

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ

Директор института энергетики, информационных
технологий и управляющих систем

канд. техн. наук, доцент  А.В. Белоусов

« 20 »  2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

направление подготовки:

27.03.01 – Стандартизация и метрология

Направленность программы (профиль):

Метрология, стандартизация и сертификация

Квалификация

бакалавр

Форма обучения


очная

**Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем
Кафедра электроэнергетики и автоматики**

Белгород 2021


Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки – 27.03.01 – Стандартизация и метрология (уровень бакалавриата), утвержденного приказа Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 7 августа 2020 г. № 901;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

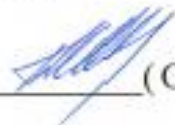
Составители: ст. преподаватель _____  (Гребеник А.Г.)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 15 » _____ мая 2021 г., протокол № 11

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент _____  (А.В. Белоусов)


Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой стандартизации и управления качеством

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, профессор _____  (О. В. Пучка)

« 11 » _____ апреля 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института энергетики, информационных технологий и управляющих систем

« 20 » _____ мая 2021 г., протокол № 9

Председатель канд. техн. наук, доцент _____  (А.Н. Семернин)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Формулирование задач управления	ОПК-2 Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественно-научных дисциплин (модулей)	ОПК-2.7 Проводит измерения физических величин, анализирует принципиальные схемы измерительных приборов, выявляет неисправности в работе средств измерений и контроля, применяя знания в области электротехники и электроники	Знания основ электрических измерений и теории электрических и магнитных цепей; методов расчета линейных электрических цепи постоянного тока и переменного синусоидального тока, трехфазных цепей переменного тока при различном характере нагрузки; принципа работы основных элементов электроники, их характеристик и области применения Умения выбирать и применять методы расчета цепей постоянного и переменного тока; трехфазных электрических цепей; анализировать полученные результаты. Навыки сборки электрических схем и проведения измерений электрических величин

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ОПК-2. Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественно-научных дисциплин (модулей)

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Химия
2.	Инженерная и компьютерная графика
3.	Математика
4.	Физика
5.	Информационные технологии
6.	Материаловедение
7.	Учебная ознакомительная практика
8.	Теоретическая механика
9.	Экология

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. единицы, 216 часов.

Форма промежуточной аттестации зачет (4,5 семестр)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 4	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины, час	216	108	108
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	106	53	53
лекции	34	17	17
лабораторные	34	17	17
практические	34	17	17
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	4	2	2
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	110	55	55
Курсовой проект	-	-	-
Курсовая работа	-	-	-
Расчетно-графическое задание	-	-	-
Индивидуальное домашнее задание	9	9	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	101	46	55
Экзамен	-	-	-

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
Курс 2 Семестр 4					
1. Основные понятия и законы теории электрических и магнитных цепей					
	Электрическая энергия, особенности ее производства, распределения и области применения. Основные понятия и обозначения электрических и магнитных величин и элементов. Связь между электрическими и магнитными явлениями. Закон электромагнитной индукции, ЭДС самоиндукции.	2	-	-	4
2. Основы электрических измерений					
	Основные погрешности измерений электрических величин. Класс точности прибора. Поверка электроизмерительных приборов. Вольтметр и амперметр, характеристики и схемы включения, расширение пределов измерения. Магнитоэлектрическая система электроизмерительных приборов, конструкция, достоинства и недостатки. Электромагнитная система электроизмерительных приборов, конструкция, достоинства и недостатки. Электродинамическая система электроизмерительных приборов, конструкция, достоинства и недостатки. Методы измерения основных электрических величин.	3	2	3	11
3. Теория линейных электрических цепей постоянного тока					
	Электрические и магнитные цепи. Элементы электрических цепей. Связь между током и напряжением в основных элементах электрических цепей. Источники ЭДС и тока. Схемы электрических цепей. Топологические понятия схем электрических цепей. Классификация электрических цепей. Законы электрических цепей. Методы расчета электрических цепей: метод эквивалентных преобразований, контурных токов, узловых напряжений. Баланс мощностей	4	6	4	13
4. Электрические цепи переменного синусоидального тока					
	Синусоидальные ЭДС, напряжения и токи. Способы получения переменного синусоидального тока. Мгновенные, действующие и средние значения электрических величин. Изображение синусоидальных величин в виде вращающихся векторов. Установившийся режим в цепи переменного синусоидального тока, состоящей из последовательно соединенных элементов R, L и C. Комплексный метод расчета цепей переменного синусоидального тока. Активная, реактивная и полная мощности. Коэффициент мощности. Векторные диаграммы. Резонансные явления и частотные характеристики. Понятие	5	6	6	15

	добротности.				
5. Электрические цепи трехфазного переменного синусоидального тока					
	Трехфазные и многофазные электрические цепи. Достоинства и недостатки трехфазных цепей по отношению к однофазным. Способы соединения трехфазных цепей. Фазные и линейные напряжения и токи. Расчет трехфазной цепи при соединении звездой. Трехпроводная и четырехпроводная схемы. Симметричная и несимметричная нагрузки. Обрыв фазы и нейтрального провода. Напряжение смещения нейтрали.	3	3	4	12
ВСЕГО		17	17	17	55
Курс 3 Семестр 5					
1. Введение в электронику. Электропроводность полупроводников					
	Основные понятия и термины. Основы зонной теории твердых тел. Особенности полупроводников по сравнению с проводниками и диэлектриками. Беспримесные и примесные полупроводники. Носители заряда в полупроводниках. Генерация и рекомбинация пар носителей заряда. Дрейфовое и диффузионное движение носителей заряда.	3	-	-	8
2. Полупроводниковые приборы					
	Электронно-дырочный переход. Энергетическая диаграмма р-п перехода. Потенциальный барьер р-п перехода. Смещение р-п перехода. Вольт-амперная характеристика р-п перехода. Инжекция и экстракция носителей заряда. Механизм образования теплового тока насыщения. Механизм образования тока термогенерации. Пробои р-п перехода. Виды полупроводниковых диодов. Выпрямительные диоды. Однополупериодный и двухполупериодный выпрямители. Стабилитроны и стабилитроны. Схемы стабилизации напряжения.	3	4	4	18
3. Биполярные транзисторы					
	Конструктивные особенности биполярных транзисторов. Условия взаимодействия р-п переходов. Принцип действия биполярных транзисторов. Распределение токов. Основные соотношения между токами. Зависимость коэффициента передачи тока от тока эмиттера. Основные схемы включения биполярных транзисторов. Определение режима работы транзистора. Статические характеристики транзисторов.	5	6	4	10
4. Усилители электрических сигналов					
	Принцип работы усилителя. Основные характеристики усилителей. Параметры усилителей. Обратная связь в усилителях. Режимы работы усилителя. Импульсные усилители. Ключевой режим работы транзистора. Резонансный усилитель. Усилители постоянного тока. Операционные усилители, схемы включения, характеристики.	6	7	9	19
ВСЕГО		17	17	17	55
ИТОГО		34	34	34	110

4.2. Содержание курсового проекта/работы

Курсовая работа учебным планом не предусмотрена.

4.3. Содержание индивидуального домашнего задания

Индивидуальное домашнее задание содержит расчет по разделу «Электрические цепи переменного синусоидального тока».

Выполнение ИДЗ направлено на приобретение навыков применения различных методов расчета электрических цепей переменного синусоидального тока с несколькими источниками электрической энергии в установившемся режиме.

ИДЗ оформляется на листах формата А4 объемом 10 страниц и включает:

- титульный лист;
- содержание;
- задание;
- расчетная часть;
- список используемой литературы.

Расчетная часть должна сопровождаться необходимыми комментариями, т.е. все основные моменты процесса решения задачи должны быть раскрыты и обоснованы на основе соответствующих теоретических положений

Пример индивидуального домашнего задания.

Для заданной электрической цепи, параметры которой приведены в таблице (по вариантам), необходимо:

- выполнить чертеж схемы исходной электрической цепи;
- методом контурных токов определить контурные токи и токи во всех ветвях исходной схемы;
- методом узловых напряжений определить узловые потенциалы и токи во всех ветвях исходной схемы;
- провести проверку правильности расчета исходной схемы с помощью баланса мощностей;

Для расчетных токов в каждой ветви необходимо привести комплексные и действующие значения. Во всех случаях считать, что взаимоиנדукцией между ветвями электрической цепи можно пренебречь, а все элементы схемы идеальны.

Пример варианта задания:

Ветвь и направление тока в ней	Параметры нагрузки			Параметры источника ЭДС			
	R , Ом	L , мГн	C , мкФ	Направление	E , В	φ , °	f , Гц
1→2	100	12	11				
1→3	12			3→1	80	16	23
1→4	22	22	15				
2→4	15	56	39				
2→5	82	56					
3→4	51		56				
3→6	39			3→6	40	-22	23
4→5	47	33	11				
4→6	20	12	16				
4→7	10	47	91				
5→7	18			7→5	60	30	23
6→7	36			6→7	40	75	23

Схема электрической цепи, содержащая 7 узлов и 6 независимых контуров, представлена в виде таблицы (по вариантам), каждая строка которой описывает параметры соответствующей ветви. В столбце 1 указаны заданные направления токов в ветвях, соединяющих соответствующие узлы. Параметры нагрузочных сопротивлений в ветвях схемы представлены в столбцах 2-4, а параметры идеальных источников ЭДС – в столбцах 5-8 (в столбце 6 указано действующее значение ЭДС источника, в столбце 7 – его начальная фаза в градусах, а в столбце 8 – линейная частота)

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ОПК-2 Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественно-научных дисциплин (модулей)

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-2.7 Проводит измерения физических величин, анализирует принципиальные схемы измерительных приборов, выявляет неисправности в работе средств измерений и контроля, применяя знания в области электротехники и электроники	зачеты, защита лабораторной работы, защита индивидуального домашнего задания, собеседование

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация осуществляется в конце **четвертого семестра** изучения дисциплины в форме **зачета** и после завершения изучения дисциплины в конце **пятого семестра** в форме **зачета**.

