

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 24.10.2023 13:59:21  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b



**СПбГЭТУ «ЛЭТИ»**  
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

Приложение к ОПОП  
«Микроволновая электроника»

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

11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

по профилю

**«Микроволновая электроника»**

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.т.н. Морозов Д.А.

доцент, к.т.н., доцент Соколов В.Н.

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	ИФИО
Обеспечивающая кафедра	ТОЭ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	8
Курс	2
Семестр	4, 3
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	51
Лабораторные занятия (академ. часов)	17
Практические занятия (академ. часов)	68
Иная контактная работа (академ. часов)	4
Все контактные часы (академ. часов)	140
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	148
Всего (академ. часов)	288
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Экзамен (курс)	2
Дифф. зачет (курс)	2
Курсовая работа (курс)	2

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

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

Дисциплина знакомит слушателей с базовыми понятиями теории электрических цепей и применяемыми в ее рамках методами анализа. 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 и частотной областях; спектральный анализ сигналов; методы расчета индуктивно связанных и трехфазных цепей, цепей с операционными усилителями; методы расчета четырехполюсников; начала анализа нелинейных 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 and circuits with operational amplifier are considered; analysis of nonlinear resistive circuits.

## 3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Цель дисциплины - создание базовой электротехнической подготовки, необходимой для исследования электрических и магнитных процессов в электротехнических устройствах, выработка 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;
- 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 приобрести умения 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 получить 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. «Микроволновая электроника»

2. «Электродинамика»

3. «Аналоговая схемотехника»

### 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	Введение. Основные понятия, величины и законы теории электрических цепей	8			4	6
2	Анализ резистивных цепей простой структуры	0	5	1.5		7
3	Анализ резистивных цепей сложной структуры		5	1.5		7
4	Основные положения классического метода анализа цепей в переходном и установившемся режимах	3				6
5	Метод переменных состояния	1	1	0		3
6	Переходные процессы в цепях первого порядка	1	4	1.5		6
7	Переходные процессы в цепях второго порядка	1	3	1.5		15
8	Анализ цепей при воздействии сигналов произвольной формы. Метод интегралов наложения	1	5			4
9	Анализ цепей в режиме установившихся синусоидальных колебаний. Метод комплексных амплитуд	3	6	3		7
10	Мощность в установившемся синусоидальном режиме	1	1			4
11	Режим резонанса в электрической цепи	2	1	3		5
12	Комплексные функции и частотные характеристики цепи. Нормирование параметров цепи.	1	3			3
13	Анализ цепей с помощью преобразования Лапласа	3	10			17
14	Анализ цепей в режиме установившихся периодических несинусоидальных колебаний	2	6			15
15	Анализ цепей с помощью интегрального преобразования Фурье	3	3			3
16	Качественный анализ искажений сигналов при прохождении их через линейную цепь	3	3	2		14
17	Цепи с взаимной индукцией	3	2	3		5
18	Трехфазные цепи	3	2			4
19	Цепи с операционными усилителями	4	2	0		5
20	Основы теории четырехполюсников	4	2	0		5
21	Начала анализа нелинейных цепей	4	4			7
	Итого, ач	51	68	17	4	148
	Из них ач на контроль	0	0	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	288/8				



