

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 07.07.2023 11:34:46  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b



**СПбГЭТУ «ЛЭТИ»**  
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

Приложение к ОПОП  
«Радиоэлектронные системы»

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

11.03.01 «Радиотехника»

по профилю

**«Радиоэлектронные системы»**

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

к.т.н., доцент Лановенко Е.В.

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)	10
Курс	2
Семестр	4, 3
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	68
Лабораторные занятия (академ. часов)	17
Практические занятия (академ. часов)	68
Иная контактная работа (академ. часов)	4
Все контактные часы (академ. часов)	157
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	203
Всего (академ. часов)	360
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Экзамен (курс)	2
Экзамен (курс)	2
Курсовая работа (курс)	2

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ»**

Дисциплина знакомит слушателей с базовыми понятиями и методами анализа резистивных и динамических цепей. Рассматриваются электрические сигналы (постоянные, периодические, апериодические), их изображения по преобразованиям Лапласа и Фурье; линейные электрические цепи и их характеристики; методы анализа резистивных и динамических цепей во временной и частотной областях; спектральный анализ сигналов; методы расчета электрических цепей с взаимной индукцией; анализ цепей с зависимыми источниками и операционными усилителями; методы расчета четырехполюсников и реактивных фильтров Баттерворта и Чебышева; анализ дискретных цепей во временной области; анализ нелинейных резистивных цепей.

### **SUBJECT SUMMARY**

#### **«THEORY OF ELECTROTECHNICAL ENGINEERING»**

Discipline introduces students to basic concepts and methods of analysis of resistive and dynamic circuits. Electrical signals (constant, periodic, aperiodic), their images by Laplace and Fourier transformations are considered; linear electrical circuits and their characteristics; methods of analysis of resistive and dynamic circuits in time and frequency domains; spectral analysis of signals; methods of calculation of electric circuits with mutual induction; analysis of circuits with dependent sources and operational amplifiers; methods for calculating the four-pole and reactive filters of Butterworth and Chebyshev; analysis of discrete circuits in the time domain; analysis of nonlinear resistive 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 умений и навыков применения теоретических знаний для решения практических задач в профессиональной деятельности.

2. Задачи дисциплины - изучение понятий и основных 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. «Алгебра и геометрия»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Безопасность жизнедеятельности»

2. «Радиотехнические цепи и сигналы»

3. «Электропреобразовательные устройства радиоэлектронных средств»

### 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:

<b>Код компетенции/ индикатора компетенции</b>	<b>Наименование компетенции/индикатора компетенции</b>
ОПК-1	Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности
<i>ОПК-1.3</i>	<i>Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач</i>
ОПК-2	Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных
<i>ОПК-2.2</i>	<i>Умеет выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования</i>

## 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	Основные понятия и законы теории цепей	4				2
2	Методы анализа резистивных цепей	6	10	2		15
3	Анализ переходных процессов в динамических цепях при постоянных воздействиях	6	6	3		15
4	Анализ переходных процессов в динамических цепях при воздействии сигналов произвольной формы	4	4	3		15
5	Анализ динамических цепей при синусоидальном воздействии	6	8	6		15
6	Применение преобразования Лапласа для анализа переходных процессов в цепей	6	6			15
7	Спектральный метод анализа процессов в электрических цепях	6	6			15
8	Цепи с взаимной индукцией	4	2	3		15
9	Трехфазные цепи	4	4	0		15
10	Основы теории четырехполюсников	4	4			15
11	Цепи с зависимыми источниками Расчет цепей с операционными усилителями	4	6			15
12	Основы теории фильтров	4	4			15
13	Основы теории дискретных сигналов и цепей.	4	4			17
14	Нелинейные цепи.	4	4			19
15	Заключение	2	0		4	
	Итого, ач	68	68	17	4	203
	Из них ач на контроль	0	0	0	0	70
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	360/10				