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачета

Вопросы для подготовки к зачету 4 семестр

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1.	Основы электрических измерений	Основные погрешности измерений электрических величин. Класс точности прибора. Методика поверки электроизмерительных приборов. Электромеханические приборы с магнитоэлектрической системой. Амперметр и вольтметр. Способы расширения пределов измерения магнитоэлектрических амперметров и вольтметров. Электромеханические приборы с электромагнитной системой. Конструкция. Достоинства и недостатки. Область применения. Электромеханические приборы с электродинамической системой. Конструкция. Достоинства и недостатки. Область применения. Способы измерения электрического сопротивления, емкости, индуктивности. Мостовые методы измерения сопротивления, емкости, индуктивности.
2.	Теория линейных электрических цепей постоянного тока	Связь между током и напряжением в основных элементах электрических цепей. Классификация электрических цепей. Основные законы в электрических цепях. Способы соединения элементов электрических цепей. Расчет электрических цепей. Метод эквивалентных преобразований. Баланс мощностей.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
		Расчет электрических цепей. Метод контурных токов. Расчет электрических цепей. Метод узловых напряжений.
3.	Электрические цепи переменного синусоидального тока	Электрические цепи переменного синусоидального тока. Получение синусоидальной ЭДС. Сдвиг фаз. Изображение синусоидальных величин в виде вращающихся векторов. Установившийся режим в цепи переменного синусоидального тока, состоящего из последовательно соединенных элементов R, L и C. Комплексный метод расчета цепи переменного синусоидального тока. Частотные характеристики в цепи с последовательным соединением R, L, C элементов. Мощность в цепях переменного синусоидального тока. Резонанс напряжений в цепи с последовательным соединением R, L, C элементов. Резонанс токов в цепи с параллельным соединением R, L, C элементов.
4.	Трехфазные электрические цепи переменного тока	Электрические цепи переменного трехфазного тока. Достоинства. Способы соединения. Фазные и линейные токи и напряжения. Расчет трехфазной цепи при соединении звездой приемников электрической энергии.

Вопросы для подготовки к зачету 5 семестр

1.	Введение в электронику. Электропроводность полупроводников	Основы зонной теории твердого тела. Особенности полупроводников по сравнению с проводниками и диэлектриками. Полупроводники. Проводимость полупроводников. Концентрация носителей зарядов. Собственные полупроводники. Примесные полупроводники. Полупроводники p-типа. Примесные полупроводники. Полупроводники n-типа. Генерация и рекомбинация пар носителей заряда в полупроводниках. Концентрации носителей зарядов в примесных полупроводниках. Дрейфовый и диффузионный токи.
2.	Полупроводниковые диоды	Электронно-дырочный переход. Энергетическая диаграмма p-n перехода. Полупроводниковый диод. p-n-переход. Структура p-n-перехода. Образование p-n-перехода. Потенциальный барьер p-n перехода. Смещение p-n перехода. Прямая ветвь вольт-амперной характеристики p-n перехода. Потенциальный барьер. Обратная ветвь вольт-амперной характеристики p-n перехода. Пробой p-n-перехода. Лавинный пробой. Пробой p-n-перехода. Туннельный пробой. Емкость p-n-перехода.

3.	Биполярные транзисторы	Биполярные транзисторы. Структура, типы биполярных транзисторов. Биполярные транзисторы. Принцип работы. Режимы работы. Схемы включения биполярных транзисторов. Схема включения с общей базой. Схемы включения биполярных транзисторов. Схема включения с общим эмиттером. Схемы включения биполярных транзисторов. Схема включения с общим коллектором. Усилительные свойства биполярного транзистора. Статические характеристики биполярных транзисторов. Входные характеристики. Статические характеристики биполярных транзисторов. Выходные характеристики.
4.	Усилители электрических сигналов	Усилители. Основные сведения. Классификация. Обратная связь в усилителях. Классификация обратных связей в усилителях. Отрицательная обратная связь и частотная характеристика. Операционный усилитель. Схемы включения. Сумматор на операционном усилителе. Интегратор на операционном усилителе. Схемы и расчет.

**5.2.2. Перечень контрольных материалов
для защиты курсового проекта/ курсовой работы**
Не предусмотрено учебным планом

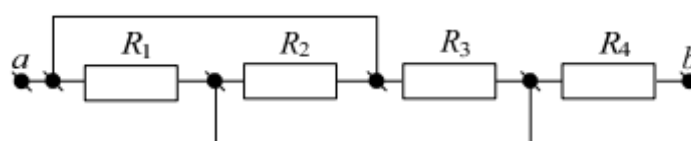
**5.3. Типовые контрольные задания (материалы)
для текущего контроля в семестре**

Текущий контроль осуществляется в течение 4 семестра в форме собеседования во время проведения практических занятий, выполнения и защиты лабораторных работ; в течение 5 семестра - в форме собеседования во время проведения практических занятий, защиты лабораторных работ и выполнения и защиты расчетно-графического задания.

**Примеры типовых вопросов и задач для практических занятий
4 семестр**

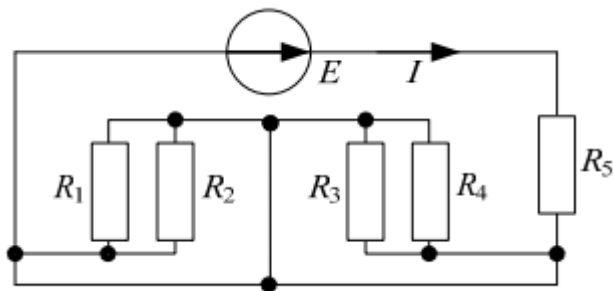
Задача 1

В схеме определить эквивалентное сопротивление, если $R_1=2 \text{ Ом}$, $R_2=4 \text{ Ом}$, $R_3 = 2 \text{ Ом}$, $R_4=1,2 \text{ Ом}$



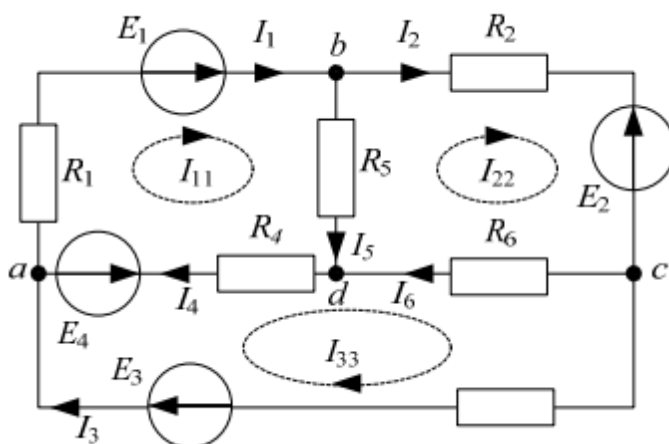
Задача 2

Определить входной ток цепи (схема), если $E=30\text{В}$, $R_1=3\text{ Ом}$, $R_2=7\text{ Ом}$, $R_3=10\text{ Ом}$, $R_4=6\text{ Ом}$, $R_5=6\text{ Ом}$



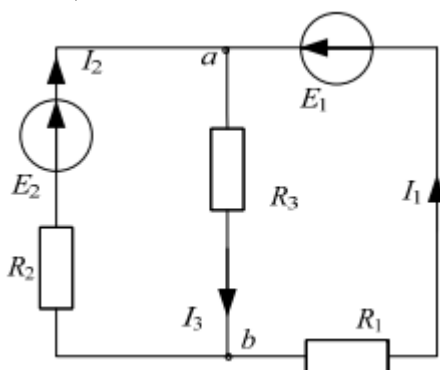
Задача 3

Для цепи постоянного тока на схеме определить токи ветвей по методу контурных токов



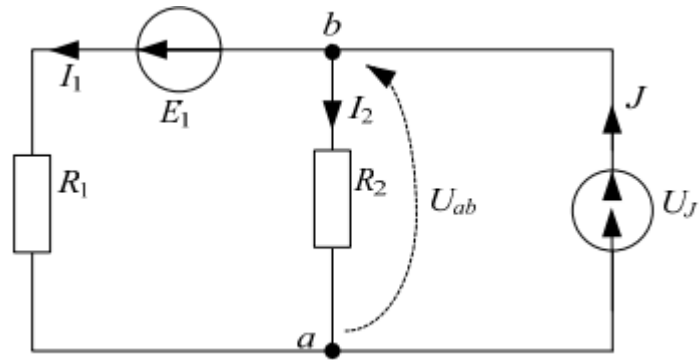
Задача 4

В схеме известны следующие параметры: $E_1=10\text{В}$, $E_2=5\text{В}$, $R_1=2,4\text{ Ом}$, $R_2=1,4\text{ Ом}$, $R_3=0,8\text{ Ом}$. Определить токи ветвей методом узловых потенциалов. Проверить расчет с помощью баланса мощностей