## 4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение. Основные понятия, величины и законы теории электрических цепей	Введение. Понятие электрической цепи. Задача анализа цепи. Элементы цепи и их классификация. Основные понятия топологии цепей. Ток, напряжение, мощность и энергия в цепи. Законы Кирхгофа. Резистивный, индуктивный, емкостный элементы и их характеристики. Элементы короткого замыкания и холостого хода. Источники напряжения и тока. Управляемые источники напряжения и тока. Дуальность элементов и их характеристик. Понятие о схемах замещения электротехнических устройств. Описание цепи системой линейно независимых уравнений Кирхгофа. Свойства линейных стационарных цепей. Теорема замещения. Теорема взаимности (обратимости). Теоремы об эквивалентных источниках напряжения и тока. Режимы работы динамических цепей.
2	Анализ резистивных цепей простой структуры	Понятие об эквивалентном сопротивлении. Расчет эквивалентного сопротивления. Преобразование звезды ветвей в треугольник и обратно. Расчет цепей последовательной, параллельной, последовательно-параллельной и лестничной структур с одним источником. Делители напряжения и тока. Метод пропорциональных величин. Входные и передаточные коэффициенты резистивных цепей. Расчет цепей с несколькими источниками методом наложения. Эквивалентное преобразование источников. Контроль результатов расчета по законам Кирхгофа и по балансу мощностей.
3	Анализ резистивных цепей сложной структуры	Анализ цепей по уравнениям Кирхгофа. Метод контурных токов. Метод узловых напряжений. Методы эквивалентных источников напряжения и тока.
4	Основные положения классического метода анализа цепей в переходном и установившемся режимах	Понятие о коммутации и переходном процессе в цепи. Уравнения линейных динамических цепей. Свободная составляющая реакции и свободный режим в цепи. Вынужденная составляющая реакции и вынужденный режим в цепи. Порядок цепи, начальные условия, правила коммутации.
5	Метод переменных состояния	Основные положения метода. Описание цепи системой уравнений состояния. Уравнение связи.
6	Переходные процессы в цепях первого порядка	Свободный режим в цепи первого порядка. Расчет переходных процессов в цепях первого порядка при постоянных воздействиях методом эквивалентных резистивных схем замещения.
7	Переходные процессы в цепях второго порядка	Свободный режим в колебательном контуре. Расчет переходных процессов в цепях второго порядка при постоянных воздействиях методом переменных состояния.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
8	Анализ цепей при воздействии сигналов произвольной формы. Метод интегралов наложения	Единичная ступенчатая функция Хевисайда, единичная импульсная функция Дирака и их свойства. Функция единичного наклона. Импульсные сигналы и их описание. Временные характеристики цепи. Переходная и импульсная характеристики. Понятие о математическом аппарате интегралов наложения.
9	Анализ цепей в режиме установившихся синусоидальных колебаний. Метод комплексных амплитуд	Синусоидальное напряжение и ток, и величины, их характеризующие. Среднее и действующее значения. Установившийся синусоидальный режим в линейной цепи. Элементы R, L, C в установившемся синусоидальном режиме. Основные положения метода комплексных амплитуд. Уравнения законов Ома и Кирхгофа в комплексной форме. Комплексные схемы замещения элементов цепи. Векторные диаграммы. Расчет установившегося синусоидального режима с помощью комплексной схемы замещения цепи. Расчет установившегося синусоидального режима с помощью векторной диаграммы
10	Мощность в установившемся синусоидальном режиме	Мгновенная мощность двухполюсной цепи в установившемся синусоидальном режиме. Активная и полная мощности. Коэффициент мощности. Реактивная и комплексная мощности. Условие выделения максимума активной мощности в нагрузке.
