

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 15.11.2022 13:32:41
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП
«Управление судовыми электро-
энергетическими системами и
автоматика судов»



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»**
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ»

для подготовки бакалавров

по направлению

27.03.04 «Управление в технических системах»

по профилю

**«Управление судовыми электроэнергетическими системами и автоматика
судов»**

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

к.т.н., профессор Чернышев Э.П.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОЭ
18.04.2022, протокол № 4

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
ИФИО, 18.05.2022, протокол № 3

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФЭА
Обеспечивающая кафедра	ТОЭ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	14
Курс	2, 3
Семестр	5, 4, 3

Виды занятий

Лекции (академ. часов)	119
Лабораторные занятия (академ. часов)	34
Практические занятия (академ. часов)	119
Иная контактная работа (академ. часов)	7
Все контактные часы (академ. часов)	279
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	225
Всего (академ. часов)	504

Вид промежуточной аттестации

Экзамен (курс)	2
Экзамен (курс)	2
Курсовая работа (курс)	2
Экзамен (курс)	3
Курсовая работа (курс)	3

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ»

Данная дисциплина знакомит слушателей с базовыми понятиями и методами анализа резистивных и динамических цепей. Рассматриваются электрические сигналы (постоянные, периодические, непериодические), их изображения по Лапласу и Фурье; линейные электрические цепи и их характеристики; методы анализа резистивных и динамических цепей во временной, частотной и s областях; спектральный анализ сигналов; методы расчета трехфазных и индуктивно связанных цепей.

SUBJECT SUMMARY

«THEORY OF ELECTROTECHNICAL ENGINEERING»

This discipline familiarizes students with the basic definitions, concepts and methods of resistive and dynamic circuits analysis. Electrical signals (constant, periodic and nonperiodic) and their Laplace and Fourier transforms; linear circuits and their characteristics; methods for the analysis of resistive and dynamic circuits in the time, frequency and s domains; spectral signal analysis; methods for the analysis of inductively coupled circuits.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Цель дисциплины - получение базовой электротехнической подготовки, необходимой для исследования электрических и магнитных процессов в электротехнических устройствах, получение навыков применения теоретических знаний для решения практических задач в профессиональной деятельности.

2. Задачи дисциплины - изучение основных понятий и теоретических положений дисциплины; усвоение методов моделирования электромагнитных процессов, методов анализа и расчета электрических цепей; получение навыков применения теоретических знаний для решения практических задач. Создание теоретической базы для изучения комплекса специальных дисциплин.

3. В результате освоения дисциплины студент должен приобрести знания базовых понятий и законов электротехники; методов анализа электрических цепей во временной области, а также в области изображений по Лапласу и Фурье; способов расчета характеристик цепей и преобразования периодических и непериодических электрических сигналов во временной области и в области изображений.

4. В результате изучения дисциплины студент должен иметь умение применять теоретические знания к расчету, анализу, электрических цепей при различных воздействиях; составлять и решать уравнения для анализа конкретных цепей, содержащих R,L,C-элементы для установившихся и переходных процессов.

5. В результате изучения дисциплины студент должен иметь навыки экспериментального исследования процессов в электрических цепях, в том числе с использованием ПО Multisim; интерпретирования полученных результатов и формулирования выводов.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Математический анализ»
2. «Физика»
3. «Алгебра и геометрия»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Метрология»
2. «Электрические машины»
3. «Безопасность жизнедеятельности»
4. «Силовая электроника»
5. «Электрический привод»

3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
ОПК-2	Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических и естественно-научных дисциплин (модулей)
ОПК-3	Способен использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности
ОПК-7	Способен производить необходимые расчёты отдельных блоков и устройств систем контроля, автоматизации и управления, выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники при проектировании систем автоматизации и управления

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Содержание разделов дисциплины

4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	Лаб, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	2	0			
2	Тема 1. Основные понятия и определения электрической цепи	4	6	2		10
3	Тема 2. Методы анализа резистивных цепей	6	6	2		10
4	Тема 3. Анализ переходных процессов в динамических цепях при постоянных воздействиях	10	10	3		18
5	Тема 4. Анализ переходных процессов в динамических цепях при воздействии сигналов произвольной формы	4	4			10
6	Тема 5. Анализ линейных цепей при синусоидальном воздействии	14	14	6		20
7	Тема 6. Анализ индуктивно-связанных и трёхфазных цепей.	11	11	9		15
8	Тема 7. Применение преобразования Лапласа к анализу электрических цепей	6	10			10
9	Тема 8. Анализ установившихся периодических режимов в цепях	8	6			10
10	Тема 9. Спектры апериодических сигналов	8	8	3		20
11	Тема 10. Четырёхполюсники.	6	6	3		15
12	Тема 11. Анализ нелинейных цепей.	6	4	3		15
13	Тема 12. Общая характеристика дискретных цепей	4	4			10
14	Тема 13. Основы синтеза LC, RC и активных фильтров	8	8	0		15
15	Тема 14. Основы чувствительности цепей к изменению параметров	8	8			15
16	Тема 15. Основы теории фильтров	8	8	3		15
17	Тема 16. Машинно-ориентированные методы анализа резистивных цепей	4	6			17
18	Заключение	2			7	
	Итого, ач	119	119	34	7	225
	Из них ач на контроль	0	0	0	0	105
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	504/14				