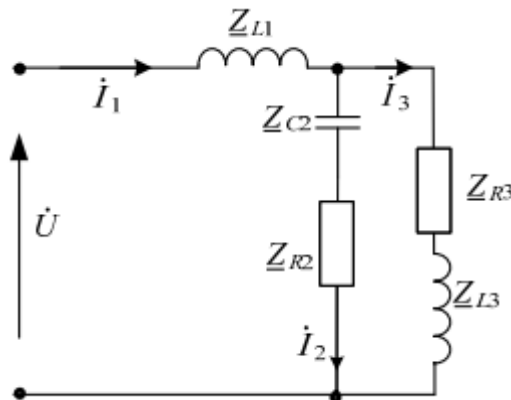
Задача 5

Дана схема с двумя узлами, определить междуузловое напряжение U_{12}



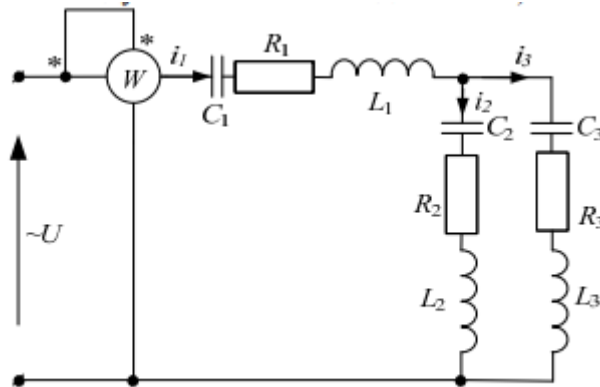
Задача 6

Определите комплексное сопротивление элементов, если $R_2=20 \text{ Ом}$, $R_3=40 \text{ Ом}$, $L_1=64\text{мГн}$, $L_3=128\text{мГн}$, $C_2=159 \text{ мкФ}$



Задача 7

Рассчитать методом контурных токов в комплексной форме токи и напряжения в ветвях, если $R_1= 13 \text{ Ом}$, $R_2=20 \text{ Ом}$, $R_3=0 \text{ Ом}$, $L_1=32\text{мГн}$, $L_2=0$, $L_3=207\text{мГн}$, $C_1=159 \text{ мкФ}$, $C_2=315 \text{ мкФ}$, $C_3=109 \text{ мкФ}$

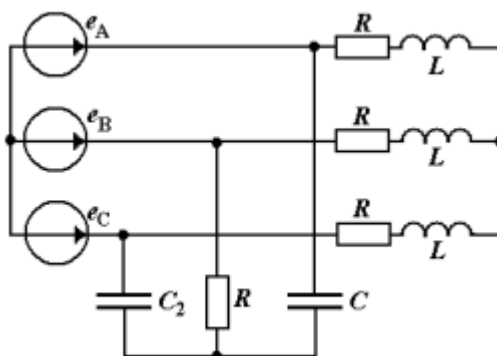


Задача 8

Рассчитать методом узловых потенциалов в комплексной форме токи и напряжения в ветвях, если $R_1= 13 \text{ Ом}$, $R_2=20 \text{ Ом}$, $R_3=0 \text{ Ом}$, $L_1=32\text{мГн}$, $L_2=0$, $L_3=207\text{мГн}$, $C_1=159 \text{ мкФ}$, $C_2=315 \text{ мкФ}$, $C_3=109 \text{ мкФ}$

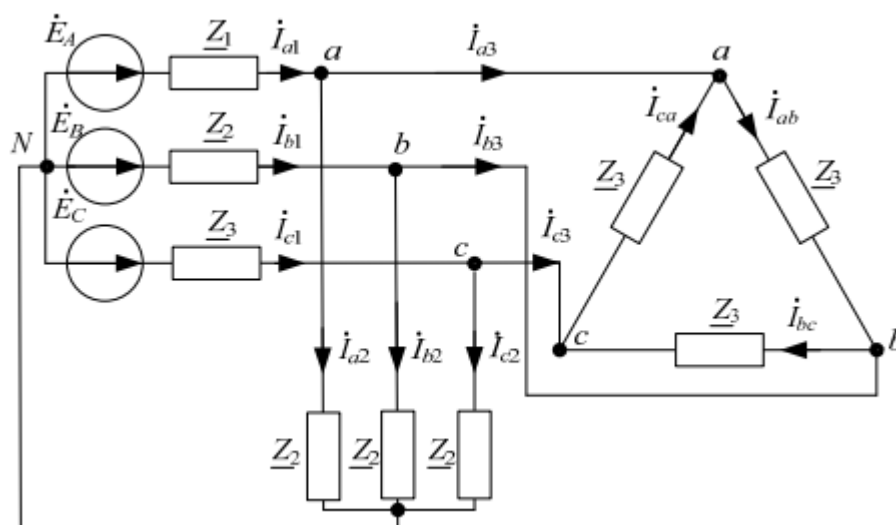
Задача 9

Дана цепь, где известны значения фазных ЭДС E_A , E_B , E_C и величины сопротивлений нагрузки Z_1 , Z_2 , Z_3 . Определить токи всех ветвей для данной схемы



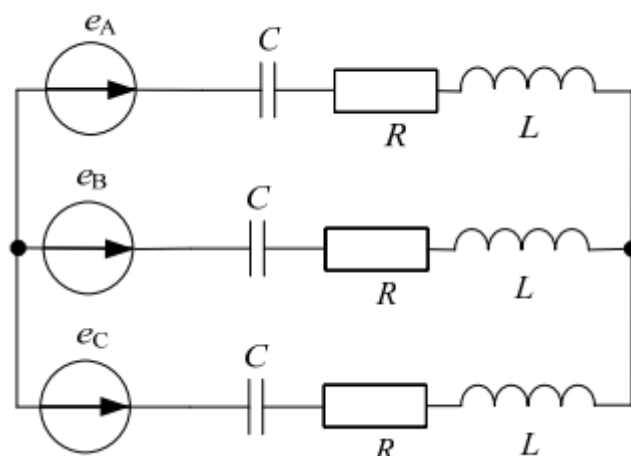
Задача 10

Дана цепь, где известны значения фазных ЭДС E_A, E_B, E_C и величины сопротивлений нагрузки Z_1, Z_2, Z_3 . Определить токи всех ветвей для данной схемы



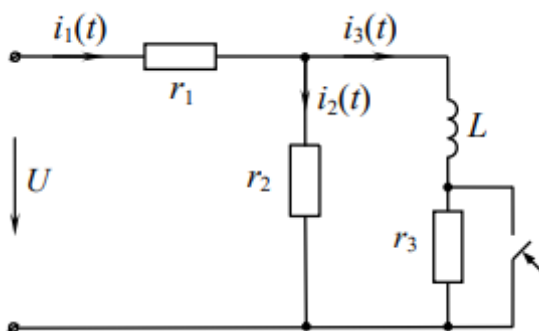
Задача 11

Дана симметричная цепь, где известны значения фазного ЭДС $\dot{E}_A = \frac{100}{\sqrt{2}} \cdot e^{j0^\circ} = 70,71 \text{ В}$ и фазного тока $\dot{I}_A = 0,7e^{j45^\circ}, \text{ А}$, фазного напряжения на резистивном элементе $\dot{U}_{RA} = 50,58e^{j45^\circ} \text{ В}$ на индуктивном элементе $\dot{U}_{LA} = 15e^{j135^\circ}$ на емкостном элементе $\dot{U}_{CA} = 65,5e^{-j45^\circ} \text{ В}$. Определить активную и реактивную вырабатываемую мощности источников ЭДС и сравнить их с суммой активных и реактивных мощностей пассивных элементов.



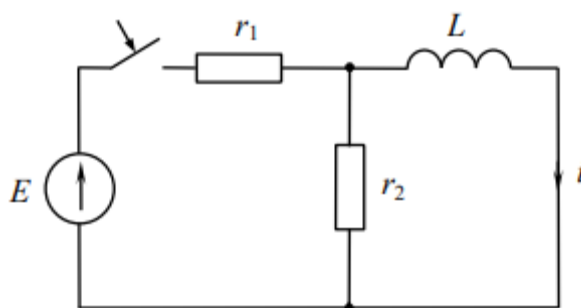
Задача 12

Дана электрическая цепь. Параметры элементов $r_1=24$ Ом, $r_2=20$ Ом, $r_3=80$ Ом, $L=0,01$ Гн. Напряжение источник $U=100$ В. Определить токи в ветвях схемы в переходном процессе классическим методом расчета.



Задача 13

Определить ток через катушку индуктивности в цепи операторным методом



Примеры типовых вопросов для защиты ИДЗ

1. Что представляет собой синусоидальный ток, и какими величинами он характеризуется?
2. Что такое действующее значение тока? Как оно определяется?
3. Что такое индуктивное и емкостное сопротивления и от чего они зависят?
4. Как вычисляется полное сопротивление неразветвленной цепи синусоидального тока?
5. Как вычисляется действующее значение тока в цепи с последовательным соединением резистивного, емкостного и индуктивного элементов?
6. Какие виды мощности в цепях синусоидального тока Вам известны? Что они характеризуют и как рассчитываются?

7. Что такое коэффициент мощности цепи синусоидального тока и почему нужно стремиться к его повышению при потреблении электрической энергии?

8. Каким должно быть соотношение индуктивного и емкостного сопротивлений, чтобы ток в цепи опережал напряжение? Поясните это при помощи векторной диаграммы.

