

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

\_\_\_\_\_ Хагуров Т.А.

*подпись*

« 29 » \_\_\_\_\_ 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***Б1.О.25 ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ***

*(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

Направление подготовки / специальность

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

*(код и наименование направления подготовки/специальности)*

Направленность (профиль) / специализация

Оптические системы и сети связи

*(наименование направленности (профиля) специализации)*

Форма обучения \_\_\_\_\_

заочная

*(очная, очно-заочная, заочная)*

Квалификация \_\_\_\_\_

бакалавр

*(бакалавр, магистр, специалист)*

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины Б1.О.25 «Теория электрических цепей» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

Программу составил:

К.С. Коротков, д-р техн. наук,  
профессор кафедры оптоэлектроники



---

подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.О.25 «Теория электрических цепей» утверждена на заседании кафедры оптоэлектроники ФТФ, протокол № 10 от 17 апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой оптоэлектроники  
д-р техн. наук, профессор Яковенко Н.А.



---

подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета, протокол № 9 от 20 апреля 2020 г.

Председатель УМК ФТФ

д-р физ.-мат. наук, профессор Богатов Н.М.



---

подпись

Рецензенты:

Абрамов Д.Е., канд. хим. наук, директор ООО «Ресурс»

Копытов Г.Ф., д-р физ.-мат. наук, зав. кафедрой радиофизики и нанотехнологий

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

**1.1 Цель освоения дисциплины:** формирование компетенций и комплекса устойчивых знаний, умений и навыков в области теоретических основ поведения постоянного и особенно переменного тока, в том числе и импульсного тока и связанного с ним электромагнитного поля в линейных и нелинейных электрических цепях, особенностей процессов, протекающих в различных элементах и узлах электрических цепей, в том числе при одновременном воздействии на них одного или нескольких сигналов переменного тока.

### 1.2 Задачи дисциплины:

- ознакомление студентов с теоретическими основами поведения постоянного и переменного тока;
- формирование навыков анализа и синтеза электро- и радиотехнических цепей и сигналов.

### 1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ» относится к базовым дисциплинам части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных по дисциплинам Математический анализ, Электричество и магнетизм, Аналитическая геометрия и линейная алгебра. Знания, приобретенные при изучении дисциплины «ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ», необходимы для анализа и синтеза электро- и радиотехнических цепей и сигналов и для изучения дисциплин, направленных на изучение современных электрических приборов и их компонентной базы.

### 1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся профессиональных компетенций (ОПК-6, ПК-31)

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-6	способностью проводить инструментальные измерения, используемые в области инфокоммуникационных технологий и систем связи	- методы и средства теоретического и экспериментального исследования электрических цепей; - основные методы анализа электрических цепей в режиме гармонических колебаний; - частотные характеристик	- рассчитывать и измерять параметры и характеристик и линейных и нелинейных электрических цепей;	анализ и синтез электрических фильтров с помощью персональных ЭВМ

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
			и электрических цепей; - основы теории нелинейных электрических цепей;		
2.	ПК-31	умением осуществлять поиск и устранение неисправностей	- методы анализа электрических цепей при негармонических воздействиях; - основы теории четырёхполюсников и цепей с распределёнными параметрами;	- рассчитывать и анализировать параметры электрических цепей на персональных ЭВМ;	экспериментального исследования электрических цепей в рамках физического и математического моделирования

## 2. Структура и содержание дисциплины.

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 7 зач.ед. (252 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ЗФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		3			
<b>Контактная работа, в том числе:</b>					
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>32</b>	<b>32</b>			
Занятия лекционного типа	8	8	-	-	
Лабораторные занятия	14	14	-	-	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	10	10	-	-	
	-	-	-	-	
<b>Иная контактная работа:</b>					
Контроль самостоятельной работы (КСР)					
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3			
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>					
Курсовая работа	-	-	-	-	
Проработка учебного (теоретического) материала	180	180	-	-	
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	-	-	-	-	
Реферат	-	-	-	-	

Подготовка к текущему контролю	31	31		-	-
<b>Контроль:</b>					
Подготовка к экзамену	8,7	8,7			
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>252</b>	<b>252</b>	<b>252</b>		
	<b>32,3</b>	<b>32,3</b>	<b>32,3</b>		
	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>		

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.  
Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре (заочная форма)

