

МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ
И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Северо-Кавказский филиал
ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Московский технический университет связи и информатики»

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора по УР
Н.А. Андреева
«31» 03 2025 г.

Б1.О.18 Основы компьютерного анализа электрических цепей рабочая программа дисциплины

Кафедра	Общенаучной подготовки
Направление подготовки	11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
Профиль:	Инфокоммуникационные системы и сети
	Защищенные инфокоммуникационные системы
Формы обучения	очная, очно-заочная, заочная

Распределение часов дисциплины по семестрам (для очной и очно-заочной форм обучения (ОФО и ОЗФО)), курсам (для заочной формы обучения (ЗФО))

Вид учебной работы	ОФО		ЗФО		ОЗФО	
	ЗЕ	часов/сем.	ЗЕ	часов/курс	ЗЕ	часов/сем.
Общая трудоемкость дисциплины, в том числе (по семестрам, курсам):	3	108/3	1/1 2/2	108/2	3	108/3
Контактная работа, в том числе (по семестрам, курсам):		52/3		12/2		22/3
Лекции		16/3		4/2		6/3
Лабораторных работ		18/3		4/2		8/3
Практических занятий		18/3		4/2		8/3
Семинаров						
Самостоятельная работа		56/3		96/2		86/3
Контроль						
Число контрольных работ (по семестрам, курсам)				1/2		1/3
Число КР (по семестрам, курсам)						
Число КП (по семестрам, курсам)						
Число зачетов с разбивкой (по семестрам, курсам)		1/3		1/2		1/3
Число экзаменов с разбивкой (по семестрам, курсам)						

Программу составил:

Доцент кафедры ОНП к.ф.-м.н., доцент Бородин А.В.

Рабочая программа дисциплины

Основы компьютерного анализа электрических цепей

Разработана в соответствии с ФГОС ВО

направления подготовки 11.03.02 ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ СВЯЗИ, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. N 930.

Составлена на основании учебных планов

направления 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профили «Инфокоммуникационные системы и сети», «Защищенные инфокоммуникационные системы», одобренных Учёным советом СКФ МТУСИ, протокол № 8 от 31.03.2025 г., и утвержденных директором СКФ МТУСИ 31.03.2025г.

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

Общенаучной подготовки

Протокол от «31» 03 2025 г. № 8

И.о. зав. кафедрой  Денисов Е.А.

1. Цели изучения дисциплины

Целями изучения дисциплины «Основы компьютерного анализа электрических цепей» является овладение современными методами анализа, синтеза и расчета электрических цепей, методами моделирования и исследования различных режимов электрических цепей на персональных компьютерах.

2. Планируемые результаты обучения

Изучение дисциплины направлено на формирование у выпускника способности решать профессиональные задачи в соответствии с *технологической деятельностью*.

Результатом освоения дисциплины являются сформированные у выпускника следующие компетенции:

Компетенции выпускника, формируемые в результате освоения дисциплины (в части, обеспечиваемой дисциплиной)	
ОПК-4: способность понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	
Знать:	
Основные законы электротехники и принципы работы современных информационных технологий.	
Уметь:	
Использовать принципы работы современных информационных технологий при решении задач электрических цепей.	
Владеть:	
Навыками выбора оптимальной структуры проведения инструментальных измерений в области электротехники и обработки полученных экспериментальных данных.	

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Требования к предварительной подготовке обучающегося (предшествующие дисциплины, модули, темы):	
1.	Высшая математика. Б1.О.04
2.	Физика. Б1.О.07
3.	Теоретические основы электротехники Б1.О.12
Последующие дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо:	
1.	Электроника Б1.О.21
2.	Схемотехника Б1.О.23

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Очная форма обучения, 4 года (всего 108 часов, 52 аудиторных часа)

Код зан.	Тема и краткое содержание занятия	Вид зан.	Кол. часов	Компетенции	УМИО
1	2	3	4	5	6
Курс 2, Семестр 3					
Модуль 1. Электрические цепи постоянного и переменного тока – 26(8+10+8) часов контактной работы, 28 часов СР					
1.1	Понятие о модели. Моделирование. Алгоритмическое	Лек.	2	ОПК-4	Л1.1

	(математическое) моделирование. Вычислительный эксперимент. Физическое моделирование. Проверка адекватности модели. Использование информационных технологий для моделирования.				
1.2	Основные методы расчета электрических цепей. Проверка баланса мощностей в цепи постоянного тока.	Лек.	2	ОПК-4	Л1.1
1.3	Модели и моделирование. Основные методы расчета электрических цепей. Проверка баланса мощностей в цепи постоянного тока.	СРС	12	ОПК-4	Л1.1
1.4	Расчет электрических цепей постоянного тока различными методами.	ПЗ	4	ОПК-4	Л2.1 Л3.1
1.5	Цепи переменного тока. Символический метод представления схемных и режимных параметров электрической цепи переменного тока. Методы расчета цепей переменного тока в комплексной форме. Энергетические расчеты.	Лек.	2	ОПК-4	Л1.1
1.6	Теория четырёхполюсников. Уравнения передачи четырёхполюсников. Каскадное, последовательное и параллельное соединения четырёхполюсников. Понятие о характеристических и рабочих параметрах четырёхполюсников.	Лек.	2	ОПК-4	Л1.1
1.7	Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме. Представление режимных и схемных параметров электрической цепи переменного тока в комплексной форме. Применение символического метода при расчете режима гармонических колебаний в цепях переменного тока.	СРС	12	ОПК-4	Л1.1
1.8	Расчет разветвленных электрических цепей переменного тока.	ПЗ	2	ОПК-4	Л2.1 Л3.1
1.9	Уравнения передачи четырёхполюсников в системах А, В, Z, Y, Н- параметров. Выражение входного сопротивления и передаточной функции через А-параметры.	ПЗ	4	ОПК-4	Л2.1 Л3.1
1.10	Мощности в цепях переменного тока, их расчет и проверка баланса мощностей. Уравнения передачи четырёхполюсников.	СРС	4	ОПК-4	Л1.1
1.11	Сборка простейших виртуальных электрических схем. Моделирование и расчет электрических цепей постоянного тока с использованием компьютерного анализа.	ЛР	4	ОПК-4	Л3.1
1.12	Моделирование и расчет сложных электрических цепей постоянного тока методом контурных токов.	ЛР	4	ОПК-4	Л3.1
Модуль 2. Переходные процессы и характеристики электрической цепи – 26(8+8+10)часов контактной работы, 28 часов СР					
2.1	Анализ переходных процессов в электрической цепи. Классический метод расчета переходного процесса в электрической цепи. Операторный метод расчета переходного процесса в электрической цепи. Спектральный метод расчета переходного процесса в электрической цепи.	Лек.	4	ОПК-4	Л2.1
2.2	Особенности применения классического метода расчета переходного процесса для цепей различного порядка.	СРС	4	ОПК-4	Л1.1

2.3	Расчет переходных процессов в цепях первого и второго порядков.	ПЗ	4	ОПК-4	Л2.1 Л3.1
2.4	Применение операторного метода для расчета переходного процесса в электрической цепи.	ПЗ	4	ОПК-4	Л2.1 Л3.1
2.5	Особенности использования операторного метода расчета переходного процесса в электрических цепях различного порядка. Особенности использования ряда Фурье для получения спектров периодической негармонической функции. Расчет спектров периодических негармонических сигналов.	СРС	12	ОПК-4	Л1.1
2.6	Моделирование и расчет сложных электрических цепей постоянного тока методом наложения и методом эквивалентного генератора.	ЛР	4	ОПК-4	Л3.1
2.7	Временные и частотные характеристики электрических цепей. Переходная и импульсная характеристики электрической цепи. Входные и передаточные характеристики электрической цепи.	Лек.	4	ОПК-4	Л1.1
2.8	Моделирование и расчет переходных процессов в электрических цепях первого порядка.	ЛР	2	ОПК-4	Л3.1
2.9	Моделирование и расчет переходных процессов в электрических цепях второго порядка.	ЛР	4	ОПК-4	Л3.1
2.10	Основные временные характеристики электрической цепи и методы их получения. Входные частотные характеристики электрической цепи переменного тока и методы их получения. Передаточные характеристики электрической цепи и методы их получения.	СРС	12	ОПК-4	Л1.1 Л2.1
Зачет					
Итого 108 часов					

4.2 Заочная форма обучения, 4 года 8 мес. (всего 108 часов, 12 часов)

Код зан.	Тема и краткое содержание занятия	Вид зан.	Кол. часов	Компетенции	УМИ О
Курс 2					
Модуль 1. Электрические цепи постоянного и переменного тока – 6(2+2+2)часов контактной работы, 48 часов СР					
1.1	Понятие о модели. Моделирование. Алгоритмическое (математическое) моделирование. Вычислительный эксперимент. Физическое моделирование. Проверка адекватности модели. Использование информационных технологий для моделирования.	Лек.	2	ОПК-4	Л1.1 Л2.1
1.2	Сборка простейших виртуальных электрических схем. Моделирование и расчет электрических цепей постоянного тока.	ЛР	2	ОПК-4	Л3.1
1.3	Расчет электрических цепей постоянного тока различными методами.	ПЗ	2	ОПК-4	Л2.1 Л3.1
1.4	Модели и моделирование. Основные методы расчета электрических цепей. Проверка баланса мощностей в цепи постоянного тока. Расчет электрических цепей постоянного тока различными методами. Цепи переменного тока. Символический метод представления схемных и режимных параметров элек-	СРС	48	ОПК-4	Л1.1 Л2.1

