

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 31

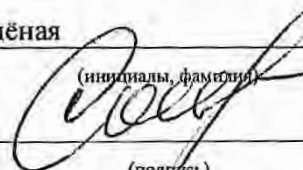
УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель образовательной программы

ДОЦ., К.Т.Н., ДОЦ.

(должность, уч. степень, звание)

О.Я. Солёная

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«27» июня 2024 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электротехника»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	13.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Электроэнергетика и электротехника
Наименование направленности	Цифровая энергетика
Форма обучения	очно-заочная
Год приема	2024

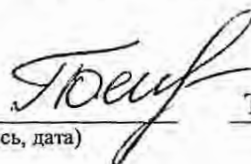
Санкт-Петербург– 2024

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Доц., к.т.н.  
(должность, уч. степень, звание)

27.06.24  
(подпись, дата)



Т.Г. Полякова  
(инициалы, фамилия)

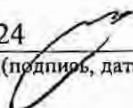
Программа одобрена на заседании кафедры № 31

«27» июня 2024 г, протокол № 8

Заведующий кафедрой № 31

д.т.н., проф.  
(уч. степень, звание)

27.06.24  
(подпись, дата)



В.Ф. Шишлаков  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

Ст. преп.  
(должность, уч. степень, звание)

27.06.24  
(подпись, дата)



Н.В. Решетникова  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Электротехника» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности «Цифровая энергетика». Дисциплина реализуется кафедрой «№31».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-4 «Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с

- законами теории электрических цепей;
- расчетом и анализом параметров электрических цепей постоянного и переменного токов в установившихся и переходных режимах работы линейных схем замещения;
- проведением экспериментальных испытаний электрических цепей, электротехнических устройств с анализом результатов испытаний.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа студента, курсовое проектирование.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов необходимых знаний о законах и методах расчета электрических цепей электротехнических устройств, приобретение навыков расчета и анализа параметров электрических цепей, токов и напряжений в установившихся и переходных режимах работы линейных схем замещения электрических цепей, умение пользоваться электроизмерительными приборами. Обучающиеся должны освоить дисциплину на уровне, позволяющем им использовать на практике методы расчета и анализа электрических цепей. Уровень освоения дисциплины должен позволять студентам проводить типовые расчеты основных электрических схем, проводить элементарные лабораторные испытания электротехнических устройств.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.Д.1 использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока ОПК-4.Д.2 использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока ОПК-4.Д.3 применяет знания основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Математика. Математический анализ»,
- «Физика»

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- «Электрические и электронные аппараты»,
- «Электрические машины»,
- «Энергетическая электроника».

## 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам	
		№4	№5
1	2	3	4
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	7/ 252	3/ 108	4/ 144
<b>Из них часов практической подготовки</b>			
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	119	51	68
в том числе:			
лекции (Л), (час)	34	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	34	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17		17
экзамен, (час)	81	45	36
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	52	12	40
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз., Экз.	Экз.	Экз.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

## 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.  
Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 4					
Раздел 1. Введение, основные определения электрических цепей. Тема 1.1. Цели и задачи курса. Место курса в системе дисциплин, обеспечивающих электротехническую подготовку студента по данной направленности. Тема 1.2. Электрическая цепь - электромагнитная модель устройства или системы. Система величин, используемая при описании цепи.	2		3		2
Раздел 2. Электрические цепи постоянного тока. Тема 2.1. Структура, классификация, параметры элементов. Законы электрических цепей. Тема 2.2. Электрическая схема. Основные топологические понятия. Тема 2.3. Преобразование электрических схем. Расчет цепей постоянного тока.	7	11	3		1
Раздел 3. Электрические цепи гармонического (синусоидального) тока. Тема 3.1. Элементы цепей синусоидального тока. Изображение синусоидальных величин векторами на комплексной плоскости. Векторные диаграммы. Тема 3.2. Простейшие цепи синусоидального тока. Мощность в цепи синусоидального тока. Резонанс напряжений. Резонанс токов.	4	6	8		4