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Предмет и содержание курса. Составные части курса: Теория электрических цепей и Теория электромагнитного поля и их роль в электротехническом образовании. Роль электротехники в современном мире.
2	Тема 1. Основные понятия и определения электрической цепи	Понятие электрической цепи. Ток, напряжение, энергия и мощность в цепи. Резистивный элемент и его характеристики. Виды соединений резистивных элементов. Источники напряжения и тока. Преобразование источника напряжения в эквивалентный источник тока и обратное преобразование
3	Тема 2. Методы анализа резистивных цепей	Законы Кирхгофа. Расчет резистивных цепей на основе системы независимых уравнений, составленных по законам Кирхгофа. Баланс мощностей. Формула делителя тока. Формула делителя напряжения. Метод наложения. Метод пропорциональных величин. Входные и передаточные коэффициенты резистивных цепей. Метод контурных токов. Метод узловых напряжений. Метод эквивалентного источника напряжения. Метод эквивалентного источника тока.
4	Тема 3. Анализ переходных процессов в динамических цепях при постоянных воздействиях	Реактивные элементы электрической цепи и их вольт-амперные характеристики. Принцип непрерывности изменения потокосцепления и заряда во времени. Общие вопросы анализа динамических цепей во временной области. Коммутация. Классический метод анализа переходных процессов в динамических цепях. Анализ переходных процессов в разветвленных цепях 1-го порядка. Свободный процесс в последовательном RLC-контуре (колебательный, апериодический и критический режимы). Метод переменных состояния для анализ переходных процессов в разветвленных цепях 2-го порядка и обобщение метода на цепи n-го порядка. Численное решение уравнений состояния.
5	Тема 4. Анализ переходных процессов в динамических цепях при воздействии сигналов произвольной формы	Проблема анализа электрических цепей при произвольных воздействиях. Единичная ступенчатая и единичная импульсная функции. Переходная и импульсная характеристики цепи. Определение реакции цепи при аналитически заданном воздействии (интеграл свертки, интеграл Дюамеля). Приближенное вычисление реакции цепи с использованием метода двойного дифференцирования.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
6	Тема 5. Анализ линейных цепей при синусоидальном воздействии	<p>Основные понятия синусоидальных напряжений и токов. Параметры синусоидальных напряжений и токов. Задача анализа установившегося синусоидального режима. Представление синусоидальных функций экспонентами с мнимым аргументом. Характеристики элементов цепи в установившемся синусоидальном режиме. Комплексное сопротивление и комплексная проводимость элементов цепи. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме. Расчет цепей методом комплексных амплитуд. Расчет установившегося синусоидального режима в простых цепях: векторные диаграммы, простейшие резонансы напряжения и тока. Мощность в установившемся синусоидальном режиме, три вида мощности. Коэффициент мощности и его технико-экономическое значение Энергетические характеристики элементов цепи. Мощность в комплексной форме. Баланс мощностей. Ограничение угла φ пассивного двухполюсника. Резонанс в электрических цепях. Резонанс в последовательном и параллельном RLC-контуре и их частотные характеристики.</p>
7	Тема 6. Анализ индуктивно-связанных и трёхфазных цепей.	<p>Явление взаимной индукции. Коэффициент взаимной индукции, коэффициент связи. Согласное и встречное включение индуктивно-связанных элементов. Расчет цепей с индуктивной связью. Исключение индуктивной связи. Трансформатор в линейном режиме (совершенный и идеальный трансформаторы и их свойства). Трёхфазное напряжение и его преимущества. Соотношение между линейным и фазным напряжениями трёхфазного генератора. Основные схемы соединения трёхфазного источника с трёхфазной нагрузкой. Расчет трёхфазной цепи при соединении нагрузки «звездой». Расчет трёхфазной цепи при соединении нагрузки «треугольником». Построение векторных диаграмм трёхфазных цепей. Мощность трёхфазной цепи.</p>

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
8	Тема 7. Применение преобразования Лапласа к анализу электрических цепей	<p>Основные сведения о прямом и обратном преобразованиях Лапласа. Преобразование операции дифференцирования и интегрирования в S-область. Операторные вольтамперные характеристики элементов цепи, операторные схемы замещения элементов цепи. Законы Ома и Кирхгофа в S-области. Операторная схема замещения цепи и её анализ,</p> <p>Обратное преобразование Лапласа. Теорема разложения. Теорема запаздывания, теорема смещения в S-области, теорема о начальном и конечном значении оригинала и их использование при анализе электрических цепей. Метод последовательного дифференцирования для определения изображения сигнала, заданного кусочно-линейными отрезками.</p> <p>Передаточная функция цепи и ее связь с дифференциальным уравнением, импульсной, переходной и частотными характеристиками цепи.</p>
9	Тема 8. Анализ установившихся периодических режимов в цепях	<p>Периодические сигналы и ряды Фурье (среднее значение, свойства рядов Фурье симметричных сигналов). Спектры периодических сигналов. Использование преобразования Лапласа для расчета спектров. Мощность и действующие значения переменных в цепи при периодических несинусоидальных воздействиях.</p> <p>Анализ установившихся режимов в цепях при периодических воздействиях, определение спектра реакции по спектру воздействия и частотным характеристикам цепи. Точное отыскание реакции при периодическом воздействии – ряд Фурье в "замкнутой" форме.</p>
10	Тема 9. Спектры апериодических сигналов	<p>Переход от периодических сигналов к апериодическим и от ряда к интегралу Фурье. Преобразование Фурье сигналов конечной длительности. Связь преобразования Лапласа с односторонним преобразованием Фурье. Спектральные характеристики апериодического сигнала. Связь сплошного спектра одиночного импульса с дискретным спектром периодической последовательности этих импульсов. Спектральные характеристики апериодического сигнала (на примере прямоугольного и треугольного импульсов). Ширина спектра и ее связь с длительностью и крутизной сигнала. Условие неискаженной передачи сигнала через цепь. Дифференцирующие и интегрирующие цепи, качественная оценка ожидаемого сигнала на выходе.</p>