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Источники и приёмники электрической энергии.	12		1		11
2.	Топологические понятия теории электрических цепей.	16		1	2	13
3.	Основные принципы, теоремы и законы электротехники.	15	2			13
4.	Методы анализа и расчёта линейных электрических цепей постоянного тока.	14		1		13
5.	Основные свойства и области применения мостовых цепей, потенциометров, делителей напряжения и тока	14		1		13
6.	Анализ и расчёт линейных цепей переменного тока	17	2		2	13
7.	Комплексный метод расчёта линейных схем цепей переменного тока.	15	2			13
8.	Резонансные явления в электрических цепях, условия возникновения, практическое значение.	16		1	2	13
9.	Понятие о линейных четырёхполюсниках.	16		1	2	13
10.	Понятие об электрических цепях с индуктивной (магнитной) связью	16		1	2	13
11.	Анализ и расчёт трёхфазных цепей переменного тока.	14		1		13
12.	Переходные процессы в электрических цепях.	17	2		2	13
13.	Периодические несинусоидальные воздействия и ряд Фурье.	16		1	2	13
14.	Анализ и расчёт цепей постоянного тока с нелинейными элементами при последовательном и параллельном их включении	14		1		13
	<i>Итого по дисциплине:</i>		8	10	14	180

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	2	3
1.	Источники и приёмники электрической энергии.	Основные понятия и обозначения электрических величин и элементов электрических цепей. Источники и приёмники электрической энергии. Схемы замещения электротехнических устройств.
2.	Топологические понятия теории электрических цепей.	Классификация цепей: линейные и нелинейные, неразветвленные и разветвлённые с одним и несколькими источниками питания, с сосредоточенными и распределёнными параметрами.
3.	Основные принципы, теоремы и законы электротехники.	Основные принципы, теоремы и законы электротехники. Принцип непрерывности (замкнутости) электрического тока и магнитного потока. Законы Ома и Кирхгофа.
4.	Методы анализа и расчёта линейных электрических цепей постоянного тока.	Методы анализа и расчёта линейных электрических цепей постоянного тока. Анализ и расчёт разветвлённых электрических цепей с несколькими источниками питания путём составления и решения систем уравнений по законам Кирхгофа, применения методов узловых потенциалов и эквивалентного активного двухполюсника
5.	Основные свойства и области применения мостовых цепей, потенциометров, делителей напряжения и тока	Основные свойства и области применения мостовых цепей, потенциометров, делителей напряжения и тока. Матричная запись уравнений цепей в обобщённых формах.
6.	Анализ и расчёт линейных цепей переменного тока	Способы представления (в виде временных диаграмм, векторов, комплексных чисел) и параметры (амплитуда, частота, начальная фаза) синусоидальных функций. Мгновенное, среднее и действующее значения синусоидального тока (напряжения). Активное, реактивное и полное сопротивления ветви. Фазовые соотношения между током и напряжением. Мощность в цепях переменного тока. Коэффициент мощности ( $\cos(\varphi)$ ) и его технико-экономическое значение.
7.	Комплексный метод расчёта линейных схем цепей переменного тока.	Комплексный метод расчёта линейных схем цепей переменного тока. Алгебра комплексных чисел. Комплексное сопротивление и комплексная проводимость ветви. Комплексная мощность и баланс мощности в цепях синусоидального тока.
8.	Резонансные явления в электрических цепях, условия возникновения, практическое значение.	Резонансные явления в электрических цепях, условия возникновения, практическое значение. Частотные свойства цепей переменного тока.

9.	Понятие о линейных четырёхполюсниках.	Системы параметров четырёхполюсников и связь между ними
10.	Понятие об электрических цепях с индуктивной (магнитной) связью	Цепи с магнитной связью
11.	Анализ и расчёт трёхфазных цепей переменного тока.	Элементы трёхфазных цепей. Способы изображения и соединения фаз трёхфазного источника питания и приёмников энергии. Трёх- и четырёхпроводные схемы питания приёмников. Назначение нейтрального провода. Мощность трёхфазной цепи. Коэффициент мощности.
12.	Переходные процессы в электрических цепях.	Переходные процессы в электрических цепях. Анализ переходных процессов в линейных электрических цепях при их подключении к источнику синусоидального напряжения. Операторный метод расчёта переходных процессов в линейных электрических цепях.
13.	Периодические несинусоидальные воздействия и ряд Фурье.	Расчёт электрических цепей при периодических несинусоидальных воздействиях. Периодические несинусоидальные воздействия и ряд Фурье. Особенности расчёта коэффициентов ряда Фурье при наличии симметрии в форме сигналов. Максимальные, средние и действующие напряжения (токи).
14.	Анализ и расчёт цепей постоянного тока с нелинейными элементами при последовательном и параллельном их включении	Вольт-амперные характеристики нелинейных элементов. Управляемые нелинейные элементы. Анализ и расчёт цепей постоянного тока с нелинейными элементами при последовательном и параллельном их включении. Анализ и расчёт цепей переменного тока с нелинейными элементами. Инерционные и безынерционные нелинейные элементы. Анализ и расчёт нелинейных цепей при одновременном воздействии источников постоянного и переменного напряжений.