Раздел 4. Цепи с распределенными параметрами Тема 4.1. Уравнения при установившихся процессах с синусоидальными токами и напряжениями. Волновое сопротивление и коэффициент распространения волн. Тема 4.2. Линия при согласованной нагрузке. Линия без потерь.	4		3		3
Итого в семестре:	17	17	17		12
Семестр 5					
Раздел 5. Трехфазные цепи. Тема 5.1. Определения и свойства трехфазных цепей. Схемы соединения трехфазных цепей. Связь фазных и линейных величин. Тема 5.2. Соединение нагрузки звездой (симметричная и несимметричная нагрузка). Соединение нагрузки треугольником (симметричная и несимметричная нагрузка). Тема 5.3. Активная, реактивная и полная мощности. Измерение активной и реактивной мощности.	5	17	7		20
Раздел 6. Переходные процессы в линейных электрических цепях. Тема 6.1. Законы коммутации и начальные условия. Расчет переходных процессов классическим методом в цепях 1-го порядка. Тема 6.2. Расчет переходных процессов классическим методом в цепях 2-го порядка	4		7		6
Раздел 7. Нелинейные цепи. Тема 7.1. Основные понятия, определения. Расчет нелинейных резистивных цепей постоянного тока. Тема 7.2. Нелинейная индуктивность в цепи с синусоидальным напряжением. Феррорезонанс напряжений и токов.	3		3		4
Раздел 8. Основы теории четырехполосников и электрических фильтров. Тема 8.1. Основные определения и уравнения четырехполосника. Определение коэффициентов четырехполосника. Тема 8.2. Передаточная функция и частотные характеристики четырехполосника. Пассивные и активные фильтры.	3				6
Раздел 9. Цепи несинусоидального периодического тока. Тема 9.1. Причины возникновения несинусоидальных напряжений и токов. Способы представления периодических несинусоидальных величин. Параметры периодических несинусоидальных величин. Тема 9.2. Мощности в цепях несинусоидальных напряжений и токов. Анализ электрических цепей при несинусоидальных напряжениях и токах.	2				4
Выполнение курсовой работы				17	

Итого в семестре:	17	17	17	17	40
Итого	34	34	34	17	52

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
Семестр 4	
Раздел 1	Введение. Основные понятия теории электрических цепей.
Тема 1.1	Предмет и цель курса «Электротехника». Электромагнитная модель устройства и системы. Классификация моделей: линейные и нелинейные; стационарные и нестационарные; с сосредоточенными и распределенными параметрами
Тема 1.2	Электрическая цепь. Система величин, используемая при описании цепи. Структурные элементы цепи, активные и пассивные элементы, их свойства, уравнения и параметры. Линейные и нелинейные элементы. Цепи с сосредоточенными и распределенными параметрами.
Раздел 2	Электрические цепи постоянного тока.
Тема 2.1	Основные топологические элементы и множества: двухполюсник, узел, сечение, контур, граф электрической цепи. Закон токов Кирхгофа. Закон напряжений Кирхгофа.
Тема 2.2	Математическая модель цепи - «уравнение цепи». Совокупность уравнений элементов и уравнений их соединений. Ветвь как двухполюсник, ток и напряжение которого связаны уравнением ветви
Тема 2.3	Преобразование электрических схем. Расчет цепей постоянного тока. Анализ цепей методами эквивалентных преобразований, по законам Кирхгофа, методами узловых напряжений и токов связей. Методы проверки расчетов: по балансу мощностей, законам Кирхгофа.
Раздел 3	Электрические цепи гармонического (синусоидального) тока.
Тема 3.1	Основные величины характеризующие гармонический режим. Мгновенное, среднее и действующее значения. Вращающиеся векторы, векторные диаграммы.
Тема 3.2	Пассивные элементы в гармоническом режиме. Мощность. Комплексные изображения гармонических величин. Комплексные амплитуды и действующие значения. Комплексные сопротивления и проводимости. Уравнения соединений в комплексной форме. Комплексная мощность. Мощности: активная, реактивная, полная. Баланс активных и реактивных мощностей. Расчет пассивных двухполюсников со смешанным соединением элементов. Входные и эквивалентные сопротивления и проводимости. Резонанс: условия и виды резонанса. Определение резонансных величин.
Раздел 4	Цепи с распределенными параметрами