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
11	Тема 10. Четырехполюсники.	Общие сведения и классификация четырехполюсников. Основные уравнения четырехполюсников. Входные и передаточные функции нагруженного четырехполюсника. Соединения четырехполюсников проверка на регулярность. Характеристическое сопротивление симметричного четырехполюсника и согласованная нагрузка.
12	Тема 11. Анализ нелинейных цепей.	<p>Общая характеристика нелинейных цепей и проблемы их анализа. Преобразование спектра в нелинейной цепи. Статические и дифференциальные параметры нелинейных элементов. Графический метод анализа нелинейных резистивных цепей и его преимущества и недостатки. Применение метода эквивалентного источника при расчете цепи с одним нелинейным резистивным элементом. Аналитический расчет нелинейной цепи при полиномиальной аппроксимации нелинейной в.а.х. Решение нелинейных функциональных уравнений. Алгоритм Ньютона-Рафсона. Анализ нелинейных резистивных цепей методом кусочно-линейных схем.</p> <p>Нелинейная индуктивность. Два режима работы нелинейной индуктивности: а) ток синусоидальный -напряжение несинусоидальное; б) напряжение синусоидальное -ток несинусоидальный.</p>
13	Тема 12. Общая характеристика дискретных цепей	<p>Дискретные сигналы и их идеализация. Теорема дискретизации; практика применения теоремы.</p> <p>Дискретные последовательности сигналов. Элементы линейных дискретных цепей. Схемы линейных дискретных цепей и разностные уравнения.</p> <p>Численное решение разностных уравнений. Аналитическое решение уравнений дискретных цепей во временной области; свободная и вынужденная составляющие решения. Импульсная и переходная характеристики дискретных цепей; дискретная свертка.</p> <p>Использование Z – преобразования для анализа дискретных цепей; основные теоремы. Передаточная функция дискретных цепей и ее связь с разностными уравнениями.</p> <p>Определение параметров дискретной цепи, обеспечивающей заданное преобразование сигналов. Метод полного соответствия переходных характеристик; методы перехода к дискретной цепи от уравнений состояния прототипа-аналога.</p>

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
14	Тема 13. Основы синтеза LC, RC и активных фильтров	<p>Понятие о проблеме синтеза электрических цепей, синтез по частотным и переходным характеристикам. Свойства входных функций двухполюсников, входное сопротивление пассивного двухполюсника как положительная вещественная функция.</p> <p>Свойства входных функций реактивных двухполюсников. Условия реализуемости (физической осуществимости) входной функции в виде реактивного двухполюсника. Реализация реактивных двухполюсников. Свойства входных функций RC -двухполюсников, преобразование частоты и связь с входными функциями реактивных двухполюсников. Способы реализации RC -двухполюсников.</p> <p>Реализация передаточных функций при использовании пассивных двухполюсников и операционных усилителей. Реализация фильтров, заданных уравнениями состояния. Составление уравнений состояния по передаточной функции цепи.</p>
15	Тема 14. Основы чувствительности цепей к изменению параметров	<p>Теорема Теледжена и ее применения. Баланс мощности в цепи. Анализ функций чувствительности на основании теоремы Теледжена.</p> <p>Теорема компенсации. Чувствительность цепи к изменению параметров; функции чувствительности; присоединенные цепи.</p>
16	Тема 15. Основы теории фильтров	<p>Основные понятия, допущения, схемы и классификация фильтров; идеальные фильтры. Реактивные фильтры. Расчет фильтров по характеристическим параметрам, определение полосы пропускания, достоинства и недостатки классических фильтров.</p> <p>Расчет фильтров по рабочим параметрам. Фильтры Баттерворта и Чебышева: частотные характеристики, достоинства, недостатки, определение параметров, нормировка, реализация.</p> <p>Метод преобразования частоты. Получение звеньев фильтров верхних частот, полосового и заграждающего по прототипу – фильтру нижних частот.</p>
17	Тема 16. Машинно-ориентированные методы анализа резистивных цепей	<p>Линейный граф и матрица соединений цепи. Главные сечения и контуры графа, независимые уравнения соединений. Матричное формирование уравнений резистивной цепи общего вида. Метод токов хорд и напряжений ветвей дерева графа цепи. Применение матрицы соединений при анализе цепей методом узловых напряжений.</p>
18	Заключение	<p>Перспективы применения методов электрических цепей для решения электротехнических, инженерных задач.</p>

4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Исследование характеристик источников питания и резистивных элементов электрических цепей	2
2. Исследование линейных резистивных цепей	3
3. Исследование свободных процессов в электрических цепях	3
4. Исследование установившегося синусоидального режима в простых цепях	3
5. Исследование индуктивно связанных цепей	3
6. Исследование искажений импульсных сигналов при прохождении их через линейные цепи	3
7. Исследование трехфазных цепей	6
8. Исследование резонансных явлений в простых электрических цепях	3
9. Исследование реактивных электрических фильтров	3
10. Исследование линейных резистивных четырехполюсников	3
11. Исследование простых цепей с нелинейными резистивными элементами	2
Итого	34

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Законы Кирхгофа. Расчет резистивных цепей на основе системы независимых уравнений, составленных по законам Кирхгофа. Определение входного сопротивления.	2
2. Делитель тока, делитель напряжения. Метод наложения. Метод пропорциональных величин.	2
3. Метод контурных токов.	2
4. Метод узловых напряжений.	2
5. Метод эквивалентного источника напряжения. Метод эквивалентного источника тока.	2
6. Контрольная работа № 1. Расчет резистивных цепей.	2
7. Расчет процессов в динамических цепях 1-го порядка после коммутации при постоянном воздействии.	2
8. Расчет переходной, импульсной и h_2 характеристик в динамических цепях 1-го порядка. Связи между характеристиками.	4
9. Интеграл свертки, интеграл Дюамеля. Нахождение реакции при графически заданном воздействии (метод последовательного дифференцирования).	2
10. Расчет процессов в динамических цепях 2-го порядка после коммутации при постоянном воздействии (метод переменных состояния цепи).	4
11. Контрольная работа № 2. Расчет переходных процессов в динамических цепях при постоянном воздействии.	2