#### 4.1.2 Содержание



№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Основные понятия и законы теории цепей	Ток, напряжение, энергия и мощность в цепи. Идеализированные источники электромагнитной энергии. Резистивный, индуктивный, емкостной элементы и их характеристики. Дуальность элементов и их характеристики. Электрическая цепь и задачи ее расчета. Понятие о коротком замыкании и обрыве в цепи. Геометрия цепей. Законы Кирхгофа. Дуальность элементов и цепей.
2	Методы анализа резистивных цепей	Эквивалентные преобразования структуры цепи. Теорема замещения. 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. Теоремы об эквивалентных источниках. Эквивалентные преобразования источников. Теорема взаимности.
3	Анализ переходных процессов в динамических цепях при постоянных воздействиях	Дифференциальные уравнения и свойства линейности динамических цепей во временной области. Классический метод анализа переходных процессов в динамических цепях. Законы коммутации. Понятие о переходном, вынужденном и свободном режимах (порядок разветвленных цепей, независимые начальные условия, частота собственных колебаний цепей). Разновидности переходных процессов (колебательный, апериодический и критический режимы) в последовательном RLC-контуре при включении к источнику постоянного напряжения. Анализ переходных процессов в разветвленных цепях 1го порядка при постоянных воздействиях (переходный процесс в RC-и RL-цепях). Анализ переходных процессов в динамических цепях высокого порядка методом переменных состояния. Аналитическое решение уравнений состояния (переходный процесс в RLC-цепях). Уравнения связи. Численный расчет переходных процессов (численный метод расчета Эйлера).
4	Анализ переходных процессов в динамических цепях при воздействии сигналов произвольной формы	Единичные типовые функции цепи. Переходная и импульсная характеристика цепи. Весовая характеристика цепи $h_2(t)$ . Связи между типовыми функциями и характеристиками цепи. Определение реакции цепи при аналитически заданном воздействии с помощью интегралов наложения (интеграл свертки, интеграл Дюамеля). Определение реакции цепи при воздействии в виде одиночного импульса.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
5	Анализ динамических цепей при синусоидальном воздействии	<p>Основные понятия синусоидальных напряжений и токов. Метод комплексных амплитуд (представление синусоидальных функций экспонентами с мнимым аргументом). Комплексное сопротивление произвольного двухполюсника (комплексные вольтамперные характеристики элементов цепи, энергетические характеристики элементов цепи). Законы Кирхгофа и Ома в комплексной форме. Расчет цепей методом комплексных амплитуд. Качественное построение векторной диаграммы. Мощность в установившемся синусоидальном режиме. Мгновенная, активная, реактивная и полная мощности пассивного двухполюсника. Коэффициент мощности. Мощность в комплексной форме. Баланс мощностей. Условие передачи максимума активной мощности в нагрузку. Резонансные явления в электрических цепях. Комплексная функция и частотные характеристики последовательного RLC-контура. Связь полосы пропускания контура с его добротностью.</p>
6	Применение преобразования Лапласа для анализа переходных процессов в цепях	<p>Основные сведения о прямом и обратном преобразованиях Лапласа. Свойства и теоремы преобразования Лапласа. Применение теоремы разложения для определения оригинала. Законы Кирхгофа и схемы замещения элементов в операторной форме записи. Операторный метод расчета динамических цепей после коммутации при постоянном воздействии. Передаточная функция цепи и ее связь с дифференциальным уравнением, импульсной, переходной и частотными характеристиками цепи. Использование теоремы запаздывания для описания импульсных сигналов.</p>