Тема 4.1	Линии передачи энергии и информации. Параметры однородной линии и ее уравнения. Уравнения при установившихся процессах с синусоидальными токами и напряжениями. Волновое сопротивление и коэффициент распространения волн. Коэффициент отражения волн
Тема 4.2	Линия при согласованной нагрузке. Линия без потерь. Различные режимы работы линии без потерь.
Семестр 5	
Раздел 5	Трехфазные электрические цепи.
Тема 5.1	Классификация многофазных цепей и систем. Расчет цепей соединением звездой и треугольником. Связь фазных и линейных
Тема 5.2	Соединение нагрузки звездой (симметричная и несимметричная нагрузка). Соединение нагрузки треугольником (симметричная и несимметричная нагрузка).
Тема 5.3	Мощность в трехфазной цепи и способы ее измерения.
Раздел 6	Переходные процессы в линейных электрических цепях.
Тема 6.1	Нестационарная электромагнитная цепная модель. Виды нестационарных режимов, их связь с установившимися режимами. Законы коммутации. Переменные состояния. Начальные условия.
Тема 6.2	Порядок составления и аналитического решения уравнений состояния. Характеристики свободных процессов в цепях первого, второго и более высоких порядков.
Раздел 7	Нелинейные электрические цепи.
Тема 7.1	Нелинейные элементы, их основные характеристики, статическое и динамическое сопротивления.
Тема 7.2	Методы расчета нелинейных цепей на постоянном токе: графо-аналитический; метод эквивалентного источника. Автоколебания и феррорезонанс в нелинейных электрических цепях.
Раздел 8	Основы теории четырехполосников и электрических фильтров.
Тема 8.1	Основные уравнения, системы обобщенных коэффициентов, схемы пассивных четырехполосников. Характеристические параметры. Соединения четырехполосников. Передаточные функции четырехполосников. Расчет цепи с четырехполосниками.
Тема 8.2	Активные четырехполосники. Зависимые источники, простейшие активные четырехполосники, обратные связи, схемы замещения. Расчет цепи с активными четырехполосниками.
Раздел 9	Цепи несинусоидального периодического тока
Тема 9.1	Причины возникновения несинусоидальных напряжений и токов. Способы представления периодических несинусоидальных величин. Параметры периодических несинусоидальных величин. Разложение периодической функции в ряд Фурье. Случаи симметрии. Спектры. Расчет цепи в периодическом режиме.
Тема 9.2	Мощности в цепях несинусоидальных напряжений и токов. Анализ электрических цепей при несинусоидальных напряжениях и токах. Частотные характеристики простейших цепей и колебательных контуров. Простейшие фильтры.



#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 4					
1	Расчет резистивной цепи методом преобразований	РГЗ	5		2
2	Расчет резистивной цепи общими методами	РГЗ	6		2
3	Расчет пассивного двухполюсника в комплексных амплитудах.	РГЗ	6		3
Семестр 5					
4	Расчет симметричного режима работы трехфазной цепи	РГЗ	8		5
5	Расчет несимметричного режима работы трехфазной цепи с разомкнутым нулевым проводом	РГЗ	9		5
Всего			34		

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

Семестр 4					
1	Разветвленная линейная электрическая цепь постоянного тока		3		1
2	Передача энергии от источника к приемнику		3		2
3	Экспериментальное определение параметров элементов цепей переменного тока		4		3
4	Электрическая цепь переменного тока с последовательным соединением элементов		4		3
5	Исследование цепей с взаимной индукцией		3		4
Семестр 5					
6	Исследование трехфазной цепи при соединении приемника звездой		4		5
7	Исследование трехфазной цепи при соединении приемника треугольником		3		5
8	Исследование переходного процесса в цепи первого порядка		3		6
9	Исследование переходного процесса в цепи		4		6

	второго порядка			
10	Исследование нелинейной цепи постоянного тока	3		7
	Всего	34		

#### 4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Цель курсовой работы: систематизировать и углубить знания бакалавра в области специальных электромеханических систем, а также обобщить и закрепить знания, полученные по дисциплине «Электротехника». Примерные темы заданий на курсовую работу приведены в разделе 10 РПД.