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
12. Метод комплексных амплитуд (МКА). Характеристики синусоидальных напряжений и токов.	2
13. Расчет установившихся процессов в динамических цепях 2-го порядка при гармоническом воздействии на основе МКА. Качественное построение векторной диаграммы.	4
14. Мощность цепи в установившемся синусоидальном режиме (активная, реактивная, полная). Баланс мощностей.	2
15. Резонансные явления в RLC-цепях. Особенности резонансного состояния цепи (фильтр-пробка).	4
16. Контрольная работа № 3. Расчет электрических цепей методом комплексных амплитуд.	2
17. Расчет установившегося режима в индуктивно связанных цепях. Определение входного сопротивления индуктивно-связанной цепи.	4
18. Расчет трехфазной цепи при соединении несимметричной нагрузки «звездой» при наличии нулевого провода и без него. Векторная диаграмма.	4
19. Расчет трехфазной цепи при соединении несимметричной нагрузки «треугольником». «Аварийные» режимы в трехфазных цепях (обрыв фаз нагрузки; короткое замыкание фаз нагрузки).	3
20. Таблица преобразований Лапласа. Применение теоремы разложения для нахождения оригиналов.	2
21. Анализ динамических цепей при постоянном воздействии операторным методом	2
22. Контрольная работа № 4. Анализ динамических цепей при постоянном воздействии операторным методом.	2
23. Использование теоремы запаздывания для нахождения изображений импульсных сигналов.	2
24. Нахождение передаточной функции цепи. Ее связь с импульсной, переходной и частотными характеристиками цепи.	2
25. Контрольная работа № 5. Нахождение передаточной функции цепи, импульсной, переходной и частотных характеристик.	2
26. Анализ установившихся периодических несинусоидальных режимов в цепях. Разложение периодической последовательности полупериодов синусоиды в ряд Фурье.	2
27. Мощность, действующие значения токов и напряжений в установившемся периодическом несинусоидальном режиме. Построение дискретных спектров.	2
28. Определение спектра одиночного сигнала в виде полупериода синусоиды. Построение графиков амплитудного и фазового спектров. Оценка ширины спектра.	2
29. Прохождение прямоугольного импульса через интегрирующую и дифференцирующую цепи.	2
30. Контрольная работа № 6. Анализ установившихся периодических несинусоидальных режимов.	2
31. Расчет А-параметров пассивного четырехполюсника. Применение свойств каскадного соединения четырехполюсников для определения А-параметров сложных четырехполюсников.	2

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
32. Определение характеристических параметров симметричных четырехполюсников.	2
33. Расчет четырехполюсника в согласованном режиме.	2
34. Расчет нелинейной R-цепи при наличии в цепи одного нелинейного элемента.	4
35. Расчет дискретных цепей.	2
36. Применение z-преобразования для расчета характеристик цепей.	2
37. Контрольная работа № 7. Расчет дискретных цепей.	2
38. Синтез цепей с помощью операционных усилителей.	2
39. Синтез реактивных четырехполюсников	2
40. Синтез RC-четырехполюсников.	2
41. Контрольная работа № 8. Синтез реактивных четырехполюсников.	2
42. Расчет чувствительности цепей к изменению параметров	2
43. Расчет функции абсолютной чувствительности.	4
44. Контрольная работа № 9. Основы теории чувствительности	2
45. Основы теории фильтров	8
46. Машинно-ориентированные методы	6
Итого	119

4.4 Курсовое проектирование

Цель работы (проекта): Курсовая работа 1: Практическое освоение и сравнение различных методов расчета цепей, прогноза ожидаемых реакций и оценки полученных результатов.

Курсовая работа 2: Практическое овладение навыками проектирования линейных цифровых фильтров..

Содержание работы (проекта): Курсовая работа 1: Анализ цепи во временной области. Анализ цепи операторным методом при действии одиночного импульса на входе. Анализ цепи частотным методом при действии одиночного импульса на входе. Анализ цепи частотным методом при периодическом воздействии.

Курсовая работа 2: Расчет аналогового фильтра-прототипа, частотных и временных характеристик. Проектирование линейных цифровых фильтров различными методами.

Курсовые работы выполняются по одной теме по вариантам исходных данных.

Пояснительная записка должна содержать 20-25 страниц печатного текста, выполняется на бумажном носителе. ПЗ должна включать в себя следующие структурные элементы: титульный лист; задание на КР; аннотацию на русском и английском языках; содержание; определения, обозначения и сокращения (при необходимости); введение; основную часть; заключение; список использованных источников; приложения (при необходимости). Пояснительная записка должна быть отпечатана в черном цвете на принтере через 1,5 интервала на одной стороне белой бумаги формата А4. Активную площадь листа Пояснительной записки ограничивают поля: слева 30 мм, справа 10 мм, сверху и снизу соответственно 20 и 25 мм. Высота букв основного текста должна быть не менее 2,5 мм (размер шрифта 14). Абзацный отступ – 1.25 см, шрифт – Times New Roman. Все иллюстрации (чертежи, схемы, графики, диаграммы) именуется рисунками. Каждый рисунок сопровождается подрисуночной надписью, которая состоит из номера рисунка и его названия. Рисунки нумеруются арабскими цифрами и в тексте работы на них обязательно должны быть даны ссылки. Нумерация рисунков в пределах всей КР сквозная. Схемы должны соответствовать требованиям государственных стандартов ЕСКД. Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире, размер шрифта 14. Таблицы нумеруются арабскими цифрами последовательно в пределах всей КР. На все таблицы в тексте должны быть ссылки. Формулы следует выделять из текста в отдельную строку. Формулы, при необходимости, нумеруются в пределах всей работы арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке. Количество использованных источников 2-5 наименований.

Примерные темы:

№ п/п	Название темы	Перевод темы
1	Исследование искажений сигналов на выходе фильтра нижних частот	Research of the distortion signals at the output of the low pass filter
2	Определение характеристик линейных цифровых фильтров	Analysis of linear digital filters

4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальные домашние задания (ИДЗ) выдаются и выполняются по мере изучения материала.

Задачи для ИДЗ расположены в сборнике указанном в п.5.1.

Примерные индивидуальные домашние задания:

Домашнее задание № 1. Расчет резистивных цепей методами контурных токов и узловых напряжений. Задачи № 1.1.5; 1.1.6; 1.1.7.

Домашнее задание № 2. Расчет процессов в динамических цепях после коммутации при постоянном воздействии. Задачи № 1.2.1; 1.2.2, 1.2.3.