### 2.3.2 Занятия семинарского типа.

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Источники и приёмники электрической энергии.	Схемы замещения электротехнических устройств.	Ответы на контрольные вопросы и задания; контрольные работы;
2.	Топологические понятия теории электрических цепей.	Классификация цепей: линейные и нелинейные, неразветвленные и разветвленные с одним и несколькими источниками питания, с сосредоточенными и распределёнными	Ответы на контрольные вопросы и задания; контрольные работы;

		параметрами.	
3.	Основные принципы, теоремы и законы электротехники.	Законы Ома и Кирхгофа.	Ответы на контрольные вопросы и задания; контрольные работы;
4.	Методы анализа и расчёта линейных электрических цепей постоянного тока.	Анализ и расчёт разветвлённых электрических цепей с несколькими источниками питания путём составления и решения систем уравнений по законам Кирхгофа	Ответы на контрольные вопросы и задания; контрольные работы;
5.	Основные свойства и области применения мостовых цепей, потенциометров, делителей напряжения и тока	Матричная запись уравнений цепей в обобщённых формах.	Ответы на контрольные вопросы и задания; контрольные работы;
6	Анализ и расчёт линейных цепей переменного тока	Способы представления (в виде временных диаграмм, векторов, комплексных чисел) и параметры (амплитуда, частота, начальная фаза) синусоидальных функций. Активное, реактивное и полное сопротивления ветви. Фазовые соотношения между током и напряжением. Мощность в цепях переменного тока.	Ответы на контрольные вопросы и задания; контрольные работы;
7	Комплексный метод расчёта линейных схем цепей переменного тока.	Комплексное сопротивление и комплексная проводимость ветви. Комплексная мощность и баланс мощности в цепях синусоидального тока.	Ответы на контрольные вопросы и задания; контрольные работы;
8	Резонансные явления в электрических цепях, условия возникновения, практическое значение.	Частотные свойства цепей переменного тока.	Ответы на контрольные вопросы и задания; контрольные работы;
9	Понятие о линейных четырёхполюсниках.	Системы параметров четырёхполюсников и связь между ними	Ответы на контрольные вопросы и задания; контрольные работы;
10	Понятие об электрических цепях с индуктивной (магнитной) связью	Цепи с магнитной связью	Ответы на контрольные вопросы и задания; контрольные работы;
11	Анализ и расчёт трёхфазных цепей переменного тока.	Трёх- и четырёхпроводные схемы питания приёмников.	Ответы на контрольные вопросы и задания;



			контрольные работы;
12	Переходные процессы в электрических цепях.	Операторный метод расчёта переходных процессов в линейных электрических цепях.	Ответы на контрольные вопросы и задания; контрольные работы;
13	Периодические несинусоидальные воздействия и ряд Фурье.	Расчёт электрических цепей при периодических несинусоидальных воздействиях.	Ответы на контрольные вопросы и задания; контрольные работы;
14	Анализ и расчёт цепей постоянного тока с нелинейными элементами при последовательном и параллельном их включении	Анализ и расчёт цепей постоянного тока с нелинейными элементами при последовательном и параллельном их включении. Анализ и расчёт цепей переменного тока с нелинейными элементами. Инерционные и безынерционные нелинейные элементы. Анализ и расчёт нелинейных цепей при одновременном воздействии источников постоянного и переменного напряжений.	Ответы на контрольные вопросы и задания; контрольные работы;