11	Режим резонанса в электрической цепи	Основные положения. Простейший резонанс напряжений. Простейший резонанс токов.
12	Комплексные функции и частотные характеристики цепи. Нормирование параметров цепи.	Обобщенный метод комплексных амплитуд. Понятие функции цепи. Комплексные входные и передаточные функции цепи. Частотные характеристики.
13	Анализ цепей с помощью преобразования Лапласа	Формулы преобразования Лапласа. Основные теоремы преобразования Лапласа. Уравнения законов Ома и Кирхгофа в операторной форме. Операторные схемы замещения элементов цепи. Анализ цепей в переходном режиме при коммутации по их эквивалентным операторным схемам замещения. Операторные входные и передаточные функции цепи, их свойства, связь с временными и частотными характеристиками цепи. Изображения аперiodических и периодически продолженных сигналов. Нахождение реакции цепи на импульсный сигнал.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
14	Анализ цепей в режиме установившихся периодических несинусоидальных колебаний	Установившийся периодический несинусоидальный режим в линейной цепи. Представление периодических сигналов рядами Фурье. Понятие о гармоническом анализе. Понятие о спектре сигнала. Особенности спектров периодических сигналов. Мощность двухполюсной цепи в установившемся несинусоидальном режиме. Действующее значение несинусоидального сигнала. Коэффициент искажения. Расчет установившегося периодического несинусоидального режима в линейной цепи.
15	Анализ цепей с помощью интегрального преобразования Фурье	Общие сведения о преобразовании Фурье. Представление аperiodических сигналов интегралом Фурье. Особенности спектров аperiodических сигналов. Спектр прямоугольного импульса. Связь спектров аperiodического сигнала и периодического сигнала того же вида. Теорема Рэлея. Активная ширина спектра и критерии ее определения. Спектры амплитудно-модулированных сигналов. Некоторые взаимные соотношения между сигналами и их спектрами.
16	Качественный анализ искажений сигналов при прохождении их через линейную цепь	Общие сведения об электрических фильтрах. Интегрирующие и дифференцирующие цепи. Исследование интегрирующей RCцепи. Исследование дифференцирующей RCцепи. Критерии качественного анализа искажения сигналов.
17	Цепи с взаимной индукцией	Основные понятия и соотношения. Особенности расчета цепей с индуктивносвязанными элементами. Устранение магнитной связи. Трансформатор в линейном режиме. Условия построения идеального трансформатора. Идеальный трансформатор в режиме согласования нагрузки.
18	Трехфазные цепи	Основные понятия и соотношения. Расчет трехфазной цепи при соединении «звездазвезда». Режимы работы соединения «звездазвезда». Расчет трехфазной цепи при соединении «треугольниктреугольник». Мощность нагрузки трехфазной цепи.
19	Цепи с операционными усилителями	Малосигнальная низкочастотная схема замещения операционного усилителя. Решающий усилитель и сумматор на идеальном операционном усилителе. Масштабный усилитель, интегратор, дифференциатор. Преобразование сопротивлений на идеальном операционном усилителе. Конвертор отрицательного сопротивления. Гиратор.
20	Основы теории четырехполюсников	Уравнения четырехполюсника через параметры сопротивлений, проводимости, передачи. Гибридные уравнения. Пересчет параметров четырехполюсника. Входные и передаточные функции нагруженного четырехполюсника. Соединения четырехполюсников. Характеристические параметры симметричного четырехполюсника в согласованном режиме.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
21	Начала анализа нелинейных цепей	Общая характеристика и классификация нелинейных элементов и цепей. Общие свойства нелинейных цепей. Описание нелинейных характеристик. Анализ нелинейных резистивных цепей в установившемся режиме графическим методом и методом кусочно-линейных схем замещения. Анализ нелинейных динамических цепей в переходном режиме методом сопряжения интервалов.