Домашнее задание № 3. Расчет электрических цепей методом комплексных амплитуд. Задачи № 1.3.5-1.3.8.

Домашнее задание № 4. Расчет динамических цепей после коммутации при постоянном воздействии операторным методом. Задачи № 1.4.1; 1.4.2.

Домашнее задание № 5. Анализ установившегося периодического несинусоидального режима. Задачи № 1.4.8, 1.4.9

Домашнее задание № 6. Расчет нелинейных цепей. Задачи № 1.6.3 - 1.6.5.

Домашнее задание № 7. Расчет дискретных цепей. Задачи № 1.6.1; 1.6.2.

Домашнее задание № 8. Синтез реактивных четырехполюсников. Задачи № 1.5.8; 1.5.9; 1.5.10.

Домашнее задание № 9. Основы теории чувствительности. Машинно-ориентированные методы. Задачи №1.1.14, 1.1.15

Оформление ИДЗ студентами осуществляется индивидуально. ИДЗ оформля-

ется аккуратно в произвольном формате (печатном или рукописном). Титульный лист должен содержать наименование вуза, наименование предмета, тему ИДЗ, ФИО студента и преподавателя. На 2-й странице необходимо указать условия задания и решение с обязательным представлением схем, формул, соответствующих методике расчета, промежуточные результаты можно опустить. Полностью выполненное ИДЗ сдается преподавателю на бумажном носителе.

4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым

образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	15
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	5
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	10
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	15
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	10
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	10
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	55
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	105
ИТОГО СРС	225

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библи.
Основная литература		
1	Основы теоретической электротехники [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению подгот. 210300 "Радиотехника" / Ю.А. Бычков, В.М. Золотницкий, Э.П. Чернышев, А.Н. Белянин, 2008. -592 с.	неогр.
2	Справочник по основам теоретической электротехники [Текст] : учеб. пособие / под ред. Ю.А. Бычкова, В.М. Золотницкого, Е.Б. Соловьевой, Э.П. Чернышева, 2012. -367, [1] с.	неогр.
3	Сборник задач по основам теоретической электротехники [Текст] : учеб. пособие / [А.Н. Белянин [и др.] ; под ред. Ю.А. Бычкова , В.М. Золотницкого , Э.П. Чернышева , А.Н. Белянина , Е.Б. Соловьевой, 2011. -388, [1] с.	неогр.
4	Курсовое проектирование по теоретической электротехнике [Электронный ресурс] : [в 2 ч.] / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ". Ч. 1 / А. П. Барков [и др.], 2017. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
5	Основы теории цепей [Электронный ресурс] : лаб. практикум по теорет. электротехнике / [А. П. Барков [и др.], 2017. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
6	Введение в теоретическую электротехнику. Курс подготовки бакалавров [Текст] : учеб. пособие / Ю. А. Бычков [и др.], 2016. -286 с.	неогр.
Дополнительная литература		
1	Анализ линейной и нелинейной цепей [Электронный ресурс] : метод. указания / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ", 2008. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
2	Бычков, Юрий Александрович. Непрерывные и дискретные нелинейные модели динамических систем [Текст] : монография / Ю. А. Бычков, Е. Б. Соловьева, С. В. Щербаков, 2018. -419 с.	неогр.

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	Центр инженерных технологий и моделирования "Экспонента" http://www.exponenta.ru/

№ п/п	Электронный адрес
2	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам": Теоретические основы электротехники. Установившийся режим: Учебное пособие Носов Г.В., Кулешова Е.О., Колчанова В.А. http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/976/77976/58919?p_page=1
3	ЭБС "Лань":Сборник задач https://e.lanbook.com/book/703

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=5993>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Теоретические основы электротехники» формой промежуточной аттестации является экзамен.

Экзамен

Оценка	Описание
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины.
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок теорем.
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи.
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач.

Особенности допуска

Допуск к экзамену:

1. Сдача и успешная защита курсовой работы в установленные сроки.
2. По результатам текущего контроля: выполнение в каждом семестре трех контрольных работ на практических занятиях, трех индивидуальных домашних заданий, сдача и защита в установленные сроки отчетов по лабораторным работам.

Экзаменационный билет содержит 2 теоретических и 1 практический вопросов. Оценка по итогам экзамена выставляется как средний балл за ответы по всем экзаменационным вопросам.

6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Примерные вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Часть 1
2	Ток, напряжение, мощность и энергия электрической цепи.
3	Идеализированные источники электромагнитной энергии.
4	R-элемент электрической цепи. Вольтамперная и энергетические характеристики R-элемента.
5	C-элемент электрической цепи. Вольтамперная и энергетические характеристики C-элемента.
6	Метод пропорциональных величин. Проводимость передачи, сопротивление передачи, коэффициенты передачи по току и напряжению.
7	Применение метода контурных токов и метода узловых напряжений при наличии в цепи преобразуемых источников.
8	Принцип непрерывности изменения потокосцепления во времени.
9	Переходный процесс при включении последовательной RL-цепи к источнику постоянного напряжения.
10	Свободный процесс в последовательном RLC-контуре (подробно рассмотреть только колебательный режим).
11	Метод переменных состояния для анализа переходных процессов в цепях высокого порядка и его преимущество. Формирование уравнений состояния.
12	Алгоритм Эйлера для численного решения уравнений состояния.
13	Переходная и импульсная характеристики и пример их определения.
14	Независимость уравнений, составленных по законам Кирхгофа