	трической цепи переменного тока. Методы расчета цепей переменного тока в комплексной форме. Энергетические расчеты. Баланс мощностей. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме. Представление режимных и схемных параметров электрической цепи переменного тока в комплексной форме. Применение символического метода при расчете режима гармонических колебаний в цепях переменного тока. Теория четырехполюсников. Уравнения передачи четырехполюсников. Каскадное, последовательное и параллельное соединения четырехполюсников. Понятие о характеристических и рабочих параметрах четырехполюсников. Расчет разветвленных электрических цепей переменного тока. Мощности в цепях переменного тока, их расчет и проверка баланса мощностей. Сборка простейших виртуальных электрических схем. Моделирование и расчет электрических цепей постоянного тока. Моделирование и расчет сложных электрических цепей постоянного тока методом контурных токов.				
Модуль 2. Переходные процессы и характеристики электрической цепи – 6(2+2+2)часов контактной работы, 48 часов СР					
2.1	Анализ переходных процессов в электрической цепи. Классический метод расчета переходного процесса в электрической цепи. Операторный метод расчета переходного процесса в электрической цепи. Спектральный метод расчета переходного процесса в электрической цепи.	Лек.	2	ОПК-4	Л2.1
2.2	Применение операторного метода для расчета переходного процесса в электрической цепи.	ПЗ	2	ОПК-4	Л2.1 Л3.1
2.3	Моделирование и расчет сложных электрических цепей постоянного тока методом наложения.	ЛР	2	ОПК-4	Л3.1
2.4	Особенности применения классического метода расчета переходного процесса для цепей различного порядка. Расчет переходных процессов в цепях первого и второго порядков. Применение операторного метода для расчета переходного процесса в электрической цепи. Особенности использования ряда Фурье для получения спектров периодической негармонической функции. Расчет спектров периодических негармонических сигналов. Временные и частотные характеристики электрических цепей. Моделирование и расчет сложных электрических цепей постоянного тока методом эквивалентного генератора. Исследование переходных процессов в электрических цепях второго порядка. Основные временные характеристики электрической цепи и методы их получения. Входные частотные характеристики электрической цепи переменного тока и методы их получения. Передаточные характеристики электрической цепи и методы их получения. Выполнение контрольной работы.	СРС	42	ОПК-4	Л1.1 Л2.1 Л3.1
2.5	Выполнение контрольной работы.	СРС	6	ОПК-4	Л1.1 Л2.1 Л3.1
Зачет					
Итого 108 часов					

4.3 Очно-заочная форма обучения, 4 года 8 мес. (всего 108 часа, 22 часа аудиторных занятий)

Код зан.	Тема и краткое содержание занятия	Вид зан.	Кол. часов	Компетенции	УМИО
Курс 2					
Модуль 1. Электрические цепи постоянного и переменного тока – 10(2+4+4) часов контактной работы, 44 часов СР					
1.1	Понятие о модели. Моделирование. Алгоритмическое (математическое) моделирование. Вычислительный эксперимент. Физическое моделирование. Проверка адекватности модели. Использование информационных технологий для моделирования.	Лек.	2	ОПК-4	Л1.1 Л2.1
1.2	Сборка простейших виртуальных электрических схем. Моделирование и расчет электрических цепей постоянного тока.	ЛР	4	ОПК-4	Л3.1
1.3	Расчет электрических цепей постоянного тока различными методами.	ПЗ	4	ОПК-4	Л2.1 Л3.1
1.4	Модели и моделирование. Основные методы расчета электрических цепей. Проверка баланса мощностей в цепи постоянного тока. Расчет электрических цепей постоянного тока различными методами. Цепи переменного тока. Символический метод представления схемных и режимных параметров электрической цепи переменного тока. Методы расчета цепей переменного тока в комплексной форме. Энергетические расчеты. Баланс мощностей. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме. Представление режимных и схемных параметров электрической цепи переменного тока в комплексной форме. Применение символического метода при расчете режима гармонических колебаний в цепях переменного тока. Теория четырёхполюсников. Уравнения передачи четырёхполюсников. Каскадное, последовательное и параллельное соединения четырёхполюсников. Понятие о характеристических и рабочих параметрах четырёхполюсников. Расчет разветвленных электрических цепей переменного тока. Мощности в цепях переменного тока, их расчет и проверка баланса мощностей. Сборка простейших виртуальных электрических схем. Моделирование и расчет электрических цепей постоянного тока. Моделирование и расчет сложных электрических цепей постоянного тока методом контурных токов.	СРС	44	ОПК-4	Л1.1 Л2.1
Модуль 2. Переходные процессы и характеристики электрической цепи – 12(4+4+4) часов контактной работы, 42 часов СР					
2.1	Анализ переходных процессов в электрической цепи. Классический метод расчета переходного процесса в электрической цепи. Операторный метод расчета переходного процесса в электрической цепи. Спектральный метод расчета переходного процесса в электрической цепи.	Лек.	4	ОПК-4	Л2.1
2.2	Применение операторного метода для расчета переходного процесса в электрической цепи.	ПЗ	4	ОПК-4	Л2.1 Л3.1

2.3	Моделирование и расчет сложных электрических цепей постоянного тока методом наложения.	ЛР	4	ОПК-4	ЛЗ.1
2.4	Особенности применения классического метода расчета переходного процесса для цепей различного порядка. Расчет переходных процессов в цепях первого и второго порядков. Применение операторного метода для расчета переходного процесса в электрической цепи. Особенности использования операторного метода расчета переходного процесса в электрических цепях различного порядка. Особенности использования ряда Фурье для получения спектров периодической негармонической функции. Расчет спектров периодических негармонических сигналов. Временные и частотные характеристики электрических цепей. Моделирование и расчет сложных электрических цепей постоянного тока методом эквивалентного генератора. Исследование переходных процессов в электрических цепях второго порядка. Основные временные характеристики электрической цепи и методы их получения. Входные частотные характеристики электрической цепи переменного тока и методы их получения. Передаточные характеристики электрической цепи и методы их получения. Выполнение контрольной работы.	СРС	36	ОПК-4	Л1.1
2.5	Выполнение контрольной работы.	СРС	6	ОПК-4	Л1.1 Л2.1 ЛЗ.1
Зачет					
Итого 108 часов					

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1 Рекомендуемая литература				
5.1.1. Основная литература				
Код	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Кол.
Л1.1	Бакалов В.П., Крук Б.И.	Теория электрических цепей. Учебное пособие.	Москва: Горячая линия - Телеком, 2023	Э1
5.1.2 Дополнительная литература				
Код	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Кол.
Л2.1	Смирнов Н. И., Фриск В. В.	Теория электрических цепей. Учебное пособие.	Москва: Горячая линия - Телеком, 2020	Э2
5.1.3 Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся				
Код	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Кол.
ЛЗ.1	Шестеркин А.Н.	Введение в электротехнику. Элементы и устройства вычислительной техники	Москва: Горячая линия - Телеком, 2018	Э3
5.2 Электронные образовательные ресурсы				
Э1	https://elibrn.mtu.ru/view.php?book_id=3802			

Э2	https://elib.mtuci.ru/view.php?book_id=4388
Э3	https://elib.mtuci.ru/view.php?book_id=3098
5.3 Информационно-справочные системы и профессиональные базы данных	
5.3.1	Консультант Плюс – https://www.consultant.ru/
5.3.2	Гарант – https://www.garant.ru/
5.3.2	Консорциум Кодекс – https://docs.cntd.ru/
5.3.3	Научная электронная библиотека – https://www.elibrary.ru/
5.3.4	Профессиональная база данных: Федеральный портал «Российское образование»: [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.edu.ru/ (открытый доступ)
5.4 Программное обеспечение	
СКФ МТУСИ обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:	
П1	ОС Microsoft Windows лицензионное ПО
П2	Kaspersky Endpoint Security
П3	Операционная система Linux – свободное ПО

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины	
6.1 МТО лекционных занятий	
1.	Лекционная аудитория, оснащенная проектором, ПК (ноутбуком), экраном.
6.2 МТО лабораторных работ и практических занятий	
1.	Учебные аудитории, оборудованные компьютерной техникой, с возможностью подключения к сети «Интернет», и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СКФ МТУСИ
6.3 МТО текущего контроля, промежуточной аттестации	
1.	Учебные аудитории, оборудованные компьютерной техникой, с возможностью подключения к сети «Интернет», и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СКФ МТУСИ
6.4 МТО самостоятельной работы обучающихся	
1.	Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СКФ МТУСИ

7. Оценочные материалы
Оценочные материалы и перечень видов оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в Приложении 1 к рабочей программе дисциплины.

8. Методические рекомендации по освоению дисциплины
Методические рекомендации по освоению дисциплины представлены в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины.

9. Особенности реализации дисциплины при обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Рабочая программа дисциплины при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме.

При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).