### 2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	3	4
1.	Исследование последовательного колебательного контура	Отчет по лабораторной работе
2.	Исследование параллельного колебательного контура	Отчет по лабораторной работе
3.	Исследование длинной линии при резистивной нагрузке	Отчет по лабораторной работе
4.	Исследование нелинейной цепи при гармоническом воздействии	Отчет по лабораторной работе
5.	Исследование переходных процессов в RLC цепях	Отчет по лабораторной работе
6.	Исследование RC и RL цепей при импульсных воздействиях	Отчет по лабораторной работе
7.	Исследование активного фильтра	Отчет по

		лабораторной работе
8.	Исследование RL - автогенератора	Отчет по лабораторной работе
9.	Исследование RC - автогенератора	Отчет по лабораторной работе
10.	Исследование фильтра нижних частот	Отчет по лабораторной работе
11.	Исследование фильтра верхних частот	Отчет по лабораторной работе
12.	Исследование перемножения двух сигналов синусоидальной формы при нелинейном сопротивлении	Отчет по лабораторной работе

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не запланированы.

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Проработка учебного (теоретического) материала	Попов, Вадим Петрович. Основы теории цепей [Текст] : учебник для бакалавров : учебник для студентов вузов, обучающихся по техническим направлениям и специальностям / В. П. Попов ; Южный федеральный ун-г. - 7-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2015. - 696 с. + [1] электрон. опт. диск (CD-ROM). - (Бакалавр. Базовый курс). - Библиогр.: с. 695-696. - ISBN 9785991620000 : 784.41 Новожилов, О. П. Электротехника и электроника [Электронный ресурс] : учебник для бакалавров / О. П. Новожилов. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2017. - 653 с. - <a href="https://biblio-online.ru/book/EA7D000A-DDFD-472F-B8FB-FDAA602CB97C">https://biblio-online.ru/book/EA7D000A-DDFD-472F-B8FB-FDAA602CB97C</a>
2	Подготовка к практическим занятиям	Новожилов, О. П. Электротехника и электроника [Электронный ресурс] : учебник для бакалавров / О. П. Новожилов. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2017. - 653 с.

		с. - <a href="https://biblio-online.ru/book/EA7D000A-DDFD-472F-B8FB-FDAA602CB97C">https://biblio-online.ru/book/EA7D000A-DDFD-472F-B8FB-FDAA602CB97C</a> Соболев, В. Н. Теория электрических цепей [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Н. Соболев. - М. : Горячая линия-Телеком, 2014. - 502 с. - <a href="https://e.lanbook.com/book/55667">https://e.lanbook.com/book/55667</a> . Кузовкин, В. А. Электротехника и электроника [Электронный ресурс] : учебник для академического бакалавриата / В. А. Кузовкин, В. В. Филатов. - М. : Юрайт, 2017. - 431 с. - <a href="https://biblio-online.ru/book/D890C457-1709-46C0-B27B-4612963BE37A">https://biblio-online.ru/book/D890C457-1709-46C0-B27B-4612963BE37A</a> .
3	Подготовка к выполнению лабораторных работ	Коротков, Константин Станиславович (КубГУ). Основы теории цепей [Текст] : лабораторный практикум / К. С. Коротков, А. С. Левченко, Н. А. Яковенко ; М-во образования и науки Рос. Федерации, КубГУ. - Краснодар : [КубГУ], 2005. - 71 с. : ил. - Библиогр.: с. 71. - 30.40 Кузовкин, В. А. Электротехника и электроника [Электронный ресурс] : учебник для академического бакалавриата / В. А. Кузовкин, В. В. Филатов. - М. : Юрайт, 2017. - 431 с. - <a href="https://biblio-online.ru/book/D890C457-1709-46C0-B27B-4612963BE37A">https://biblio-online.ru/book/D890C457-1709-46C0-B27B-4612963BE37A</a> . Электротехника и электроника [Электронный ресурс] : учебник и практикум для академического бакалавриата : в 3 т. Т. 3 : Основы электроники и электрические измерения / Э. В. Кузнецов, Е. А. Куликова, П. С. Культасов, В. П. Лунин ; под общ. ред. В. П. Лунина. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2017. - 234 с. - <a href="https://biblio-online.ru/book/F52CD15B-63F9-4EBB-B000-7C731E3DBAF9">https://biblio-online.ru/book/F52CD15B-63F9-4EBB-B000-7C731E3DBAF9</a> .

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3. Образовательные технологии.