15	Определение реакции на воздействие сигнала кусочно-линейной формы (метод двойного дифференцирования)
16	Действующее значение синусоидальных напряжений и токов.
17	Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме записи. Комплексное сопротивление и Комплексная проводимость произвольного двухполюсника
18	Элемент С в установившемся синусоидальном режиме. Реактивная мощность.
19	Установившейся синусоидальный режим в последовательном RLC-контуре. Векторная диаграмма (рассмотреть возможные случаи).
20	Мощность произвольного двухполюсника (мгновенная, активная, реактивная, полная).
21	Резонанс в последовательном RLC-контуре.
22	Частотные характеристики параллельного RLC-контра.
23	Явление взаимной индукции. Коэффициент взаимной индукции. Коэффициент связи.
24	Расчет трехфазной цепи при соединении нагрузки "звездой" без нулевого провода. Расчет при симметричной нагрузке.
25	Расчет трехфазной цепи при соединении нагрузки "треугольником".
26	Часть 2
27	Передаточная функция цепи
28	Теорема разложения при наличии в изображении комплексных полюсов.
29	Операторный метод расчета переходных процессов
30	Ряд Фурье для периодических сигналов.
31	Условие неискаженной передачи сигнала через цепь. Полоса пропускания.
32	Теорема дискретизации
33	Передаточная функция, разностное уравнение, схема и расчет дискретной цепи.
34	Мощность и действующее значение в УПР.
35	Методы расчета УПР
36	Связь ширины спектра с параметрами сигнала
37	РФ и спектры периодических сигналов.
38	Приближенные методы расчета сигнала по спектру.
39	Часть 3
40	Дискретные сигналы и их идеализация
41	Теорема дискретизации
42	z-преобразование как частный случай преобразования Лапласа
43	Основные теоремы и таблица z-преобразования
44	Передаточная функция, разностное уравнение, схема и расчет дискретной цепи
45	Проектирование дискретной цепи по аналоговому прототипу
46	Нормирование передаточных функций четырехполюсников
47	Основные свойства реактивных ЧП лестничной структуры
48	Условие реализуемости и определение параметров ПФ реактивного ЧП
49	Фильтры Баттерворта
50	Применение структурной матрицы при машинном расчете цепей методом узловых напряжений

Форма билета

Билеты во всех семестрах строятся по образцу:

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина)»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина: Теоретические основы электротехники, ФЭА

1. Ток, напряжение, мощность и энергия электрической цепи.
2. Переходная и импульсная характеристики .
3. Задача, тема ”Анализ линейных цепей при синусоидальном воздействии ”

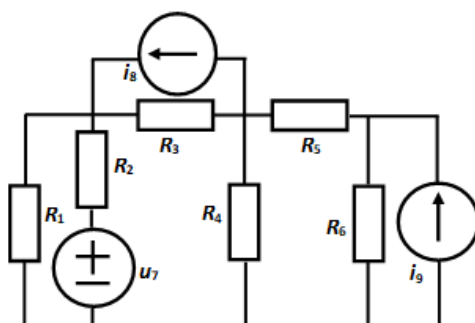
УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Е.Б. Соловьева

Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

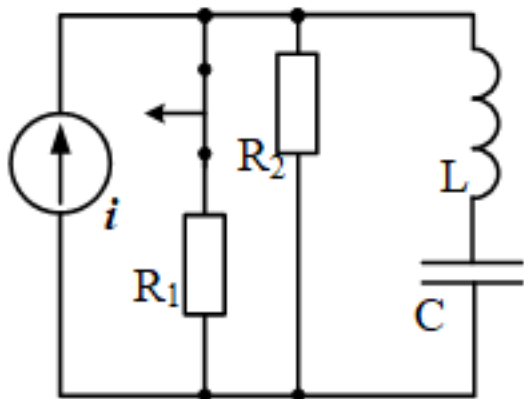
Контрольная работа № 1. Расчет резистивных цепей.



$R_1=R_2=R_3=R_4=1;$
 $R_5=R_6=1/2; u_7=2;$
 $i_8=2;$
 $i_9=2;$

Найти i_{R_2} -?
1) по МЭИН (для
расчета $U_{хх}$
использовать МКТ)
2) по МУН.

Контрольная работа № 2. Расчет переходных процессов в динамических цепях при постоянном воздействии.



$$i = 4 \text{ A}$$

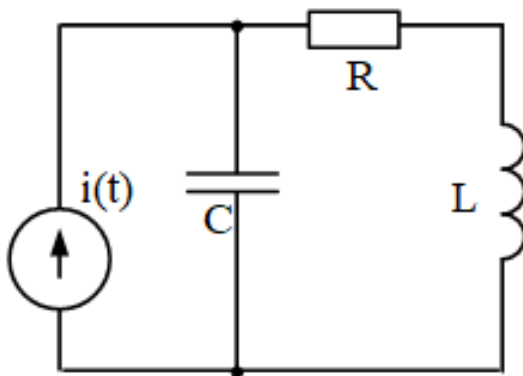
$$C = 2 \text{ Ф}$$

$$L = 1/2 \text{ Гн}$$

$$R_1 = R_2 = 1 \text{ Ом}$$

При $t=0$ ключ размыкается.
Найти $i_2(t)$, $i_L(t)$ при $t > 0$.

Контрольная работа № 3. Расчет электрических цепей методом комплексных амплитуд.



$$i(t) = 10 \cos(2t+90^\circ)$$

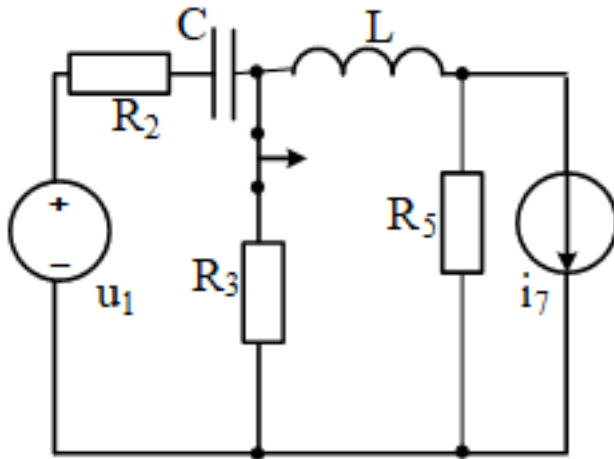
$$R = 5 \text{ Ом}$$

$$L = 2,5 \text{ Гн}$$

$$C = 1/20 \text{ Ф}$$

1. Найти напряжения на всех элементах. Построить графики.
2. Составить баланс мощностей.
3. Качественно построить векторную диаграмму цепи.