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
7	Спектральный метод анализа процессов в электрических цепях	Периодические сигналы. Тригонометрические формы ряда Фурье. Ряд Фурье в комплексной форме. Дискретные спектральные характеристики периодического сигнала. Анализ установившихся периодических режимов в цепях. Мощность, действующие значения токов и напряжений в установившемся периодическом режиме. Использование преобразования Лапласа для расчета коэффициентов ряда Фурье и спектра периодического сигнала. 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. Спектры импульсов прямоугольной и треугольной формы. Частотные характеристики цепи с точки зрения спектров. Связь сплошного спектра одиночного импульса с дискретным спектром периодической последовательности импульсов. Ширина спектра и ее связь с длительностью и крутизной сигнала.
8	Цепи с взаимной индукцией	Явление взаимной индукции. Взаимная индуктивность. Коэффициент связи, согласное и встречное включение индуктивно связанных элементов. Особенности расчета цепей с взаимной индукцией. Эквивалентное исключение индуктивной связи. Пример расчета цепи с индуктивно связанными элементами (с учетом и без учета магнитной связи). Трансформатор в линейном режиме. Совершенный трансформатор без потерь. Идеальный трансформатор.
9	Трехфазные цепи	Общая характеристика трехфазных цепей. Трехфазная система напряжений, трехфазный генератор. Расчет трехфазной цепи при соединении нагрузки звездой и треугольником. Свойства симметричных трехфазных цепей. Векторные диаграммы. Анализ простых несимметричных трехфазных цепей. Мощность трехфазной цепи.
10	Основы теории четырехполюсников	Общие сведения и классификация четырехполюсников. Уравнения четырехполюсников через $y$ , $z$ , $a$ параметры. Симметрия, обратимость и расчет параметров четырехполюсников. Схемы замещения четырехполюсников. Входные и передаточные функции на нагруженных четырехполюсниках. Характеристические параметры четырехполюсников при режиме согласованной нагрузки. Уравнения четырехполюсников с использованием гиперболических функций. Соединения четырехполюсников, проверка регулярности соединений.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
11	Цепи с зависимыми источниками Расчет цепей с операционными усилителями	Зависимые источники и их свойства. Схемы замещения необратимых четырехполюсников. Расчет схем с зависимыми источниками. Идеальный операционный усилитель (ОУ) и его свойства. Использование схем на ОУ для реализации математических операций: суммирования, интегрирования и дифференцирования. Применения МУН при расчете схем с ОУ. Устойчивость цепей с ОУ.
12	Основы теории фильтров	Частотные характеристики реактивных двухполюсников. Свойства частотных характеристик реактивных двухполюсников. Симметричный четырехполюсник в согласованном режиме. Передаточные функции симметричного четырехполюсника в согласованном режиме. Понятие о фильтрах. Фильтры Баттерворта и Чебышева. Частотные характеристики фильтров Баттерворта и Чебышева. Реализация фильтров Баттерворта и Чебышева.
13	Основы теории дискретных сигналов и цепей.	Аналоговые и дискретные сигналы. Идеализация дискретных сигналов. Теорема дискретизации (Котельникова). Применение теоремы Котельникова. Понятие о дискретных линейных цепях. Схемы дискретных линейных цепей (ДЦ) и разностные уравнения. Анализ ДЦ во временной области. Численное и аналитическое решения разностных уравнений. Переходная и импульсная характеристики ДЦ. Дискретная свертка импульсной характеристики с дискретным воздействием.
14	Нелинейные цепи.	Общая характеристика нелинейных элементов (НЭ) и цепей. Статические и дифференциальные параметры НЭ. Анализ нелинейных резистивных цепей. Графический и аналитический расчеты нелинейных Rцепей. Нелинейные резистивные цепи с диодами.
15	Заключение	Перспективы применения методов теоретических основ электротехники для решения технических задач.

## 4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Исследование линейных резистивных цепей	2
2. Исследование свободных процессов в электрических цепях	3
3. Исследование установившегося синусоидального режима в простых цепях	3
4. Исследование резонансных явлений в простых электрических цепях	3
5. Исследование индуктивно связанных цепей	3
6. Исследование искажений импульсных сигналов при прохождении их через линейные цепи	3