10. Дополнения и изменения в Рабочей программе

Лист актуализации рабочей программы дисциплины «Б1.О.18 Основы компьютерного анализа электрических цепей» рабочая программа дисциплины» для использования в 20___/20___ учебном году

Утверждаю

Зам. директора по УР _____
«___» _____ 20___ г.

Направление: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Профили: **Инфокоммуникационные системы и сети,**
Защищенные инфокоммуникационные системы

Форма обучения: очная, заочная, очно-заочная

(Возможны следующие варианты):

- а) Рабочая программа действует без изменений.
- б) В рабочую программу вносятся следующие изменения:
 - 1)
 - 2)
 - 3)

Разработчик (и): _____
«___» _____ 20___ г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры Общенаучной подготовки

Протокол № _____ от «___» _____ 20___ г.

Заведующий кафедрой _____

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

1.1 Шкала оценивания компетенций

Шкала оценивания компетенций		
Оценка	Уровень освоения компетенции	Критерии оценивания
«Отлично»	Высокий уровень	Обучающийся показывает всестороннее, систематическое и глубокое знание основного и дополнительного учебного материала, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой; усвоил основную и знаком с дополнительной рекомендованной литературой; может объяснить взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала.
«Хорошо»	Повышенный уровень	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний в пределах основного учебного материала, без существенных ошибок выполняет предусмотренные в программе задания; усвоил основную литературу, рекомендованную в программе; способен объяснить взаимосвязь основных понятий дисциплины при дополнительных вопросах преподавателя. Допускает не существенные погрешности в ответах, устраняет их без помощи преподавателя.
«Удовлетворительно»	Пороговый уровень	Обучающийся показывает знания основного учебного материала в минимальном объеме, необходимом для дальнейшей учебы; справляется с выполнением заданий, предусмотренных программой, допуская при этом большое количество не принципиальных ошибок; знаком с основной литературой, рекомендованной программой. Допускает существенные погрешности в ответах, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руко-

		водством преподавателя.
«Неудовлетворительно»	Минимальный уровень не достигнут	Обучающийся обнаруживает пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не знаком с рекомендованной литературой, не может исправить допущенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

1.2 Показатели, критерии и шкалы оценивания компетенций

Показатели компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
ОПК-4		
Знать:		
Основные законы электротехники и принципы работы современных информационных технологий.	Контрольная работа 1	Модуль 1 0÷20 «Неудовлетворительно» - 0–7 «Удовлетворительно» - 8–11 «Хорошо» - 12–16 «Отлично» - 17–20
	Контрольная работа 2	Модуль 2 0÷20 «Неудовлетворительно» - 0–7 «Удовлетворительно» - 8–11 «Хорошо» - 12–16 «Отлично» - 17–20
Уметь:		
Использовать принципы работы современных информационных технологий при решении задач электрических цепей.	Практическое занятие 1	Модуль 1 0÷5 «Неудовлетворительно» - 0–2 «Удовлетворительно» - 3 «Хорошо» - 4 «Отлично» - 5
	Практическое занятие 2	Модуль 1 0÷5 «Неудовлетворительно» - 0–2 «Удовлетворительно» - 3

		«Хорошо» - 4 «Отлично» - 5
	Практическое занятие 3	Модуль 1 0–5 «Неудовлетворительно» - 0–2 «Удовлетворительно» - 3 «Хорошо» - 4 «Отлично» - 5
	Практическое занятие 5	Модуль 2 0–7 «Неудовлетворительно» - 0–2 «Удовлетворительно» - 3-4 «Хорошо» - 5-6 «Отлично» - 7
	Практическое занятие 6	Модуль 2 0–8 «Неудовлетворительно» - 0–2 «Удовлетворительно» - 3-4 «Хорошо» - 5-6 «Отлично» - 7-8
Владеть:		
Навыками выбора оптимальной структуры проведения инструментальных измерений в области электротехники и обработки полученных экспериментальных данных.	Лабораторная работа 1	Модуль 1 0–7 «Неудовлетворительно» - 0–2 «Удовлетворительно» - 3-4 «Хорошо» - 5-6 «Отлично» - 7
	Лабораторная работа 2	Модуль 1 0–8 «Неудовлетворительно» - 0–2 «Удовлетворительно» - 3-4 «Хорошо» - 5-6 «Отлично» - 7-8
	Лабораторная работа 3	Модуль 2 0–5 «Неудовлетворительно» - 0–2 «Удовлетворительно» - 3 «Хорошо» - 4 «Отлично» - 5
	Лабораторная работа 4	Модуль 2 0–5

		«Неудовлетворительно» - 0–2 «Удовлетворительно» - 3 «Хорошо» - 4 «Отлично» - 5
	Лабораторная работа 5	Модуль 2 0–5 «Неудовлетворительно» - 0–2 «Удовлетворительно» - 3 «Хорошо» - 4 «Отлично» - 5
	Зачет	0–100 «Незачтено» - 0–40 «Зачтено» - 41–100

1.3 Оценочные материалы: типовые контрольные задания, иные материалы

1.3.1 Оценочные материалы для очной формы обучения

Модуль 1 (50 баллов):

Модуль содержит 4 лекционных занятий, 3 практических и 2 лабораторных занятия. Знание лекционного материала оценивается по контрольной работе, состоящей из двух вопросов, максимальное количество баллов за контрольную работу составляет 20. За выполненные и защищенные практические занятия студент получает максимум 15 баллов; за лабораторные работы - максимум 15 баллов. Общее максимальное количество баллов за модуль 1 составляет 50.

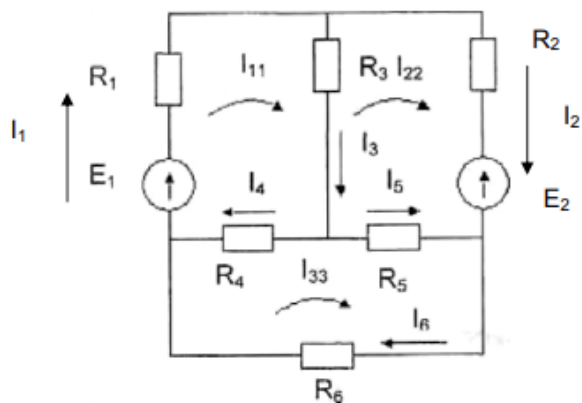
Вопросы для контрольной работы 1 (ОПК-4):

1. Понятие о модели. Моделирование.
2. Алгоритмическое (математическое) моделирование.
3. Вычислительный эксперимент.
4. Физическое моделирование.
5. Проверка адекватности модели.
6. Основные методы расчета электрических цепей.
7. Проверка баланса мощностей в цепи постоянного тока.
8. Цепи переменного тока.
9. Методы расчета цепей переменного тока в комплексной форме.
10. Теория четырёхполюсников. Уравнения передачи четырёхполюсников.
11. Каскадное, последовательное и параллельное соединения четырёхполюсников.
12. Понятие о характеристических и рабочих параметрах четырёхполюсников.

Практическое занятие №1. Расчет электрических цепей постоянного тока различными методами. (ОПК-4)

Задача 1.

Определите токи в ветвях схемы методом контурных токов



Дано:

$$\begin{aligned} R_1 &= 1 \text{ Ом} & R_6 &= 5 \text{ В} \\ R_2 &= 2 \text{ Ом} & E_1 &= 100 \text{ В} \\ R_3 &= 3 \text{ Ом} & E_2 &= 80 \text{ В} \\ R_4 &= 5 \text{ Ом} \\ R_5 &= 5 \text{ Ом} \end{aligned}$$

В исследуемой цепи – шесть ветвей и три независимых контура (типа ячеек). Произвольно выбираем направления токов. Уравнения метода контурных токов при трёх неизвестных имеют вид:

$$\begin{cases} R_{11} \cdot I_{11} + R_{12} \cdot I_{22} + R_{13} \cdot I_{33} = E_{11}; \\ R_{21} \cdot I_{11} + R_{22} \cdot I_{22} + R_{23} \cdot I_{33} = E_{22}; \\ R_{31} \cdot I_{11} + R_{32} \cdot I_{22} + R_{33} \cdot I_{33} = E_{33}. \end{cases}$$

В матричной форме

$$\begin{pmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I_{11} \\ I_{22} \\ I_{33} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E_{11} \\ E_{22} \\ E_{33} \end{pmatrix}$$

Подставляя числовые значения, находим:

1. Собственные сопротивления контуров:

$$\begin{aligned} R_{11} &= R_1 + R_3 + R_4 = 9 \text{ Ом}; \\ R_{22} &= R_3 + R_2 + R_5 = 10 \text{ Ом}; \\ R_{33} &= R_4 + R_5 + R_6 = 15 \text{ Ом}. \end{aligned}$$

2. Совместные сопротивления контуров:

$$\begin{aligned} R_{12} &= R_{21} = -R_3 = -3 \text{ Ом}; \\ R_{13} &= R_{31} = -R_4 = -5 \text{ Ом}; \\ R_{23} &= R_{32} = -R_5 = -5 \text{ Ом}. \end{aligned}$$

Совместное сопротивление двух контуров входит в уравнение со знаком минус, если направления контурных токов, проходящих по этому сопротивлению, противоположны, и со знаком плюс, если направления этих токов совпадают.