Для проведения лекционных и практических занятий используются мультимедийные средства воспроизведения активного содержимого (компьютеры, проекторы, интерактивные презентации, тренировочные тесты, моделирование работы оптоэлектронных устройств), позволяющие воспринимать особенности изучаемой профессии.

Семестр	Вид занятия	Образовательные технологии	Количество часов
---------	-------------	----------------------------	------------------

3	Лекции	Интерактивная лекция с мультимедийной системой.	8
	Практические работы	Индивидуальное выполнение практических заданий.	10
	Лабораторные занятия	Индивидуальное выполнение лабораторных заданий.	14
<i>Итого:</i>			32

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

#### **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.**

##### **4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.**

Оперативный контроль осуществляется путем проведения опросов.

Оперативный контроль осуществляется путем проведения компьютерных опросов студентов по окончании изучения тем учебной дисциплины. При проведении оперативного контроля могут использоваться контрольные вопросы к разделам:

Оперативный контроль осуществляется путем проведения опросов студентов по окончании изучения тем учебной дисциплины. При проведении оперативного контроля могут использоваться контрольные вопросы к разделам:

Что представляет собой идеальный источник ЭДС? Приведите примеры.

Что представляет собой идеальный источник тока? Приведите примеры.

Приведите и обоснуйте условие оптимальной передачи мощности от генератора к нагрузке.

Как влияет напряжение генератора на мощность в нагрузке?

Выведите условие оптимальной чувствительности четырехплечного моста для измерения сопротивления.

Рассчитайте трёхконтурную цепь методом контурных токов.

Рассчитайте трёхконтурную цепь методом узловых потенциалов.

Покажите на практическом примере действие теории компенсации.

Выведите условие оптимальной чувствительности четырехплечного моста для измерения сопротивления, применив теорему Гельмгольца – Тевенина и теорему компенсации.

Выведите формулу для индуктивного сопротивления.

Выведите выражение для ёмкостного сопротивления.

Проанализируйте мощности, выделяемые переменным током на активном, индуктивном и ёмкостном сопротивлениях.

Выведите выражение для  $\cos \varphi$ .

Разъясните суть символического метода расчёта электрических цепей и его отличие от метода дифференциальных уравнений.

Разъясните понятие активного, реактивно и комплексного сопротивления.

Проведите анализ последовательного колебательного контура символическим методом.

Проведите анализ параллельного колебательного контура символическим методом.

Назовите типы связанных контуров и выведите выражение для вносимого сопротивления.

Составьте дифференциальное уравнение для цепи, содержащей индуктивность, ёмкость и активное сопротивление и произведите его решение в момент коммутации ЭДС источника.

Проанализируйте корни решения дифференциального уравнения для случая мнимых корней.

Выведите выражение для логарифмического декремента затухания.

Выведите выражение для фазового сдвига, вносимого в ток, протекающий в последовательном колебательном контуре.

Назовите теоретические основы образования трёхфазной электрической цепи, состоящей из источника и приёмника электрической энергии.

Проанализируйте особенности включения источника и приёмника трёхфазной цепи «звездой».

Проанализируйте особенности включения источника и приёмника электрической цепи «треугольником».

Проанализируйте отличия построения трёхфазной цеп «звездой» и «треугольником».

Проведите анализ полной мощности трёхфазной цепи.

Выведите зависимость между резисторами, включёнными по схеме «звезда» и «треугольник».

Назовите составляющие общего магнитного потока двух связанных индуктивных катушек.

Выведите уравнения для потокосцепления и ЭДС самоиндукции и взаимной индукции двух связанных катушек индуктивности.

Выведите выражения для эквивалентной индуктивности последовательного и параллельного соединения катушек индуктивности.

Дайте определение линейного и идеального трансформаторов.

Составьте уравнения для  $A$ ,  $Z$ ,  $Y$ ,  $H$  параметров четырёхполюсника и проанализируйте их методом холостого хода и короткого замыкания.

Объясните особенности применения и основные отличия  $\Pi$ -образной и  $T$ -образной схем замещения.

Выведите выражения для каскадного и параллельного соединения четырёхполюсников.

Выведите телеграфные уравнения длинной линии.

Выведите выражение для постоянной распространения и характеристического сопротивления длинной линии, проанализируйте эти выражения.

Выведите выражение для условия неискажающей передачи сигнала по длинной линии.

Выведите условия распространения по длинной линии падающей и отражённой волн.

Проанализируйте поведение длинной линии при комплексном характере её нагрузки.