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
Итого	17

### 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.	2
2. Формула делителя тока, формула делителя напряжения, метод наложения, метод пропорциональных величин.	2
3. Метод контурных токов. Метод узловых напряжений.	2
4. Метод эквивалентного источника напряжения. Метод эквивалентного источника тока.	2
5. Контрольная работа № 1. Расчет резистивных цепей методами контурных токов и узловых напряжений.	2
6. Расчет процессов в динамических цепях 1-го порядка после коммутации при постоянном воздействии.	2
7. Расчет переходной $h_1(t)$ , импульсной $h(t)$ и весовой $h_2(t)$ характеристик в динамических цепях 1-го порядка. Связи между характеристиками.	2
8. Интеграл свертки, интеграл Дюамеля. Нахождение реакции при графически заданном воздействии (метод последовательного дифференцирования).	2
9. Контрольная работа № 2. Расчет переходной, импульсной и весовой характеристик в динамических цепях 1-го порядка.	2
10. Расчет процессов в динамических цепях 2-го порядка после коммутации при постоянном воздействии (метод переменных состояния цепи).	2
11. Метод комплексных амплитуд (МКА). Расчет установившихся процессов в динамических цепях 2-го порядка при гармоническом воздействии на основе МКА. Качественное построение векторной диаграммы.	2
12. Расчет баланса мощностей в цепях с применением МКА.	2
13. Резонанс в динамических цепях.	2
14. Контрольная работа № 3. Расчет электрических цепей методом комплексных амплитуд.	2
15. Таблица преобразований Лапласа. Применение теоремы разложения для нахождения оригиналов.	2
16. Использование теоремы запаздывания для нахождения изображений импульсных сигналов.	2
17. Нахождение передаточной функции цепи. Ее связь с импульсной, переходной и частотными характеристиками цепи.	2
18. Спектральный метод анализа процессов в цепях при действии одиночного импульса на входе.	2

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
19. Анализ установившихся периодических режимов в цепях. Мощность, действующие значения токов и напряжений в установившемся периодическом режиме. Ряд Фурье в комплексной форме. Построение дискретных спектров.	4
20. Контрольная работа № 4. Расчет динамических цепей 2-го порядка после коммутации при постоянном воздействии операторным методом.	2
21. Расчет разветвленных цепей с взаимной индукцией в установившемся режиме.	2
22. Расчет трехфазных цепей	3
23. Расчет четырехполюсников.	3
24. Частотные характеристики реактивных двухполюсников. Свойства частотных характеристик реактивных двухполюсников.	2
25. Контрольная работа № 5. Расчет четырехполюсников.	2
26. Расчет цепей с операционными усилителями и зависимыми источниками	4
27. Контрольная работа № 6. Расчет электрических цепей с зависимыми источниками и операционными усилителями	2
28. Численное и аналитическое решения разностных уравнений. Переходная и импульсная характеристики ДЦ.	4
29. Анализ нелинейных резистивных цепей. Графический и аналитический расчет нелинейных R-цепей.	4
Итого	68

#### 4.4 Курсовое проектирование

Цель работы (проекта): Изучение различных методов качественного и количественного анализа линейных активных RC-цепей.

Содержание работы (проекта): 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. Расчет параметров элементов активной RC-цепи по заданной передаточной функции. Пояснительная записка к курсовой работе 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 сокра-

щения (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.

Темы:

№ п/п	Название темы	Перевод темы
1	Исследование прохождения сигналов через линейную активную электрическую цепь	Investigation of signal passage through linear active electric circuit

#### 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.

ИДЗ № 1. Расчет резистивных цепей. Задачи № 1.1.1-1.1.7.

ИДЗ № 2. Расчет переходных процессов в динамических цепях. Задачи № 1.2.1; 1.2.2; 1.2.3; 1.2.4.

ИДЗ № 3. Расчет электрических цепей методом комплексных амплитуд. Задачи № 1.3.4; 1.3.5; 1.3.6; 1.3.10; 1.3.11.

ИДЗ №4. Операторный и спектральный методы анализа цепей. Задачи № 1.4.1, 1.4.2, 1.4.4, 1.4.7, 1.4.8.

ИДЗ № 5. Расчет цепей с многополюсными элементами и зависимыми источниками. Задачи № 1.5.1, 1.5.2, 1.5.5, 1.5.6.

ИДЗ №6. Расчет нелинейных цепей. Задачи № 1.6.4, 1.6.5.