3. Контурные ЭДС:

$$E_{11} = E_1 = 100 \text{ В};$$

$$E_{22} = -E_2 = -80 \text{ В};$$

$$E_{33} = 0.$$

С учетом найденных значений система уравнений имеет вид:

$$\begin{cases} 9I_{11} - 3I_{22} - 5I_{33} = 100; \\ -3I_{11} + 10I_{22} - 5I_{33} = -80; \\ -5I_{11} - 5I_{22} + 15I_{33} = 0. \end{cases}$$

Решение полученной системы удобно выполнить методом Крамера

$$I_{11} = \frac{\Delta_1}{\Delta} \quad I_{22} = \frac{\Delta_2}{\Delta} \quad I_{33} = \frac{\Delta_3}{\Delta},$$

где $\Delta, \Delta_1, \Delta_2, \Delta_3$ – определители матриц:

$$\Delta = \begin{vmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} \end{vmatrix};$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} 9 & -3 & -5 \\ -3 & 10 & -5 \\ -5 & -5 & 15 \end{vmatrix} = 9 \cdot 10 \cdot 15 + (-3) \cdot (-5) \cdot (-5) + (-3) \cdot (-5) \cdot (-5) -$$

$$-(-5) \cdot (10) \cdot (-5) - (-3) \cdot (-3) \cdot (15) - (-5) \cdot (-5) \cdot (9) = 590;$$

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} E_{11} & R_{12} & R_{13} \\ E_{22} & R_{22} & R_{23} \\ E_{33} & R_{32} & R_{33} \end{vmatrix}; \quad \Delta_2 = \begin{vmatrix} R_{11} & E_{11} & R_{13} \\ R_{21} & E_{22} & R_{23} \\ R_{31} & E_{33} & R_{33} \end{vmatrix}; \quad \Delta_3 = \begin{vmatrix} R_{11} & R_{12} & E_{11} \\ R_{21} & R_{22} & E_{22} \\ R_{31} & R_{32} & E_{33} \end{vmatrix}.$$

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} 100 & -3 & -5 \\ -80 & 10 & -5 \\ 0 & -5 & 15 \end{vmatrix} =$$

$$= 100 \cdot 10 \cdot 15 + (-3) \cdot (-5) \cdot 0 + (-5) \cdot (-80) \cdot (-5) - (-5) \cdot 10 \cdot 0 - 100 \cdot (-5) \cdot (-5) - (-3) \cdot (-80) \cdot 15 = 15000 + 0 - 2000 -$$

$$0 - 2500 - 3600 = 6900$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} 9 & 100 & -5 \\ -3 & -80 & -5 \\ -5 & 0 & 15 \end{vmatrix} =$$

$$= 9 \cdot (-80) \cdot 15 + 100 \cdot (-5) \cdot (-5) + (-5) \cdot (-3) \cdot 0 - (-5) \cdot (-80) \cdot (-5) - 9 \cdot (-5) \cdot 0 - 100 \cdot (-3) \cdot 15 = -10800 + 2500 + 0 +$$

$$2000 - 0 + 4500 = -1800$$

$$\Delta_3 = \begin{vmatrix} 9 & -3 & 100 \\ -3 & 10 & -80 \\ -5 & -5 & 0 \end{vmatrix} =$$

$$= 9 \cdot 10 \cdot 0 + (-3) \cdot (-80) \cdot (-5) + 100 \cdot (-3) \cdot (-5) - 100 \cdot 10 \cdot (-5) - 9 \cdot (-80) \cdot (-5) - (-3) \cdot (-3) \cdot 0 = 0 - 1200 + 1500 + 5000 - 3600 - 0 = 1700.$$

$$I_{11} = \frac{\Delta_1}{\Delta} = \frac{6900}{590} = 11,69 A$$

$$I_{22} = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \frac{-1800}{590} = -3,05 A$$

$$I_{33} = \frac{\Delta_3}{\Delta} = \frac{1700}{590} = 2,88 A$$

Найденные контурные токи позволяют найти искомые токи в ветвях:

$$I_1 = I_{11} = 11,6 A; \quad I_2 = I_{22} = -3,05 A;$$

$$I_6 = I_{33} = 2,88 A;$$

$$I_3 = I_{11} - I_{22} = 11,6 - (-3,05) = 14,65 A;$$

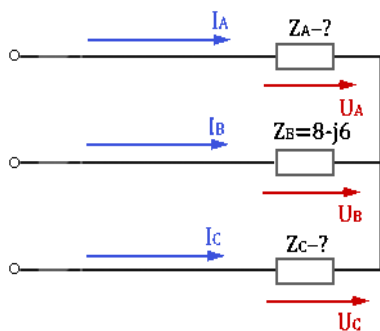
$$I_4 = I_{11} - I_{33} = 11,6 - 2,88 = 8,72 A;$$

$$I_5 = I_{33} - I_{22} = 2,88 - (-3,05) = 5,93 A.$$

Ток I_2 получился отрицательным. Это означает, что его действительное направление в ветви противоположно выбранному.

Практическое занятие №2. Расчет разветвленных электрических цепей переменного тока. (ОПК-4)

Задача 2.



Дано:

$$\underline{U}_A = 100 \text{ В};$$

$$\underline{U}_B = 100 \cdot e^{-j90^\circ} \text{ В};$$

$$\underline{U}_C = 150 \cdot e^{j135^\circ} \text{ В};$$

$$\underline{Z}_B = 8 - j6 \text{ Ом};$$

Найти

Z_A, Z_C (при условии симметричности токов),

$U_{AB}, U_{BC}, U_{CA},$

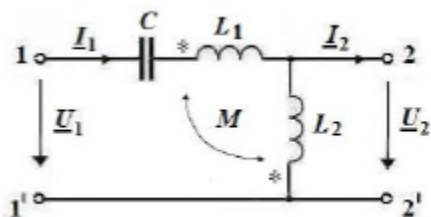
Построить векторную диаграмму напряжений.

Построить векторную диаграмму токов.

Практическое занятие №3 Уравнения передачи четырёхполюсников в системах А, В, Z, Y, H-параметров. Выражение входного сопротивления и передаточной функции через А-параметры. (ОПК-4)

Задача 3.

Найти., методом сравнения уравнений, А-параметры четырехполюсника, если $X_C = 35 \text{ Ом}$; $X_{L1} = 20 \text{ Ом}$; $X_{L2} = 60 \text{ Ом}$; $X_M = 10 \text{ Ом}$.



Решение.

Для схемы четырехполюсника запишем уравнения по второму закону Кирхгофа:

$$(-jX_C + jX_{L1})\underline{I}_1 - jX_M(\underline{I}_1 - \underline{I}_2) + \underline{U}_2 = \underline{U}_1;$$

$$-jX_{L2}(\underline{I}_1 - \underline{I}_2) + jX_M \underline{I}_1 + \underline{U}_2 = 0.$$

Приведем полученные уравнения к виду уравнений четырехполюсника в А-параметрах:

$$\underline{U}_1 = \underline{U}_2 [1 + (X_{L1} - X_C - X_M)/(X_{L2} - X_M)] + \underline{I}_2 j \{ [X_{L2}(X_{L1} - X_C - X_M)/(X_{L2} - X_M)] + X_M \};$$

$$\underline{I}_1 = \underline{I}_2 / j(X_{L2} - X_M) + \underline{I}_2 X_{L2}/(X_{L2} - X_M).$$

Сравнив уравнения, получаем:

$$\underline{A} = 1 + (X_{L1} - X_C - X_M)/(X_{L2} - X_M) = 0,5;$$

$$\underline{B} = j [X_{L2}(X_{L1} - X_C - X_M)/(X_{L2} - X_M)] + jX_M = -j 20 \text{ Ом};$$

$$\underline{C} = -j / (X_{L2} - X_M) = -j 0,02 \text{ Сим}; \quad \underline{D} = X_{L2}/(X_{L2} - X_M) = 1,2 \text{ См}.$$

Лабораторная работа №1. Сборка простейших виртуальных электрических схем. Моделирование и расчет электрических цепей постоянного тока с использованием компьютерного анализа.

Контрольные вопросы ЛР1(ОПК-4):

1. Первый закон Кирхгофа (баланс токов).
2. Второй закон Кирхгофа (баланс напряжений).
3. Мощность источников в цепи.
4. Потребляемая мощность.
5. Проверка баланса мощностей. Расчет погрешности.
6. Поясните, что такое электрический узел?
7. Поясните, что называют ветвью электрической схемы?

Лабораторная работа №2. Моделирование и расчет сложных электрических цепей постоянного тока методом контурных токов.

Контрольные вопросы ЛР2(ОПК-4):

1. Какую электрическую цепь постоянного тока называют сложной?
2. Поясните, что называют контуром электрической схемы?
3. Поясните выражение контурный ток?
4. Как определяют контурные токи?
5. Как определяют реальные токи в ветвях электрической цепи при решении задач методом контурных токов?

Модуль 2: (50 баллов):

Модуль содержит 2 лекционных занятий, 2 практических и 3 лабораторных занятий. Знание лекционного материала оценивается по контрольной работе, состоящей из двух вопросов, максимальное количество баллов за контрольную работу составляет 20. За выполненные и защищенные практические занятия студент получает максимум 15 баллов; за лабораторные работы - максимум 15 баллов. Общее максимальное количество баллов за модуль 2 составляет 50.