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 4, час	Семестр 5, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	9	3	6
Курсовое проектирование (КП, КР)	10		10
Расчетно-графические задания (РГЗ)	11	3	8
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	11	3	8
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	11	3	8
Всего:	52	12	40

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

#### 6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
621.372 Л13	Основы теории цепей: Переходные процессы: учебное пособие / В. Я. Лавров; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб.: Изд-во ГУАП, 2012. - 123 с.	72 экз.
621.3 А 86	Электротехника. Линейная электрическая цепь с сосредоточенными параметрами в установившемся	123 экз

	режиме: учебное пособие / Б. А. Артемьев ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2013. - 86 с.	
<a href="https://urait.ru/bcode/514050">https://urait.ru/bcode/514050</a>	Данилов, И. А. Общая электротехника в 2 ч. Часть 1 : учебное пособие для вузов / И. А. Данилов. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2023.- 426 с.	
<a href="https://urait.ru/bcode/514051">https://urait.ru/bcode/514051</a>	Данилов, И. А. Общая электротехника в 2 ч. Часть 2: учебное пособие для вузов / И. А. Данилов. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2023.	

#### 7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
<a href="http://kurstoe.ru">kurstoe.ru</a>	Курс лекций по ТОЭ
<a href="http://openedu.ru/course/urfu/ELB/">openedu.ru/course/urfu/ELB/</a>	Курс «Основы электротехники и электроники»
<a href="http://openedu.ru/course/misis/ELT/">openedu.ru/course/misis/ELT/</a>	Курс «Электротехника и электроника (Часть 1. Электротехника)»
<a href="http://stepik.org/course/72274/">stepik.org/course/72274/</a>	Курс «Основы электротехники»

#### 8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

#### 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)

1	Лекционная аудитория общего доступа.	на ул. Гастелло, 15.
2	Специализированные лаборатории «Линейные электрические цепи» и «Нелинейные электрические и магнитные цепи».	ауд.14-04 и 14-06 на ул. Гастелло, 15.

#### 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Тесты.
Выполнение курсовой работы	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсовой работы по дисциплине.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
Семестр 4		
1	Элементы электрической цепи. Источники и приемники.	ОПК-4.Д.1
2	Реальные и идеализированные пассивные элементы.	ОПК-4.Д.1
3	Топология электрических цепей.	ОПК-4.Д.1
4	Последовательное, параллельное и смешанное соединение элементов электрической цепи.	ОПК-4.Д.1
5	Закон Ома для участка цепи. Законы Кирхгофа.	ОПК-4.Д.1
6	Расчет электрических цепей методом токов связей.	ОПК-4.Д.1
7	Расчет электрических цепей методом узловых напряжений.	ОПК-4.Д.1
8	Расчет электрических цепей методом суперпозиции (наложения)	ОПК-4.Д.1
9	Расчет электрических цепей методом эквивалентного генератора	
10	Согласование сопротивления нагрузки и сопротивления источника. Условие передачи максимальной мощности.	ОПК-4.Д.3
11	Режим холостого хода и короткого замыкания.	ОПК-4.Д.3
12	Переменный ток, напряжение, ЭДС. Основные характеристики гармонического тока (напряжения, ЭДС).	ОПК-4.Д.1
13	Метод комплексных амплитуд.	ОПК-4.Д.1
14	Сопротивление, индуктивность и емкость в цепях гармонического тока.	ОПК-4.Д.1
15	Последовательное и параллельное соединение сопротивления, индуктивности и емкости. Комплексное сопротивление и проводимость цепи.	ОПК-4.Д.1
16	Анализ сложных цепей гармонического тока.	ОПК-4.Д.1
17	Активная, реактивная и полная мощность в цепи гармонического тока.	ОПК-4.Д.1
18	Явление резонанса в электрических цепях. Условие и признаки резонанса. Добротность, коэффициент затухания, полоса пропускания.	ОПК-4.Д.1
19	Резонанс напряжений.	ОПК-4.Д.1
20	Резонанс токов.	ОПК-4.Д.1
21	Добротность, коэффициент затухания, полоса пропускания.	ОПК-4.Д.1
22	Частотные характеристики (АЧХ, ФЧХ) последовательного контура.	ОПК-4.Д.1
23	Векторные диаграммы в режиме резонанса	ОПК-4.Д.1
24	Линии передачи энергии и информации.	ОПК-4.Д.3
25	Условия согласования при передаче энергии от источника к приемнику.	ОПК-4.Д.2