ИДЗ выдаются на практических занятиях в соответствии с вариантом каждого студента. Оформление работ осуществляется в индивидуальном порядке в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ «Требованиями оформления студенческих работ». ИДЗ должно содержать четко сформулированное задание и решение с обязательным представлением схем, формул, соответствующих методике расчета. ИДЗ сдаются 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. В рамках выполнения внеаудиторной самостоятельной работы обучающимся 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	20
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	5
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	20
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	28
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	20
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	40

<b>Текущая СРС</b>	<b>Примерная трудоемкость, ач</b>
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	70
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>203</b>

## 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 библ.
Основная литература		
1	Бычков Ю. А. Введение в теоретическую электротехнику. Курс подготовки бакалавров [Электронный ресурс], 2016. -288 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	Бычков Ю. А. Сборник задач по основам теоретической электротехники [Электронный ресурс], 2011. -400 с.	неогр.
Дополнительная литература		
1	Курсовое проектирование по теоретической электротехнике [Текст] : учеб. пособие : [в 2 ч.] / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) ЛЭТИ"". Ч. 1 / [А. П. Барков [и др.], 2017. -107 с.	694
2	Лабораторный практикум по теоретической электротехнике с применением программных средств [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / А. П. Барков [и др.], 2013. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
3	Лабораторный практикум по теории электрических цепей [Электронный ресурс] : электрон. учеб. изд. / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ", 2014. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.

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

№ п/п	Электронный адрес
1	Центр инженерных технологий и моделирования "Экспонента" <a href="http://www.exponenta.ru/">http://www.exponenta.ru/</a>
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. <a href="http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/976/77976/58919?p_page=1">http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/976/77976/58919?p_page=1</a>

### **5.3 Адрес сайта курса**

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=9231>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Теоретические основы электротехники» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: экзамен.

#### Экзамен

<b>Оценка</b>	<b>Описание</b>
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 понятий, законов и 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 два теоретических и один практический вопрос. 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

### Вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	часть 1
2	Основные понятия и определения электрической цепи (ток, напряжение, мощность и энергия электрической цепи)
3	Преобразование источника напряжения в эквивалентный источник тока и обратное преобразование.
4	Идеализированный R-элемент электрической цепи. Вольтамперная и энергетическая характеристики R-элемента
5	Идеализированный L-элемент электрической цепи. Вольтамперная и энергетическая характеристики L-элемента
6	Метод пропорциональных величин. Проводимость, сопротивление, коэффициенты передачи по току и напряжению.
7	Переходный процесс при включении последовательной RC-цепи к источнику постоянного напряжения.
8	Свободный процесс в последовательном RLC-контуре в цепи постоянного тока (подробно рассмотреть только колебательный режим).
9	28. Метод переменных состояния для анализа переходных процессов в цепях высокого порядка и его преимущество. Формирование уравнений состояния.
10	Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме записи. Комплексное сопротивление и Комплексная проводимость произвольного двухполюсника
11	Емкостной элемент в установившемся синусоидальном режиме. Реактивная мощность.
12	часть 2

13	Явление взаимной индукции. Коэффициент взаимной индукции. Коэффициент связи.
14	Согласное и встречное включение индуктивно-связанных катушек.
15	Трехфазная система напряжений и ее преимущество. Соотношения между фазными и линейными напряжениями симметричного трехфазного генератора
16	Расчет трехфазной цепи при соединении нагрузки "звездой" при наличии нулевого провода. Роль нулевого провода.
17	Ряд Фурье для периодических сигналов.
18	Ряд Фурье в комплексной форме записи. Частотный спектр периодических сигналов.
19	Спектры апериодических сигналов и преобразование Фурье. Свойства преобразования Фурье.
20	Графо-аналитические методы расчета нелинейных цепей.
21	[a]-параметры четырехполюсника

### Форма билета

Билеты в обоих 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.

1. Ток, напряжение, энергия, мощность. Идеальные источники напряжения и тока. Резистивный элемент цепи.
2. Типовые функции цепи и связи между ними. Переходная и импульсная характеристики цепи.
3. Задача по теме "Анализ переходных процессов в динамических цепях при постоянных воздействиях".