Вопросы для контрольной работы 2 (ОПК-4):

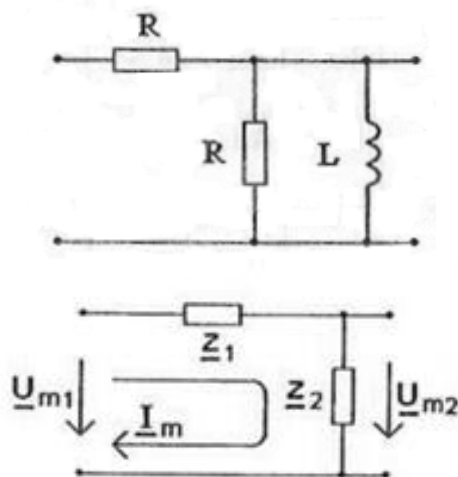
1. Анализ переходных процессов в электрической цепи.
2. Классический метод расчета переходного процесса в электрической цепи.
3. Операторный метод расчета переходного процесса в электрической цепи.
4. Спектральный метод расчета переходного процесса в электрической цепи.
5. Временные и частотные характеристики электрических цепей.
6. Переходная и импульсная характеристики электрической цепи.
7. Входные и передаточные характеристики электрической цепи.

Практическое занятие №4. Расчет переходных процессов в цепях первого и второго порядков. (ОПК-4)

Задача 4.

Определите комплексную передаточную функцию по напряжению $H(j\omega)$

$R = 1,0 \text{ кОм}$; $L = 2,2 \text{ мГн}$



Комплексная передаточная функция цепи не зависит от входного воздействия, а определяется только структурой цепи и параметрами её элементов. Для простоты вычислений допустим, что на вход цепи подаётся гармонический сигнал, определяемый значением комплексной амплитуды.

ды $\underline{U}_{m1}$. Тогда комплексное значение тока в контуре будет равно: $\underline{I}_{m1} = \frac{\underline{U}_{m1}}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2}$, а комплексное амплитудное значение напряжения на выходе цепи: $\underline{U}_{m2} = \underline{I}_{m1} \cdot \underline{Z}_2 = \frac{\underline{U}_{m1}}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2} \cdot \underline{Z}_2$

Для данной схемы:

$$\underline{Z}_1 = R, \quad \underline{Z}_2 = \frac{j\omega LR}{R + j\omega L}$$

Комплексная передаточная функция цепи:

$$H(j\omega) = \frac{\underline{U}_{m2}}{\underline{U}_{m1}} = \frac{\underline{Z}_2}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2} = \frac{\frac{j\omega LR}{R + j\omega L}}{R + \frac{j\omega LR}{R + j\omega L}} = \frac{j\omega LR}{R(R + j\omega L) + j\omega LR} = \frac{j\omega L}{R + 2j\omega L} = \frac{j\omega \frac{L}{R}}{1 + 2j\omega \frac{L}{R}}$$

Эта функция может быть представлена в показательной форме:

$$H(j\omega) = \frac{\sqrt{\left(\frac{\omega L}{R}\right)^2}}{\sqrt{1 + 4\left(\frac{\omega L}{R}\right)^2}} \frac{e^{j \arctg(\infty)}}{e^{j \arctg\left(\frac{2\omega L}{R}\right)}} = \frac{\sqrt{\left(\frac{\omega L}{R}\right)^2}}{\sqrt{1 + 4\left(\frac{\omega L}{R}\right)^2}} \frac{e^{j \frac{\pi}{2}}}{e^{j \arctg\left(\frac{2\omega L}{R}\right)}}$$

Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) – это зависимость модуля комплексной функции от частоты.

АЧХ передаточной функции по напряжению

$$H(\omega) = \frac{\sqrt{\left(\frac{\omega L}{R}\right)^2}}{\sqrt{1 + 4\left(\frac{\omega L}{R}\right)^2}}$$

Фазочастотная характеристика (ФЧХ) – это зависимость аргумента комплексной функции от частоты.

ФЧХ передаточной функции по напряжению:

$$\Theta(\omega) = \frac{\pi}{2} - \arctg\left(\frac{2\omega L}{R}\right)$$

Практическое занятие №5. Применение операторного метода для расчета переходного процесса в электрической цепи. (ОПК-4)

Задача 5.

Определите операторную передаточную функцию по напряжению $H(p)$ и переходную характеристику $h(t)$ для предыдущей задачи.

Для определения операторной передаточной функции по напряжению $H(p)$ необходимо составить операторную схему замещения и выполнить те же действия, что и для определения $H(j\omega)$. Поэтому операторную передаточную функцию $H(p)$ можно найти, заменив $j\omega$ на p в выражении $H(j\omega)$. Для нашей цепи операторная передаточная функция по напряжению

$$H(p) = \frac{p \frac{L}{R}}{1 + 2p \frac{L}{R}}$$

Переходная характеристика $h(t)$ численно совпадает с реакцией цепи на воздействие в виде единичной ступенчатой функции $I(t)$:

$$h(t) = U_2(t) \Big|_{U_1(t)=I(t)} \quad \text{Изображение функции } I(t) : 1/p$$

Операторное выражение реакции цепи $U_2(p)$ на воздействие $U_1(p)$ определяется с использованием операторной передаточной функции по напряжению:

$$U_2(p) = U_1(p) \cdot H(p) = H(p)/p$$

Для нашей цепи изображение переходной характеристики равно:

$$\frac{H(p)}{p} = \frac{p \frac{L}{R}}{p \left(1 + 2p \frac{L}{R} \right)} = \frac{p \frac{L}{R}}{p \frac{L}{R} \left(2p + \frac{R}{L} \right)} = \frac{p}{p \left(2p + \frac{R}{L} \right)} = \frac{F_1(p)}{F_2(p)}$$

Если степень полинома знаменателя выше степени полинома числителя, переход к оригиналу можно выполнить с использованием теоремы разложения:

- корни полинома знаменателя: $p_1 = 0$, $p_2 = -\frac{R}{2L}$;
- производная полинома знаменателя:

$$F_2'(p) = 4p + \frac{R}{L}$$

$$h(t) = \sum_k \left[\frac{F_1(p_k)}{F_2'(p_k)} \exp(p_k t) \right] = \frac{0}{R/L} \exp(0 \cdot t) + \frac{-\frac{R}{2L}}{-\frac{R}{L}} \exp\left(-\frac{R}{2L} t\right)$$

$$h(t) = \frac{1}{2} \exp\left(-\frac{R}{2L} t\right) - \text{переходная характеристика.}$$

Лабораторная работа №3. Моделирование и расчет сложных электрических цепей постоянного тока методом наложения и методом эквивалентного генератора. Контрольные вопросы ЛРЗ(ОПК-4):

1. Какая электрическая цепь называется простой?
2. Идеализированные и реальные источники напряжения.
3. Идеализированные и реальные источники тока.

4. В чем заключается метод наложения?
5. В чем заключается метод эквивалентного генератора?

Лабораторная работа №4. Моделирование и расчет переходных процессов в электрических цепях первого порядка.

Контрольные вопросы ЛР4(ОПК-4):

1. Что называется переходным процессом?
2. Сформулируйте законы коммутации.
3. В чем состоит сущность классического метода анализа переходных процессов?
4. Каким уравнением описываются процессы в цепях первого порядка?
5. Какие условия называются начальными?

Лабораторная работа №5. Моделирование и расчет переходных процессов в электрических цепях второго порядка.

Контрольные вопросы ЛР5(ОПК-4):

1. Каким уравнением описываются процессы в цепях второго порядка?
2. Характеристическое уравнение для динамических цепей второго порядка.
3. Добротность колебательного контура.
4. Характеристическое сопротивление.
5. Режимы в RLC- контуре.
6. В чем состоит сущность операторного метода анализа переходных процессов?

1.3.2 Вопросы, выносимые на зачет по дисциплине «Основы компьютерного анализа электрических цепей» (ОПК-4):

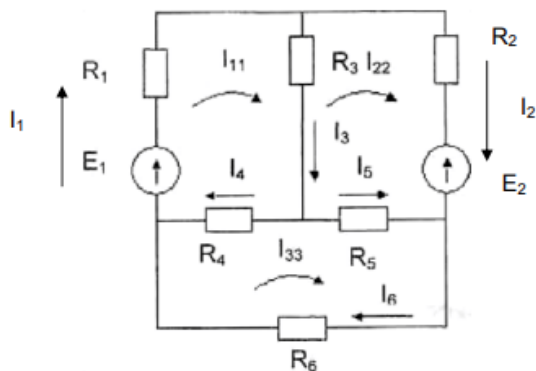
1. Понятие о модели. Моделирование.
2. Алгоритмическое (математическое) моделирование.
3. Вычислительный эксперимент.
4. Физическое моделирование.
5. Проверка адекватности модели.
6. Основные методы расчета электрических цепей.
7. Проверка баланса мощностей в цепи постоянного тока.
8. Цепи переменного тока.
9. Методы расчета цепей переменного тока в комплексной форме.
10. Теория четырёхполюсников. Уравнения передачи четырёхполюсников.
11. Каскадное, последовательное и параллельное соединения четырёхполюсников.
12. Понятие о характеристических и рабочих параметрах четырёхполюсников.
13. Анализ переходных процессов в электрической цепи.
14. Классический метод расчета переходного процесса в электрической цепи.
15. Операторный метод расчета переходного процесса в электрической цепи.
16. Спектральный метод расчета переходного процесса в электрической цепи.
17. Временные и частотные характеристики электрических цепей.
18. Переходная и импульсная характеристики электрической цепи.
19. Входные и передаточные характеристики электрической цепи.