Контрольная работа № 4. Анализ динамических цепей при постоянном воздействии операторным методом.



$$u_1 = 1; \quad i_7 = 4;$$

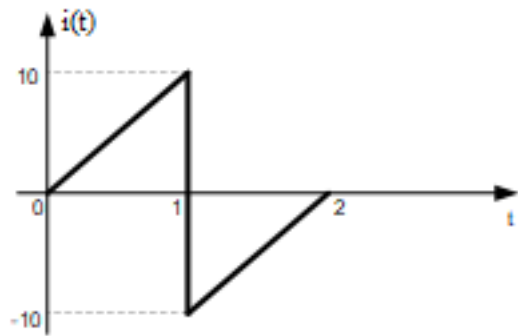
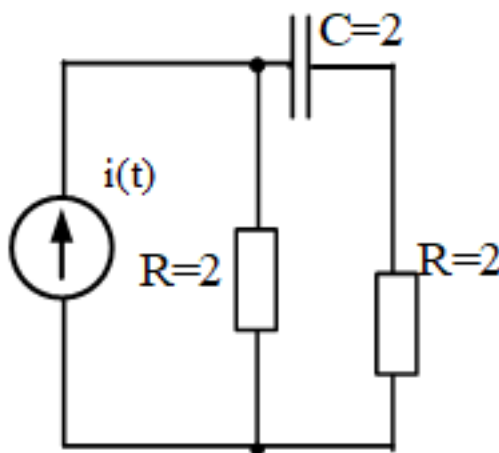
$$C = 1$$

$$L = 1$$

$$R_2 = R_3 = R_5 = 1$$

При $t=0$ ключ размыкается.
Найти $i_L(t)$ при $t>0$.

Контрольная работа № 5. Нахождение передаточной функции цепи, импульсной, переходной и частотных характеристик.



Найти: 1) $H(S)$ для $u(t)$; $h(t)$; $h_1(t)$; построить графики. АЧХ, ФЧХ, АФХ; графики, проверка
2) $u(t)$ - ?, если $i(t)$ задано графически.

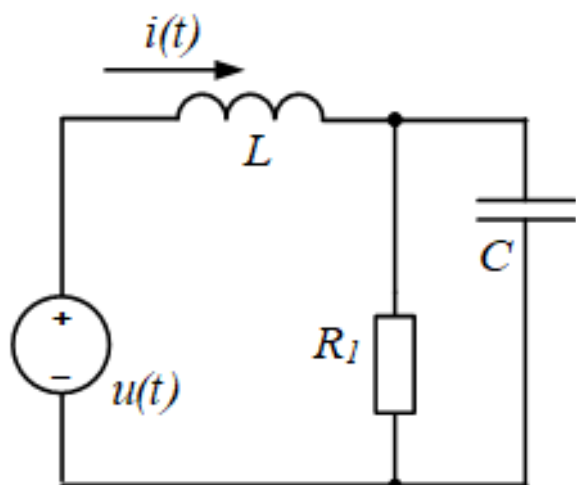
Контрольная работа № 6. Анализ установившихся периодических нелинейных режимов.

$$u(t) = 10 + 9\sqrt{2}\cos(t) + 4\sqrt{2}\cos(2t + 90^\circ)$$

$$L = 0,5$$

$$R_1 = 1$$

$$C = 1$$



Построить ряд Фурье для $i(t)$; найти I, P .

Построить спектры входного сигнала.

Контрольная работа № 7. Расчет дискретных цепей.

Найти импульсную характеристику $h(nT)$ дискретной цепи, $f(nT)$, разностное уравнение. Построить схему ДЦ.

$$H(z) = \frac{10}{(z+0,5)^2}; \quad f(nT) = 2 \bullet 3n\delta_1(nT).$$

Контрольная работа № 8. Синтез реактивных четырехполюсников.

Синтезировать пассивный RC-четыреполюсник с ПФ $H_{xx}^U = \frac{k(s+3)}{(s+1)(s+5)}$.

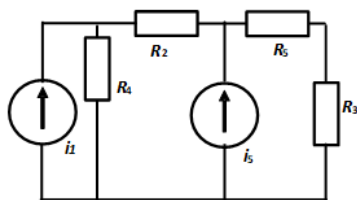
Рекомендуется использовать $D(s) = s + 3$

Контрольная работа № 9. Основы теории чувствительности

$$R_1=R_4=1; \quad R_3=2;$$

$$i_1=40;$$

$$i_5=10.$$



Найти u_k, i_k .

1) Δi_3 при $R_2=1$ по

теореме

компенсации,

проверить;

2) T_{i_5, R_2} по теореме

компенсации и

теореме Геледжена,

проверить.

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой

части по адресу, указанному в п. 5.3

6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
2	Тема 1. Основные понятия и определения электрической цепи	
3		ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
4	Тема 2. Методы анализа резистивных цепей	Контрольная работа
5	Тема 3. Анализ переходных процессов в динамических цепях при постоянных воздействиях	
6		
7	Тема 4. Анализ переходных процессов в динамических цепях при воздействии сигналов произвольной формы	
8		ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
9	Тема 3. Анализ переходных процессов в динамических цепях при постоянных воздействиях	Контрольная работа
10	Тема 5. Анализ линейных цепей при синусоидальном воздействии	
11		
12	Тема 6. Анализ индуктивно-связанных и трёхфазных цепей.	
13		
14		
15		
16		ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
17	Тема 5. Анализ линейных цепей при синусоидальном воздействии	Контрольная работа
18	Тема 7. Применение преобразования Лапласа к анализу электрических цепей	
19		ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
20	Тема 7. Применение преобразования Лапласа к анализу электрических цепей	Контрольная работа
23	Тема 7. Применение преобразования Лапласа к анализу электрических цепей	Контрольная работа
24	Тема 8. Анализ установившихся периодических режимов в цепях	
25		
26		
27		
28		ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
29	Тема 9. Спектры аperiodических сигналов	Контрольная работа
30	Тема 11. Анализ нелинейных цепей.	
31		
32	Тема 10. Четырёхполюсники.	
33		ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
34		Защита КР / КП
35	Тема 2. Методы анализа резистивных цепей Тема 4. Анализ переходных процессов в динамических цепях при воздействии сигналов произвольной формы Тема 7. Применение преобразования Лапласа к анализу электрических цепей	
36		
37		ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ

38	Тема 12. Общая характеристика дискретных цепей	Контрольная работа
39	Тема 13. Основы синтеза LC, RC и активных фильтров	
40		
41		
42		
43		ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
44	Тема 13. Основы синтеза LC, RC и активных фильтров	Контрольная работа
45	Тема 14. Основы чувствительности цепей к изменению параметров	
46		ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
47	Тема 14. Основы чувствительности цепей к изменению параметров	Контрольная работа
48	Тема 15. Основы теории фильтров	
49	Тема 16. Машинно-ориентированные методы анализа резистивных цепей	
50		ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
51	Тема 8. Анализ установившихся периодических режимов в цепях Тема 9. Спектры апериодических сигналов	Защита КР / КП

6.4 Методика текущего контроля

Текущий контроль на **лекционных занятиях** включает в себя контроль посещаемости (не менее 80 % занятий).

Текущий контроль на **лабораторных занятиях** - порядок выполнения лабораторных работ, подготовки отчетов и их защиты, по результатам которого студент получает допуск на экзамен.

В процессе обучения по дисциплине «Теоретические основы электротехники» студент обязан выполнить лабораторные работы. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита. Экспериментальные исследования выполняются в бригадах до 3 человек. Подготовка отчета осуществляется индивидуально в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ Требованиями оформления студенческих работ. Отчет оформляется после выполнения экспериментальных исследований и представляется преподавателю на проверку. После проверки отчет либо возвращается (при наличии замечаний) на доработку, либо подписывается к защите. Лабораторные работы защища-

ются студентами индивидуально, в часы отведенные для лабораторных работ. Каждый студент получает вопрос по теоретической части, или по процедуре проведения экспериментальных исследований, или по последующей обработке результатов, после чего ему предоставляется время для подготовки ответа. Примерные вопросы расположены в ”Лабораторный практикум по теоретической электротехнике с применением программных средств”. При обсуждении ответа преподаватель может задать несколько уточняющих вопросов. В случае если студент демонстрирует достаточное знание вопроса, работа считается защищенной (оценка ”зачтено”).

Критерии оценивания:

«не зачтено» - ставится, если основное содержание материала работы не раскрыто, не даны ответы на вопросы преподавателя, допущены грубые ошибки в определении понятий и в использовании терминологии;

«зачтено» ставится, если продемонстрировано усвоение основного содержания материала, работа выполнена полностью и оформлена в соответствии с требованиями.

На защите лабораторной работы студент должен показать: понимание методики исследования и знание особенностей её применения, понимание и умение объяснять особенности применяемых методов, возможные области их применения и т.д., умение давать качественную и количественную оценку полученных экспериментальных результатов и прогнозировать реакции исследуемого объекта на различные воздействия, навыки и умения, приобретенные при выполнении лабораторной работы.

Текущий контроль на **практических занятиях** включает в себя контроль посещаемости (не менее 80 % занятий), выполнение трех контрольных работ в каждом семестре, по результатам которых студент получает допуск на экзамен.

Критерии оценивания:

оценка ”отлично” ставится, если задача решена правильно;

оценка ”хорошо” ставится, если задача решена частично; оценка ”удовлетворительно” ставится, если задача решена не полностью, ход решения правильный;

оценка ”неудовлетворительно” ставится, если задача не решена, ход решения неправильный.

Контроль **самостоятельной работы студентов** осуществляется на лекционных, лабораторных и практических занятиях студентов по методикам, описанным выше, а также включает выполнение ИДЗ.

ИДЗ выдаются и выполняются по мере изучения материала, результат правильного выполнения - зачтенное домашнее задание, в случае неправильного выполнения - задание возвращается для исправления.

Контроль выполнения **курсовой работы** осуществляется в соответствии с методическими указаниями по курсовому проектированию и заданием на курсовую работу, определяющим сроки представления работы к защите. К защите курсовой работы допускаются студенты, полностью и правильно выполнившие задание курсовой работы, в случае неправильного выполнения - курсовая работа возвращается для исправления. Защита курсовой работы осуществляется индивидуально.

Критерии оценивания:

Оценка ”отлично” - студент показал знание теоретического материала по рассматриваемой теме, умение анализировать, делать выводы, показал умение кратко, доступно представить результаты работы, ответил на поставленные вопросы, оформление отвечает требованиям написания курсовой работы.

Оценка ”хорошо” - студент показал знание теоретического материала по рассматриваемой теме, однако умение анализировать, делать обобщения и выводы вызывают у него некоторые затруднения, имеются небольшие недочеты в

оформлении, затруднился при ответе на один вопрос.

Оценка ”удовлетворительно” - студент не в полной мере владеет теоретическим материалом, не может сделать обобщение и выводы, имеются ошибки в оформлении, затрудняется в ответах на поставленные вопросы.

Оценка ”неудовлетворительно” - студент допустил принципиальные ошибки при ответе на вопросы.

Студенты, не защитившие курсовую работу, не допускаются к экзамену по дисциплине и считаются имеющими академическую задолженность.

7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, маркерная или меловая доска	
Лабораторные работы	Специализированная лаборатория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом. Лаборатория оснащена измерительными стендами, в комплект каждого измерительного стенда входят: блок питания постоянного тока, генератор сигналов переменного напряжения, осциллограф аналоговый С1 220, цифровые мультиметры по 2 шт., лабораторные переносные тематические модули.	
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, маркерная или меловая доска	
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше

8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Дата	Изменение	Дата и номер протокола заседания УМК	Автор	Начальник ОМОЛА