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

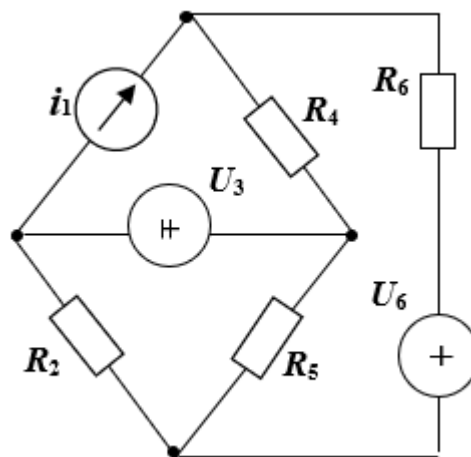
Е.Б. Соловьева

## Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

Контрольная работа № 1. Расчет резистивных цепей методами контурных токов и узловых напряжений.

Дано:  $i_1 = 0,2$  А,  $U_3 = 2$  В,  $U_6 = 4$  В,  $R_k = 2$  Ом. Задание:

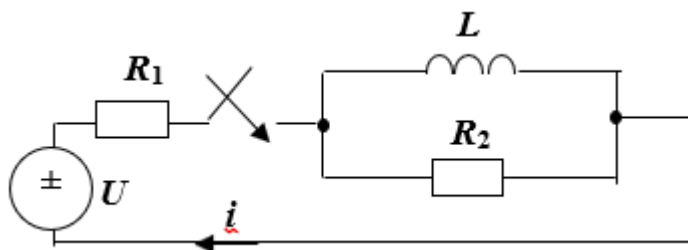
- 1) для приведенной электрической цепи методом узловых напряжений рассчитать все токи ветвей;
- 2) правильность найденных токов ветвей проверить расчетом баланса мощностей исходной схемы.



Контрольная работа № 2. Расчет переходной, импульсной и  $h_2$  характеристик в динамических цепях 1-го порядка.

Дано:  $L = 4$  Гн,  $R_1 = 2$  Ом,  $R_2 = 3$  Ом.

Найти  $h_1(t)$ ,  $h(t)$  и  $h_2(t)$  для реакции цепи  $UL(t)$ .





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

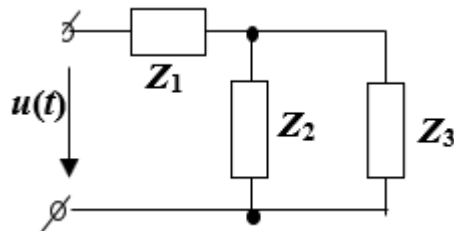
К зажимам электрической цепи приложено синусоидальное напряжение  $u(t)$  или ток  $i(t)$ . Начертить схему в соответствии с заданным вариантом.

Определить нижеследующее.

Дано:  $u(t) = 5\cos(\omega t + 45^\circ)$  В,  $Z_1 = 10$  Ом,  $Z_2 = 5 + j5$  Ом,  $Z_3 = -j10$  Ом.

Методом комплексных амплитуд:

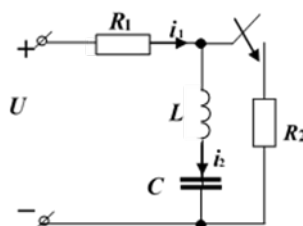
- 1) определить комплексные и мгновенные значения токов в ветвях схемы;
- 2) определить активную, реактивную и полную мощности на нагрузках ветвей и на зажимах цепи;
- 3) произвести расчет баланса мощностей;
- 4) построить качественно векторные диаграммы токов и напряжений.



Контрольная работа № 4. Расчет динамических цепей 2-го порядка после коммутации при постоянном воздействии операторным методом.

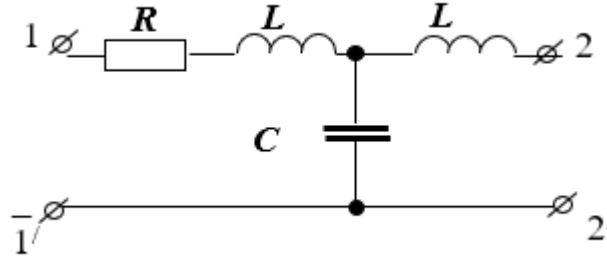
Дано: В цепи действует источник постоянного напряжения  $U = 10$  В. Заданы параметры элементов цепи:  $R_1 = 3$  Ом,  $C = 2$  Ф,  $L = 1$  Гн,  $R_2 = 1$  Ом.

