

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»

Факультет физико-технический



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.04 ОСНОВЫ ТЕОРИИ ЦЕПЕЙ

Направление подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии

Направленность (профиль): Информационные системы и технологии

Программа подготовки академическая

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Краснодар 2015

Рабочая программа дисциплины «Основы теории цепей» составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии.

Программу составил:

Ильченко Г.П., доцент кафедры  
радиофизики и нанотехнологий ФТФ КубГУ,  
канд. физ.-мат. наук

  
\_\_\_\_\_ подпись

Рабочая программа дисциплины «Основы теории цепей» утверждена на заседании кафедры (разработчика) радиофизики и нанотехнологий  
протокол № 12 21 мая 2015 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Копытов Г.Ф.

  
\_\_\_\_\_ подпись

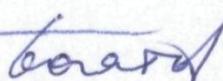
Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры (выпускающей)  
теоретической физики и компьютерных технологий  
протокол № 9 6 апреля 2015 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Исаев В.А.

  
\_\_\_\_\_ подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета  
протокол № 10 29 мая 2015 г.

Председатель УМК факультета Н.М. Богатов

  
\_\_\_\_\_ подпись

Рецензенты:

Куликов О.Н., начальник бюро патентной и научно-технической информации АО «Конструкторское бюро "Селена"», канд. физ.-мат. наук

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

# 1 Цели и задачи изучения дисциплины

## 1.1 Цель дисциплины

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

- 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 базовой части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана.

Дисциплина логически и содержательно-методически связана с дисциплинами модулей «Физика», «Электричество и магнетизм», «Электротехника и электроника».

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 блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

## 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 общекультурных/профессиональных компетенций (ОК/ПК)

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ПК-1	способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе	- методы и средства теоретического и экспериментального исследования	системно анализировать информацию; - использовать теоретические знания для гене-	- способами ориентирования в профессиональных источниках информации

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		с использованием стандартных пакетов прикладных программ	электрических цепей;	рации новых идей);	(журналы, сайты, образовательные порталы и т.д.)
2	ОПК-3	способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основные методы анализа электрических цепей в режиме гармонических колебаний;</li> <li>- частотные характеристики электрических цепей;</li> <li>- основы теории нелинейных электрических цепей;</li> <li>- методы анализа электрических цепей при негармонических воздействиях;</li> <li>- основы теории четырехполюсников и цепей с распределенными параметрами;</li> <li>- основы теории устойчивости электрических цепей с обратной связью;</li> <li>- основы теории электрических аналоговых и дискретных фильтров;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>рассчитывать и измерять параметры и характеристики линейных и нелинейных электрических цепей;</li> <li>- рассчитывать и анализировать параметры электрических цепей на персональных ЭВМ;</li> <li>- проводить анализ и синтез электрических фильтров с помощью персональных ЭВМ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>навыками: экспериментального исследования электрических цепей в рамках физического и математического моделирования</li> </ul>

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 252 часа, их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		3	4	-	-
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	144	93	51	-	-
В том числе:				-	-
Занятия лекционного типа	36	18	16	-	-
Занятия семинарского типа	36	18	16	-	-
Лабораторные занятия	72	54	16	-	-
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	108				
В том числе:	-	-	-	-	-
КСР	72	69	3	-	-
		-/-	-	-	-
Вид промежуточной аттестации (экзамен)	36			-	-
Общая трудоемкость час	252	-	-	-	-
	-	-	-	-	-

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре.