Дайте определение нелинейного сопротивления и методы его анализа.

Произведите анализ вольтамперной характеристики нелинейного сопротивления при кусочно-ломанной аппроксимации.

Произведите анализ нелинейного сопротивления при его аппроксимации показательной функцией.

Проанализируйте случай воздействия на нелинейное сопротивление двух периодических сигналов разных частот и дайте определение процессу преобразования частоты.

Охарактеризуйте метод спектрального анализа линейных электрических цепей с помощью преобразования Фурье.

Дайте определение ортонормированной функции и обобщённого ряда Фурье.

Приведите формулы тригонометрической, алгебраической и показательной форм записи ряда Фурье и пути перехода от одной формы записи к другой.

Рассчитайте амплитудный и фазовый спектр периодической последовательности прямоугольных импульсов.

Покажите порядок перехода от ряда Фурье к интегралу Фурье.

Дайте определение операторному методу анализа линейных электрических цепей (методу Хевисайда) и приведите выражения для прямого и обратного преобразований Лапласа.

Что такое собственный оператор системы и передаточная функция?

Охарактеризуйте метод интеграла Дюамеля, свойства дельта-функции и единичной функции (функции включения).

Что такое импульсная характеристика  $h(t)$  и переходная характеристика  $g(t)$  электрической цепи?

Формула свёртки.

Методом анализа каскадно включённых реактивных четырёхполюсников выведите условие построения фильтров  $-1 \leq \frac{Z_1}{4Z_2} \leq 0$

Приведите амплитудно-частотные характеристики и электрические схемы Т-образного и П-образного построения фильтров нижних и верхних частот.

Приведите электрические схемы полосового и режекторного фильтров.

#### **4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.**

Итоговый контроль осуществляется в виде экзамена в конце семестра. На экзамене студентам предлагается ответить на 2 вопроса по материалам учебной дисциплины и выполнить практическое задание. По итогам ответа на экзамене преподаватель оценивает знания студента. Экзамен является итогом по дисциплине.

#### **Вопросы к экзамену по дисциплине «Теория электрических цепей» Физико-технический факультет, 2 курс.**

1. Основные законы электрических цепей постоянного тока. Идеальный источник ЭДС и идеальный источник тока.
2. Сопротивление, проводимость. Условие оптимальной передачи мощности от генератора к нагрузке. Условие минимальных потерь в линии передачи.
3. Метод контурных токов и узловых напряжений. Теорема и метод наложения.
4. Переменный ток. Амплитудное и действующее значение переменного тока. Мощность переменного тока. Баланс мощностей переменного тока. Понятие  $\cos \varphi$ .
5. Воздействие переменного тока на активное, индуктивное и ёмкостное сопротивления.
6. Символический (комплексный) метод расчёта цепей переменного тока. Треугольник сопротивлений. Алгебраическая, тригонометрическая и показательная формы записи комплексного сопротивления. Связь между формами записи.
7. Анализ последовательного колебательного контура и его частотные характеристики (характеристическое сопротивление, добротность полосы пропускания).
8. Анализ параллельного колебательного контура и его частотные характеристики (характеристическое сопротивление, добротность полосы пропускания, обобщённая расстройка).
9. Комплексная частотная характеристика цепи. Способы выражения и особенности применения. Амплитудно-частотная и фазочастотная характеристика цепи. Годограф. Входные и передаточные характеристики.
10. Тип связанных контуров. Вносимое сопротивление. Характеристика связанного контура при различных коэффициентах связи.
11. Решение и анализ дифференциального уравнения второго порядка для последовательного соединения R, L, C элементов. Логарифмический декремент затухания.
12. Трёхфазная электрическая цепь. Соединения «звездой» и «треугольником».

Преобразование «звезды» в «треугольник». Активная, реактивная и полная мощность трёхфазной цепи. Сравнительный анализ «звезды» и «треугольника».

13. Цепи с магнитной связью. Понятие взаимной индуктивности. Составляющие общего потока индуктивности двух связанных катушек индуктивности. Идеальный трансформатор.

14. Элементы теории четырёхполюсников. Системы A, Z, Y, H, G параметров и назначение этих параметров. Характеристика коэффициентов в каждой системе параметров. Связь между системами параметров. Схемы П-образного и Т-образного соединений. Последовательное и параллельное соединение четырёхполюсников.