## 4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Исследование линейных резистивных цепей.	3
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 цепей с магнитными связями.	3
6. Исследование искажений импульсных сигналов при прохождении их через линейные цепи.	2
Итого	17

## 4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Эквивалентное сопротивление резистивной цепи. Делители напряжения и тока. Расчет цепей последовательно-параллельной структуры с одним источником	2
2. Расчет цепей с несколькими источниками методом наложения. Контроль результатов расчета по законам Кирхгофа. Метод пропорциональных величин. Эквивалентное преобразование ИН-ИТ и его применение.	2
3. Метод уравнений Кирхгофа. Контроль результатов расчета по балансу мощностей. Метод контурных токов.	2
4. Метод узловых напряжений. Методы эквивалентных источников напряжения и тока.	2
5. Контрольная работа № 1. Анализ линейной резистивной цепи.	2
6. Расчет переходных процессов в динамических цепях классическим методом. Переходные процессы в цепях 1го порядка при постоянном воздействии.	2
7. Переходные процессы в цепях второго порядка при постоянных воздействиях. Метод переменных состояния.	2

<b>Наименование практических занятий</b>	<b>Количество ауд. часов</b>
8. Метод переменных состояния (продолжение). Тестовые воздействия и временные характеристики цепи.	2
9. Переходная, импульсная и весовая второго порядка характеристики цепи. Их расчет для цепи первого порядка.	2
10. Описание импульсных сигналов кусочно-линейной и кусочно-синусоидальной формы. Нахождение реакции цепи на импульсный сигнал кусочно-линейной формы	2
11. Контрольная работа № 2. Расчет переходного процесса в цепи первого порядка при постоянных воздействиях.	2
12. Установившийся синусоидальный режим в цепи. Метод комплексных амплитуд. Расчет цепи с помощью ее комплексной схемы замещения.	2
13. Векторная диаграмма и правила ее построения. Расчет цепи с помощью векторной диаграммы.	2
14. Расчет мощностей в установившемся синусоидальном режиме. Режим резонанса.	2
15. Комплексные функции и частотные характеристики цепи.	2
16. Частотные характеристики цепи (продолжение). Нормирование параметров и переменных цепи.	2
17. Контрольная работа № 3. Анализ цепи в установившемся синусоидальном режиме.	2
18. Операторный метод анализа цепей. Изображения типовых функций. Переход «изображение – оригинал».	2
19. Расчет цепи в переходном режиме с помощью ее операторной схемы замещения.	2
20. Операторная функция цепи, ее расчет и контроль. Связь операторной функции с характеристиками цепи.	2
21. Нахождение реакции цепи на импульсный сигнал операторным методом.	2
22. Контрольная работа № 4. Анализ цепи в переходном режиме операторным методом.	2
23. Установившийся периодический несинусоидальный режим в линейной цепи. Метод рядов Фурье.	2
24. Мощность, действующие значения токов и напряжений цепи в установившемся периодическом режиме. Спектры периодических сигналов.	2
25. Контрольная работа № 5. Анализ цепи в установившемся периодическом несинусоидальном режиме.	2
26. Спектры апериодических сигналов. Спектр прямоугольного импульса. Общие сведения об электрических фильтрах.	2
27. Качественный анализ цепи спектральным методом при воздействии одиночного импульсного сигнала.	2
28. Цепи с взаимной индукцией (ИСЦ). Особенности расчета ИСЦ. Расчет схемы с трансформаторной связью.	2
29. Цепи с взаимной индукцией (продолжение). Расчет схемы с трансформаторной связью. Трехфазные цепи (ТФЦ).	2

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
30. Трехфазные цепи (продолжение). Особенности расчета ТФЦ. Расчет соединения звездой в различных режимах.	2
31. Цепи с операционными усилителями (ОУ). Особенности расчета цепей с ОУ. Расчет входных и передаточных функций цепей с ОУ.	2
32. Цепи с операционными усилителями (продолжение). Цепи с четырехполосниками (ЧП). Определение параметров сопротивлений и проводимостей ЧП.	2
33. Контрольная работа № 6. Расчет цепи с ОУ.	2
34. Цепи с четырехполосниками (продолжение). Пересчет параметров ЧП. Расчет цепи с ЧП.	2
Итого	68

#### 4.4 Курсовое проектирование

Цель работы (проекта): Практическое освоение современных методов количественного и качественного анализа линейной электрической цепи при различных воздействиях в переходном и установившемся режимах.

Содержание работы (проекта): Нормирование параметров и переменных цепи. Анализ цепи во временной области методом переменных состояния. Расчет операторной функции передачи, временных и частотных характеристик цепи. Анализ цепи операторным методом при апериодическом воздействии. Качественный анализ цепи спектральным методом при апериодическом воздействии. Анализ цепи спектральным методом при периодическом воздействии.

Работа выполняется по одной теме по вариантам исходных данных.

Курсовая работа оформляется в соответствии с Требованиями к оформлению СПбГЭТУ. 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 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.

Темы:

№ п/п	Название темы	Перевод темы
1	Исследование прохождения сигналов через линейные цепи	Analysis of linear 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.

Домашнее задание № 1. Расчет резистивных цепей последовательно-параллельной структуры с одним источником. Расчет резистивных цепей с несколькими источниками методом наложения. Контроль результатов расчета по законам Кирхгофа. Метод пропорциональных величин. Задачи № 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4.

Домашнее задание № 2. Расчет резистивных цепей методами уравнений Кирхгофа, контурных токов и узловых напряжений, эквивалентных источников. Задачи № 1.1.5, 1.1.6, 1.1.7.

Домашнее задание № 3. Переходные процессы в цепях 1го порядка при постоянных воздействиях. Задачи № 1.2.1, 1.2.2.

Домашнее задание № 4. Переходные процессы в цепях 2го порядка при постоянных воздействиях. Метод переменных состояния. Задача № 1.2.3.

Домашнее задание № 5. Переходная и импульсная характеристики цепи. Расчет характеристик. Нахождение реакции на импульсный сигнал кусочно-линейной формы. Задача № 1.2.4.

Домашнее задание № 6. Расчет цепей в установившемся синусоидальном режиме методом комплексных амплитуд. Задачи № 1.3.4, 1.3.5, 1.3.6, 1.3.11.

Домашнее задание № 7. Расчет цепи в переходном режиме с помощью ее операторной схемы замещения. Задачи № 1.4.2, 1.4.3.

Домашнее задание № 8. Операторная функция цепи, ее расчет и связь с характеристиками цепи. Нахождение операторным методом реакции цепи на импульсный сигнал. Задача № 1.4.7.

Домашнее задание № 9. Расчет цепи в установившемся периодическом несину-



социальном режиме. Задача № 1.4.8.

Домашнее задание № 10. Расчет индуктивно связанных цепей. Задача № 1.5.2.

Домашнее задание № 11. Расчет трехфазных цепей. Задача № 1.3.15.

Домашнее задание № 12. Расчет цепей с операционными усилителями. Задача № 1.5.6.

Домашнее задание № 13. Расчет цепей с четырехполюсниками. Задача № 1.5.1.

Оформление ИДЗ студентами осуществляется индивидуально. ИДЗ оформляется 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 пройденно-

го 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.

<b>Текущая СРС</b>	<b>Примерная трудоемкость, ач</b>
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	6
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	8
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	36
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	6
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	6
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	40
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	46
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>148</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.

### 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=11285>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Теоретические основы электротехники» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: экзамен, зачет с оценкой.

#### 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.

#### Зачет с оценкой

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 часть):

1. По результатам текущего контроля: выполнение в семестре трех контрольных работ на практических занятиях, индивидуальных домашних заданий. Экзаменационный билет содержит 2 теоретических и 1 практический вопросов. Оценка по итогам экзамена выставляется как средний балл за ответы по всем экзаменационным вопросам.

Допуск к дифференциальному зачету (2 часть):

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

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

### Вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	часть 1
2	Ток, напряжение, мощность и энергия электрической цепи
3	Преобразование источника напряжения в эквивалентный источник тока и обратное преобразование.
4	R-элемент электрической цепи. Вольтамперная и энергетические характеристики R-элемента.
5	L-элемент электрической цепи. Вольтамперная и энергетические характеристики L-элемента
6	Метод пропорциональных величин. Проводимость передачи, сопротивление передачи, 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 (подробно рассмотреть только колебательный режим).
9	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	Элемент С в установившемся синусоидальном режиме. Реактивная мощность.

### Форма билета

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, характеристика  $h_2(t)$ .
3. Задача, тема "Анализ переходных процессов в динамических цепях при постоянных воздействиях".

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Е.Б. Соловьева

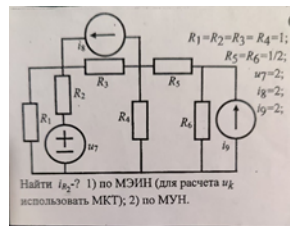
### Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Явление взаимной индукции. Коэффициент взаимной индукции. Коэффициент связи.
2	Согласное и встречное включение индуктивно связанных катушек.
3	Трёхфазная система напряжений и ее преимущество. Соотношения между фазными и линейными напряжениями симметричного трехфазного генератора.
4	Расчет трехфазной цепи при соединении нагрузки "звездой". Роль нулевого провода.
5	Описание периодических сигналов рядами Фурье.

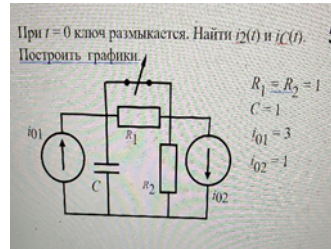
6	Ряд Фурье в комплексной форме записи. Частотный спектр периодических сигналов.
7	Спектры аperiodических сигналов и интегральное преобразование Фурье. Свойства преобразования Фурье.
8	Особенности расчета цепей с операционными усилителями.
9	A-параметры четырехполюсника
10	Z, Y -параметры четырехполюсника

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

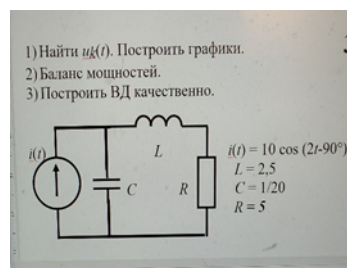
Контрольная работа 1. Анализ линейной резистивной цепи.



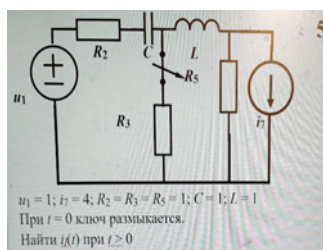
Контрольная работа 2. Расчет переходного процесса в цепи первого порядка при постоянных воздействиях.



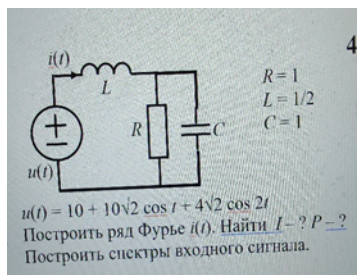
Контрольная работа 3. Анализ цепи в установившемся синусоидальном режиме.



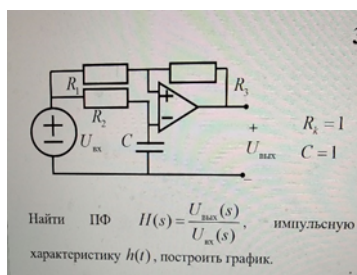
Контрольная работа 4. Анализ цепи в переходном режиме операторным методом



Контрольная работа 5. Анализ цепи в установившемся периодическом несинусоидальном режиме



Контрольная работа 6. Расчет цепи с ОУ



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	Введение. Основные понятия, величины и законы теории	
2	электрических цепей	
3	Анализ резистивных цепей простой структуры	ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
4	Анализ резистивных цепей сложной структуры	ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
5	Анализ резистивных цепей сложной структуры	Контрольная работа
6	Основные положения классического метода анализа цепей	
7	в переходном и установившемся режимах	ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
	Переходные процессы в цепях первого порядка	
8	Метод переменных состояния	
9	Переходные процессы в цепях второго порядка	ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
10	Анализ цепей при воздействии сигналов произвольной формы. Метод интегралов наложения	ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
11	Переходные процессы в цепях первого порядка	Контрольная работа
12	Анализ цепей в режиме установившихся синусоидальных	
13	колебаний. Метод комплексных амплитуд	
14	Мощность в установившемся синусоидальном режиме	
15	Режим резонанса в электрической цепи	
16	Комплексные функции и частотные характеристики цепи. Нормирование параметров цепи.	ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
17	Анализ цепей в режиме установившихся синусоидальных колебаний. Метод комплексных амплитуд	Контрольная работа
18	Анализ цепей с помощью преобразования Лапласа	
19		ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
20	Анализ цепей с помощью преобразования Лапласа	
21		ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
22	Анализ цепей с помощью преобразования Лапласа	Контрольная работа
23	Анализ цепей в режиме установившихся периодических	
24	несинусоидальных колебаний	ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
25	Анализ цепей в режиме установившихся периодических несинусоидальных колебаний	Контрольная работа
26	Анализ цепей с помощью интегрального преобразования	
27	Фурье Качественный анализ искажений сигналов при прохождении их через линейную цепь	ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
28	Цепи с взаимной индукцией	ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
29	Трехфазные цепи	ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
30	Цепи с операционными усилителями	
31	Основы теории четырехполюсников	
32		ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
33	Цепи с операционными усилителями	Контрольная работа

34	<p>Основные положения классического метода анализа цепей в переходном и установившемся режимах          Комплексные функции и частотные характеристики цепи.          Нормирование параметров цепи.          Качественный анализ искажений сигналов при прохождении их через линейную цепь</p>	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** включает в себя 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 шесть лабораторных работ. 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 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 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 доста-

точное 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 лек-

ционных, 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	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

<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>