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Свойства линейных и нелинейных электрических цепей	31	4	4	8	15
2.	Электромагнитная индукция. Индуктивность и емкость как параметры электрических цепей	31	4	4	8	15
3.	Электрические цепи однофазного синусоидального тока.	37	4	4	14	15
4.	Четырехполюсник и круговые диаграммы	21	4	4	8	5
5.	Электрические фильтры	35	2	2	16	15
Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре.						
6.	Трехфазные цепи	13	4	4	4	1
7.	Переходные процессы в линейных электрических цепях	13	4	4	4	1
8.	Установившиеся процессы в электрических и магнитных цепях, содержащих линии с распределенными параметрами	13	4	4	4	1
9.	Магнитные цепи	12	4	4	4	0
	<i>Итого по дисциплине:</i>	252				

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Свойства линейных и нелинейных электрических цепей	<p>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.</p>	<p>Ответы на контрольные вопросы (КВ) / выполнение практических заданий (ПЗ)</p>
2	Электромагнитная индукция. Индуктивность и емкость как параметры электрических цепей	<p>Явление электромагнитной индукции. Явление самоиндукции и э. д. с. самоиндукции. Индуктивность. Явление взаимной индукции и э. д. с. взаимной индукции. Взаимная индуктивность. Закон электромагнитной инерции. Правило Ленца. Емкость как параметр электрической цепи.</p>	<p>КВ / ПЗ</p>
3	Электрические цепи однофазного синусоидального тока.	<p>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 времени 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 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.</p>	<p>КВ / ПЗ</p>

		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. T- 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. Гириатор. Операционный усилитель. Управляемые источники напряжения (тока). Активный четырехполюсник. Многополюсник. Круговые диаграммы.	KB /ПЗ
5	Электрические фильтры	Назначение и типы фильтров. Основы теории к-фильтров. Качественное определение к-фильтра. Основы теории m-фильтров. Каскадное включение фильтров.	KB /ПЗ
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 взаимной индукции. 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 синусоидальным током. Получение кругового вращающегося магнитного поля. Принцип работы асинхронного двигателя.	KB /ПЗ
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.	KB /ПЗ
8	Установившиеся процессы в элек-	Составление дифференциальных уравнений для одно-родной линии с распределенными параметрами. По-	KB /ПЗ

	трических и магнитных цепях, содержащих линии с распределенными параметрами	стоянная 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.	
9	Магнитные цепи	Подразделение веществ на сильномагнитные и слабомагнитные. Основные величины, характеризующие магнитное поле. Основные характеристики ферромагнитных материалов. Потери, обусловленные гистерезисом. Магнитомягкие 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 цепи методом двух узлов. Получение постоянного магнита. Прямая и коэффициент возврата. Магнитное сопротивление и магнитная проводимость участка магнитной цепи. Закон Ома для магнитной цепи.	КВ /ПЗ

### 2.3.2 Занятия семинарского типа

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Свойства линейных и нелинейных электрических цепей	Составление уравнений для расчета токов в схемах о 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 помо-	КВ /ПЗ

		щью топологических матриц.	
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 /ПЗ
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 /ПЗ
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 напряжения двух последовательно соединенных сопротивлений. Круговая диаграмма тока активного двухполюсника. Круговая диаграмма напряжения четырехполюсника. Линейные диаграммы	КВ /ПЗ
5	Электрические фильтры	К-фильтры НЧ и ВЧ. Полосно-пропускающие и полоснозаграждающие к-фильтры. RC-фильтры. Активные RC-фильтры.	КВ /ПЗ
6	Трехфазные цепи	Расчет трехфазных цепей. Соединение звезда—звезда о нулевым проводом. Соединение нагрузки треугольником. Оператор $a$ трехфазной системы. Разложение несимметричной системы на системы прямой, обратной и нулевой последовательностей фаз. Понятие о методе симметричных составляющих.	КВ /ПЗ
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 $e^{at}$ . Изображение первой производной. Изображение напряжения на индуктивном элементе. Изображение второй производной. Изображение интеграла. Изображение напряжения на конденсаторе. Закон Ома в операторной форме. Внутренние $\varepsilon$ д. с. Первый закон Кирхгофа в операторной форме. Второй закон Кирхгофа в операторной форме.	КВ /ПЗ
8	Установившиеся	Решение уравнений линии с распределенными парамет-	КВ /ПЗ

	процессы в электрических и магнитных цепях, содержащих линии с распределенными параметрами	рами 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 гиперболы 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.	
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 /ПЗ