1.4 Оценочные материалы для очно-заочной и заочной форм обучения

Практическое занятие №1. Расчет электрических цепей постоянного тока различными методами. (ОПК-4)

Задача 1.

Определите токи в ветвях схемы методом контурных токов

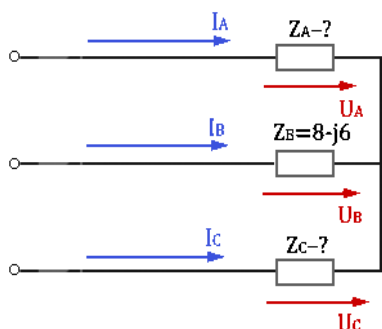


Дано:

$$\begin{aligned} R_1 &= 1 \text{ Ом} & R_6 &= 5 \text{ В} \\ R_2 &= 2 \text{ Ом} & E_1 &= 100 \text{ В} \\ R_3 &= 3 \text{ Ом} & E_2 &= 80 \text{ В} \\ R_4 &= 5 \text{ Ом} \\ R_5 &= 5 \text{ Ом} \end{aligned}$$

Практическое занятие №2. Расчет разветвленных электрических цепей переменного тока. (ОПК-4)

Задача 2.



Дано:

$$\begin{aligned} \underline{U}_A &= 100 \text{ В}; \\ \underline{U}_B &= 100 \cdot e^{-j90^\circ} \text{ В}; \\ \underline{U}_C &= 150 \cdot e^{j135^\circ} \text{ В}; \\ \underline{Z}_B &= 8 - j6 \text{ Ом}; \end{aligned}$$

Найти

Z_A, Z_C (при условии симметричности токов),

U_{AB}, U_{BC}, U_{CA} ,

Построить векторную диаграмму напряжений.

Построить векторную диаграмму токов.

Лабораторная работа №1. Сборка простейших виртуальных электрических схем. Моделирование и расчет электрических цепей постоянного тока с использованием компьютерного анализа.

Контрольные вопросы ЛР1(ОПК-4):

1. Первый закон Кирхгофа (баланс токов).

2. Второй закон Кирхгофа (баланс напряжений).
3. Мощность источников в цепи.
4. Потребляемая мощность.
5. Проверка баланса мощностей. Расчет погрешности.
6. Поясните, что такое электрический узел?
7. Поясните, что называют ветвью электрической схемы?

Лабораторная работа №2. Моделирование и расчет сложных электрических цепей постоянного тока методом контурных токов.

Контрольные вопросы ЛР2(ОПК-4):

1. Какую электрическую цепь постоянного тока называют сложной?
2. Поясните, что называют контуром электрической схемы?
3. Поясните выражение контурный ток?
4. Как определяют контурные токи?
5. Как определяют реальные токи в ветвях электрической цепи при решении задач методом контурных токов?

Контрольная работа выполняется в процессе освоения компетенции ОПК-4.

Выполненная и защищенная контрольная работа является допуском к зачету.

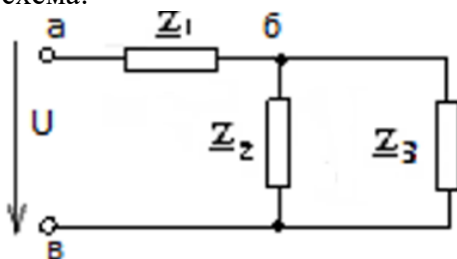
Критерии оценивания контрольной работы:

1. задание выполнено в полном объеме, каждый рассматриваемый вопрос раскрыт полностью, полученный конечный результат исследования, проведенного в контрольной работе, соответствует предъявляемым требованиям;
2. демонстрационный материал включает в себя все необходимые технические требования
3. контрольная работа оформлена в полном соответствии с ЕСКД;
4. в процессе защиты контрольной работы студент дает полные и развернутые ответы на поставленные вопросы.

Вариант контрольной работы

Задача 1

Задана схема:



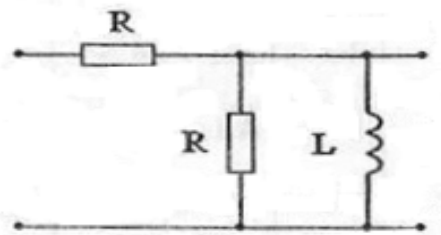
Дано: $U_{ab} = 21,4\text{В}$; $Z_1 = -j9,1\text{ Ом}$; $Z_2 = -j9,1\text{ Ом}$; $Z_3 = -j9,1\text{ Ом}$.

По заданной величине напряжения найти все токи в ветвях и напряжения U_{ab} , $U_{бв}$.

На комплексной плоскости построить три вектора токов и три вектора напряжений и графически проверить правильность решения задачи с использованием первого и второго законов Кирхгофа.

Задача 2

Задана схема:



Параметры элементов: $R = 1,0 \text{ кОм}$; $L = 2,2 \text{ мГн}$

Определите следующие характеристики цепи:

1. комплексную передаточную функцию по напряжению $H(j\omega)$ (построить графики её АЧХ $H(\omega)$ и ФЧХ $\theta(\omega)$); по эквивалентным схемам цепи для $\omega = 0$ и $\omega = \infty$ определить значения $H(0)$ и $H(\infty)$ и по этим значениям проверить правильность расчета АЧХ;
2. операторную передаточную функцию по напряжению $H(p)$;
3. переходную характеристику $h(t)$, построить график.

Вопросы, выносимые на зачет, такие же как и для студентов очной формы обучения.

2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

2.1 Порядок и методика проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

Предусмотрены следующие виды контроля:

- текущий контроль по каждому модулю – в форме написания контрольной работы для оценки теоретических знаний;
- текущий контроль по каждому модулю – в форме отчетов по лабораторным работам и практическим занятиям для оценки практических навыков;
- промежуточная аттестация по дисциплине – в форме зачета.

Текущий контроль успеваемости в форме защиты лабораторных и практических проводится в два этапа:

- 1-й этап: допуск к выполнению лабораторной работы – проводится в форме письменной «лечушки» (5-10 мин) с целью контроля знаний студентов теоретической части лабораторной работы и готовности к выполнению практических исследований;
- 2-й этап выполняется по окончании каждой лабораторной работы (практического занятия) в форме индивидуального собеседования по выполненным исследованиям или расчетам. Проводится с целью контроля закрепления теоретической части материала и степени отработки студентом практических навыков исследования на аппаратуре.

Контрольные работы выполняются в виде короткого письменного ответа на один вопрос, изученный на предыдущей лекции в начале каждой последующей лекции. Ответ на вопрос дается в течение 5-10 минут. Таким образом, после лекционного курса каждого модуля формируется общая оценка за теоретические знания.

С целью повышения качества обучения за счет побуждения студентов к активной текущей учебной работе, четкого и оперативного контроля всего хода учебного процесса, снижения роли случайных и субъективных факторов при оценивании учебной деятельности студентов в образовательном процессе реализована модульно-рейтинговая система.

Правила ее использования прописаны в «Положении об МРС».

Набранные обучающимся баллы могут быть переведены в оценку:

- «не зачтено» - от 0% до 40% от максимального количества баллов;
- «зачтено» - от 41% до 100% максимального количества баллов;

Соотношения максимального количества баллов, полученных студентом по блокам модулей, показаны в Таблице

Таблица - Распределение баллов по блокам модулей дисциплины «Основы компьютерного анализа электрических цепей»

Модуль	Всего баллов (Максимальное значение)	Теоретический блок (Контрольная работа)	Практический блок (Распределение баллов по занятиям)
Модуль 1	50	20	30=15+15
Модуль 2	50	20	30=15+15
Зачет	100	100	

Результаты текущего контроля доводятся до сведения обучающихся на последнем занятии в рамках аудиторной работы до проведения промежуточной аттестации.

На зачете производится оценка тех компетенций, которые должны быть в той или иной форме освоены в процессе изучения. Рекомендуются формировать вопросы в билетах к зачету таким образом, чтобы преподаватель смог оценить все компетенции данной дисциплины.

2.2 Методика проведения зачета в группах заочной и очно-заочной форм обучения

Оценка итогов изучения дисциплины «Основы теории электромагнитных полей и волн» у студентов заочной и очно-заочной форм обучения складывается из трех составляющих: зачет по лабораторным работам, защита контрольной работы, итоговый зачет. Зачет по лабораторным работам может проводиться как во время самих лабораторных работ, так и во время итогового зачета по дисциплине. В ходе собеседования по контрольной работе преподаватель убеждается в том, что контрольная работа выполнена студентом самостоятельно, студент отвечает на замечания, высказанные в рецензии, и представляет материалы, свидетельствующие о доработке контрольной работы, исправлении допущенных ошибок. Вторая часть зачета проводится по традиционной методике. Вопросы сгруппированы в билетах. В каждом билете содержится по 3 вопроса, скомпонованные таким образом, чтобы преподаватель смог оценить все компетенции данной дисциплины. Количество билетов должно быть не менее числа обучающихся в группе. Обучающиеся готовят письменные ответы на вопросы.

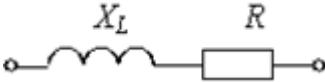
3. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

Зачет проводится по расписанию экзаменационной сессии в письменном виде. Количество вопросов в билете для зачета – 2. Проверка ответов и объявление результатов производится в день экзамена. Результаты аттестации заносятся в зачетную ведомость и зачетную книжку обучающегося.

Обучающиеся, не прошедшие промежуточную аттестацию по графику сессии, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

Образец билета к зачету

	Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации Северо-Кавказский филиал ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский технический университет связи и информатики»	Утверждаю: И.о. зав. кафедрой «Общенаучной подготовки» _____ Е. А. Денисов «__» _____ 2025г.
Направление подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи (ИТСС) Курс: 2 курс (зачет) Дисциплина: «Основы компьютерного анализа электрических цепей»		
Билет № 6 1. Комплексное сопротивление. Законы Кирхгофа и Ома в комплексной форме. 2. Определите полное сопротивление Z, если индуктивное сопротивление приведенной цепи $X_L = 30$ Ом и угол сдвига фаз между приложенным напряжением и током $\varphi = 37^\circ$.  Доцент кафедры ОНП _____ Бородин А.В. «__» _____ 2026г.		

Один комплект отпечатанных билетов, подписанных преподавателем кафедры и утвержденных заведующим кафедрой хранится у заведующего кафедрой, другой комплект – у преподавателя, ведущего дисциплину

4. Тестовые задания для проведения оценки сформированности компетенции (ОПК-4)

Тестовые задания позволяют оценить уровень сформированности **компетенции (ОПК-4): Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных.**

Задания распределены по блокам в соответствии с уровнем сложности. Каждый блок содержит номер задания, и текст задания.

Базовый уровень содержит примерно 50 % заданий.

Он формируется из заданий с выбором одного или нескольких верных ответов из предложенных или воспроизведения фактического материала (терминология, факты, классификация, параметры и др.);

Повышенный уровень в среднем составляет 35 % заданий.

В нем используются задания на сопоставление, сравнение, установление последовательности;

Высокий уровень в среднем составляют – 15 % заданий.

В задании используются: решения нетиповых задач, алгоритмы, доказательства, задания с развернутым ответом – определения, перечисление, изображение схемы, структуры и др.

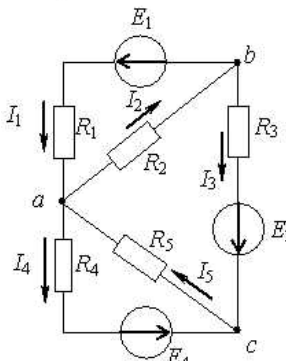
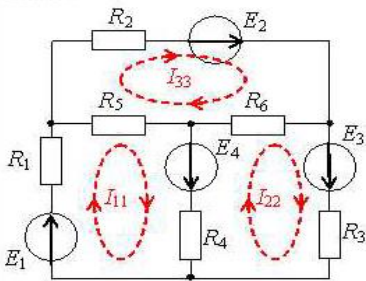
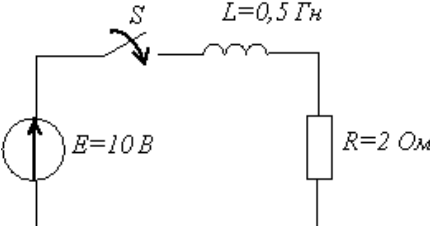
Количество заданий равно 20.

Один комплект тестовых вопросов с указанием правильных ответов хранится у заведующего кафедрой, другой комплект – у преподавателя, ведущего дисциплину.

БЛОК А (базовый уровень) – Задание комбинированного типа с выбором одного или нескольких верных ответов из предложенных

Инструкция по тестам Блока А: Прочитайте текст и выберите один или несколько правильных ответов

№ задания	Тексты заданий
1	С уменьшением частоты f при неизменном действующем значении приложенного напряжения U действующее значение тока I ... - уменьшается - остаётся неизменным - достигает минимума, а затем увеличивается - увеличивается
2	Полное сопротивление Z при $X_L = 120$ Ом и $R = 160$ Ом составляет... 40 106 200 280
3	Эквивалентное сопротивление цепи относительно источника ЭДС составит 5 Ом 10 Ом 80 Ом 50 Ом
4	Если $R_1 = 5$ Ом, $R_2 = 10$ Ом, $R_3 = 10$ Ом, $I_2 = 5$ А, то ток I_1 равен 5 А 15 А 20 А 10 А

5	 Для контура, содержащего ветви R_1, R_3, R_4, уравнение по второму закону Кирхгофа имеет вид: 1. $I_1 R_1 - I_3 R_3 + I_4 R_4 = E_1 - E_3 + E_4$ 2. $I_1 R_1 + I_3 R_3 + I_4 R_4 = E_1 + E_3 + E_4$ 3. $I_1 R_1 - I_3 R_3 + I_4 R_4 = E_1 + E_3 + E_4$ 4. $I_1 R_1 + I_3 R_3 + I_4 R_4 = E_1 - E_3 + E_4$
6	 Для контура с током I_{22} уравнение по методу контурных токов имеет вид... 1) $I_{11} R_4 + I_{22} (R_3 + R_4 + R_6) + I_{33} R_6 = E_3 + E_4$ 2) $-I_{11} R_4 + I_{22} (R_3 + R_4 + R_6) - I_{33} R_6 = E_3 - E_4$ 3) $I_{11} R_4 - I_{22} (R_3 + R_4 + R_6) + I_{33} R_6 = E_3 - E_4$ 4) $-I_{11} R_4 + I_{22} (R_3 + R_4 + R_6) - I_{33} R_6 = E_3 + E_4$
7	 Установившееся значение тока после замыкания выключателя составит ... 1) 20 А 2) 5 А 3) 4 А 4) 0,2 А
8	Электродвижущая сила равна _____ 1) линейному интегралу напряженности магнитного поля вдоль рассматриваемого контура 2) работе, затрачиваемой на перемещение единицы заряда из одной

	точки поля в другую 3) отношению силы, действующей на заряженную частицу, к её заряду 4) отношению силы, действующей на электрически заряженную частицу, к произведению заряда и скорости частицы
9	Идеальный источник напряжения – это источник электрической энергии.... 1) сила тока, в котором зависит от величины напряжения на нем 2) напряжение на выводах которого зависит от электрического тока в нем 3) напряжение на выводах которого не зависит от электрического тока в нем 4) сила тока, в котором не зависит от величины напряжения на нем
10	Сила тока в электрической цепи прямо пропорциональна ЭДС и обратно пропорциональна полному электрическому сопротивлению цепи – это... 1) Закон Ома 2) 1-й закон Кирхгофа 3) 2-й закон Кирхгофа 4) Закон Джоуля-Ленца

БЛОК Б (повышенный уровень) – Задание закрытого типа на установление соответствия
Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие

№ задания	Тексты заданий
11	Если на входе пассивного двухполюсника 1. $u(t) = 40 \sin(\omega t + 105^\circ)$ В, $i(t) = 0,1 \sin(\omega t + 15^\circ)$ А 2. $u(t) = 40 \sin(\omega t + 15^\circ)$ В, $i(t) = 0,1 \sin(\omega t + 105^\circ)$ А 3. $u(t) = 40 \sin(\omega t + 45^\circ)$ В, $i(t) = 0,1 \sin(\omega t + 45^\circ)$ А, то входное сопротивление двухполюсника имеет А. активный характер В. индуктивный характер С. емкостный характер
12	1. проводимость 2. сопротивление 3. мощность определяются формулами А. $p = ui$ В. $G = i/u$ С. $R = u/i$

13	1. Уравнение резистивного элемента 2. Уравнение индуктивного элемента 3. Уравнение емкостного элемента A. $i = Cdu/dt$ B. $u = Ldi/dt$ C. $I = u/R$
14	1. Идеальный источник напряжения 2. Реальный источник напряжения 3. Идеальный источник тока - это источник электромагнитной энергии, A. напряжение на выводах которого зависит от электрического тока в нем B. сила тока, в котором не зависит от величины напряжения на нем C. напряжение на выводах которого не зависит от электрического тока в нем
15	При увеличении частоты гармонического тока 1. индуктивное сопротивление 2. активное сопротивление 3. емкостное сопротивление A. не изменяется B. увеличивается C. уменьшается
16	Если напряжение и полное сопротивление равны 1. $\underline{U} = 100\text{В}, \underline{Z} = 100e^{-j53^\circ} \text{ Ом}$ 2. $\underline{U} = 100\text{В}, \underline{Z} = 100e^{-j37^\circ} \text{ Ом}$ 3. $\underline{U} = 100\text{В}, \underline{Z} = 100e^{j37^\circ} \text{ Ом}$ то комплексное действующее значение тока A. $0,6 + j0,8 \text{ А}$ B. $0,8 + j0,6 \text{ А}$ C. $0,8 - j0,6 \text{ А}$
17	1. Единица измерения полной мощности 2. Единица измерения активной мощности 3. Единица измерения реактивной мощности A. Вт B. вар C. ВА

БЛОК В (высокий уровень) – Задание открытого типа с развернутым ответом

Инструкция: Прочитайте текст и запишите обоснованный ответ

№ задания	Тексты заданий
18	Как связаны между собой фазы тока и напряжения на индуктивном элементе в установившемся синусоидальном режиме?
19	Как связаны между собой фазы тока и напряжения на емкостном элементе в установившемся синусоидальном режиме?
20	Как называются и какими свойствами обладают электрические цепи, содержащие как резистивные, так и индуктивные и емкостные элементы?

Система оценивания выполнения тестовых заданий по компетенции ОПК-4

Номер задания	Указания по оцениванию	Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение задания/характеристика правильности ответа)
Задания 1-10	Задания с выбором одного или нескольких верных ответов из предложенных считается верным, если правильно указана цифра или цифры, означающие верные ответы.	Совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом; неверный ответ или его отсутствие - 0 баллов.
Задания 11-17	Задания закрытого типа на установление соответствия считается верным, если правильно установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого)	Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом; неверный ответ или его отсутствие - 0 баллов.
Задания 18-20	Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте.	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует- 0 баллов.

Методические рекомендации по освоению дисциплины

1. Методические рекомендации преподавателю

Дисциплина «Основы компьютерного анализа электрических цепей» (очная форма) включает в себя:

- лекционные занятия – 16 часов;
- практические занятия – 18 часов;
- лабораторные работы – 18 часов;
- промежуточную аттестацию – зачет.

Дисциплина «Основы компьютерного анализа электрических цепей» (заочная форма) включает в себя:

- лекционные занятия – 4 часа;
- практические занятия – 4 часа;
- лабораторные работы – 4 часа;
- контрольную работу;
- промежуточную аттестацию – зачет.

Дисциплина «Основы компьютерного анализа электрических цепей» (очно-заочная форма) включает в себя:

- лекционные занятия – 6 часов;
- практические занятия – 8 часов;
- лабораторные работы – 8 часов;
- контрольную работу;
- промежуточную аттестацию – зачет.

Перед началом изучения дисциплины преподаватель должен ознакомить обучающихся с рабочей программой и оценочными материалами по дисциплине, с видами учебной и самостоятельной работы, перечнем литературы и интернет-ресурсов, с формами текущей и промежуточной аттестации, с критериями оценки качества знаний для итоговой оценки по дисциплине.

При проведении лекций, преподаватель:

- 1) формулирует тему и цель занятия, объявляет учебные вопросы;
- 2) излагает основные теоретические положения;
- 3) с помощью технических средств обучения и/или под запись дает определения основных понятий, расчетных формул;
- 4) проводит примеры из отечественного и зарубежного опыта, дает текущие статистические данные для наглядного и образного представления изучаемого материала;
- 5) в конце занятия выдает вопросы для самостоятельного изучения.

На занятиях лабораторного цикла следует обратить внимание на соответствие выбираемых обучающимся средств выполнения решаемых в работе задач.

Каждая лабораторная работа должна быть оформлена и защищена в соответствии с требованиями. Защита производится после оформления отчета по работе.

Во время выполнения заданий в учебной аудитории обучающийся может консультироваться с преподавателем, определять наиболее эффективные методы решения поставленных задач. Если какая-то часть задания остается не выполненной, обучающийся может продолжить её выполнение во время внеаудиторной самостоятельной работы.

Для оценки полученных знаний и освоения учебного материала по каждому разделу и в целом по дисциплине преподаватель использует формы текущего контроля и контроля знаний обучающихся при проведении промежуточной аттестации.

2. Методические рекомендации обучающимся

Приступая к изучению новой учебной дисциплины, обучающиеся должны ознакомиться с рабочей программой, оценочными материалами, учебной, научной и методической литературой, имеющейся в ЭИОС СКФ МТУСИ,

Глубина усвоения дисциплины зависит от активной и систематической работы обучающегося на лекциях и практических занятиях, а также в ходе самостоятельной работы, по изучению рекомендованной литературы.

2.1 Методические указания для обучающихся по подготовке к лекционным занятиям

Важно сосредоточить внимание на содержании лекции. Это поможет лучше воспринимать учебный материал и уяснить взаимосвязь проблем по всей дисциплине.

Основное содержание лекции целесообразнее записывать в тетради в виде ключевых фраз, понятий, тезисов, обобщений, схем, опорных выводов. Необходимо обращать внимание на термины, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Желательно оставлять в конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющей материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

С целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций необходимо задавать преподавателю уточняющие вопросы. Для закрепления содержания лекции в памяти, необходимо во время самостоятельной работы внимательно прочесть свой конспект и дополнить его записями из учебников и рекомендованной литературы.

Конспектирование читаемых лекций и их последующая доработка способствует более глубокому усвоению знаний, и поэтому являются важной формой учебной деятельности обучающихся.

2.2 Методические указания для обучающихся по подготовке к лабораторным работам

Лабораторные занятия по любой учебной дисциплине проводятся в соответствии с рабочей программой этой учебной дисциплины в установленные расписанием часы.

Инструктаж по технике безопасности, правилам пожарной безопасности и правилам внутреннего распорядка в лаборатории проводится преподавателем на первом лабораторном занятии. На этом же занятии обучающимся сообщаются:

- программа всего предстоящего лабораторного цикла;
 - условия взаимодействия обучающихся с преподавателем в процессе выполнения лабораторных работ;
 - условия контроля самостоятельной работы обучающихся, включая правила оформления отчетов по лабораторным работам и их последующей защиты;
 - другая необходимая информация.
- Организация лабораторных работ включает:
- самостоятельную внеаудиторную подготовку обучающегося к выполнению каждой отдельной лабораторной работы в соответствии с ее программой в рамках часов, выделенных на самостоятельную проработку материала в программе дисциплины;
 - входной контроль преподавателем степени подготовленности каждого обучающегося к выполнению лабораторных работ;
 - выполнение программы лабораторных работ в полном объеме;
 - оформление отчета и его защиту каждым обучающимся в установленные сроки;
 - формирование преподавателем рейтингов каждого из обучающихся по результатам выполнения и защиты им отдельных лабораторных работ и их циклов (используется Модульно-рейтинговая система).

Оценка качества выполнения лабораторных работ каждым обучающимся производится преподавателем отдельно за подготовку к работе, ее выполнение и защиту.

2.3 Методические указания для обучающихся по подготовке к практическим занятиям

Целью практических занятий является закрепление теоретических знаний, полученных при изучении дисциплины.

При подготовке к практическому занятию целесообразно выполнить следующие рекомендации:

- изучить основную литературу; ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д.;
- при необходимости доработать конспект лекций. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы.

При выполнении практических занятий основным методом обучения является самостоятельная работа обучающегося под управлением преподавателя. На них пополняются теоретические знания обучающихся, их умение творчески мыслить, анализировать, обобщать изученный материал, проверяется отношение обучающихся к будущей профессиональной деятельности.

Оценка выполненной работы осуществляется преподавателем комплексно: по результатам выполнения заданий, устному сообщению и оформлению работы.

После подведения итогов занятия обучающийся обязан устранить недостатки, отмеченные преподавателем при оценке его работы.

3. Методические указания для обучающихся по подготовке контрольной работы

В ходе выполнения контрольной работы обучающийся решает следующие задачи:

1. по заданной величине напряжения или тока находит все остальные токи в ветвях и напряжения для данной схемы, на комплексной плоскости строит три вектора токов и три вектора напряжений и графически проверяет правильность решения задачи с использованием первого и второго законов Кирхгофа;
2. по заданной схеме обучающийся находит комплексную передаточную функцию по напряжению $H(j\omega)$, АЧХ и ФЧХ, операторную передаточную функцию по напряжению $H(p)$, переходную характеристику $h(t)$, строит графики.

Порядок выполнения контрольной работы приведен в методических материалах по ее выполнению. Критерии оценки контрольной работы приведены в оценочных материалах дисциплины.

4. Методические рекомендации для обучающихся по самостоятельной работе

Самостоятельная работа обучающихся является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, в том числе с использованием автоматизированных обучающих курсов (систем), а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, зачетам и экзаменам.

Самостоятельная работа во внеаудиторное время включает в себя:

- повторение лекционного материала;
- подготовки к лабораторным работам (практическим занятиям);
- изучения учебной и научной литературы;
- решения задач, выданных на практических занятиях;
- подготовки к тестированию;
- выделение наиболее сложных и проблемных вопросов по изучаемой теме, получение разъяснений и рекомендаций по данным вопросам с преподавателями кафедры на их еженедельных консультациях;

- проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах кафедры задач, тестов, написания рефератов по отдельным вопросам изучаемой дисциплины.

Перед выполнением внеаудиторной самостоятельной работы преподаватель проводит инструктаж (консультацию) с определением цели задания, его содержания, сроков выполнения, основных требований к результатам работы, критериев оценки, форм контроля и перечня источников и литературы.

Обычно постановку задачи обучаемым на проведение самостоятельной работы преподаватель осуществляет на одном из занятий, предшествующему данному.

Методику самостоятельной работы все обучаемые выбирают индивидуально.