Рассчитать переходные токи  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$  операторным методом.



Контрольная работа № 5. Расчет четырехполюсников.

Дано:  $|Zk| = 2$  Ом. Найти z-параметры и функцию передачи по напряжению.



Контрольная работа № 6. Расчет электрических цепей с зависимыми источниками и операционным усилителем.

Задача 1. Дана схема четырехполюсника (ЧП):  $113 - R1 = 1$  Ом;  $232 - R2 = 1$  Ом;  $324 - R3 = 2$  Ом;  $432 - \text{ИТУН } i4 = 2u34$ ;  $14 - \text{вход ЧП}$ ;  $24 - \text{выход ЧП}$ . Найти  $a$ -параметры для цепи с зависимым источником.

Задача 2. Дана схема с операционным усилителем:  $115 - \text{ИН } u1$ ;  $212 - R2$ ;  $313 - R3$ ;  $435 - L4 = 1$  Гн;  $524 - R5$ ;  $234 - \text{ОУ}$ ;  $Rk = 1$  Ом. Найти  $H(s) = U45(s)/U1(s)$ .

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
1	Методы анализа резистивных цепей	
2		
3		
4		ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
5	Методы анализа резистивных цепей	Контрольная работа
6	Анализ переходных процессов в динамических цепях при постоянных воздействиях	
7		ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
10	Анализ переходных процессов в динамических цепях при постоянных воздействиях	Контрольная работа
11	Анализ динамических цепей при синусоидальном воздействии	
12		
13		ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
14	Анализ динамических цепей при синусоидальном воздействии	Контрольная работа
15	Применение преобразования Лапласа к анализу электрических цепей	
16		
17	Спектральный метод анализа процессов в электрических цепях	ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
22	Применение преобразования Лапласа для анализа переходных процессов в цепей	Контрольная работа
27	Основы теории четырехполюсников	Контрольная работа
28	Цепи с зависимыми источниками	
29	Расчет цепей с операционными усилителями	
30	Цепи с взаимной индукцией Трехфазные цепи	ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
31	Цепи с зависимыми источниками Расчет цепей с операционными усилителями	Контрольная работа
32	Нелинейные цепи.	ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
34	Анализ переходных процессов в динамических цепях при воздействии сигналов произвольной формы Применение преобразования Лапласа для анализа переходных процессов в цепей Спектральный метод анализа процессов в электрических цепях	
35		Защита КР / КП

### 6.4 Методика текущего контроля

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

Текущий контроль лабораторных занятий включает в себя порядок выполнения лабораторных работ, подготовку отчетов и их защиту, по результатам

которого студент получает допуск на экзамен.

В процессе обучения по дисциплине «Теоретические основы электротехники» студент обязан выполнить шесть лабораторных работ. Под выполнением лабораторных работ подразумевается теоретическая 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 защищаются 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 этого ему предоставляется время для подготовки ответа. Примерные вопросы расположены в учебном пособии «Лабораторный практикум по теоретической электротехнике. Основы теории цепей». 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, при обработке экспериментальных данных допущены ошибки, не даны ответы на вопросы преподавателя, допущены грубые ошибки в определении понятий и терминов; «зачтено» - ставится при усвоении студентом основного содержания материала, полном выполнении работы, включая расчетную и графическую часть. На защите лабораторной работы студент должен продемонстрировать: понимание методики исследования и знание особенностей её применения, понимание и умение объяснять особенности используемых методов, возможные

области их применения и т.д., умение давать качественную и количественную оценку полученных экспериментальных результатов, прогнозировать реакции исследуемого объекта на различные воздействия.

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

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

При проверке контрольной работы оценка «отлично» ставится, если задача решена правильно; оценка «хорошо» ставится, если задача решена частично; оценка «удовлетворительно» ставится, если задача решена не полностью, но 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.

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. Оценка "отлично" - студент показал знание теоретического материала по рассматриваемой теме, умение анализировать, делать выводы, показал умение кратко, доступно представить результаты работы, ответил на по-

ставленные 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	Лаборатория электрических цепей	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	Оснащение 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

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