### 2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Электрические цепи однофазного синусоидального тока.	Исследование последовательного колебательного контура	Отчет
2	Электрические цепи однофазного синусоидального тока.	Исследование параллельного колебательного контура	Отчет
3	Установившиеся процессы в электрических и магнитных цепях, содержащих линии с распределенными параметрами	Исследование длинной линии при резистивной нагрузке	Отчет
4	Свойства линейных и нелинейных электрических цепей	Исследование нелинейной цепи при гармоническом воздействии	Отчет
5	Свойства линейных и нелинейных электрических цепей	Исследование перемножения двух сигналов синусоидальной формы при нелинейном сопротивлении	Отчет
6	Переходные процессы в линейных электрических цепях	Исследование переходных процессов в RLC цепях	Отчет
7	Электрические фильтры	Исследование активного фильтра	Отчет

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

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

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3

1	Разделы 1-9	Основы теории цепей : учебник для бакалавров : учебник для студентов вузов / Попов, Вадим Петрович ; В. П. Попов ; Южный федеральный уг-т. - 7-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2013. - 696 с. + 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - (Бакалавр. Базовый курс). - Библиогр.: с. 695-696. - ISBN 9785991620000.
2	Разделы 1-9	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	Разделы 1-9	Основы теории цепей : компьютерный тренажерный комплекс : учебное пособие / Бакалов, Валерий Пантелеевич, Б. И. Крук, О. Б. Журавлева ; В. П. Бакалов, Б. И. Крук, О. Б. Журавлева. - М. : Радио и связь, 2002. - 200 с. : : ил. - (Учебное пособие для вузов.). - Библиогр. : с. 198. - Прилагается 1 дискета. - ISBN 5256016067
4	Разделы 1-9	Основы теории цепей : учебник // Бакалов, Валерий Пантелеевич, В. Ф. Дмитриков, Б. И. Крук ; под ред. В. П. Бакалова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Радио и связь, 2000. - 589 с. : : ил. - (Учебник для вузов.). - Библиогр. : с. 584. - ISBN 5256014722.
5	Разделы 1-9	Основы теории цепей : учебное пособие / Фриск, Валерий Владимирович ; В. В. Фриск. - М. : РадиоСофт, 2002. - 288 с. - Библиогр. : с. 4-5. - ISBN 5930370869 : 75 р.
6	Разделы 1-9	Основы теории цепей : учебник / Атабеков, Григорий Иосифович ; 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 Основы теории цепей : учебное пособие для студентов вузов : в 2 т. Т. 2 / Астайкин, Анатолий Иванович, Помазков, Алексей Петрович ; А. И. Астайкин, А. П. Помазков ; под ред. А. И. Астайкина. - М. : Академия, 2009. - 280 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование, Радиотехника). - Библиогр. : с. 278. - ISBN 9785769556654. - ISBN 9785769556647.
7	Разделы 1-9	Основы теории цепей : учебник для бакалавров : учебник для студентов вузов / Попов, Вадим Петрович ; В. П. Попов ; Южный федеральный уг-т. - 7-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2013. - 696 с. + 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - (Бакалавр. Базовый курс). - Библиогр.: с. 695-696. - ISBN 9785991620000.
8	Разделы 1-9	Основы теории цепей : : учебник для студентов вузов // Попов, Вадим Петрович. ; В. П. Попов. - Изд. 6-е, испр. - М. : Высшая школа, 2007. - 575 с. : : ил. - Библиогр. : с. 573. - 334
9	Разделы 1-9	Теоретические основы электротехники : учебник для студентов образовательных учреждений среднего проф. образования / Евдокимов, Федор Евдокимович ; Ф. Е. Евдокимов. - 9-е изд., стер. - М. : Академия, 2004. - 560 с. : ил. - (Среднее профессиональное образование, Электротехника). - Библиогр. : с. 556. - ISBN 5769518693.
10	Разделы 1-9	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. - ISBN 576951261X
11	Разделы 1-9	Теоретические основы электротехники : сборник задач : учебное пособие для студентов вузов / Коровкин, Николай Владимирович, Е. Е. Селина, В. Л. Чечурин ; Н. В. Коровкин, Е. Е. Селина, В. Л. Чечурин.

		- СПб. [и др.] : ПИТЕР , 2006. - 511 с. : ил. - (Учебное пособие). - ISBN 5947235161 : 199 p.
12	Разделы 1-9	Теоретические основы электротехники: 30 лекций по теории электрических цепей : : учебное пособие для студентов вузов // Новгородцев, Александр Борисович. ; А. Б. Новгородцев. - 2-е изд. - СПб. [и др.] : ПИТЕР , 2006. - 575 с. : : ил. - (Учебное пособие.). - Библиогр. : с. 564-565. - ISBN 5469001490

### 3. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины используются следующие методы:

- лекции;
- проведение практических занятий;
- домашние задания;
- опрос;
- индивидуальные практические задания;
- контрольные работы;
- тестирование;
- публичная 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).

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

#### 4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

Примерные вопросы для текущей аттестации:

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 трехконтурную цепь методом контурных токов.

Рассчитайте трехконтурную 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 емкостного сопротивления.

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

Выведите выражение для  $\cos \varphi$ .

Разъясните суть символического метода расчета 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, емкость 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 трехфазной электрической цепи, состоящей из источника и приемника электрической энергии.

Проанализируйте особенности включения источника и приемника трехфазной цепи «звездой».

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

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

Проведите анализ полной мощности трехфазной цепи.

Выведите зависимость между резисторами, включенными 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 четырехполюсника 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 четырехполюсников.

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 отраженной волн.

Проанализируйте поведение длинной линии при комплексном характере ее 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 обобщенного 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 равенствам Парсиваля и Рэллея.

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?

Приведите структурную схему построения автогенератора и выведите условия баланса фаз и баланса амплитуд.

Выведите дифференциальное уравнение автогенератора.

Приведите теоретическое обоснование для индуктивной и емкостной трехточек.

Охарактеризуйте методы стабилизации частоты автогенераторов.

Приведите теоретические обоснования и структурные схемы построения RC-автогенераторов.

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

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

Приведите электрические схемы полосового и режекторного фильтров.

Приведите методы анализа дискретных электрических сигналов.

Приведите текст и написание теоремы отсчетов.

Охарактеризуйте особенности построения цифровых фильтров.

Охарактеризуйте особенности построения аналого-цифровых и цифроаналоговых преобразователей.

В чем особенность Z-преобразования?

Приведите особенности построения цифровых фильтров и их основные характеристики.

Чем характеризуются трансверсальные цифровые фильтры?

Охарактеризуйте пути синтеза цифровых фильтров.

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

Примерные вопросы для промежуточной аттестации:

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  $\cos \varphi$ .
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.
20. Операторный метод анализа электрических цепей (метод Хевисайда) Прямое и обратное преобразование Лапласа, понятие комплексной частоты.
21. Собственный оператор и оператор воздействия, операторный коэффициент передачи системы, распределение нулей и полюсов на комплексной плоскости.
22. Метод интеграла наложения (интеграл Дюамеля, дельта-функция (функция Дирака)). Единичная функция и ее фильтрующие свойства. Связь единичной и дельта-функций.
23. Импульсная и переходная характеристики цепи. Связь между импульсной и переходной характеристиками. Свертка двух функций.
24. Применение операторного метода к анализу переходных процессов в дифференцирующих и интегрирующих цепях.
25. Структурная схема построения автогенератора, баланс фаз и баланс амплитуд. Условие самовозбуждения.
26. Дифференциальное уравнение автогенератора.
27. Теоретическое обоснование схем индуктивной и емкостной трехточек.
28. Устойчивость электрических цепей к самовозбуждению, критерий устойчивости.
29. Методы стабилизации частоты автогенераторов, анализ кварцевого резонатора.
30. Теоретические основы и структурные схемы построения RC – автогенераторов.
31. Теоретические основы построения фильтров на базе анализа каскадно соединенных реактивных четырехполюсников. Вывод неравенства

$$-1 \leq \frac{Z_1}{4Z_2} \leq 0$$

32. Фильтры нижних и верхних частот. Амплитудно-частотные и фазочастотные характеристики, электрические схемы построения Т и П звеньев. Основные параметры.
33. Полоснопропускающие и заграждающие фильтры. Амплитудно-частотные и фазочастотные характеристики. Электрические схемы построения. Основные параметры.
34. Методы синтеза электрических фильтров по прототипу. Фильтры типы Баттерворта, Чебышева, Кауэра.
35. Метод синтеза фильтров Дарлингтона. Критерий физической реализуемости фильтров.

Метод Фостера и метод Кауэра.

36. Активные фильтры. Искусственные линии задержки.

37. Цифровое представление сигналов. Теорема Котельникова (отсчетов).

38. Дискретные сигналы и их спектры.

39. Алгоритм дискретного и быстрого преобразования Фурье.

40. Дискретная свертка сигналов. Теорема Z-преобразования.

41. Принципы цифровой фильтрации.

42. Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи.

43. Трансверсальные цифровые фильтры и их частотные характеристики.

44. Рекурсивные цифровые фильтры.

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

### **5.1 Основная литература:**

1 Основы теории цепей : учебник для бакалавров : учебник для студентов вузов / Попов, Вадим Петрович ; В. П. Попов ; Южный федеральный уг-т. - 7-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2013. - 696 с. + 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - (Бакалавр. Базовый курс). - Библиогр.: с. 695-696. - ISBN 9785991620000.

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 Теоретические основы электротехники : электрические цепи : учебник для студентов электротехнических, энергетических и приборостроительных специальностей высших учебных заведений / Бессонов, Лев Алексеевич. - 8-е издание, переработанное и дополненное. Москва: Высшая школа, 1984. – 558 с.

### **5.2 Дополнительная литература:**

1 Радиотехника + компьютер + Mathcad : [учебное пособие для студентов] / Каганов, Вильям Ильич ; В. И. Каганов. - М. : Горячая линия-Телеком, 2001. - 413 с. : ил. - (Учебный курс для высших учебных заведений. Специальность). - Библиогр.: с. 409-410. - ISBN 593517054X.

2 Электротехника и ТОО 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. - Прил. : [1] дискета. - ISBN 9785793104623 : 127 р.  
Место хранения: 2 чз, 18 уч

3 Теоретические основы электротехники : учебник для студентов образовательных учреждений среднего проф. образования / Евдокимов, Федор Евдокимович ; Ф. Е. Евдокимов. - 9-е изд., стер. - М. : Академия, 2004. - 560 с. : ил. - (Среднее профессиональное образование, Электротехника). - Библиогр. : с. 556. - ISBN 5769518693.

4 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. - ISBN 576951261X.

5 Теоретические основы электротехники : сборник задач : учебное пособие для студентов вузов / Коровкин, Николай Владимирович, Е. Е. Селина, В. Л. Чечурин ; Н. В. Коровкин, Е. Е. Селина, В. Л. Чечурин. - СПб. [и др.] : ПИТЕР, 2006. - 511 с. : ил. - (Учебное пособие). - ISBN 5947235161

5.3. Периодические издания:

Электросвязь, Электроника: наука, технология, бизнес.

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

google.com

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

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.

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

**8.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

1 Операционная система MS Windows.

2 Интегрированное офисное приложение MS Office.

3 Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет.

4 Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран.

5 Система компьютерной математики MATHCAD с необходимыми пакетами расширений.

6 Система схемотехнического моделирования Ltspice, Microcap.

## 8.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

1 Википедия – свободная энциклопедия.

<http://ru.wikipedia.org/wiki/>

2 Академик – Словари и энциклопедии на Академикe

<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 видеопроеционным 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.