Семестр 5		
1	Переходные процессы в линейных электрических цепях. Законы коммутации.	ОПК-4.Д.2
2	Классический метод анализа переходных процессов.	ОПК-4.Д.2
3	Метод переменных состояния.	ОПК-4.Д.2
4	Переходный процесс в линейной ЭЦ 1-го порядка при коммутации (классический метод).	ОПК-4.Д.2
5	Подключение катушки индуктивности к источнику постоянного напряжения	ОПК-4.Д.2
6	Отключение катушки индуктивности от источника постоянного напряжения	ОПК-4.Д.2
7	Включение катушки индуктивности к источнику синусоидальной э.д.с.	ОПК-4.Д.2
8	Заряд конденсатора от источника постоянного напряжения	ОПК-4.Д.2
9	Разряд конденсатора на резистор	ОПК-4.Д.2
10	Подключение конденсатора к источнику синусоидального напряжения	ОПК-4.Д.2
11	Переходный процесс в линейной ЭЦ 2-го порядка при коммутации (классический метод).	ОПК-4.Д.2
12	Определение корней характеристического уравнения. Определение вида переходного процесса по корням характеристического уравнения.	ОПК-4.Д.2
13	Составление уравнений состояния переходного процесса в линейной ЭЦ 2го порядка.	ОПК-4.Д.2
14	Расчет трехфазных цепей при включении нагрузки звездой (симметричная и несимметричная нагрузка).	ОПК-4.Д.1
15	Расчет трехфазных цепей при включении нагрузки треугольником (симметричная и несимметричная нагрузка)	ОПК-4.Д.1
16	Активная, реактивная и полная мощности трехфазных цепей.	ОПК-4.Д.1
17	Пассивные четырехполюсники: уравнения в [A] коэффициентах. Расчет [A] коэффициентов пассивного четырехполюсника.	ОПК-4.Д.3
18	Виды соединений и эквивалентные преобразования пассивных четырехполюсников.	ОПК-4.Д.3
19	Нелинейные элементы, их основные характеристики, статическое и динамическое сопротивления.	ОПК-4.Д.1
20	Методы расчета нелинейных цепей	ОПК-4.Д.1
21	Цепи с несинусоидальными напряжениями и токами	ОПК-4.Д.1
22	Мощность в цепях несинусоидальных напряжений и токов	ОПК-4.Д.1
23	Частотные характеристики простейших цепей и колебательных контуров.	ОПК-4.Д.3
24	Основные уравнения, системы обобщенных коэффициентов, схемы пассивных четырехполюсников. Соединения четырехполюсников. Передаточные функции четырехполюсников.	ОПК-4.Д.3
25	Расчет цепи с четырехполюсниками.	ОПК-4.Д.3

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Расчет электрических цепей по постоянному, переменному току, расчет переходного процесса в линейной электрической цепи по 30 вариантам электрических цепей.

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора																												
1	1 тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора. Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. Укажите, какой элемент электрической цепи является пассивным 1. Источник тока 2. Резистор 3. Источник напряжения 4. Генератор переменного ЭДС	ОПК-4.Д.1																												
2	2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора. Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов. Укажите методы анализа линейных электрических цепей, направленные на уменьшение количества уравнений 1. Метод непосредственного применения законов Кирхгофа 2. Метод узловых напряжений 3. Метод эквивалентного генератора 4. Метод суперпозиции	ОПК-4.Д.1																												
3	3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия. Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце. Сопоставьте физическую величину и единицу измерения. <table border="1" data-bbox="347 1697 1246 1890"> <thead> <tr> <th></th> <th>Физическая величина</th> <th></th> <th>Единица измерения</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>А</td> <td>Ток</td> <td>1</td> <td>Ватт</td> </tr> <tr> <td>Б</td> <td>Напряжение</td> <td>2</td> <td>Ампер</td> </tr> <tr> <td>В</td> <td>Активная мощность</td> <td>3</td> <td>Сименс</td> </tr> <tr> <td>Г</td> <td>Проводимость</td> <td>4</td> <td>Вольт</td> </tr> </tbody> </table> Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами: <table border="1" data-bbox="300 1921 1273 2007"> <thead> <tr> <th>А</th> <th>Б</th> <th>В</th> <th>Г</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Физическая величина		Единица измерения	А	Ток	1	Ватт	Б	Напряжение	2	Ампер	В	Активная мощность	3	Сименс	Г	Проводимость	4	Вольт	А	Б	В	Г					ОПК-4.Д.1
	Физическая величина		Единица измерения																											
А	Ток	1	Ватт																											
Б	Напряжение	2	Ампер																											
В	Активная мощность	3	Сименс																											
Г	Проводимость	4	Вольт																											
А	Б	В	Г																											
4	4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности. Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность.	ОПК-4.Д.1																												

