E, D и потенциала ц.

**Задача № 6**



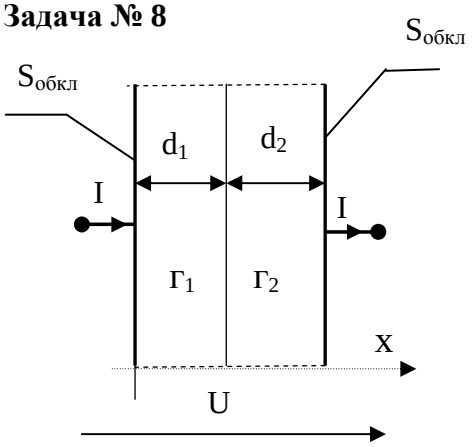

Рассчитать поверхностную плотность заряда σ(x) под двухпроводной линией на поверхности земли. h, d >> $R_0$

**Задача № 7**



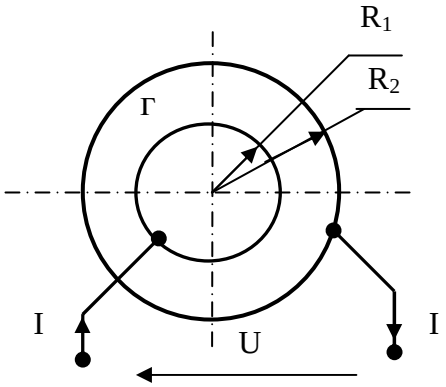

Рассчитать законы изменения векторов Е, д и потенциала ц внутри реального цилиндрического конденсатора длиной l. Построить графики Е, д и потенциала ц в зависимости от изменения радиуса R.

**Задача № 8**



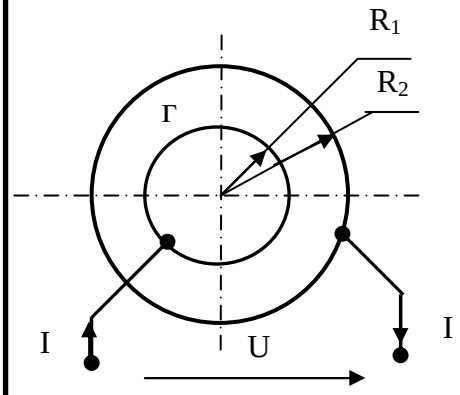

Рассчитать законы изменения векторов Е, д и потенциала ц внутри реального двухслойного плоского конденсатора.

**Задача № 9**



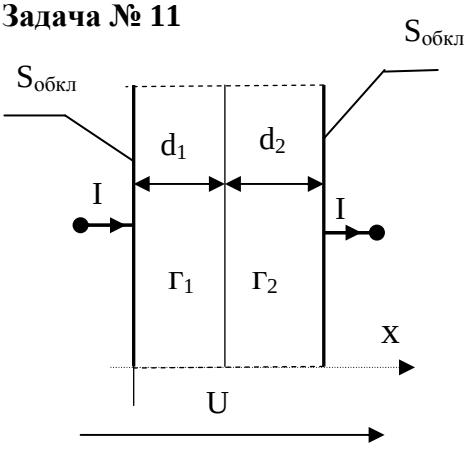

Рассчитать сопротивление утечки реального цилиндрического конденсатора длиной l.

**Задача № 10**



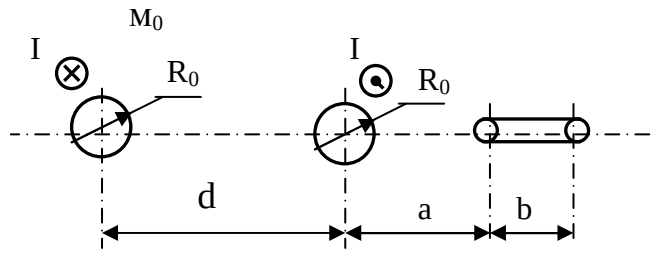

Рассчитать сопротивление утечки реального сферического конденсатора.

**Задача № 11**



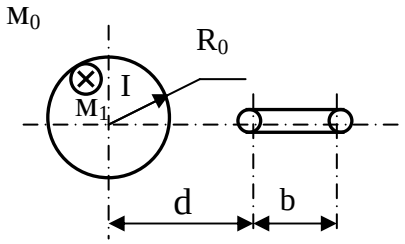

Рассчитать сопротивление утечки реального двухслойного плоского конденсатора.

**Задача № 12**



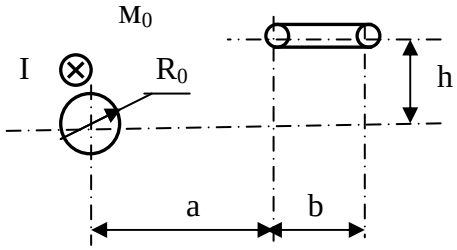

С применением векторного магнитного потенциала определить взаимную индуктивность между двухпроводной линией и рамкой длиной $l_p$. $d >> R_0$

**Задача № 13**



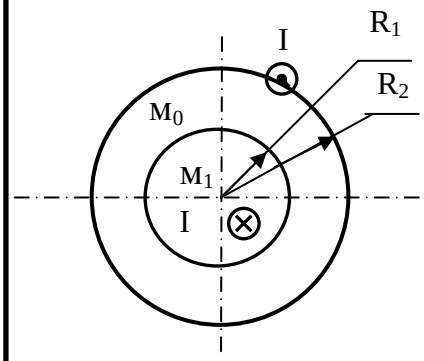

По закону полного тока определить взаимную индуктивность между уединенным проводом с током I и рамкой длиной $l_p$.

**Задача № 14**



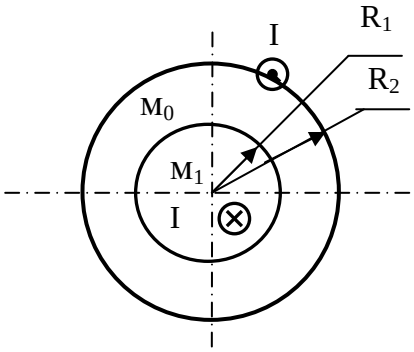

Определить взаимную индуктивность между уединенным проводом с током I и рамкой длиной $l_p$. $h,d >> R_0$

**Задача № 15**



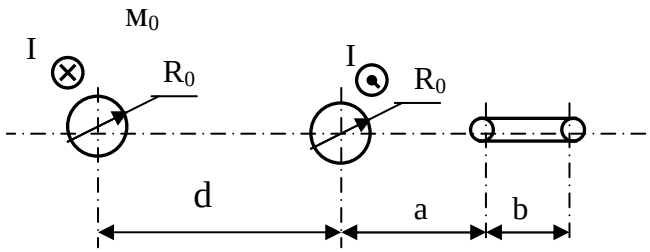

По закону полного тока рассчитать законы изменения векторов **B** и **H** внутри кабеля. Считать ток I равномерно распределенным во внутренним проводе.
Построить графики B и H в зависимости от изменения радиуса R.

**Задача № 16**




По закону полного тока рассчитать погонную индуктивность кабеля - $L_0$. Считать ток I равномерно распределенным во внутренним проводе.

**Задача № 17**




По закону полного тока определить взаимную индуктивность между двухпроводной линией и рамкой длиной $l_p$. $d >> R_0$