15. Анализ цепей с распределёнными параметрами. Длинные линии. Вывод телеграфных уравнений. Постоянная распространения длинной линии и её анализ. Постоянная затухания и фазовая постоянная. Понятие падающей и отражённой волн. Условие неискажающей передачи линии. Условие минимального затухания в линии.

16. Нелинейные резистивные цепи. Воздействие синусоидального напряжения на нелинейный элемент. Понятие гармоник. Кусочно-ломаная аппроксимация нелинейного сопротивления. Аппроксимация нелинейного сопротивления показательной функцией. Воздействие двух синусоидальных напряжений на нелинейный элемент.

17. Воздействие прямоугольных импульсов на RC и LR цепи. Дифференцирование и интегрирование импульса во времени.

18. Методы анализа электрических цепей с помощью дифференциальных уравнений. Комплексная передаточная характеристика электрической цепи для метода дифференциальных уравнений.

19. Операторный метод анализа электрических цепей (метод Хевисайда) Прямое и обратное преобразование Лапласа, понятие комплексной частоты.

20. Собственный оператор и оператор воздействия, операторный коэффициент передачи системы, распределение нулей и полюсов на комплексной плоскости.

21. Применение операторного метода к анализу переходных процессов в дифференцирующих и интегрирующих цепях.

22. Структурная схема построения автогенератора, баланс фаз и баланс амплитуд. Условие самовозбуждения.

23. Дифференциальное уравнение автогенератора.

24. Теоретические основы построения фильтров на базе анализа каскадно соединённых реактивных четырёхполюсников.

25. Фильтры нижних и верхних частот. Амплитудно-частотные и фазочастотные характеристики.

26. Полосно-пропускающие и заграждающие фильтры. Амплитудно-частотные и фазочастотные характеристики. Электрические схемы построения. Основные параметры.

27. Понятие ряда Фурье. Интеграл Фурье.

28. Цифровое представление сигналов. Теорема Котельникова отсчётов.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление

информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).**

### **5.1 Основная литература:**

1. Попов, Вадим Петрович. Основы теории цепей [Текст] : учебник для бакалавров : учебник для студентов вузов, обучающихся по техническим направлениям и специальностям / В. П. Попов ; Южный федеральный ун-т. - 7-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2015. - 696 с. + [1] электрон. опт. диск (CD-ROM). - (Бакалавр. Базовый курс). - Библиогр.: с. 695-696. - ISBN 9785991620000 : 784.41
2. Новожилов, О. П. Электротехника и электроника [Электронный ресурс] : учебник для бакалавров / О. П. Новожилов. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2017. - 653 с. - <https://biblio-online.ru/book/EA7D000A-DDFD-472F-B8FB-FDAA602CB97C>
3. Атабеков, Григорий Иосифович. Основы теории цепей [Текст] : учебник / Г. И. Атабеков. - Изд. 2-е, испр. - СПб. [и др.] : Лань, 2006. - 424 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр. : с. 411. - ISBN 5811406991.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

### **5.2 Дополнительная литература:**

1. Соболев, В. Н. Теория электрических цепей [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Н. Соболев. - М. : Горячая линия-Телеком, 2014. - 502 с. - <https://e.lanbook.com/book/55667>.
2. Коротков, Константин Станиславович (КубГУ). Основы теории цепей [Текст] : лабораторный практикум / К. С. Коротков, А. С. Левченко, Н. А. Яковенко ; М-во образования и науки Рос. Федерации, КубГУ. - Краснодар : [КубГУ], 2005. - 71 с. : ил. - Библиогр.: с. 71. - 30.40
3. Кузовкин, В. А. Электротехника и электроника [Электронный ресурс] : учебник для академического бакалавриата / В. А. Кузовкин, В. В. Филатов. - М. : Юрайт, 2017. - 431 с. - <https://biblio-online.ru/book/D890C457-1709-46C0-B27B-4612963BE37A>.
4. Электротехника и электроника [Электронный ресурс] : учебник и практикум для академического бакалавриата : в 3 т. Т. 3 : Основы электроники и электрические измерения / Э. В. Кузнецов, Е. А. Куликова, П. С. Культасов, В. П. Лунин ; под общ. ред. В. П. Лунина. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2017. - 234 с. - <https://biblio-online.ru/book/F52CD15B-63F9-4EBB-B000-7C731E3DBAF9>.

### **5.3 Периодические издания:**



1. Журнал «Фотон-экспресс» /www.fotonexpress.ru /.
2. Журнал «Lightwave Russian Edition» / www.lightwave-russia.com/ .
3. Журнал «Вестник связи» /www.vestnik-sviazy.ru /.

**6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).**

1. <http://www.kubsu.ru/University/library/resources/>
2. <http://www.rubricon.com/>.
3. <http://window.edu.ru/window>.

**5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).**

№ темы	Тема или задание текущей работы	Кол-во часов	Форма представления результатов	Сроки выполнения (недели)
1.	Идеальный резистивный, ёмкостной и индуктивный элемент на постоянном токе. Применение законов Ома и Кирхгофа для расчётов электрических цепей. Понятие о компонентных и топологических уравнениях.	10	Устный ответ, текстовый документ	1/2
2.	Графы схем электрических цепей.	10	Устный ответ, текстовый документ	1/2
3.	Линейные операции над гармоническими функциями. Комплексные числа и основные операции над ними.	10	Устный ответ, текстовый документ	1/2
4.	Делители напряжения и тока. Преобразования электрических цепей.	10	Устный ответ, текстовый документ	1/2
5.	Нормирование амплитудно-частотные и фазочастотные характеристики различных типов колебательных контуров. Передаточные характеристики колебательных контуров.	10	Устный ответ, текстовый документ	1
6.	Избирательные свойства колебательных контуров. Особенности настройки связанных контуров. Частотные характеристики связанных контуров.	10	Устный ответ, текстовый документ	1
7.	Логарифмические амплитудно-частотные характеристики. Анализ переходных процессов в колебательном контуре при различной величине затухания.	10	Устный ответ, текстовый документ	1
8.	Измерение активной мощности трёхфазной цепи. Несимметричный режим трёхфазной цепи.	10	Устный ответ, текстовый документ	1

9	Закон полного тока для магнитной цепи. Уравнения, схемы замещения и векторные диаграммы реальной катушки с магнитопроводом.	10	Устный ответ, текстовый документ	1
10	Основные уравнения и первичные параметры линейных многополосников. Уравнения электрического равновесия цепей с многополосными элементами.	10	Устный ответ, текстовый документ	1
11	Длинная линия при различных видах нагрузки.	10	Устный ответ, текстовый документ	1
12	Операторные и комплексные частотные характеристики однородной длинной линии.	10	Устный ответ, текстовый документ	1
13	Гармонические методы анализа нелинейных резистивных цепей.	10	Устный ответ, текстовый документ	1
14	Свойства и теоремы преобразования Лапласа. Порядок анализа переходных процессов операторным методом. Методы определения временных характеристик.	10	Устный ответ, текстовый документ	1
15	Рассмотрение примеров нахождения реакции переходной и импульсной характеристики цепи.	10	Устный ответ, текстовый документ	1
16	Фильтры типа «m». Особенности построения фильтров на гираторах.	10	Устный ответ, текстовый документ	1
17	Методы синтеза электрических фильтров с характеристиками Баттерворта, Чебышева по прототипу.	10	Устный ответ, текстовый документ	1
18	Связь между амплитудно-частотной и фазочастотной характеристиками четырёхполосника.	10	Устный ответ, текстовый документ	4/6
	<b>Итого</b>	<b>180</b>		<b>15 4/6</b>

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).**

### **8.1 Перечень информационных технологий.**

Лекции: интерактивная лекция с мультимедийной системой с активным вовлечением вовлечение студентов в учебный процесс и обратной связью.

Практические работы: компьютерные занятия в режимах взаимодействия «преподаватель - студент» и «студент - преподаватель», «студент - студент».

Самостоятельная работа: дистанционные задания и упражнения, глоссарии терминов и определений.

### 8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

Программное обеспечение в рамках программы компании Microsoft “Enrollment for Education Solutions” для компьютеров и серверов Кубанского государственного университета и его филиалов, Антивирусная защита физических рабочих станций и серверов: Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.

### 8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)
2. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru/>)

### 9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория №206С, 209С, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО).
2.	Семинарские занятия	Специальное помещение №209С, 211С, оснащенное презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО).
3.	Лабораторные занятия	Лаборатория №211, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения генераторами электрических сигналов, осциллографами, лабораторными стендами по изучению электронных цепей
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория №211С (кабинет) укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения
5.	Самостоятельная работа	Кабинет №207С для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.