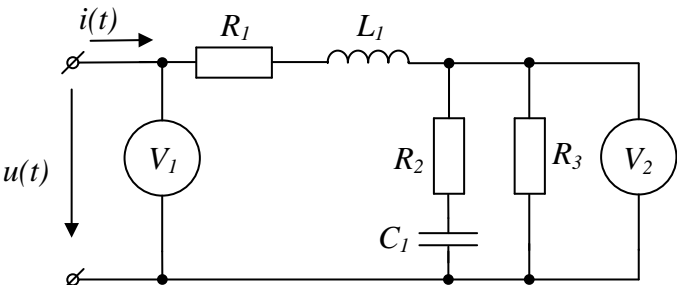
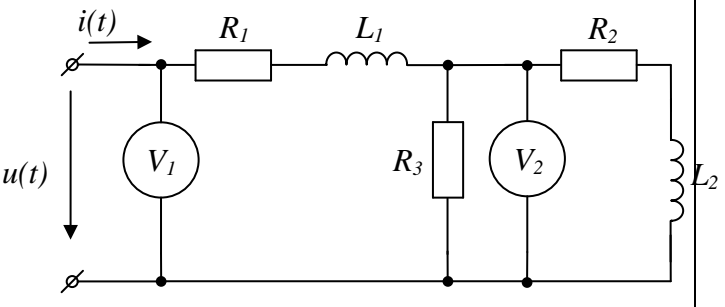
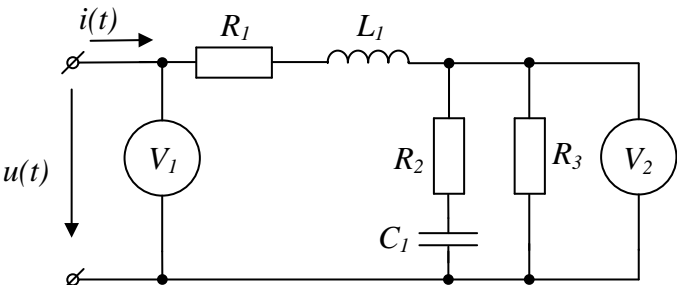
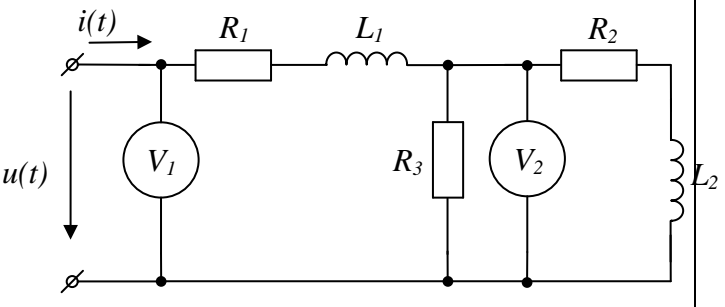
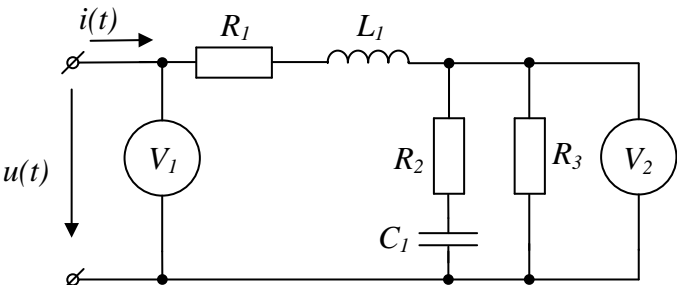
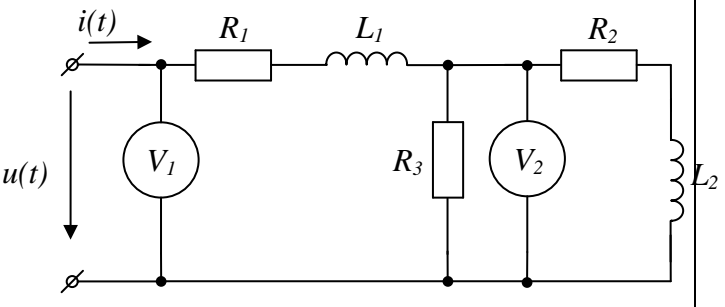
9. В чем состоит сущность комплексного метода расчета электрических цепей синусоидального тока? Какие формы представления комплексных чисел Вам известны?

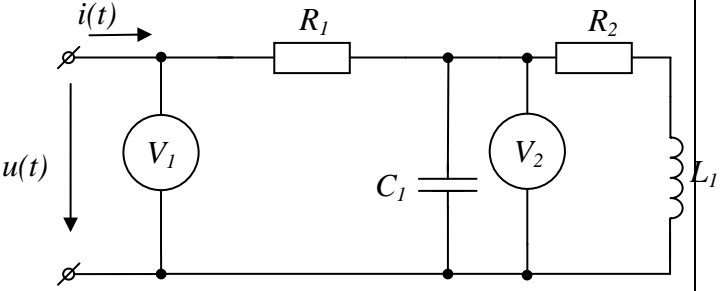
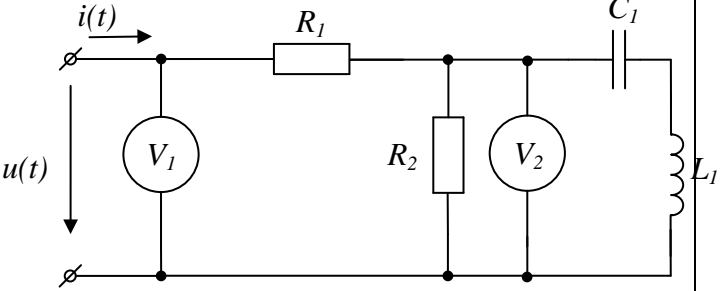
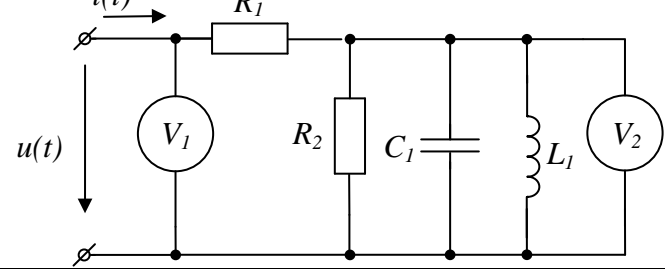
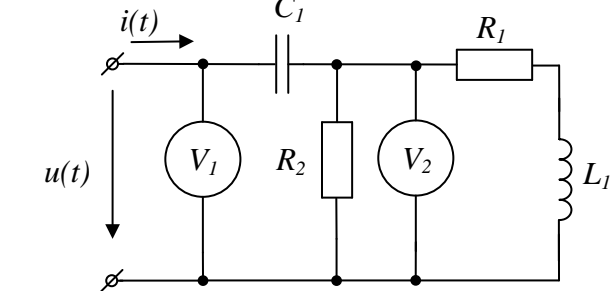
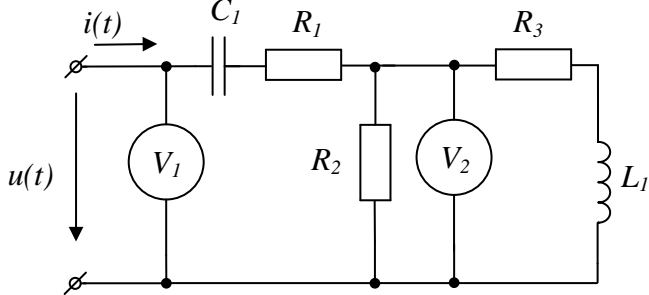
Защита лабораторных работ

В лабораторном практикуме по дисциплине представлен перечень лабораторных работ, обозначены цель и задачи, необходимые теоретические и методические указания к работе, приведен порядок выполнения работы, содержание отчета и перечень контрольных вопросов.

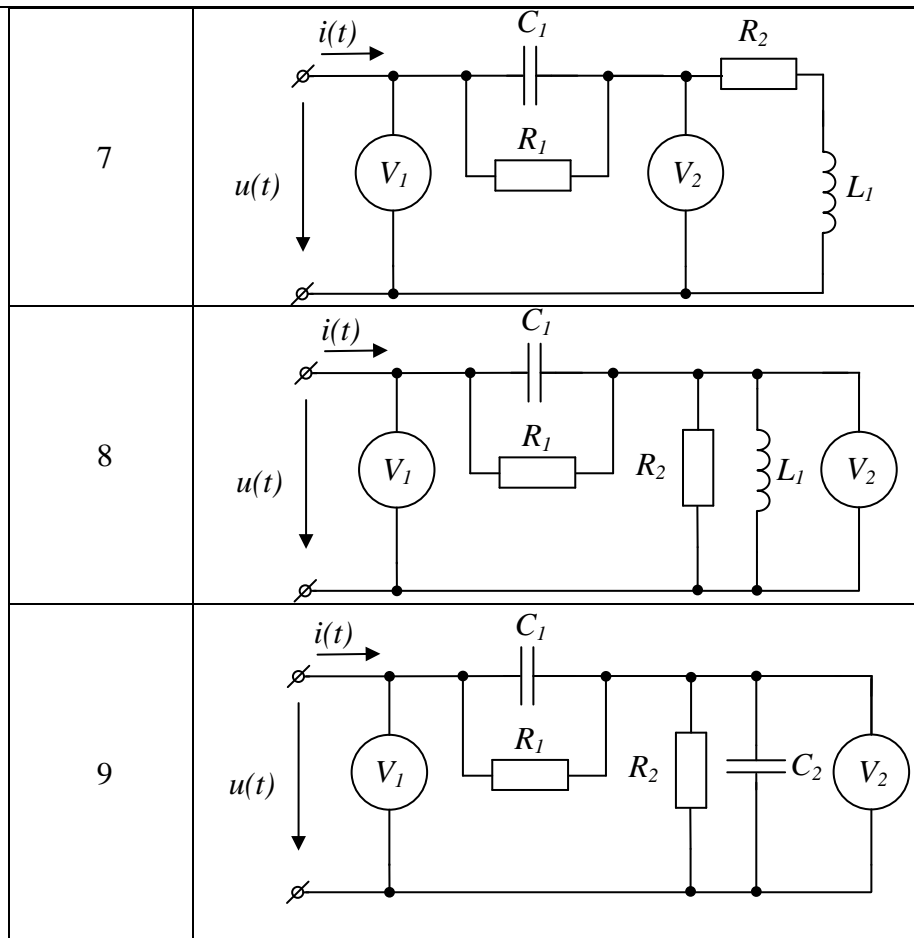
Защита лабораторных работ возможна после проверки правильности выполнения работы и оформления отчета. Защита проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по теме лабораторной работы. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ представлен в таблице.