	<p>Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.          Установите последовательность решения задачи анализа электрической цепи методом контурных токов.          А) Проверка по балансу мощностей.          Б) Составление уравнений для независимых контуров по II закону Кирхгофа.          В) Расчет реальных токов в ветвях.          Г) Построение потенциальной диаграммы.          Д) Произвольное расставление направления протекания токов.          Внесите в таблицу соответствующую последовательность букв слева направо.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%; height: 20px;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> </table>													
5	<p>5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом.          Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.          Приведите условия возникновения резонанса в цепях переменного тока. Опишите признаки резонанса напряжений в цепи переменного тока</p>	ОПК-4.Д.1												
6	<p>1 тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора.          Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.          Укажите, какой характер переходного процесса соответствует электрической цепи с последовательным соединением резистора и конденсатора.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Аперiodический затухающий второго порядка</li> <li>2. Колебательный затухающий</li> <li>3. Экспоненциальный затухающий</li> <li>4. Колебательный расходящийся</li> </ol>	ОПК-4.Д.2												
7	<p>2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора.          Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов.          Укажите какой характер переходного процесса может происходить в электрической цепи второго порядка</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Аперiodический затухающий</li> <li>2. Аперiodический расходящийся</li> <li>3. Колебательный затухающий</li> <li>4. Колебательный расходящийся</li> </ol>	ОПК-4.Д.2												
8	<p>3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия.          Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце.          Сопоставьте схему включения трехфазной цепи и соотношение фазных и линейных токов и напряжений.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 40%;">Соединение</th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 40%;">Единица измерения</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">А</td> <td>Соединение «Звезда»</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;"><math>I_L = I_\phi</math></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Б</td> <td>Соединение «Треугольник»</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;"><math>I_L = \sqrt{3} * I_\phi</math></td> </tr> </tbody> </table>		Соединение		Единица измерения	А	Соединение «Звезда»	1	$I_L = I_\phi$	Б	Соединение «Треугольник»	2	$I_L = \sqrt{3} * I_\phi$	ОПК-4.Д.1
	Соединение		Единица измерения											
А	Соединение «Звезда»	1	$I_L = I_\phi$											
Б	Соединение «Треугольник»	2	$I_L = \sqrt{3} * I_\phi$											



	В	Соединение «Звезда»	3	$U_L = U_\phi$	
	Г	Соединение «Треугольник»	4	$U_L = \sqrt{3} * U_\phi$	
Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:					
	А	Б	В	Г	
9	<p>4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности. Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо. Установите последовательность решения задачи анализа переходного процесса классическим методом.</p> <p>А) Определение начальных условий.  Б) Определение установившихся значений  В) Составление дифференциальных уравнений.  Г) Нахождение постоянных интегрирования.  Д) Составление системы уравнений для контуров по законам Кирхгофа. Внесите в таблицу соответствующую последовательность букв слева направо.</p>				ОПК-4.Д.2
10	<p>5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом. Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. Приведите условия передачи максимальной мощности сигнала от источника к приемнику.</p>				ОПК-4.Д.3

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- Основные понятия теории электрических цепей;
- Законы электрической цепи;
- Методы анализа цепей постоянного тока;
- Линейные цепи в гармоническом режиме;
- Резонанс в линейных электрических цепях.
- Цепи с распределенными параметрами
- Переходные процессы в линейных цепях
- Трехфазные цепи
- Нелинейные цепи
- Четырехполюстники
- Цепи несинусоидального периодического тока

Подробные методические указания по освоению лекционного материала приведены в учебных пособиях:

1. Основы теории цепей. Установившиеся режимы: [Электронный ресурс]: тест лекций / В. В. Колесников; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Документ включает в себя 1 файл, размер: (1175 Kb). - СПб.: Изд-во ГУАП, 2006. - 100 с.
2. Основы теории цепей. Переходные процессы и четырехполюстники: [Электронный ресурс]: текст лекций / В. В. Колесников; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Документ включает в себя 2 файла, размер: (643, 805 Kb). - СПб.: Изд-во ГУАП, 2006. - 111 с.
3. Электротехника. Линейная электрическая цепь с сосредоточенными параметрами в установившемся режиме: [Электронный ресурс]: учебное пособие / Б. А. Артемьев; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб.: Изд-во ГУАП, 2013. - 86 с.

## 11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

#### Требования к проведению практических занятий

Подробные методические указания по проведению практических занятий приведены в

Расчет электрических цепей: [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению практических заданий по электротехническим курсам дисциплин. Ч. 1 / С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения; сост.: В. А. Голубков [и др.]. - Электрон. текстовые дан. - СПб.: Изд-во ГУАП, 2018. - 59 с

#### 11.3. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

#### Задание и требования к проведению лабораторных работ

Подробные методические указания с заданиями, рекомендациями по структуре, форме отчета и оформлению лабораторных работ приведены в следующем источнике:

- Электротехника: [Электронный ресурс]: лабораторный практикум / С. И. Бардинский [и др.] ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб.: Изд-во ГУАП, 2017. - 190 с.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе имеет форму гипертекстового документа, содержащего задание на лабораторную работу, краткие теоретические сведения по теме работы, описание схем и алгоритмов, использованных при выполнении работы, результаты вычислительных экспериментов в виде графиков (диаграмм), а также выводы по итогам проделанной работы.

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Отчет должен содержать титульный лист, а его содержание должно быть оформлено согласно ГОСТ 7.32 – 2017.

Нормативная документация, необходимая для оформления, приведена на электронном ресурсе ГУАП: <https://guap.ru/standart/doc>

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

- систематизировать и закрепить полученные теоретические знания и практические умения по профессиональным учебным дисциплинам и модулям в соответствии с требованиями к уровню подготовки, установленными программой учебной дисциплины, программой подготовки специалиста соответствующего уровня, квалификации;

- применить полученные знания, умения и практический опыт при решении комплексных задач, в соответствии с основными видами профессиональной деятельности по направлению/ специальности/ программе;

- углубить теоретические знания в соответствии с заданной темой;

- сформировать умения применять теоретические знания при решении нестандартных задач;

- приобрести опыт аналитической, расчётной, конструкторской работы и сформировать соответствующие умения;

- сформировать умения работы со специальной литературой, справочной, нормативной и правовой документацией и иными информационными источниками;

- сформировать умения формулировать логически обоснованные выводы, предложения и рекомендации по результатам выполнения работы;

- развить профессиональную письменную и устную речь обучающегося;

- развить системное мышление, творческую инициативу, самостоятельность, организованность и ответственность за принимаемые решения;

- сформировать навыки планомерной регулярной работы над решением поставленных задач.

Структура пояснительной записки курсового проекта/ работы

Структура пояснительной записки курсовой работы и требования к оформлению изложены в источнике:

Электротехника. Исследование процессов в электрической цепи: [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению курсовой работы / С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения; сост.: В. А. Атанов, Г.С. Бритов, В.А. Голубков. - Электрон. текстовые дан. - СПб.: Изд-во ГУАП, 2015. - 63 с.

Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ работы

Пояснительная записка должна содержать титульный лист, а ее содержание должно быть оформлено согласно ГОСТ 7.32 – 2017.

Нормативная документация, необходимая для оформления, приведена на электронном ресурсе ГУАП: <https://guap.ru/standart/doc>

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий

уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

При проведении текущего контроля успеваемости учитывается своевременная сдача отчетов по лабораторным и практическим заданиям и положительный результат на защите этих работ.

Система оценок при проведении текущего контроля осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Промежуточная аттестация проводится по ФОС, приведенному в п.10.3 данной рабочей программы дисциплины.

Своевременная сдача отчетов по лабораторным и практическим заданиям и положительный результат на защите этих работ может учитываться при проведении промежуточной аттестации.

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой