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
_____ Т.А. Хагуров
подпись
«29» 09 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.15 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 очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация бакалавр

Краснодар 2026

Рабочая программа дисциплины Б1.В.06 «Оптические цифровые телекоммуникационные системы» 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(и):

К.С. Коротков, доктор. физ.-тех. наук,
профессор кафедры оптоэлектроники

подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.В.06 «Оптические цифровые телекоммуникационные системы» утверждена на заседании кафедры оптоэлектроники ФТФ, протокол № 9 от 10 апреля 2026 г.
Заведующий кафедрой оптоэлектроники
д-р техн. наук, профессор Н.А. Яковенко

подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физикотехнического факультета, протокол № 10 от 20 апреля 2026 г.
Председатель УМК ФТФ
д-р физ.-мат. наук, профессор Н.М. Богатов

подпись

Рецензенты:

Исаев В.А., д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры теоретической физики и компьютерных технологий ФГБОУ ВО «КубГУ»

Шевченко А.В., канд. физ.-мат. наук, ведущий специалист ООО «Южная аналитическая компания»

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель дисциплины

Теория электрических цепей – это наиболее базовый раздел радиотехники, связанный с анализом основных электрических схем и разработкой простейших схемотехнических решений.

Формирование комплекса устойчивых знаний, умений и навыков в области теоретических основ поведения постоянного и особенно переменного тока, в том числе и импульсного тока и завязанного 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

Задачами освоения дисциплины «Теория электрических цепей» являются:

- 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 «Основы теории цепей» относится к вариативной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана.

Дисциплина логически и содержательно-методически связана и базируется на знаниях, полученных при успешном освоении дисциплин «Электричество и магнетизм» и «Математический анализ».

Для освоения данной дисциплины необходимо владеть методами математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, решением алгебраических, дифференциальных и интегральных уравнений; теории функций комплексного переменного, теории вероятностей и математической статистики; знать основные физические законы; уметь применять математические методы и физические законы для решения практических задач.

В результате изучения настоящей дисциплины студенты должны получить знания, имеющие не только самостоятельное значение, но и обеспечивающие базовую подготовку для усвоения дисциплин базовой и вариативной частей модуля Б1.

Программа дисциплины «Теория электрических цепей» согласуется со всеми учебными программами дисциплин базовой Б1.Б и вариативной Б1.В частей модуля (дисциплин) Б1 учебного плана.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся *общепрофессиональных и профессиональных* компетенций :

№ 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	- основы теории измерений и метрологии; - основы теории погрешностей - основы аналитического и графического анализа экспериментальных данных	- осуществлять сбор и анализ экспериментальных данных в соответствии с общепринятыми в теории методиками	- навыками работы с радиоизмерительной аппаратурой - навыкам и проведения измерений электрических величин - навыками автоматизированного сбора данных с измерительных приборов
2	ПК-31	умением осуществлять поиск и устранение неисправностей	- методы и средства теоретического и экспериментального исследования электрических цепей;	системно анализировать информацию; - использовать теоретические знания для генерации новых идей;	методами диагностики оборудования ,обнаружения неисправностей и их устранения

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет **6** зач. ед. (**216** часов), их распределение по видам работ представлено в таблице (*для студентов ОФО*).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)	
		3	4
Контактная работа, в том числе:	126,5	74,2	52,3

Аудиторные занятия (всего)		120	72	48
Занятия лекционного типа		34	18	16
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		34	18	16
Лабораторные занятия		52	36	16
Иная контактная работа:				
Контроль самостоятельной работы (КСР)			2	4
Промежуточная аттестация (ИКР) в форме **зачета и экзамена**		0,5	0,2	0,3
Самостоятельная работа, в том числе (всего):		**53,8**	**33,8**	**20**
Курсовая работа		–	–	–
Проработка учебного (теоретического) материала		35	20	15
Подготовка к контролю		18,8	13,8	5
Контроль, в том числе:				
Подготовка к экзамену		35,7	–	35,7
Общая трудоемкость	**час.**	**216**	**108**	**108**
	в том числе контактная работа	**126,5**	**74,2**	**52,3**
	зач. ед.	**6**	**3**	**3**

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в **3** семестре.

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов					
		Всего	Аудиторная работа			КСР	Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР		СРС
1.	Свойства линейных и нелинейных электрических цепей	21	4	4	6	1	6
2.	Электромагнитная индукция. Индуктивность и емкость как параметры электрических цепей	20	4	4	6		6
3.	Электрические цепи однофазного синусоидального тока.	22	4	4	8		6
4.	Четырехполюсник и круговые диаграммы	22	4	4	8		6
5.	Электрические фильтры	22,8	2	2	8	1	9,8
6.	Промежуточная аттестация (ИКР) в форме **зачета**	0,2					

	Итого по дисциплине:	108	18	18	36	2	33,8

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в **4** семестре.

№	Наименование разделов (тем)		Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			КСР	Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР		СРС
1.	Трехфазные цепи	18	4	4	4	1	5
2.	Переходные процессы в линейных электрических цепях	18	4	4	4	1	5
3.	Установившиеся процессы в электрических и магнитных цепях, содержащих линии о распределенными параметрами	18	4	4	4	1	5
4.	Магнитные цепи	18	4	4	4	1	5
	Итого по дисциплине:	72	16	16	16	4	20

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	Свойства линейных и нелинейных электрических цепей	Определение линейных и нелинейных электрических цепей. Источник э. д. с. и источник тока. Неразветвленные и разветвленные электрические цепи Напряжение на участке цепи. Закон Ома для участка цепи, не содержащего источник э. д. с. Закон Ома для участка цепи, содержащего источник э. д. с. Законы Кирхгофа. Заземление одной точки схемы. Потенциальная диаграмма. Энергетический баланс в электрических цепях. Принцип наложения и метод наложения. Входные и взаимные проводимости ветвей. Входное сопротивление. Теорема взаимности. Теорема компенсации. Линейные соотношения в электрических цепях. Изменения токов ветвей, вызванные приращением сопротивления одной ветви (теорема вариаций). Перенос источников э. д. с. и источников ток. Активный и пассивный двухполюсники. Метод эквивалентного генератора. Передача энергии от активного двухполюсника нагрузке. Передача энергии по линии передачи. Обобщенная ветвь электрической цепи. Сопоставление матрично-топологического и традиционного направлений теории цепей.	КВ

2	Электромагнитная индукция. Индуктивность и емкость как параметры электрических цепей	Явление электромагнитной индукции. Явление самоиндукции и э. д. с. самоиндукции. Индуктивность Явление взаимоиндукции и э. д. с. взаимоиндукции. Взаимная индуктивность. Закон электромагнитной инерции. Правило Ленца. Емкость как параметр электрической цепи.	КВ
3	Электрические цепи однофазного синусоидального тока.	Синусоидальный ток и основные характеризующие его величины. Среднее и действующее значения синусоидально изменяющейся величины. Коэффициент амплитуды и коэффициент формы. Комплексная амплитуда. Комплекс действующего значения. Сложение и вычитание синусоидальных функций времена на комплексной плоскости. Мгновенная мощность. Резистор в цепи синусоидального тока. Индуктивная катушка в цепи синусоидального тока. Конденсатор в цепи синусоидального тока. Комплексное сопротивление. Закон Ома для цепи синусоидального тока. Комплексная проводимость. Треугольник	КВ

		сопротивлений и треугольник проводимостей. Законы Кирхгофа в символической форме записи. Изображение разности потенциалов на комплексной плоскости. Активная, реактивная и полная мощности. Выражение мощности в комплексной форме записи. Измерение мощности ваттметром. Двухполюсник в цепи синусоидального тока. Резонансный режим работы двухполюсника. Резонанс токов. Компенсация сдвига фаз. Резонанс напряжений. Частотные характеристики двухполюсников. Согласующий трансформатор. Идеальный трансформатор. Падение и потеря напряжения в линии передачи. Последовательное соединение двух магнитно-связанных катушек. Определение взаимной индуктивности опытным путем. Трансформатор. Вносимое сопротивление. Резонанс в магнитно-связанных колебательных контурах. «Развязывание» магнитно-связанных цепей. Теорема о балансе активных и реактивных мощностей.	

4	Четырехполюсник и круговые диаграммы	Определение четырехполюсника. Шесть форм записи уравнений четырехполюсника. Т- и П-схемы замещения пассивного четырехполюсника. Определение коэффициентов Y-, Z-, G- и H-форм записи уравнений четырехполюсника. Определение коэффициентов одной формы уравнений через коэффициенты другой формы. Постоянная передачи и единицы измерения затухания. Конвертор и инвертор сопротивления. Гиратор. Операционный усилитель. Управляемые источники напряжения (тока). Активный четырехполюсник. Многополюсник. Круговые диаграммы.	КВ
5	Электрические фильтры	Назначение и типы фильтров. Основы теории kфильтров. Качественное определение k-фильтра. Основы теории m-фильтров. Каскадное включение фильтров.	КВ
6	Трехфазные цепи	Трехфазная система э. д. с. Принцип работы трехфазного машинного генератора. Трехфазная цепь. Расширение понятия фазы. Основные схемы соединения трехфазных цепей, определения линейных и фазовых величин. Соотношения между линейными и фазовыми напряжениями и токами. Преимущества трехфазных систем. Соединение звезда—звезда без нулевого провода. Трехфазные цепи при наличии взаимоиндукции. Активная, реактивная и полная мощности трехфазной системы. Измерение активной мощности в трехфазной системе. Круговые и линейные диаграммы в трехфазных цепях. Указатель последовательности чередования фаз. Магнитное поле катушки с	КВ

		синусоидальным током. Получение кругового вращающегося магнитного поля. Принцип работы асинхронного двигателя.	
7	Переходные процессы в линейных электрических цепях	Определение переходных процессов. Первый закон (правило) коммутации. Второй закон (правило) коммутации. Переходные процессы, сопровождающиеся электрической искрой (дугой). Опасные перенапряжения, вызываемые размыканием ветвей в цепях, содержащих индуктивные катушки. Определение классического метода расчета переходных процессов. О переходных процессах, при макроскопическом рассмотрении которых не выполняются законы коммутации. Обобщенные законы коммутации. Преобразование Лапласа.	КВ

8	Установившиеся процессы в электрических и магнитных цепях, содержащих линии с распределенными параметрами	Составление дифференциальных уравнений для однородной линии с распределенными параметрами. Постоянная распространения и волновое сопротивление. Падающие и отраженные волны в линии. Коэффициент отражения. Фазовая скорость. Длина волны. Линия без искажений. Согласованная нагрузка. Определение напряжения и тока при согласованной нагрузке. Коэффициент полезного действия линии передачи при согласованной нагрузке. Входное сопротивление нагруженной линии. Входное сопротивление линии без потерь при холостом ходе. Входное сопротивление линии-без потерь при коротком замыкании на конце линии. Входное сопротивление линии без потерь при реактивной нагрузке. Определение стоячих электромагнитных волн. Стоячие волны в линии без потерь при холостом ходе линии. Стоячие волны в линии без потерь при коротком замыкании на конце линии. Четвертьволновый трансформатор. Бегущие, стоячие и смешанные волны в линиях без потерь. Коэффициенты бегущей и стоячей волн. Аналогия между уравнениями линии с распределенными параметрами и уравнениями четырехполюсника Четырехполюсник заданного затухания.	КВ
9	Магнитные цепи	Подразделение веществ на сильномагнитные и слабомагнитные. Основные величины, характеризующие магнитное поле. Основные характеристики ферромагнитных материалов. Потери, обусловленные гистерезисом. Магнит мягкие и магнитотвердые материалы. Магнитодиэлектрики и ферриты. Закон полного тока. Магнитодвижущая (намагничивающая) сила. Разновидности магнитных цепей. Роль ферромагнитных материалов в магнитной цепи. Падение магнитного напряжения. Вебер-амперные характеристики, Расчет разветвленной магнитной	КВ
		цепи методом двух узлов. Получение постоянного магнита. Прямая и коэффициент возврата. Магнитное сопротивление и магнитная проводимость участка магнитной цепи. Закон Ома для магнитной цепи.	

Примечание: ответы на контрольные вопросы (КВ).

2.3.2 Занятия семинарского типа

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля

1	Свойства линейных и нелинейных электрических цепей	Составление уравнений для расчета токов в схемах с помощью законов Кирхгофа. Метод пропорциональных величин. Метод контурных токов. Замена нескольких параллельных ветвей, содержащих источники э. д. с. и источники тока, одной эквивалентной. Метод двух узлов. Метод узловых потенциалов. Преобразование звезды в треугольник и треугольника в звезду. Запись уравнений по законам Кирхгофа с помощью топологических матриц. Вывод уравнений метода контурных токов с помощью топологических матриц. Вывод уравнений метода узловых Потенциалов с помощью топологических матриц.	КВ
2	Электромагнитная индукция. Индуктивность и емкость как параметры электрических цепей	Энергия магнитного поля уединенной катушки. Плотность энергии магнитного поля. Магнитная энергия магнитно-связанных контуров. Принцип взаимности взаимной индукции. Коэффициент связи.	КВ
3	Электрические цепи однофазного синусоидального тока.	Изображение синусоидально изменяющихся величин векторами на комплексной плоскости. Векторная диаграмма. Передача энергии от активного двухполюсника нагрузке. Основы символического метода расчета цепей синусоидального тока. Применение векторных диаграмм при расчете электрических цепей синусоидального тока. Расчет электрических цепей при наличии в них магнитно-связанных катушек. Определение дуальной цепи. Преобразование исходной схемы в дуальную	КВ
4	Четырехполюсник и круговые диаграммы	Вывод уравнений в А-форме. Определение коэффициентов А-формы записи уравнений четырехполюсника. Применение различных форм записи уравнений четырехполюсника. Соединение четырехполюсников: Условия регулярности. Характеристические и повторное сопротивления четырехполюсников. Уравнения четырехполюсника, записанные через гиперболические функции. Круговая диаграмма тока двух последовательно соединенных сопротивлений. Круговая диаграмма	КВ
		напряжения двух последовательно соединенных сопротивлений. Круговая диаграмма тока активного двухполюсника. Круговая диаграмма напряжения четырехполюсника. Линейные диаграммы	
5	Электрические фильтры	К-фильтры НЧ и ВЧ. Полосно-пропускающие и полосно-заграждающие k-фильтры. RC-фильтры. Активные RC-фильтры.	КВ

6	Трехфазные цепи	Расчет трехфазных цепей. Соединение звезда—звезда о нулевой провод. Соединение нагрузки треугольником. Оператор, *a* трехфазной системы. Разложение несимметричной системы на системы прямой, обратной и нулевой последовательностей фаз. Понятие о методе симметричных составляющих.	КВ
7	Переходные процессы в линейных электрических цепях	Обоснование невозможности скачка тока через индуктивность и скачка напряжения на конденсаторе. Общая характеристика методов анализа переходных процессов в линейных электрических цепях. Изображение постоянной. Изображение постоянной. Изображение показательной функция $e^{\alpha t}$. Изображение первой производной. Изображение напряжения на индуктивном элементе. Изображение второй производной. Изображение интеграла. Изображение напряжения на конденсаторе. Закон Ома в операторной форме. Внутренние э. д. с. Первый закон Кирхгофа в операторной форме. Второй закон Кирхгофа в операторной форме .	КВ
8	Установившиеся процессы в электрических и магнитных цепях, содержащих линии о распределенными параметрами	Решение уравнений линии с распределенными параметрами при установившемся синусоидальном процессе. Формулы для определения комплексов напряжения и тока в любой точке линии через комплексы напряжения и тока в начале линии. Графическая интерпретация гиперболических синуса и косинуса от комплексного аргумента. Формулы для определения напряжения и тока в любой точке линии через комплексы напряжения и тока в конце линии. Определение напряжения и тока в линии без потерь. Замена четырехполюсника эквивалентной ему линией с распределенными параметрами и обратная замена.	КВ
9	Магнитные цепи	Построение вебер-амперных характеристик. Законы Кирхгофа для магнитных цепей. Определение м. д. с. неразветвленной магнитной цепи по заданному потоку. Определение потока в неразветвленной магнитной цепи по заданной м. д. с. Расчет магнитной цепи постоянного магнита.	КВ

Примечание: ответы на контрольные вопросы (КВ).

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	Электромагнитная индукция. Индуктивность и емкость как параметры электрических цепей, электрические цепи однофазного синусоидального тока, магнитные цепи	Исследование последовательного колебательного контура	ЛР
2	Электромагнитная индукция. Индуктивность и емкость как параметры электрических цепей, электрические цепи однофазного синусоидального тока, магнитные цепи	Исследование параллельного колебательного контура	ЛР
3	Четырехполюсник и круговые диаграммы, установившиеся процессы в электрических и магнитных цепях, содержащих линии о распределенными параметрами	Исследование длинной линии при резистивной нагрузке	ЛР
4	Электромагнитная индукция. Индуктивность и емкость как параметры электрических цепей, электрические цепи однофазного синусоидального	Исследование нелинейной цепи при гармоническом воздействии	ЛР

	тока, магнитные цепи		
5	Свойства линейных и нелинейных электрических цепей, электрические цепи однофазного синусоидального тока, электрические фильтры.	Исследование перемножения двух сигналов синусоидальной формы при нелинейном сопротивлении	ЛР
6	Электромагнитная индукция. Индуктивность и емкость как параметры электрических цепей, электрические цепи однофазного синусоидального тока, трехфазные цепи, переходные процессы в линейных электрических цепях	Исследование переходных процессов в RLC цепях	ЛР
7	Электромагнитная индукция. Индуктивность и емкость как параметры электрических цепей, электрические цепи однофазного синусоидального тока, четырехполюсник и круговые диаграммы, электрические фильтры	Исследование активного фильтра	ЛР

Примечание: защита лабораторной работы (ЛР).

Проведение занятий лабораторного практикума предусмотрено в «лаборатории цифровой и аналоговой техники» (аудитория 211с) на лабораторных стендах «Электронные

приборы», выпускаемых Санкт-Петербургским Государственным Университетом Телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича наборных панелях, обеспечивающих возможность доступа ко всем точкам собранных схем с параллельным контролем более 10 параметров амплитудно-частотных и вольтамперных характеристик.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Согласно учебному плану курсовые работы (проекты) по данной дисциплине не предусмотрены.

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	Проработка учебного (теоретического материала), подготовка к текущей и промежуточной аттестации (зачёту и вопросам)	Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов для бакалавров направления подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»» и магистров направления подготовки 11.04.02 « Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
2	Подготовка к практическим занятиям	
3	Подготовка к выполнению лабораторных работ	

Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по темам программы для проработки теоретического материала

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Свойства линейных и нелинейных электрических цепей	1 Ляшев, В. А. Основы теории цепей + с: учебник для бакалавров / В. А. Ляшев, Н. И. Мерёжи, В. П. Попов. — 7-е изд. — М.: Издательство Юрайт, 2016. — 696 с. — (Серия: Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-2000-0. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/96AC50AFF84C-455E-A7B0-240E71C4297F. 2 Соболев, В.Н. Теория электрических цепей [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Горячая линия-Телеком, 2014. — 502 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/55667. — Загл. с экрана.

2	Электромагнитная индукция. Индуктивность и емкость как параметры	1 Ляшев, В. А. Основы теории цепей + с: учебник для бакалавров / В. А. Ляшев, Н. И. Мерёжи, В. П. Попов. — 7-е изд. — М.: Издательство Юрайт, 2016. — 696 с. — (Серия: Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-2000-0. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/96AC50AF-F84C455E-A7B0-240E71C4297F.

	электрических цепей	2 Соболев, В.Н. Теория электрических цепей [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Горячая линия-Телеком, 2014. — 502 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/55667. — Загл. с экрана.
3	Электрические цепи однофазного синусоидального тока.	1 Ляшев, В. А. Основы теории цепей + с: учебник для бакалавров / В. А. Ляшев, Н. И. Мерёжи, В. П. Попов. — 7-е изд. — М.: Издательство Юрайт, 2016. — 696 с. — (Серия: Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-2000-0. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/96AC50AF-F84C455E-A7B0-240E71C4297F. 2 Соболев, В.Н. Теория электрических цепей [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Горячая линия-Телеком, 2014. — 502 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/55667. — Загл. с экрана.
4	Четырехполюсник и круговые диаграммы	1 Ляшев, В. А. Основы теории цепей + с: учебник для бакалавров / В. А. Ляшев, Н. И. Мерёжи, В. П. Попов. — 7-е изд. — М.: Издательство Юрайт, 2016. — 696 с. — (Серия: Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-2000-0. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/96AC50AF-F84C455E-A7B0-240E71C4297F. 2 Соболев, В.Н. Теория электрических цепей [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Горячая линия-Телеком, 2014. — 502 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/55667. — Загл. с экрана.
5	Электрические фильтры	1 Ляшев, В. А. Основы теории цепей + с: учебник для бакалавров / В. А. Ляшев, Н. И. Мерёжи, В. П. Попов. — 7-е изд. — М.: Издательство Юрайт, 2016. — 696 с. — (Серия: Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-2000-0. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/96AC50AF-F84C455E-A7B0-240E71C4297F. 2 Соболев, В.Н. Теория электрических цепей [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Горячая линия-Телеком, 2014. — 502 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/55667. — Загл. с экрана.

6	Трехфазные цепи	1 Ляшев, В. А. Основы теории цепей + с: учебник для бакалавров / В. А. Ляшев, Н. И. Мерёжи, В. П. Попов. — 7-е изд. — М.: Издательство Юрайт, 2016. — 696 с. — (Серия: Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-2000-0. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/96AC50AF-F84C455E-A7B0-240E71C4297F. 2 Соболев, В.Н. Теория электрических цепей [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Горячая линия-Телеком, 2014. — 502 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/55667. — Загл. с экрана.
7	Переходные процессы в линейных электрических цепях	1 Ляшев, В. А. Основы теории цепей + с: учебник для бакалавров / В. А. Ляшев, Н. И. Мерёжи, В. П. Попов. — 7-е изд. — М.: Издательство Юрайт, 2016. — 696 с. — (Серия: Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-2000-0. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/96AC50AF-F84C455E-A7B0-240E71C4297F. 2 Соболев, В.Н. Теория электрических цепей [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. —
		Москва: Горячая линия-Телеком, 2014. — 502 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/55667. — Загл. с экрана.
8	Установившиеся процессы в электрических и магнитных цепях, содержащих линии о распределенными параметрами	1 Ляшев, В. А. Основы теории цепей + с: учебник для бакалавров / В. А. Ляшев, Н. И. Мерёжи, В. П. Попов. — 7-е изд. — М.: Издательство Юрайт, 2016. — 696 с. — (Серия: Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-2000-0. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/96AC50AF-F84C455E-A7B0-240E71C4297F. 2 Соболев, В.Н. Теория электрических цепей [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Горячая линия-Телеком, 2014. — 502 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/55667. — Загл. с экрана.
9	Магнитные цепи	1 Ляшев, В. А. Основы теории цепей + с: учебник для бакалавров / В. А. Ляшев, Н. И. Мерёжи, В. П. Попов. — 7-е изд. — М.: Издательство Юрайт, 2016. — 696 с. — (Серия: Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-2000-0. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/96AC50AF-F84C455E-A7B0-240E71C4297F. 2 Соболев, В.Н. Теория электрических цепей [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Горячая линия-Телеком, 2014. — 502 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/55667. — Загл. с экрана.

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 форме электронного документа или в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа или печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа или печатной форме.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3 Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины используются следующие методы:

– лекции;
– проведение практических занятий;
– опрос;
– индивидуальные практические задания;
– контрольные работы; –защита лабораторных работ;
– консультации преподавателей;
– самостоятельная работа студентов (изучение теоретического материала, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение домашних работ и индивидуальных типовых расчетов, подготовка к опросу, тестированию и экзамену).

Для проведения всех лекционных и практических (семинарских) занятий используются мультимедийные средства воспроизведения активного содержимого, позволяющего слушателю воспринимать особенности изучаемого материала, зачастую играющие решающую роль в понимании и восприятии, а также формировании профессиональных компетенций. Интерактивные аудиторные занятия с использованием мультимедийных систем позволяют активно и эффективно вовлекать учащихся в учебный процесс и осуществлять обратную связь. Помимо этого, становится возможным эффективное обсуждение сложных и дискуссионных вопросов и проблем.

По изучаемой дисциплине студентам предоставляется возможность открыто пользоваться (в том числе копировать на личные носители информации) подготовленными ведущим данную дисциплину преподавателем материалами в виде **электронного комплекса сопровождения**, включающего в себя:

– электронные конспекты лекций;
– электронные планы практических (семинарских) занятий;
– электронные варианты учебно-методических пособий для выполнения лабораторных заданий;
– списки контрольных вопросов к каждой теме изучаемого курса;
– разнообразную дополнительную литературу, относящуюся к изучаемой дисциплине в электронном виде (в различных текстовых форматах *.doc, *.rtf, *.htm, *.txt, *.pdf, *.djvu и графических форматах *.jpg, *.png, *.gif, *.tif).

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

– усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний, получаемых по средствам изучения рекомендуемой литературы и осуществляемое путем написания реферативных работ;

– консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

Основные образовательные технологии, используемые в учебном процессе:

– интерактивная лекция с мультимедийной системой с активным вовлечением студентов в учебный процесс и обратной связью;

– лекции с проблемным изложением;

– обсуждение сложных и дискуссионных вопросов и проблем и разрешение проблем;

– компьютерные занятия в режимах взаимодействия «преподаватель – студент», «студент – преподаватель», «студент – студент»;

– технологии смешанного обучения: дистанционные задания и упражнения, составление глоссариев терминов и определений, групповые методы Wiki, интернеттестирование и анкетирование.

Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях:

– технология развития критического мышления;

– лекции с проблемным изложением;

– использование средств мультимедиа;

– изучение и закрепление нового материала (интерактивная лекция, работа с наглядными пособиями, видео- и аудиоматериалами, использование вопросов, Сократический диалог);

– работа в малых группах;

– использование средств мультимедиа (компьютерные классы);

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

Занятия, проводимые с использованием интерактивных технологий

Семестр	Вид занятия(Л, ПЗ, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
3,4	Л	Интерактивная лекция с мультимедийной системой	34
3,4	ПЗ	Индивидуальное выполнение практических заданий	34
3,4	ЛР	Индивидуальное выполнение лабораторных заданий	52
Итого:			120

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия

4 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля

Ниже приводятся примерные задания для контрольных вопросов и проведения практических занятий для всех разделов рабочей программы.

Раздел 1.

1 Что представляет собой идеальный источник ЭДС? Приведите примеры.
2 Что представляет собой идеальный источник тока? Приведите примеры.
3 Приведите и обоснуйте условие оптимальной передачи мощности от генератора к нагрузке.
4 Как влияет напряжение генератора на мощность в нагрузке?
5 Выведите условие оптимальной чувствительности четырехплечного моста для измерения сопротивления.
6 Рассчитайте трехконтурную цепь методом контурных токов.
7 Рассчитайте трехконтурную цепь методом узловых потенциалов.
8 Покажите на практическом примере действие теории компенсации.
9 Выведите условие оптимальной чувствительности четырехплечного моста для измерения сопротивления, применив теорему Гельмгольца – Тевенина и теорему компенсации.

Раздел 2.

10 Выведите формулу для индуктивного сопротивления.
11 Выведите выражение для емкостного сопротивления.
12 Проанализируйте мощности, выделяемые переменным током на активном, индуктивном и емкостном сопротивлениях.

Раздел 3.

13 Выведите выражение для cos □.
14 Разъясните суть символического метода расчета электрических цепей и его отличие от метода дифференциальных уравнений.
15 Разъясните понятие активного, реактивно и комплексного сопротивления.
16 Проведите анализ последовательного колебательного контура символическим методом.
17 Проведите анализ параллельного колебательного контура символическим методом.
18 Назовите типы связанных контуров и выведите выражение для вносимого сопротивления.
19 Составьте дифференциальное уравнение для цепи, содержащей индуктивность, емкость и активное сопротивление и произведите его решение в момент коммутации ЭДС источника.

20 Проанализируйте корни решения дифференциального уравнения для случая мнимых корней.
21 Выведите выражение для логарифмического декремента затухания.
22 Выведите выражение для фазового сдвига, вносимого в ток, протекающий в последовательном колебательном контуре.

Раздел 4.

23 Составьте уравнения для A, Z, Y, H параметров четырехполюсника и проанализируйте их методом холостого хода и короткого замыкания.
24 Объясните особенности применения и основные отличия П-образной и Т-образной схем замещения.
25 Выведите выражения для каскадного и параллельного соединения четырехполюсников.

Раздел 5.

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

27 Приведите амплитудно-частотные характеристики и электрические схемы Тобразного и П-образного построения фильтров нижних и верхних частот.
28 Приведите электрические схемы полосового и режекторного фильтров.
29 Приведите методы анализа дискретных электрических сигналов.
30 Приведите текст и написание теоремы отсчетов.
31 Охарактеризуйте особенности построения цифровых фильтров.
32 Охарактеризуйте особенности построения аналого-цифровых и цифроаналоговых преобразователей.
33 В чем особенность Z-преобразования?
34 Приведите особенности построения цифровых фильтров и их основные характеристики.
35 Чем характеризуются трансверсальные цифровые фильтры?
36 Охарактеризуйте пути синтеза цифровых фильтров.

Раздел 6.

37 Назовите теоретические основы образования трехфазной электрической цепи, состоящей из источника и приемника электрической энергии.
38 Проанализируйте особенности включения источника и приемника трехфазной цепи «звездой».
39 Проанализируйте особенности включения источника и приемника электрической цепи «треугольником».
40 Проанализируйте отличия построения трехфазной цеп «звездой» и «треугольником».

41 Проведите анализ полной мощности трехфазной цепи.
42 Выведите зависимость между резисторами, включенными по схеме «звезда» и «треугольник».

Раздел 7.

43 Дайте определение нелинейного сопротивления и методы его анализа.
44 Произведите анализ вольтамперной характеристики нелинейного сопротивления при кусочно-ломанной аппроксимации.
45 Произведите анализ нелинейного сопротивления при его аппроксимации показательной функцией.
46 Проанализируйте случай воздействия на нелинейное сопротивление двух периодических сигналов разных частот и дайте определение процессу преобразования частоты.
47 Охарактеризуйте метод спектрального анализа линейных электрических цепей с помощью преобразования Фурье.
48 Дайте определение ортонормированной функции и обобщенного ряда Фурье.
49 Приведите формулы тригонометрической, алгебраической и показательной форм записи ряда Фурье и пути перехода от одной формы записи к другой.
50 Рассчитайте амплитудный и фазовый спектр периодической последовательности прямоугольных импульсов.
51 Покажите порядок перехода от ряда Фурье к интегралу Фурье.
52 Дайте определение равенствам Парсиваля и Рэллея.
53 Дайте определение операторному методу анализа линейных электрических цепей (методу Хевисайда) и приведите выражения для прямого и обратного преобразований Лапласа.
54 Что такое собственный оператор системы и передаточная функция?
55 Охарактеризуйте метод интеграла Дюамеля, свойства дельта-функции и единичной функции (функции включения).
56 Что такое импульсная характеристика h(t) и переходная характеристика g(t) электрической цепи?
57 Приведите структурную схему построения автогенератора и выведите условия баланса фаз и баланса амплитуд.

Раздел 8.

58 Выведите телеграфные уравнения длинной линии.
59 Выведите выражение для постоянной распространения и характеристического сопротивления длинной линии, проанализируйте эти выражения.
60 Выведите выражение для условия неискажающей передачи сигнала по длинной линии.
61 Выведите условия распространения по длинной линии падающей и отраженной волн.
62 Проанализируйте поведение длинной линии при комплексном характере ее нагрузки.

Раздел 9.

63 Назовите составляющие общего магнитного потока двух связанных индуктивных катушек.
64 Выведите уравнения для потокосцепления и ЭДС самоиндукции и взаимной индукции двух связанных катушек индуктивности.
65 Выведите выражения для эквивалентной индуктивности последовательного и параллельного соединения катушек индуктивности.
66 Дайте определение линейного и идеального трансформаторов.
67 Выведите дифференциальное уравнение автогенератора.
68 Приведите теоретическое обоснование для индуктивной и емкостной трехточек.
69 Охарактеризуйте методы стабилизации частоты автогенераторов.
70 Приведите теоретические обоснования и структурные схемы построения RCавтогенераторов.

Перечень компетенций (части компетенций), проверяемых оценочным средством:

ОПК-6 - способностью проводить инструментальные измерения, используемые в области инфокоммуникационных технологий и систем связи: знать основы теории измерений и метрологии; основы теории погрешностей; основы аналитического и графического анализа экспериментальных данных.

Критерии оценивания ответов студентов:

С целью контроля и подготовки студентов к изучению новой темы вначале каждой практического занятия преподавателем проводится индивидуальный или фронтальный устный (письменный) опрос по выполненным заданиям предыдущей темы. Критерии оценки: – правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе):

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);
– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);
– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);
– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);
– использование дополнительного материала (обязательное условие);
– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов).

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вопросы для подготовки к зачету

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. Теорема компенсации, теорема Гельмгольца – Тевенина, области применения.
5. Переменный ток. Амплитудное и действующее значение переменного тока. Мощность переменного тока. Баланс мощностей переменного тока. Понятие cos □.
6. Воздействие переменного тока на активное, индуктивное и емкостное сопротивления.
7. Символический (комплексный) метод расчета цепей переменного тока. Треугольник сопротивлений. Алгебраическая, тригонометрическая и показательная формы записи комплексного сопротивления. Связь между формами записи.
8. Анализ последовательного колебательного контура и его частотные характеристики (характеристическое сопротивление, добротность полосы пропускания).
9. Анализ параллельного колебательного контура и его частотные характеристики (характеристическое сопротивление, добротность полосы пропускания, обобщенная расстройка).
10. Комплексная частотная характеристика цепи. Способы выражения и особенности применения. Амплитудно-частотная и фазочастотная характеристика цепи. Годограф. Входные и передаточные характеристики.
11. Тип связанных контуров. Вносимое сопротивление. Характеристика связанного контура при различных коэффициентах связи.
12. Решение и анализ дифференциального уравнения второго порядка для последовательного соединения R, L, C элементов. Логарифмический декремент затухания.
13. Трехфазная электрическая цепь. Соединения «звездой» и «треугольником». Преобразование «звезды» в «треугольник». Активная, реактивная и полная мощность трехфазной цепи. Сравнительный анализ «звезды» и «треугольника».
14. Цепи с магнитной связью. Понятие взаимной индуктивности. Составляющие общего потока индуктивности двух связанных катушек индуктивности. Идеальный трансформатор.
15. Элементы теории четырехполюсников. 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 четырехполюсников.
16. Анализ цепей с распределенными параметрами. Длинные линии. Вывод телеграфных уравнений. Постоянная распространения длинной линии и ее анализ. Постоянная затухания и фазовая постоянная. Понятие падающей и отраженной волн. Условие неискажающей передачи линии. Условие минимального затухания в линии. Волновые матрицы четырехполюсников.
17. 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.

18. Воздействие прямоугольных импульсов на RC и LR цепи. Дифференцирование и интегрирование импульса во времени.
19. Методы анализа электрических цепей с помощью дифференциальных уравнений. Комплексная передаточная характеристика электрической цепи для метода дифференциальных уравнений.

Перечень компетенций (части компетенций), проверяемых оценочным средством:

ОПК-6 - способностью проводить инструментальные измерения, используемые в области инфокоммуникационных технологий и систем связи: знать основы теории измерений и метрологии; основы теории погрешностей; основы аналитического и графического анализа экспериментальных данных; уметь осуществлять сбор и анализ экспериментальных данных в соответствии с общепринятыми в теории методиками; владеть навыками работы с радиоизмерительной аппаратурой; навыками проведения измерений электрических величин; навыками автоматизированного сбора данных с измерительных приборов. ПК-31 умением осуществлять поиск и устранение неисправностей: знать методы и средства теоретического и экспериментального исследования электрических цепей; уметь системно анализировать информацию; использовать теоретические знания для генерации новых идей; владеть методами диагностики оборудования, обнаружения неисправностей и их устранения.

Критерий оценки зачета:

Оценки **«зачет»** заслуживает обучающийся который, как минимум, показал знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой. Оценка **"зачет"** выставляется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на зачете и при выполнении практических заданий выносимых на зачет, но обладающим необходимыми знаниями и умениями для их устранения при корректировке со стороны преподавателя.

Оценка **"не зачтено"** выставляется обучающемуся, обнаружившему существенные пробелы в знаниях основного программного материала по дисциплине, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий (отсутствие знаний значительной части программного материала; непонимание основного содержания теоретического материала; неспособность ответить на уточняющие вопросы; неумение применять теоретические знания при решении практических задач допустившему принципиальные ошибки, которые не позволяют ему продолжить обучение или приступить к практической профессиональной деятельности по окончании образовательного учреждения без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине).

Лабораторные работы по учебному плану

Лабораторная работа № 1

Исследование последовательного колебательного контура

Цель работы: экспериментальное исследование входного сопротивления и резонансных явлений последовательного колебательного контура.

Содержание отчета: отчёт о выполненной работе должен содержать схему исследуемой электрической цепи, графики ФЧХ и АЧХ последовательного колебательного контура.

Контрольные вопросы:

1. Какой режим работы электрической цепи называется резонансным?
2. Какая величина называется характеристическим сопротивлением колебательного контура?
3. Как в данной лабораторной работе определяется полоса пропускания колебательного контура?
4. Чему равен фазовый сдвиг между входным напряжением и током на границе полосы пропускания?
5. Как выглядят векторные диаграммы напряжений для последовательного колебательного контура на резисторе, конденсаторе, катушки индуктивности?

Лабораторная работа № 2
Исследование параллельного колебательного контура

Цель работы: экспериментальное исследование входного сопротивления и резонансных явлений параллельного колебательного контура.

Содержание отчета: отчёт о выполненной работе должен содержать схему исследуемой электрической цепи, графики ФЧХ и АЧХ параллельного колебательного контура.

Контрольные вопросы:

1. Почему резонанс в параллельном колебательном контуре называется резонансом токов?
2. Сравните свойства параллельного и последовательного колебательных контуров.
3. Как влияет внутреннее сопротивление генератора на сопротивление колебательного контура при резонансе?
4. Зависит ли реактивная проводимость катушки индуктивности от величины ее активного сопротивления?

Лабораторная работа № 3

Исследование длинной линии при резистивной нагрузке

Цель работы: исследовать процессы в искусственной длинной линии при гармоническом воздействии, когда длина линии равна половине длины волны.

Содержание отчета: отчёт о выполненной работе должен содержать заполненную таблицу, отражающую различные режимы работы искусственной длинной линии при различных нагрузках, а также графики распределения напряжения вдоль линии.

Контрольные вопросы:

1. Как определить время задержки, даваемой линией заданной длины при данном β? 2. Как рассчитать частоты, при которых на искусственной линии укладывается одна волна и полуволна?
3. Что такое волновое сопротивление линии?
4. Что такое коэффициент бегущей волны?
5. Что называется коэффициентом отражения? В каких пределах он изменяется? 6. Как связаны между собой коэффициент бегущей волны и коэффициент отражения? 7. Как связаны коэффициент бегущей волны и коэффициент отражения с сопротивлением нагрузки длинной линии?
8. Что такое коэффициент стоячей волны?
9. при какой нагрузке в линии устанавливается одна бегущая волна?
10. При каких нагрузках в длинной линии без потерь устанавливаются стоячие волны?
11. Что такое согласованная нагрузка длинной линии, и чем отличается режим длинной линии при согласованной нагрузке?

Лабораторная работа № 4

Исследование нелинейной цепи при гармоническом воздействии

Цель работы: исследование законов преобразования гармонических сигналов при прохождении их через нелинейные цепи.

Содержание отчета: отчёт о выполненной работе должен содержать функциональные схемы исследований, результаты с указанием условий их проведения, выводы по результатам исследований.

Контрольные вопросы:

1. Меняется ли форма графика *s(t)* при прохождении через линейную цепь, нелинейную цепь?
2. Каковы характерные особенности спектров тока, протекающего через нелинейный безынерционный элемент при моно- и бигармоническом воздействиях?
3. Что называется порядком комбинационного колебания? Поясните примером.

4. Что называется углом отсечки, как определить его по осциллограмме сигнала и как выразить аналитически?

5. Как изменится спектральный состав тока, если амплитуду входного напряжения уменьшить в 10 раз.

Лабораторная работа № 5

Исследование перемножения двух сигналов синусоидальной формы при нелинейном сопротивлении

Цель работы: изучение процесса умножения частоты двух гармонических сигналов.

Содержание отчета: отчет должен содержать принципиальную схему исследованных устройств; таблицы входных, расчетных и экспериментальных данных, осциллограммы и спектры исследуемых процессов.

Контрольные вопросы:

1. Поясните принцип работы схемы перемножения сигналов гармонических частот.
2. С какой целью применяются перемножители гармонических сигналов?
3. Какова роль нелинейного элемента в перемножителе гармонических сигналов?
4. Какое влияние оказывает выбор напряжения смещения на работу перемножителя гармонических сигналов. 5. Что такое коэффициент гармоник?

Лабораторная работа № 6

Исследование переходных процессов в RLC цепях

Цель работы: экспериментальное исследование переходных процессов в RLCцепях.

Содержание отчета: отчёт о выполненной работе должен содержать графики переходных процессов в RLC-цепях

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение переходного процесса в электрической цепи.
2. Что такое коммутация?
3. Сформулируйте и запишите математически законы коммутации.
4. Как изменятся кривые тока и напряжения на элементах при изменении величины L (или C) в 2 раза?

5. Какая форма напряжения получится, если сложить графики напряжений на R и C (или L)?

Лабораторная работа № 7

Исследование активного фильтра

Цель работы: изучение принципа работы и исследование основных характеристик активных RC-фильтров; исследование прохождения синусоидальных сигналов через RCфильтры.

Содержание отчета: отчёт о выполненной работе должен содержать графики ФЧХ и АЧХ предлагаемых к исследованию активных фильтров.

Контрольные вопросы:

1. Назовите основные параметры и характеристики активных RC-фильтров.
2. Укажите основные типы активных RC-фильтров.
3. Назовите основные преимущества активных RC-фильтров.
4. Чем отличаются коэффициент передачи фильтра от коэффициента затухания?
5. Чем отличаются фильтры разных порядков? **Критерии оценивания**

Оценки **«зачет»** заслуживает обучающийся который, как минимум, показал знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой. Оценка "зачет" выставляется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на зачете и при выполнении практических заданий выносимых на зачет, но обладающим необходимыми знаниями и умениями для их устранения при корректировке со стороны преподавателя.

Оценка **"не зачтено"** выставляется обучающемуся, обнаружившему существенные пробелы в знаниях основного программного материала по дисциплине, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий (отсутствие знаний значительной части программного материала; непонимание основного содержания теоретического материала; неспособность ответить на уточняющие вопросы; неумение применять теоретические знания при решении практических задач допустившему принципиальные ошибки, которые не позволяют ему продолжить обучение или приступить к практической профессиональной деятельности по окончании образовательного учреждения без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине).

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Операторный метод анализа электрических цепей (метод Хевисайда) Прямое и обратное преобразование Лапласа, понятие комплексной частоты.
2. Собственный оператор и оператор воздействия, операторный коэффициент передачи системы, распределение нулей и полюсов на комплексной плоскости.

3. Метод интеграла наложения (интеграл Дюамеля, дельта-функция (функция Дирака)). Единичная функция и ее фильтрующие свойства. Связь единичной и дельта-функций.
4. Импульсная и переходная характеристики цепи. Связь между импульсной и переходной характеристиками. Свертка двух функций.
5. Применение операторного метода к анализу переходных процессов в дифференцирующих и интегрирующих цепях.
6. Структурная схема построения автогенератора, баланс фаз и баланс амплитуд. Условие самовозбуждения.
7. Дифференциальное уравнение автогенератора.
8. Теоретическое обоснование схем индуктивной и емкостной трехточек.
9. Устойчивость электрических цепей к самовозбуждению, критерий устойчивости.
10. Методы стабилизации частоты автогенераторов, анализ кварцевого резонатора.
11. Теоретические основы и структурные схемы построения RC – автогенераторов.
12. Теоретические основы построения фильтров на базе анализа каскадно соединенных реактивных четырехполюсников. Вывод неравенства

$$\frac{Z^1}{4Z_2} \quad 0 \quad -1 \quad 13.$$

Фильтры нижних и верхних частот. Амплитудно-частотные и фазочастотные характеристики, электрические схемы построения Т и П звеньев. Основные параметры.

14. Полоснопропускающие и заграждающие фильтры. Амплитудно-частотные и фазочастотные характеристики. Электрические схемы построения. Основные параметры.
15. Методы синтеза электрических фильтров по прототипу. Фильтры типы Баттерворта, Чебышева, Кауэра.
16. Метод синтеза фильтров Дарлингтона. Критерий физической реализуемости фильтров. Метод Фостера и метод Кауэра.
17. Активные фильтры. Искусственные линии задержки.
18. Цифровое представление сигналов. Теорема Котельникова отсчетов).
19. Дискретные сигналы и их спектры.
20. Алгоритм дискретного и быстрого преобразования Фурье.
21. Дискретная свертка сигналов. Теорема Z-преобразования.
22. Принципы цифровой фильтрации.
23. Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи.
24. Трансверсальные цифровые фильтры и их частотные характеристики.
25. Рекурсивные цифровые фильтры.

Перечень компетенций (части компетенций), проверяемых оценочным средством:

ОПК-6 - способностью проводить инструментальные измерения, используемые в области инфокоммуникационных технологий и систем связи: знать основы теории измерений и метрологии; основы теории погрешностей; основы аналитического и графического анализа экспериментальных данных; уметь осуществлять сбор и анализ экспериментальных данных

в соответствии с общепринятыми в теории методиками; владеть навыками работы с радиоизмерительной аппаратурой; навыками проведения измерений электрических величин; навыками автоматизированного сбора данных с измерительных приборов. ПК-31 умением осуществлять поиск и устранение неисправностей: знать методы и средства теоретического и экспериментального исследования электрических цепей; уметь системно анализировать информацию; использовать теоретические знания для генерации новых идей; владеть методами диагностики оборудования, обнаружения неисправностей и их устранения.

Оценивание результатов устных и письменных опросов на экзамене:

Уровень знаний определяется оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» - студент показывает полные и глубокие знания программного материала, логично и аргументировано отвечает на поставленный вопрос, а также дополнительные вопросы, показывает высокий уровень теоретических знаний.

Оценка «хорошо» - студент показывает глубокие знания программного материала, грамотно его излагает, достаточно полно отвечает на поставленный вопрос и дополнительные вопросы, умело формулирует выводы. В тоже время при ответе допускает несущественные погрешности.

Оценка «удовлетворительно» - студент показывает достаточные, но не глубокие знания программного материала; при ответе не допускает грубых ошибок или противоречий, однако в формулировании ответа отсутствует должная связь между анализом, аргументацией и выводами. Для получения правильного ответа требуется уточняющие вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» - студент показывает недостаточные знания программного материала, не способен аргументировано и последовательно его излагать, допускается грубые ошибки в ответах, неправильно отвечает на поставленный вопрос или затрудняется с ответом.

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 Ляшев, В. А. Основы теории цепей + cd : учебник для бакалавров / В. А. Ляшев, Н. И. Мережин, В. П. Попов. — 7-е изд. — М.: Издательство Юрайт, 2016. — 696 с. — (Серия: Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-2000-0. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/96AC50AF-F84C-455E-A7B0-240E71C4297F. 2 Основы теории цепей: лабораторный практикум / Коротков, Константин Станиславович, Левченко, Антон Сергеевич, Яковенко, Николай Андреевич; 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.
3 Соболев, В.Н. Теория электрических цепей [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2014. — 502 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/55667. — Загл. с экрана.

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 Атабеков, Г.И. Основы теории цепей [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 424 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/91911. — Загл. с экрана.
2 Электротехника и ТОЭ в примерах и задачах: практическое пособие: [учебное пособие] / В. А. Прянишников, Е. А. Петров, Ю. М. Осипов; В. А. Прянишников, Е. А. Петров, Ю. М. Осипов; под общ. ред. В. А. Прянишникова. - СПб.: КОРОНА принт, 2007. - 334 с.: ил. - (Учебник для высших и средних учебных заведений) (Учитель и ученик). - Библиогр.: с. 333-334.
3 Теоретические основы электротехники: теория электрических цепей и электромагнитного поля: учебное пособие для студентов вузов / Башарин, Сергей Артемьевич, В. В. Федоров; С. А. Башарин, В. В. Федоров. - М.: Академия, 2004. -

304 с. - (Высшее профессиональное образование, Электротехника). - Библиогр.: с. 301-302.

5.3 Периодические издания:

Электросвязь, Электроника: наука, технология, бизнес.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1 Сайт кафедры теоретической радиотехники Московского авиационного института: http://www.mai-trt.ru/?option=com_content&task=view&id=44&Itemid=49

7.Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

На самостоятельную работу студентов, согласно требованиям ФГОС ВО по направлению 11.03.01 Радиотехника (профиль: Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов), отводится около 25 % времени (53,8 час. СР) от общей трудоемкости дисциплины (288 час.). Сопровождение самостоятельной работы студентов может быть организовано в следующих формах:

– составлением индивидуальных планов самостоятельной работы каждого из студентов с указанием темы и видов занятий, форм и сроков представления результатов;

– проведением консультаций (индивидуальных или групповых), в том числе с применением дистанционной среды обучения.

Критерий оценки эффективности самостоятельной работы студентов формируется в ходе промежуточного контроля процесса выполнения заданий и осуществляется на основе различных способов взаимодействия в открытой информационной среде. В соответствии с этим при проведении оперативного контроля могут использоваться контрольные вопросы как к выполняемым работам лабораторного практикума, так и к соответствующим разделам дисциплины.

Контроль осуществляется посредством выполнения письменных контрольных работ.

По итогам выполнения каждой лабораторной работы студент составляет подробный письменный отчет, опираясь на который должен в беседе с преподавателем продемонстрировать знание теоретического и экспериментального материала, относящегося к работе. Проверка знаний студента основана на контрольных вопросах, приведенных в описании работы и дополнительных вопросах, касающихся соответствующих разделов основной дисциплины.

Рекомендуемый график самостоятельной работы студентов в 3-м семестре по дисциплине «Теория электрических цепей»

№ п/п	Наименование раздела	Содержание самостоятельной работы	Примерный бюджет времени на выполнение уч. час. (СРС)	Сроки выполнения задания (номер учебной недели семестра)	Форма отчетности по заданию	Форма контроля
1	Свойства линейных и нелинейных электрических цепей	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	4	1,11,16	зачет	устный опрос
		Подготовка к практическим занятиям	1	2	КВ	устный опрос, письменная работа
		Подготовка к выполнению лабораторных работ	2	1,2	ЛР	устный опрос
2	Электромагнитная индукция. Индуктивность и емкость как параметры электрических цепей	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	2	3,5	зачет	устный опрос
		Подготовка к практическим занятиям	2	4	КВ	устный опрос, письменная работа
		Подготовка к выполнению лабораторных работ	1	4,5	ЛР	устный опрос
3	Электрические цепи однофазного синусоидального тока	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	2	7,9,11,16	зачет	устный опрос
		Подготовка к практическим занятиям	1	6,8	КВ	устный опрос, письменная работа
		Подготовка к выполнению лабораторных работ	2	7,8	ЛР	устный опрос
4	Четырехполюсник и круговые диаграммы	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	3	10,11,12,16	зачет	устный опрос

		Подготовка к практическим занятиям	1	6,8	КВ	устный опрос, письменная работа
		Подготовка к выполнению лабораторных работ	2	11,12,13	ЛР	устный опрос
5	Электрические фильтры	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	5,8	11,14,16	зачет	устный опрос
		Подготовка к практическим занятиям	2	13	КВ	устный опрос, письменная работа
		Подготовка к выполнению лабораторных работ	3	15	ЛР	устный опрос
6	Всего	33,8				

№ п/п	Наименование раздела	Содержание самостоятельной работы	Примерный бюджет времени на выполнение уч. час. (СРС)	Сроки выполнения задания (номер учебной недели семестра)	Форма отчетности по заданию	Форма контроля
1	Трехфазные цепи	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	1	1,15	экзамен	устный опрос
		Подготовка к практическим занятиям	1	2,3	КВ	устный опрос, письменная работа
		Подготовка к выполнению лабораторных работ	2	2,3	ЛР	устный опрос
2	Переходные процессы в линейных электрических цепях	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	1	2,15	экзамен	устный опрос
		Подготовка к практическим занятиям	1	1,3	КВ	устный опрос, письменная работа
		Подготовка к выполнению лабораторных работ	2	2,4	ЛР	устный опрос

3	Установившиеся процессы в	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	3	5,15	экзамен	устный опрос

Рекомендуемый график самостоятельной работы студентов в 4-м семестре по дисциплине «Теория электрических цепей»

	электрических и магнитных цепях, содержащих линии с распределенными параметрами	Подготовка к практическим занятиям	1	5,7	КВ	устный опрос, письменная работа
		Подготовка к выполнению лабораторных работ	2	6,8	ЛР	устный опрос
4	Магнитные цепи	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	3	7,15	экзамен	устный опрос
		Подготовка к практическим занятиям	1	9	КВ	устный опрос, письменная работа
		Подготовка к выполнению лабораторных работ	2	10	ЛР	устный опрос
5	Всего	20				

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

8.1Перечень необходимого программного обеспечения

1 Операционная система MS Windows.
2 Интегрированное офисное приложение MS Office.
3 Система компьютерной математики MATHCAD с необходимыми пакетами расширений.

8.2Перечень необходимых информационных справочных систем

1 Википедия – свободная энциклопедия.
http://ru.wikipedia.org/wiki/
2 Академик – Словари и энциклопедии на Академике
http://dic.academic.ru

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

Реализация Профиля предполагает наличие минимально необходимого для реализации бакалаврской программы перечня материально-технического обеспечения:

- лекционные аудитории (оборудованные видеопроекционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном, и имеющие выход в Интернет)
- классы, оборудованные стендами для проведения лабораторных работ.

При использовании электронных изданий вуз должен обеспечить каждого обучающегося во время самостоятельной подготовки рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет в соответствии с объемом изучаемых дисциплин.

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа– ауд. 209, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
2.	Практические занятия	Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа – ауд. 209, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
3.	Лабораторные занятия	Учебные аудитории для проведения лабораторных работ, промежуточной аттестации и текущего контроля – ауд. 211, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
4.	Групповые (индивидуальные) консультации	Учебные аудитории для проведения лабораторных работ, промежуточной аттестации и текущего контроля – ауд. 211, корп. С (ул. Ставропольская, 149)

5.	Промежуточная Аттестация, текущий контроль	Учебные аудитории для проведения лабораторных работ, промежуточной аттестации и текущего контроля – ауд. 211, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
6.	Самостоятельная работа	Аудитория для самостоятельной работы – ауд. 208, корп. С (ул. Ставропольская, 149)