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
1.	Исследование режимов работы и методов расчета линейных электрических цепей постоянного тока с двумя источниками ЭДС	<ol style="list-style-type: none">1. Какое направление ЭДС, напряжения и тока считается положительным?2. Как практически определить положительные направления ЭДС, тока и напряжения в электрической цепи?3. Как формулируется закон Ома для участка цепи и для всей цепи?4. Какие режимы работы электрической цепи Вам известны?5. Как практически определить ЭДС источника и его внутреннее сопротивление?6. Сформулируйте первое и второе правила Кирхгофа.7. Какое соединение резисторов называется последовательным, параллельным и смешанным?8. Как найти эквивалентное сопротивление и проводимость при последовательном и параллельном соединении резисторов?9. Как найти эквивалентное сопротивление мостовой схемы?10. В чем состоит сущность метода контурных токов?11. Запишите уравнения баланса мощностей для заданной схемы электрической цепи.
2.	Определение параметров электрической цепи переменного тока с последовательным соединением катушки индуктивности, резистора и	<ol style="list-style-type: none">1. Что представляет собой синусоидальный ток, и какими величинами он характеризуется?2. Что такое действующее значение тока? Как оно определяется?3. Что такое индуктивное и емкостное сопротивления и от чего они зависят?4. Как вычисляется полное сопротивление неразветвленной цепи синусоидального тока?5. Как вычисляется действующее значение тока в цепи с последовательным соединением резистивного, емкостного и индуктивного элементов?6. Какие виды мощности в цепях синусоидального тока Вам известны?

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы						
	конденсатора. Резонанс напряжений.	<p>Что они характеризуют и как рассчитываются?</p> <p>7. Что такое коэффициент мощности цепи синусоидального тока и почему нужно стремиться к его повышению при потреблении электрической энергии?</p> <p>8. При каком условии возникает резонанс напряжений в цепи синусоидального тока? Чем характеризуется это явление?</p> <p>9. Объясните, какую опасность может представлять резонанс напряжений в электрических цепях?</p> <p>10. Каким должно быть соотношение индуктивного и емкостного сопротивлений, чтобы ток в цепи опережал напряжение? Поясните это при помощи векторной диаграммы.</p> <p>11. В цепи синусоидального тока частотой $f = 50$ Гц с последовательно включенными катушкой и конденсатором имеет место резонанс. Определить напряжение на катушке и конденсаторе, если $U = 20$ В, $R = 10$ Ом, $C = 1$ мкФ. Вычислить индуктивность катушки.</p> <p>12. В чем состоит сущность комплексного метода расчета электрических цепей синусоидального тока? Какие формы представления комплексных чисел Вам известны?</p> <p><i>Задачи</i></p> <p>К заданной электрической цепи приложено синусоидальное напряжение $u(t) = U_m \cdot \sin \omega t$ с известной амплитудой U_m и частотой f. В соответствии с вариантом схемы и численными значениями ее элементов необходимо:</p> <ul style="list-style-type: none"> - рассчитать мгновенное значение тока $i(t)$ в неразветвленной части схемы; - определить показания вольтметров V_1 и V_2; - рассчитать полную, активную и реактивную мощности, потребляемые данной цепью. <p>Схема электрической цепи</p> <table border="1" data-bbox="507 1346 1426 2110"> <thead> <tr> <th data-bbox="507 1346 695 1451">Предпоследняя цифра шифра</th> <th data-bbox="695 1346 1426 1451">Схема</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="507 1451 695 1765">0</td> <td data-bbox="695 1451 1426 1765">  </td> </tr> <tr> <td data-bbox="507 1765 695 2110">1</td> <td data-bbox="695 1765 1426 2110">  </td> </tr> </tbody> </table>	Предпоследняя цифра шифра	Схема	0		1	
Предпоследняя цифра шифра	Схема							
0								
1								

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы	
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	

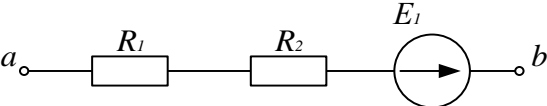
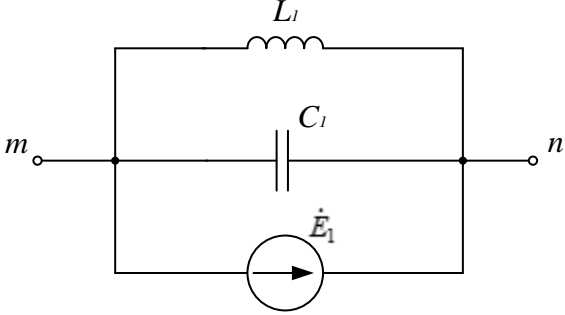
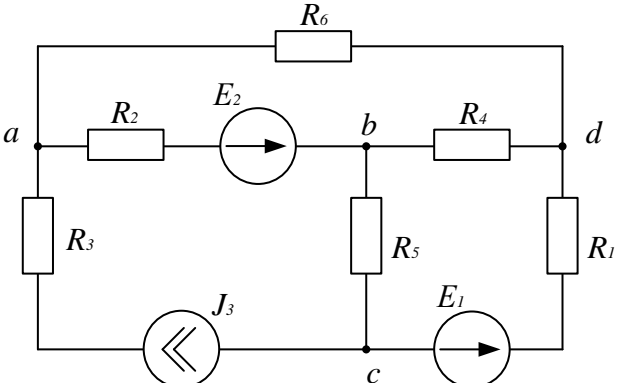
№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
---	--------------------------	---------------------



Численные значения параметров элементов схемы и входного напряжения

Последняя цифра шифра	R_1 , Ом	R_2 , Ом	R_3 , Ом	L_1 , мГн	L_2 , мГн	C_1 , мкФ	C_2 , мкФ	U_m , В	f , Гц
1	30	60	100	40	90	70	90	100	50
2	20	100	20	80	80	30	60	200	100
3	50	60	40	10	10	40	50	300	400
4	90	100	80	20	30	5	5	40	800
5	40	20	60	30	40	5	10	30	400
6	30	100	20	10	20	10	20	60	800
7	40	70	80	40	60	50	80	80	50
8	90	60	90	90	90	30	80	120	100
9	100	50	100	30	10	20	10	90	400
0	10	70	100	100	60	40	50	150	50

3.	Определение параметров электрической цепи переменного тока с последовательн	<p><i>Задачи</i></p> <p>Вариант задания выбирается студентом по двум последним цифрам зачетной книжки: номер схемы – по двум последним цифрам; номер численных данных – последняя цифра делится на 5 и остаток дает номер варианта, например, если в зачетной книжке шифр заканчивается цифрами 58, то из таблицы выбирается вариант схемы</p>
----	---	--

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
	<p>ым соединением катушки индуктивности, резистора и конденсатора. Резонанс токов.</p>	<p>56–60, и вариант 3 численных значений (остаток от деления 8 на 5 равен 3). В вариантах заданий используется символическая запись, которая отображает конфигурацию схемы электрической цепи в логической форме, основанной на символах алгебры логики. Если в схеме начало и конец электрической цепи (см. рис. 3) обозначены буквами a и b, условно называемыми полюсами схемы, то логическое содержание этой цепи представляется в виде $a(R_1 R_2 \vec{E})b$. Направление ЭДС источника к полюсу задается стрелкой над символом E.</p>  <p>Рис. 3. Схема электрической цепи</p> <p>Логическая форма представления электрической цепи, изображенной на рис. 4, запишется в виде $m(L_1 + C_1 + \vec{E}_1)n$.</p>  <p>Рис. 4. Схема электрической цепи</p> <p>Пример преобразования логического изображения схемы цепи в ее графическое изображение. Пусть схема электрической цепи задана в виде:</p> $a(R_6 + R_2 \vec{E}_2 b R_4) d R_1 \vec{E}_1 c (R_5 b + \vec{J}_3 R_3) a.$ <p>Тогда графическое изображение схемы имеет вид:</p>  <p>Рис. 5. Схема электрической цепи</p> <p>В соответствии с вариантом задания необходимо:</p> <ul style="list-style-type: none"> - начертить схему электрической цепи с обозначениями узлов и элементов ветвей, соблюдая требования ЕСКД; - определить и составить необходимое число уравнений по правилам Кирхгофа для определения токов во всех ветвях схемы (не решая систему);

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы																																										
		<ul style="list-style-type: none"> - применив один из методов расчета, определить комплексные и действующие значения токов во всех ветвях схемы; записать выражения для мгновенных значений токов; - определить комплексные потенциалы всех точек схемы и построить топографическую диаграмму цепи, совмещенную с векторной диаграммой токов; - составить баланс мощностей в символической форме. 																																										
		Схема электрической цепи																																										
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th data-bbox="469 551 740 584">Номер варианта</th> <th data-bbox="740 551 1453 584">Схема электрической цепи</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td data-bbox="469 584 740 651">01 – 05</td><td data-bbox="740 584 1453 651">$a \left(\overrightarrow{E'_1} C_1 \overrightarrow{E''_1} + R_2 L_2 + \overrightarrow{E'_3} R_3 C_3 \right) b$</td></tr> <tr><td data-bbox="469 651 740 719">06 – 10</td><td data-bbox="740 651 1453 719">$a \left(\overrightarrow{E'_1} R_2 L_2 + C_2 \overrightarrow{E'_2} + \overrightarrow{E'_3} L_3 R_3 \right) b$</td></tr> <tr><td data-bbox="469 719 740 786">11 – 15</td><td data-bbox="740 719 1453 786">$a \left(R_1 L_1 C_1 + \overrightarrow{E'_2} L_2 C_2 + \overrightarrow{E'_3} R_3 \overrightarrow{E''_3} \right) b$</td></tr> <tr><td data-bbox="469 786 740 853">16 – 20</td><td data-bbox="740 786 1453 853">$a \left(L_1 \overrightarrow{E'_1} C_1 + R_2 L_2 \overrightarrow{E'_2} + \overrightarrow{E'_3} C_3 R_3 \overrightarrow{E''_3} \right) b$</td></tr> <tr><td data-bbox="469 853 740 920">21 – 25</td><td data-bbox="740 853 1453 920">$a \left(\overrightarrow{E'_1} R_1 C_1 + \overrightarrow{E'_2} R_2 \overrightarrow{E''_2} + L_3 \overrightarrow{E'_3} C_3 \right) b$</td></tr> <tr><td data-bbox="469 920 740 987">26 – 30</td><td data-bbox="740 920 1453 987">$a \left(\overrightarrow{E'_1} L_1 \overrightarrow{E''_1} + \overrightarrow{E'_2} R_2 L_2 + \overrightarrow{E'_3} C_3 \overrightarrow{E''_3} \right) b$</td></tr> <tr><td data-bbox="469 987 740 1055">31 – 35</td><td data-bbox="740 987 1453 1055">$a \left(\overrightarrow{E'_1} R_1 \overrightarrow{E''_1} + R_2 C_2 \overrightarrow{E'_2} + \overrightarrow{E'_3} C_3 R_3 \right) b$</td></tr> <tr><td data-bbox="469 1055 740 1122">36 – 40</td><td data-bbox="740 1055 1453 1122">$a \left(L_1 C_1 + \overrightarrow{E'_2} R_2 L_2 \overrightarrow{E''_2} + \overrightarrow{E'_3} R_3 \right) b$</td></tr> <tr><td data-bbox="469 1122 740 1189">41 – 45</td><td data-bbox="740 1122 1453 1189">$a \left(R_1 L_1 \overrightarrow{E'_1} + R_2 L_2 C_2 + \overrightarrow{E'_3} C_3 \overrightarrow{E''_3} \right) b$</td></tr> <tr><td data-bbox="469 1189 740 1256">46 – 50</td><td data-bbox="740 1189 1453 1256">$a \left(C_1 \overrightarrow{E'_1} \overrightarrow{E''_1} + \overrightarrow{E'_2} L_2 \overrightarrow{E''_2} + R_3 L_3 \right) b$</td></tr> <tr><td data-bbox="469 1256 740 1323">51 – 55</td><td data-bbox="740 1256 1453 1323">$a \left(L_1 \overrightarrow{E'_1} \overrightarrow{E''_1} + R_2 C_2 + R_3 L_3 \overrightarrow{E'_3} \right) b$</td></tr> <tr><td data-bbox="469 1323 740 1391">56 – 60</td><td data-bbox="740 1323 1453 1391">$a \left(R_1 \overrightarrow{E'_1} C_1 + R_2 L_2 \overrightarrow{E'_2} + C_3 \overrightarrow{E'_3} \right) b$</td></tr> <tr><td data-bbox="469 1391 740 1458">61 – 65</td><td data-bbox="740 1391 1453 1458">$a \left(R_1 \overrightarrow{E'_1} C_1 + \overrightarrow{E'_2} L_2 \overrightarrow{E''_2} + L_3 C_3 \overrightarrow{E'_3} \right) b$</td></tr> <tr><td data-bbox="469 1458 740 1525">66 – 70</td><td data-bbox="740 1458 1453 1525">$a \left(L_1 \overrightarrow{E'_1} R_1 + R_2 C_2 \overrightarrow{E'_2} + R_3 L_3 \overrightarrow{E'_3} \right) b$</td></tr> <tr><td data-bbox="469 1525 740 1592">71 – 75</td><td data-bbox="740 1525 1453 1592">$a \left(L_1 \overrightarrow{E'_1} R_1 \overrightarrow{E''_1} + C_2 \overrightarrow{E'_2} \overrightarrow{E''_2} + L_3 R_3 \right) b$</td></tr> <tr><td data-bbox="469 1592 740 1659">76 – 80</td><td data-bbox="740 1592 1453 1659">$a \left(\overrightarrow{E'_1} R_1 \overrightarrow{E''_1} + R_2 L_2 + \overrightarrow{E'_3} R_3 C_3 \overrightarrow{E''_3} \right) b$</td></tr> <tr><td data-bbox="469 1659 740 1727">81 – 85</td><td data-bbox="740 1659 1453 1727">$a \left(\overrightarrow{E'_1} L_1 \overrightarrow{E''_1} + L_2 C_2 + \overrightarrow{E'_3} R_3 C_3 \right) b$</td></tr> <tr><td data-bbox="469 1727 740 1794">86 – 90</td><td data-bbox="740 1727 1453 1794">$a \left(L_1 \overrightarrow{E'_1} C_1 + L_2 C_2 R_2 + \overrightarrow{E'_3} R_3 \overrightarrow{E''_3} \right) b$</td></tr> <tr><td data-bbox="469 1794 740 1861">91 – 95</td><td data-bbox="740 1794 1453 1861">$a \left(C_1 R_1 \overrightarrow{E'_1} + \overrightarrow{E'_2} L_2 \overrightarrow{E''_2} + \overrightarrow{E'_3} L_3 C_3 \right) b$</td></tr> <tr><td data-bbox="469 1861 740 1928">96 – 100</td><td data-bbox="740 1861 1453 1928">$a \left(\overrightarrow{E'_1} \overrightarrow{E''_1} L_1 + R_2 L_2 C_2 \overrightarrow{E'_2} + \overrightarrow{E'_3} C_3 \overrightarrow{E''_3} \right) b$</td></tr> </tbody> </table>	Номер варианта	Схема электрической цепи	01 – 05	$a \left(\overrightarrow{E'_1} C_1 \overrightarrow{E''_1} + R_2 L_2 + \overrightarrow{E'_3} R_3 C_3 \right) b$	06 – 10	$a \left(\overrightarrow{E'_1} R_2 L_2 + C_2 \overrightarrow{E'_2} + \overrightarrow{E'_3} L_3 R_3 \right) b$	11 – 15	$a \left(R_1 L_1 C_1 + \overrightarrow{E'_2} L_2 C_2 + \overrightarrow{E'_3} R_3 \overrightarrow{E''_3} \right) b$	16 – 20	$a \left(L_1 \overrightarrow{E'_1} C_1 + R_2 L_2 \overrightarrow{E'_2} + \overrightarrow{E'_3} C_3 R_3 \overrightarrow{E''_3} \right) b$	21 – 25	$a \left(\overrightarrow{E'_1} R_1 C_1 + \overrightarrow{E'_2} R_2 \overrightarrow{E''_2} + L_3 \overrightarrow{E'_3} C_3 \right) b$	26 – 30	$a \left(\overrightarrow{E'_1} L_1 \overrightarrow{E''_1} + \overrightarrow{E'_2} R_2 L_2 + \overrightarrow{E'_3} C_3 \overrightarrow{E''_3} \right) b$	31 – 35	$a \left(\overrightarrow{E'_1} R_1 \overrightarrow{E''_1} + R_2 C_2 \overrightarrow{E'_2} + \overrightarrow{E'_3} C_3 R_3 \right) b$	36 – 40	$a \left(L_1 C_1 + \overrightarrow{E'_2} R_2 L_2 \overrightarrow{E''_2} + \overrightarrow{E'_3} R_3 \right) b$	41 – 45	$a \left(R_1 L_1 \overrightarrow{E'_1} + R_2 L_2 C_2 + \overrightarrow{E'_3} C_3 \overrightarrow{E''_3} \right) b$	46 – 50	$a \left(C_1 \overrightarrow{E'_1} \overrightarrow{E''_1} + \overrightarrow{E'_2} L_2 \overrightarrow{E''_2} + R_3 L_3 \right) b$	51 – 55	$a \left(L_1 \overrightarrow{E'_1} \overrightarrow{E''_1} + R_2 C_2 + R_3 L_3 \overrightarrow{E'_3} \right) b$	56 – 60	$a \left(R_1 \overrightarrow{E'_1} C_1 + R_2 L_2 \overrightarrow{E'_2} + C_3 \overrightarrow{E'_3} \right) b$	61 – 65	$a \left(R_1 \overrightarrow{E'_1} C_1 + \overrightarrow{E'_2} L_2 \overrightarrow{E''_2} + L_3 C_3 \overrightarrow{E'_3} \right) b$	66 – 70	$a \left(L_1 \overrightarrow{E'_1} R_1 + R_2 C_2 \overrightarrow{E'_2} + R_3 L_3 \overrightarrow{E'_3} \right) b$	71 – 75	$a \left(L_1 \overrightarrow{E'_1} R_1 \overrightarrow{E''_1} + C_2 \overrightarrow{E'_2} \overrightarrow{E''_2} + L_3 R_3 \right) b$	76 – 80	$a \left(\overrightarrow{E'_1} R_1 \overrightarrow{E''_1} + R_2 L_2 + \overrightarrow{E'_3} R_3 C_3 \overrightarrow{E''_3} \right) b$	81 – 85	$a \left(\overrightarrow{E'_1} L_1 \overrightarrow{E''_1} + L_2 C_2 + \overrightarrow{E'_3} R_3 C_3 \right) b$	86 – 90	$a \left(L_1 \overrightarrow{E'_1} C_1 + L_2 C_2 R_2 + \overrightarrow{E'_3} R_3 \overrightarrow{E''_3} \right) b$	91 – 95	$a \left(C_1 R_1 \overrightarrow{E'_1} + \overrightarrow{E'_2} L_2 \overrightarrow{E''_2} + \overrightarrow{E'_3} L_3 C_3 \right) b$	96 – 100	$a \left(\overrightarrow{E'_1} \overrightarrow{E''_1} L_1 + R_2 L_2 C_2 \overrightarrow{E'_2} + \overrightarrow{E'_3} C_3 \overrightarrow{E''_3} \right) b$
Номер варианта	Схема электрической цепи																																											
01 – 05	$a \left(\overrightarrow{E'_1} C_1 \overrightarrow{E''_1} + R_2 L_2 + \overrightarrow{E'_3} R_3 C_3 \right) b$																																											
06 – 10	$a \left(\overrightarrow{E'_1} R_2 L_2 + C_2 \overrightarrow{E'_2} + \overrightarrow{E'_3} L_3 R_3 \right) b$																																											
11 – 15	$a \left(R_1 L_1 C_1 + \overrightarrow{E'_2} L_2 C_2 + \overrightarrow{E'_3} R_3 \overrightarrow{E''_3} \right) b$																																											
16 – 20	$a \left(L_1 \overrightarrow{E'_1} C_1 + R_2 L_2 \overrightarrow{E'_2} + \overrightarrow{E'_3} C_3 R_3 \overrightarrow{E''_3} \right) b$																																											
21 – 25	$a \left(\overrightarrow{E'_1} R_1 C_1 + \overrightarrow{E'_2} R_2 \overrightarrow{E''_2} + L_3 \overrightarrow{E'_3} C_3 \right) b$																																											
26 – 30	$a \left(\overrightarrow{E'_1} L_1 \overrightarrow{E''_1} + \overrightarrow{E'_2} R_2 L_2 + \overrightarrow{E'_3} C_3 \overrightarrow{E''_3} \right) b$																																											
31 – 35	$a \left(\overrightarrow{E'_1} R_1 \overrightarrow{E''_1} + R_2 C_2 \overrightarrow{E'_2} + \overrightarrow{E'_3} C_3 R_3 \right) b$																																											
36 – 40	$a \left(L_1 C_1 + \overrightarrow{E'_2} R_2 L_2 \overrightarrow{E''_2} + \overrightarrow{E'_3} R_3 \right) b$																																											
41 – 45	$a \left(R_1 L_1 \overrightarrow{E'_1} + R_2 L_2 C_2 + \overrightarrow{E'_3} C_3 \overrightarrow{E''_3} \right) b$																																											
46 – 50	$a \left(C_1 \overrightarrow{E'_1} \overrightarrow{E''_1} + \overrightarrow{E'_2} L_2 \overrightarrow{E''_2} + R_3 L_3 \right) b$																																											
51 – 55	$a \left(L_1 \overrightarrow{E'_1} \overrightarrow{E''_1} + R_2 C_2 + R_3 L_3 \overrightarrow{E'_3} \right) b$																																											
56 – 60	$a \left(R_1 \overrightarrow{E'_1} C_1 + R_2 L_2 \overrightarrow{E'_2} + C_3 \overrightarrow{E'_3} \right) b$																																											
61 – 65	$a \left(R_1 \overrightarrow{E'_1} C_1 + \overrightarrow{E'_2} L_2 \overrightarrow{E''_2} + L_3 C_3 \overrightarrow{E'_3} \right) b$																																											
66 – 70	$a \left(L_1 \overrightarrow{E'_1} R_1 + R_2 C_2 \overrightarrow{E'_2} + R_3 L_3 \overrightarrow{E'_3} \right) b$																																											
71 – 75	$a \left(L_1 \overrightarrow{E'_1} R_1 \overrightarrow{E''_1} + C_2 \overrightarrow{E'_2} \overrightarrow{E''_2} + L_3 R_3 \right) b$																																											
76 – 80	$a \left(\overrightarrow{E'_1} R_1 \overrightarrow{E''_1} + R_2 L_2 + \overrightarrow{E'_3} R_3 C_3 \overrightarrow{E''_3} \right) b$																																											
81 – 85	$a \left(\overrightarrow{E'_1} L_1 \overrightarrow{E''_1} + L_2 C_2 + \overrightarrow{E'_3} R_3 C_3 \right) b$																																											
86 – 90	$a \left(L_1 \overrightarrow{E'_1} C_1 + L_2 C_2 R_2 + \overrightarrow{E'_3} R_3 \overrightarrow{E''_3} \right) b$																																											
91 – 95	$a \left(C_1 R_1 \overrightarrow{E'_1} + \overrightarrow{E'_2} L_2 \overrightarrow{E''_2} + \overrightarrow{E'_3} L_3 C_3 \right) b$																																											
96 – 100	$a \left(\overrightarrow{E'_1} \overrightarrow{E''_1} L_1 + R_2 L_2 C_2 \overrightarrow{E'_2} + \overrightarrow{E'_3} C_3 \overrightarrow{E''_3} \right) b$																																											
		Численные значения параметров элементов схемы																																										
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th data-bbox="469 1928 635 1962">Вариант</th> <th data-bbox="635 1928 801 1962">1</th> <th data-bbox="801 1928 967 1962">2</th> <th data-bbox="967 1928 1133 1962">3</th> <th data-bbox="1133 1928 1299 1962">4</th> <th data-bbox="1299 1928 1453 1962">5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="469 1962 635 1995">L₁, мГн</td> <td data-bbox="635 1962 801 1995">6</td> <td data-bbox="801 1962 967 1995">7</td> <td data-bbox="967 1962 1133 1995">5</td> <td data-bbox="1133 1962 1299 1995">4</td> <td data-bbox="1299 1962 1453 1995">8</td> </tr> <tr> <td data-bbox="469 1995 635 2029">L₂, мГн</td> <td data-bbox="635 1995 801 2029">5</td> <td data-bbox="801 1995 967 2029">10</td> <td data-bbox="967 1995 1133 2029">10</td> <td data-bbox="1133 1995 1299 2029">12</td> <td data-bbox="1299 1995 1453 2029">20</td> </tr> <tr> <td data-bbox="469 2029 635 2063">L₃, мГн</td> <td data-bbox="635 2029 801 2063">6</td> <td data-bbox="801 2029 967 2063">7</td> <td data-bbox="967 2029 1133 2063">5</td> <td data-bbox="1133 2029 1299 2063">4</td> <td data-bbox="1299 2029 1453 2063">8</td> </tr> <tr> <td data-bbox="469 2063 635 2116">C₁, мкФ</td> <td data-bbox="635 2063 801 2116">10</td> <td data-bbox="801 2063 967 2116">5</td> <td data-bbox="967 2063 1133 2116">7</td> <td data-bbox="1133 2063 1299 2116">6</td> <td data-bbox="1299 2063 1453 2116">8</td> </tr> </tbody> </table>	Вариант	1	2	3	4	5	L ₁ , мГн	6	7	5	4	8	L ₂ , мГн	5	10	10	12	20	L ₃ , мГн	6	7	5	4	8	C ₁ , мкФ	10	5	7	6	8												
Вариант	1	2	3	4	5																																							
L ₁ , мГн	6	7	5	4	8																																							
L ₂ , мГн	5	10	10	12	20																																							
L ₃ , мГн	6	7	5	4	8																																							
C ₁ , мкФ	10	5	7	6	8																																							

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы					
		C_2 , мкФ	7	10	6	5	7
		C_3 , мкФ	10	5	7	6	8
		R_1 , Ом	30	20	40	60	50
		R_2 , Ом	10	5	20	40	10
		R_3 , Ом	50	80	40	70	60
		\dot{E}'_1 , В	$10e^{j60^\circ}$	$14e^{j45^\circ}$	$80e^{j0^\circ}$	$25e^{j45^\circ}$	$16e^{j0^\circ}$
		\dot{E}''_1 , В	$16e^{j90^\circ}$	$20e^{j0^\circ}$	$16e^{j30^\circ}$	$100e^{j60^\circ}$	$50e^{j45^\circ}$
		\dot{E}'_2 , В	$20e^{j0^\circ}$	$10e^{j60^\circ}$	$75e^{j0^\circ}$	$75e^{j0^\circ}$	$50e^{j30^\circ}$
		\dot{E}''_2 , В	$30e^{j0^\circ}$	$50e^{j30^\circ}$	$80e^{j0^\circ}$	$25e^{j45^\circ}$	$16e^{j0^\circ}$
		\dot{E}'_3 , В	$50e^{j30^\circ}$	$50e^{j0^\circ}$	$25e^{j45^\circ}$	$14e^{j45^\circ}$	$10e^{j60^\circ}$
		\dot{E}''_3 , В	$50e^{j0^\circ}$	$16e^{j90^\circ}$	$50e^{j60^\circ}$	$60e^{j0^\circ}$	$20e^{j0^\circ}$
		f , Гц	50	50	50	50	50
4.	Определение параметров и исследование режимов работы трехфазной электрической цепи при соединении потребителей звездой.	<p>1. Почему наибольшее распространение в электроэнергетике получили трехфазные электрические цепи?</p> <p>2. Запишите уравнения трехфазной системы ЭДС во временной и комплексной форме.</p> <p>3. Начертите схему соединения потребителей звездой. Как согласно нормативам, обозначаются фазные проводники?</p> <p>4. Какая нагрузка называется симметричной, равномерной и несимметричной? Что понимается под симметричной трехфазной системой ЭДС?</p> <p>5. Какие напряжения и токи называются линейными и фазными? Каковы соотношения между ними при соединении звездой?</p> <p>6. Начертите векторные диаграммы напряжений и токов при соединении звездой в случае симметричной нагрузки.</p> <p>7. Начертите векторные диаграммы токов и напряжений при соединении звездой в случае несимметричной нагрузки.</p> <p>8. Какова роль нейтрального провода при соединении нагрузки звездой?</p> <p>9. Как рассчитываются токи в фазах при несимметричной нагрузке, соединенной звездой без нейтрального провода?</p>					
5.	Исследование режимов работы и методов расчетов нелинейных цепей постоянного тока.	<p>1. Начертите прямую ветвь вольт-амперной характеристики диода. Опишите ее.</p> <p>2. Что такое потенциальный барьер в p-n переходе? Отчего он возникает?</p> <p>3. Начертите обратную ветвь вольт-амперной характеристики диода. Объясните ее.</p> <p>4. Опишите особенности полупроводников p-типа.</p> <p>5. Опишите особенности полупроводников n-типа.</p> <p>6. Какие виды пробоев p-n перехода Вам известны?</p> <p>7. Опишите принцип действия стабилитрона.</p> <p>8. Приведите пример использования диодов.</p> <p>9. Начертите схему однополупериодного выпрямителя. Опишите ее работу.</p> <p>10. Начертите схему двухполупериодного выпрямителя. Опишите ее работу.</p>					
6.	Исследование параметров и	<p>1. Каково назначение элементов усилителя?</p> <p>2. Что такое области активного усиления, насыщения и отсечки?</p>					

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
	характеристик усилителя без обратной и с обратной связью	3. Что называется амплитудной характеристикой усилителя, как снять её экспериментально? 4. Что называется амплитудно-частотной характеристикой усилителя, как снять её экспериментально? 5. Как влияет сопротивление нагрузки на K_i ? 6. Как экспериментально снять зависимость K_U , $R_{\text{вых}}$ от R_H ? 7. Как экспериментально измерить выходное сопротивление усилительного каскада?
7.	Исследование тиристорных усилителей	1. Назначение элементов схемы. 2. Работа схемы мостового выпрямителя. 3. Пояснить, почему изменяются показания вольтметров V_1 и V_2 при включении и выключении тиристора. 4. Структура тиристора. 5. Начертите вольт-амперную характеристику динистора и поясните ее. 6. Начертите вольт-амперную характеристику симистора и поясните ее. 7. Приведите условные графические обозначения тиристоров.
8.	Исследование операционных усилителей	1. Что такое операционный усилитель? 2. Что такое амплитудная характеристика? 3. Зарисуйте АЧХ неинвертирующего операционного усилителя? 4. Что такое дрейф нуля? 5. Какие каскады используются в основе операционного усилителя? 6. Приведите схемы инвертирующего операционного усилителя. 7. Приведите АЧХ инвертирующего операционного усилителя. 8. В чем разница между инвертирующим и неинвертирующим входом операционного усилителя? 9. Приведите схему неинвертирующего операционного усилителя. 10. Запишите связь между входным и выходным напряжением. 11. Как сбалансировать дифференциальный усилитель? 12. Что такое коэффициент ослабления синфазного сигнала? 13. Приведите схему включения операционного усилителя в режиме дифференциального усилителя.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, понятий, законов и методов расчета линейных электрических цепи постоянного тока и переменного синусоидального тока, трехфазных цепей переменного тока
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Выбор метода расчета электрической цепи на основе анализа

	принципиальной электрической схемы
	Расчет электрической цепи выбранным методом
	Проверка правильности расчета электрической цепи, анализ полученных результатов
Навыки	Сборка электрической цепи, руководствуясь принципиальными электрическими схемами.
	Выбор технических средств, проведение измерений электрических величин, анализ полученных результатов

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	не зачтено	зачтено
Знание терминов, понятий, законов и методов расчета линейных электрические цепи постоянного тока и переменного синусоидального тока, трехфазных цепей переменного тока	Недостаточный уровень знаний терминов, определений, понятий; незнание существующих методов расчета линейных электрические цепи постоянного тока и переменного синусоидального тока, трехфазных цепей переменного тока	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок. перечисляет все изученные методы расчета электрические цепи постоянного тока и переменного синусоидального тока, трехфазных цепей переменного тока
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Отвечает на дополнительные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Не системно излагает материал, не подтверждает теоретические сведения математическими выражениями, графиками	Излагает в логической последовательности, подтверждает теоретические сведения математическими выражениями,

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	не зачтено	зачтено
Выбор метода расчета электрической цепи на основе анализа принципиальной электрической схемы	Не умеет выбирать метод расчета электрической цепи, не умеет анализировать принципиальную электрическую схему	Анализирует принципиальную электрическую схему и выбирает наиболее удобный для поставленной задачи метод расчета электрической цепи постоянного и переменного тока
Расчет электрической цепи выбранным методом	Не умеет выполнять расчет токов в ветвях электрических цепей постоянного и переменного тока ни одним из методов; не умеет рассчитывать трехфазные электрической цепи при различном характере нагрузки в нормальном и аварийном режимах	Выполняет расчет токов в ветвях электрических цепей постоянного и переменного тока выбранным методом; умеет рассчитывать трехфазные электрические цепи при различном характере нагрузки в нормальном и аварийном режимах
Проверка правильности расчета электрической цепи, анализ полученных результатов	Не знает способов проверки правильности расчета электрической цепи, не способен анализировать	Выполняет проверку правильности расчета электрической цепи, составляет баланс мощности для цепей постоянного и переменного

	полученные результаты и выявлять ошибки в расчетах	тока, анализирует полученные результаты, определяет погрешность расчетов
--	--	--

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	не зачтено	зачтено
Сборка электрической цепи, руководствуясь принципиальными электрическими схемами.	Не знает условных обозначений элементов электрических цепей, не умеет читать принципиальные схемы, не имеет навыка сборки электрических цепей	Без труда читает принципиальные электрические схемы, без труда выполняет сборку электрических цепей, проверяет их работоспособность
Выбор технических средств, проведение измерений электрических величин, анализ полученных результатов	Не знает особенностей технических средств измерения электрических величин, не умеет выбирать и подключать электроизмерительные приборы	Знает особенности технических средств измерения электрических величин, владеет навыками применения электроизмерительных приборов; умеет анализировать полученные результаты измерений и сопоставлять их с расчетными значениями

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук
2	Учебная аудитория для проведения лабораторных работ, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации	Специализированная мебель. Специализированная лаборатория электротехники и электроники, оснащенная универсальными лабораторными стендами НТЦ «Центр» - «Электротехника и основы электроники», универсальные учебные стенды по электротехнике и основам электроники НТЦ – 01.00.000. Специализированное оборудование: , осциллографы: GOS-620, GRS-6052A, цифровые вольтметры: В7-38, Э515 №53909, цифровые мультиметры М890D, амперметры Э525, Э514, генераторы ГЗ-112/1, ГЗ-102, усилители: ГЗ112/1, информационные стенды, комплекты соединительных проводов
3	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.

4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Батура М.П. Теория электрических цепей [Электронный ресурс] : учебник / М.П. Батура, А.П. Кузнецов, А.П. Курулев. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Вышэйшая школа, 2015. — 607 с. — 978-985-06-2562-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52136.html>

2. Белоусов А.В. Электротехника и электроника [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Белоусов. — Электрон. текстовые данные. — Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2015. — 185 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66690.html>

3. Теоретические основы электротехники. Часть 1. Установившиеся режимы в линейных электрических цепях [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.М. Дмитриев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2015. — 189 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72189.html>

4. Расчет разветвленной электрической цепи синусоидального тока с несколькими источниками ЭДС в установившемся режиме: методические указания к выполнению расчетно-графической работы по дисциплине общая электротехника и электроника/ сост.: А.С. Солдатенков, О.В. Паращук. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. – 99 с.

5. Алиев И.И. Электротехника и электрооборудование [Электронный ресурс] : справочник. Учебное пособие для вузов / И.И. Алиев. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2014. — 1199 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9654.html>

6. Быковская Л.В. Трёхфазные цепи [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.В. Быковская, Н.Ю. Ушакова. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 112 с. — 978-5-7410-1214-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52337.html>

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Единое окно доступа к информационным ресурсам. Теоретическая электротехника [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://window.edu.ru/catalog/resources?p_rubr=2.2.75.30.7. – Заглавие с экрана.

2. Электрик-PRO. Информационный ресурс посвящённый теме электричества, электрической энергии, профессии электрика, электротехнике и

т.п. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elektrikpro.ru/index.php> – Заглавие с экрана.

3. Электрик-Инфо [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://elektrik.info/> – Заглавие с экрана.

4. Онлайн Электрик [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://online-electric.ru> – Заглавие с экрана.

5. ВЕСТИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://vesti.energy-journals.ru/> – Заглавие с экрана.

6. Промышленная энергетика [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.promen.energy-journals.ru/index.php/PROMEN> – Заглавие с экрана.

7. Энергетик [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://energy-journals.ru/journals/energetik/> – Заглавие с экрана.

8. Интеллектуальный центр - научная библиотека им. Е.И. Овсянкина [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://library.narfu.ru/rus/EResources/predmet-ukaz-el-res/Pages/elektroenergetika.aspx> – Заглавие с экрана.

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20____ /20____ учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями

Протокол № _____ заседания кафедры от «__» _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО