

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Институт электронных и информационных систем
Кафедра радиосистем



С.И. Эминов
22 06 2017 г.

ОСНОВЫ ТЕОРИИ ЦЕПЕЙ

Учебный модуль по направлению подготовки
11.03.01 Радиотехника

ПРОФ Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов

Рабочая программа

СОГЛАСОВАННО

Начальник УО

27 09 О.Б. Широколобова
2017 г.

Разработал

Доцент кафедры РС

30 06 И.Н. Жукова
2017 г.

Принято на заседании кафедры РС

Протокол № 112 от 19.06 2017 г.

заведующий кафедрой РС

30 06 И.Н. Жукова
2017 г.

1 Цели и задачи учебного модуля

Цели учебного модуля (УМ):

- обеспечение студентов базовыми знаниями современной теории электрических цепей и формирование умений и навыков решения задач анализа и расчета характеристик электрических цепей;
- формирование основ для успешного изучения ими последующих предметов электротехнического, радиотехнического и технико-кибернетического циклов.

Задачи УМ:

- освоение студентами общей методики построения схемных и математических моделей электрических цепей;
- ознакомление студентов с основными свойствами типовых электрических цепей при характерных внешних воздействиях;
- изучение современных методов алгоритмизации решения задач анализа электрических цепей;
- выработка практических навыков аналитического, численного и экспериментального исследования характеристик электрических цепей и основных процессов, происходящих в них.

2 Место учебного модуля в структуре ОП направления подготовки

Модуль БП.Б.3 «Основы теории цепей» входит в блок Б1 базового учебного плана направления подготовки 11.03.01 - Радиотехника.

Формируемые компетенции определены Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника (уровень бакалавриата).

Входные знания, умения и компетенции студентов должны соответствовать требованиям, предусмотренным стандартом к знаниям, умениям по следующим компетенциям бакалавров направления подготовки 11.03.01 «Радиотехника»:

- Способность работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные и культурные различия (ОК-6);
- Способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- Готовность осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам (ПК-8)
- Способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей (ОПК-3)

развиваемых в ходе изучения модулей базовой части естественно-научного цикла: Математики, Физики.

3 Требования к результатам освоения учебного модуля

Процесс изучения УМ направлен на формирование компетенций:

В результате освоения УМ студент должен знать, уметь и владеть:

Код	Уровень освоения	Знать	Уметь	Владеть
ОПК-3	Повышенный	понимание логической взаимосвязи, способность к обоснованию - основных законов, лежащих в основе работы электрических цепей; - методов анализа цепей постоянного и переменного тока во временной и частотной областях; - теоретических основ анализа и расчета цепей, содержащих аналоговые и цифровые элементы	- описать и производить анализ временных и частотных характеристик сложных электрических цепей; - выбирать методику и выполнять расчет сложных электрических цепей. - выполнять расчет и анализ характеристик аналоговых и цифровых цепей	- навыками расчета и анализа характеристик нестандартных электрических цепей;
ОК-6	пороговый	Осознание необходимости культурного, этнического, социального и конфессионального разнообразия в современном мире Знание основных терминов: «коммуникация», «сотрудничество», «работа в команде», «кооперация», «конфликтная ситуация»; принципов и методов организации работы малых групп исполнителей	оценивать культурные процессы и практики, кооперироваться с коллегами при решении общей задачи; пользоваться методиками изучения группы и межличностных отношений в группе	навыками толерантного общения; навыками коллективной работы; элементарными навыками организации работы малой группы исполнителей
ОК-7		Осознание важности процесса самообразования для совершенствования профессионального мастерства	Понимание необходимости самообразования на протяжении всей жизни Умение проводить самодиагностику и определить направления в собственном личностном и профессиональном развитии	Способность к профессиональному самоопределению
ПК-8		- состав технической и проектно-конструкторской документации разрабатываемых проектов; - перечень национальных (ЕСКД, ЕСТП) стандартов, применяемых при разработке проектов в сфере радиотехники	- найти стандарты ЕСКД, ЕСТП, регламентирующие правила оформления технической и проектно-конструкторской документации разрабатываемого проекта	- сопоставления состава и содержания разрабатываемого проекта требованиям стандартов

4 Структура и содержание учебного модуля

4.1 Трудоемкость учебного модуля

Учебная работа (УР)	Всего	Распределение по семестрам	Коды формируемых компетенций
		3	
Трудоемкость модуля в зачетных единицах (ЗЕТ)	6	6	ОК-6 ОК-7 ПК-8 ОПК-3
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):	216	216	
- лекции	36	36	
- практические занятия (семинары)	27	27	
- лабораторные работы	27	27	
- аудиторная СРС	18	18	
- внеаудиторная СРС	126	126	
Курсовая работа	36	36	
Аттестация:	Экзамен	Экзамен	
- зачеты	-	-	
- экзамены	36	36	

4.2 Содержание и структура разделов учебного модуля

- 4.2.1 Основные понятия и законы анализа электрических цепей.
- 4.2.2 Расчет резистивных цепей.
- 4.2.3 Расчет нелинейных электрических цепей
- 4.2.4 Анализ установившегося синусоидального режима.
- 4.2.5 Расчет четырехполюсных цепей
- 4.2.6 Расчет переходных процессов во временной области (классический метод анализа)
- 4.2.7 Операторный метод анализа переходных процессов
- 4.2.8 Временной метод анализа переходных процессов
- 4.2.9 Спектральный метод анализа электрических цепей
- 4.2.10 Расчет трехфазных цепей
- 4.2.11 Частотные характеристики
- 4.2.12 Расчет индуктивно-связанных цепей
- 4.2.13 Простые колебательные контура
- 4.2.14 Связанные колебательные контура
- 4.2.15 Электрические фильтры
- 4.2.16 Цепи с распределенными параметрами
- 4.2.17 Системные функции и синтез двуполюсных линейных цепей
- 4.2.18 Синтез четырехполюсных линейных цепей

Календарный план, наименование разделов учебного модуля с указанием трудоемкости по видам учебной работы представлены в технологической карте учебного модуля (приложение Б).

4.3 Лабораторный практикум

№	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ак.час
1	Закон Ома	1
2	Закон Кирхгофа	1
3	Источник ЭДС в электрических цепях	1
4	Последовательное соединение резисторов	1
5	Параллельное соединение резисторов	1
6	Резистивный делитель напряжения	1
7	Электрическая мощность, коэффициент полезного действия электрической цепи и согласование источника и нагрузки	1
8	Фоторезисторы	1
9	Терморезисторы	1
10	Варисторы	1
11	Процесс заряда и разряда конденсатора	1
12	Параметры синусоидального напряжения и тока. Активная мощность в цепи синусоидального тока	1
13	Цепи синусоидального тока с конденсатором	1
14	Последовательное соединение конденсаторов	1
15	Параллельное соединение конденсаторов	1
16	Напряжение и ток катушки индуктивности	1
17	Последовательное соединение катушек индуктивности	1
18	Последовательное соединение резистора и конденсатора	1
19	Последовательное соединение резистора и катушки индуктивности	1
20	Трансформатор в режиме короткого замыкания	1
21	Трансформатор в режиме холостого хода	1
22	Трансформатор в режиме резистивной нагрузки	1
23	Переходные процессы в RC цепях	1
24	Переходные процессы в RL цепях	1
25	Переходные процессы в RLC цепях	1
26	Защита лабораторных работ	2
	Всего:	27

4.4 Практические занятия

Практические занятия состоят в решении задач по основным разделам учебного модуля.

4.5 Курсовые проекты (работы)

Трудоемкость 1 з.е. – 36 час.

Примерная тематика курсовых работ:

- 1 Анализ линейных гармонических цепей при постоянном и гармоническом воздействиях
- 2 Исследование избирательных свойств связанных контуров
- 3 Исследование частотных характеристик реактивных фильтров
- 4 Исследование переходных процессов методом наложения
- 5 Исследование цепей с распределенными параметрами
- 6 Спектральный метод анализа переходных процессов
- 7 Исследование проходных четырехполюсников

4.6 Организация изучения учебного модуля

Изучение УМ организовано в форме следующих занятий:

Лекционные занятия проводятся в форме информационных лекций-презентаций

Практические занятия проводятся в следующей форме:

- занятия по ознакомлению с методиками решения типовых задач
- занятий-консультаций по вопросам выполнения курсовой работы.

Лабораторные занятия проводятся на рабочих станциях NI ELVIS II. Выполнение и защита лабораторных работ осуществляется в подгруппах. Защита лабораторных работ производится индивидуально как в устной, так и в письменной форме. Приветствуется оформление отчетов в электронном виде.

Самостоятельная работа студентов (аудиторная и внеаудиторная) включает закрепление теоретических знаний по изучаемым разделам дисциплины, решение домашних задач, создание отчетов и подготовка к защите лабораторных работ.

Методические рекомендации по организации изучения УМ с учетом использования в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения учебных занятий даются в Приложении А.

5 Контроль и оценка качества освоения учебного модуля

Контроль качества освоения студентами УМ и его составляющих осуществляется непрерывно в течение всего периода обучения с использованием балльно-рейтинговой системы (БРС), являющейся обязательной к использованию всеми структурными подразделениями университета.

Для оценки качества освоения модуля используются формы контроля: текущий – регулярно в течение всего семестра; рубежный – на девятой неделе семестра; семестровый – по окончании изучения УМ.

Оценка качества освоения модуля осуществляется с использованием фонда оценочных средств, разработанного для данного модуля, по всем формам контроля в соответствии с положением от 25.03.2014 № 32 «Об организации учебного процесса по образовательным программам высшего образования».

Содержание видов контроля и их график отражены в технологической карте учебного модуля (Приложение Б).

Оценка качества освоения модуля осуществляется с использованием фонда оценочных средств, разработанного для данного модуля, по всем формам контроля в соответствии с положением «О фонде оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации студентов и итоговой аттестации выпускников» от 25.06.2013. В качестве оценочных средств на протяжении семестра используются: разноуровневые задачи и экзаменационные билеты.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного модуля представлено картой учебно-методического обеспечения (Приложение В)

7 Материально-техническое обеспечение учебного модуля

Программное обеспечение дисциплины

1. Предустановленная операционная система Windows
2. Интегрированный пакет Open Office (Microsoft Office)
3. Программное обеспечение поддержки лабораторного практикума к лабораторной станции «NI ELVIS II»

Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения лекционных занятий и аудиторной самостоятельной работы студентов по дисциплине необходима аудитория, оборудованная проектором, экраном и компьютеры с

операционной системой Windows, установленным на них интегрированным пакетом Open Office (Microsoft Office), выходом в сеть Internet.

Для проведения лабораторных занятий требуется аудитория, оборудованная лабораторными станциями «NI ELVIS II», подключаемыми к компьютеру.

Требуемые для проведения занятий по дисциплине инструментальные средства имеются в полном объеме в распоряжении кафедры РС.

Приложения (обязательные):

А – Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля

Б – Технологическая карта

В - Карта учебно-методического обеспечения УМ

Приложение А
(обязательное)

Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля «Основы теории цепей»

Цели и задачи занятий:

- дать представление о теоретическом содержании основ теории цепей (лекции),
- познакомить с методиками решения типовых задач электрических цепей (практические занятия),
- познакомить с методами измерений основных параметров и исследования частотных характеристик простейших электрических цепей (лабораторные занятия),
- развить навыки самостоятельной работы с теоретическим материалом и проведения экспериментальных исследований (курсовая работа);

Структура и содержание основных разделов:

1 Основные понятия и законы анализа электрических цепей.

Физические основы теории цепей. Понятие об электрической цепи. Основные электрические величины: ток, напряжение, мощность и энергия. Единицы измерения. Положительные направления тока и напряжения. Понятие пассивных и активных элементов и участках цепей. Источники (генераторы) и потребители (приемники) электрической энергии.

Понятие о математических и схемных моделях элементов электрических цепей. Двухполюсники и многополюсники. Идеализированные пассивные элементы электрических цепей. Определения сопротивления, проводимости, емкости и индуктивности. Единицы измерения. Зависимости между током, напряжением, мощностью и энергией для элементарных пассивных двухполюсников. Реальные пассивные элементы и их схемы замещения. Идеализированные активные элементы. Идеализированные источники тока и напряжения. Схемы замещения реальных источников. Независимые (неуправляемые) и зависимые (управляемые) источники.

Понятие о схемах электрических цепей: структурные, принципиальные схемы и схемы замещения (схемные модели) электрических цепей. Разновидности схем замещения электрических цепей. Последовательное, параллельное и смешанное соединение двухполюсных элементов. Основы топологии цепей. Ветвь, узел и контур электрической схемы.

Законы Кирхгофа для мгновенных значений токов и напряжений. Физическое содержание законов Кирхгофа. Понятие об уравнениях электрического равновесия (математической модели) электрической цепи. Топологические и компонентные уравнения. Основная система уравнений электрического равновесия цепи. Использование топологических представлений для определения числа независимых уравнений баланса токов и баланса напряжений. Дифференциальное уравнение цепи.

Классификация цепей по математическим моделям: линейные, нелинейные и параметрические цепи; цепи с сосредоточенными и распределенными параметрами. Классификация цепей по энергетическим свойствам, числу внешних выводов и по топологическим особенностям. Формулировка задач анализа и синтеза электрических цепей.

2 Расчет резистивных цепей.

Методы формирования уравнений электрического равновесия сложных цепей. Методы токов ветвей и напряжений ветвей. Методы контурных токов и узловых напряжений.

Понятие об эквивалентных участках цепи. Эквивалентные преобразования цепей с последовательным, параллельным и смешанным соединением элементов. Преобразование "треугольника" сопротивлений в "звезду" и обратное преобразование. Основные теоремы теории цепей и их применение для решения задач анализа. Принцип наложения. Теорема взаимности. Теоремы об эквивалентных источниках.

3 Расчет нелинейных электрических цепей

Определение нелинейной электрической цепи. Типы ВАХ нелинейных элементов. Резистивные нелинейные цепи. Анализ и расчет электрических цепей с нелинейными элементами.
4 Анализ установившегося синусоидального режима.

Понятие о периодических процессах. Период, частота. Гармонические колебания. Мгновенное значение, текущая и начальная фазы, амплитуда, циклическая и угловая частота гармонического колебания. Среднее и среднеквадратическое (действующее) значение периодической функции.

Дифференциальные уравнения цепи при гармоническом воздействии. Представление гармонических функций времени на комплексной плоскости. Комплексное текущее значение и комплексная амплитуда гармонических тока и напряжения. Понятие о методе комплексных амплитуд. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме. Комплексное входное сопротивление и комплексная входная проводимость двухполюсников. Элементарные двухполюсники при гармоническом воздействии. Временные диаграммы для тока, напряжения, сопротивления и проводимости.

Энергетические соотношения в простейших цепях при гармоническом воздействии. Мгновенная, средняя (активная), реактивная, полная и комплексная мощности. Единицы измерения. Коэффициент мощности. Баланс мощностей. Согласование источника энергии с нагрузкой по критериям максимума передаваемой средней мощности и максимума коэффициента полезного действия.

5 Расчет четырехполюсных цепей

Элементы теории четырехполюсников. Основные уравнения и системы первичных параметров неавтономных проходных четырехполюсников. Физический смысл, основные свойства и методы определения первичных параметров. Связь между различными системами параметров. Канонические схемы замещения неавтономных четырехполюсников. Составные четырехполюсники. Свойства нагруженных четырехполюсников.

Характеристическое сопротивление и характеристическая постоянная передачи неавтономного четырехполюсника. Активные и невзаимные четырехполюсники.

6 Расчет переходных процессов во временной области (классический метод анализа)

Понятие об установившихся, неуставившихся и переходных процессах. Непрерывность изменения энергии электрического и магнитного полей. Правила коммутации. Зависимые и независимые начальные условия. Порядок цепи.

Классический метод анализа переходных процессов. Дифференциальные уравнения простейших цепей и методы их решения. Свободные и вынужденные составляющие токов и напряжений. Определение постоянных интегрирования. Переходные процессы в цепях первого и второго порядков. Зависимость характера переходных процессов в цепи от типа корней характеристического уравнения.

7 Операторный метод анализа переходных процессов

Прямое и обратное преобразование Лапласа. Оригиналы и изображения. Операторное сопротивление и операторная проводимость. Операторные схемы замещения элементарных двухполюсников при нулевых и ненулевых начальных условиях. Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме. Операторная схема замещения цепи.

8 Временной метод анализа переходных процессов

Связь между операторными и временными характеристиками цепи. Понятие о собственных функциях линейной цепи. Применение принципа наложения для анализа нестационарных процессов в линейных цепях. Использование переходной и импульсной характеристик для анализа неуставившихся и переходных процессов. Интеграл Дюамеля.

9 Спектральный метод анализа электрических цепей

Периодические несинусоидальные процессы. Тригонометрическая форма ряда Фурье. Применение ряда Фурье к расчету периодического несинусоидального процесса. Интеграл Фурье как предельный случай ряда Фурье. Связь между преобразованием Фурье и преобразованием Лапласа. Применение спектрального метода для расчета переходных процессов.

10 Расчет трехфазных цепей

Основные определения. Соединение в звезду. Соединение в треугольник.

Расчет трехфазной цепи, при соединении звездой. Расчет трехфазной цепи, при соединении звездой при симметричной нагрузке. Расчет трехфазной цепи, при соединении звездой при несимметричной нагрузке при нулевом сопротивлении провода нейтрали. Расчет трехфазной цепи, при соединении звездой при несимметричной нагрузке и отсутствии провода нейтрали.

Мощность в трехфазных цепях.

11 Частотные характеристики

Понятие о комплексных частотных характеристиках (КЧХ) линейных цепей. Классификация КЧХ, их размерность и формы представления. Понятие об амплитудно-частотной (АЧХ) и фазо-частотной (ФЧХ) характеристиках линейных электрических цепей. Логарифмические амплитудно-частотные характеристики (ЛАХ). Способы графического изображения КЧХ. Понятие о годографе (диаграмме) Найквиста.

12 Расчет индуктивно-связанных цепей

Индуктивно-связанные цепи при гармоническом воздействии. Понятие о взаимной индуктивности. Компонентные уравнения связанных индуктивностей. Линейный трансформатор. Понятие об идеальном трансформаторе.

13 Простые колебательные контуры

Резонансные явления в электрических цепях. Одиночный колебательный контур. Классификация одиночных колебательных контуров по способу включения источника энергии. Определение и критерии резонанса. Резонанс токов и резонанс напряжений. Резонансная частота, характеристическое и резонансное сопротивление, добротность и обобщенная расстройка одиночного колебательного контура. Энергетические соотношения в одиночном контуре на резонансной частоте. Входные и передаточные частотные характеристики одиночных колебательных контуров различных типов. Избирательность и полоса пропускания. Понятие об идеальной избирательной цепи. Коэффициент прямоугольности АЧХ. Влияние внутреннего сопротивления источника и сопротивления нагрузки на резонансные свойства одиночных колебательных контуров. Контур с неполным включением.

14 Связанные колебательные контуры

Виды связи, сопротивление связи, коэффициент и фактор связи. Сильная, слабая и критическая связь. Частотные характеристики системы двух связанных колебательных контуров, полоса пропускания и коэффициент прямоугольности

15 Электрические фильтры

КЧХ элементарных реактивных двухполюсников. Электрические фильтры. АЧХ и ФЧХ простейших RC- и RL-фильтров. Понятие о фильтрах низких частот, верхних частот, полосовых и режекторных фильтрах.

Реактивные фильтры

16 Цепи с распределенными параметрами

Понятие о цепях с распределенными параметрами. Линии передачи (длинные линии) и их классификация. Первичные параметры линий передачи. Эквивалентная схема отрезка линии малой длины. Дифференциальные уравнения линии передачи для мгновенных значений токов и напряжений. Решение дифференциальных уравнений линии. Понятие о прямой и обратной волнах. Волновое сопротивление линии.

Явления в нагруженной линии передачи. Падающая и отраженная волны. Режимы бегущих, стоячих и смешанных волн.

Линия передачи как четырехполюсник. Входное сопротивление отрезка линии передачи без потерь.

17 Системные функции и синтез двухполюсных линейных цепей

Системная функция линейной цепи. Входные и передаточные функции. Понятие о комплексной частоте. Нули и полюсы системной функции.

Формулировка задачи синтеза линейных электрических цепей. Синтез в частотной и временной областях. Понятие о физической реализуемости. Аппроксимация частотных характеристик.

Аналитические свойства функций входного сопротивления и проводимости линейного пассивного двухполюсника. Условия физической реализуемости. Связь между вещественной и мнимой частями входного сопротивления двухполюсника. Свойства входных функций реактивных двухполюсников. Теорема Фостера.

18 Синтез четырехполюсных линейных цепей

Свойства передаточных функций четырехполюсников. Минимально-фазовые и неминимально-фазовые четырехполюсники. Постановка задачи синтеза линейных фильтров. Условия физической реализуемости

Методы и средства проведения занятий

Лекционные занятия целесообразно проводить следующим образом: краткое повторения предыдущего материала; постановка цели и задач изучаемого раздела; ознакомление с основными понятиями и определениями; изложение нового материала; выводы по разделу и подведения итогов достижения цели занятий.

Практические занятия в основном строятся следующим образом:

- 80% аудиторного времени отводится на объяснение решения типовой задачи у доски;
- 20% аудиторного времени – начало самостоятельного решения индивидуальных (домашних) задач студентами, ответы на возникающие вопросы;

При проведении учебных лабораторных занятий рекомендуется деление группы на подгруппы по 10 человек в каждой и выполнение лабораторных работ по бригадам по два человека в каждой.

Рекомендуется использование информационных технологий при организации коммуникации со студентами для представления информации, выдачи рекомендаций и консультирования по оперативным вопросам (электронная почта), использование средств мультимедиа при проведении занятий.

Требования к оформлению отчета о работе;

Требования к оформлению решений задач по практическим занятиям

Решения задач представляются в отдельной ученической тетради.

Каждое решение содержит следующие пункты:

- название темы практического занятия.
- условие задачи с исходной схемой электрической цепи, если таковая задана
- решение с представлением всех необходимых формул и при необходимости их вывода
- результаты расчетов по представленным формулам
- все необходимые эквивалентные схемы электрической цепи, получаемые в ходе ее преобразования

преобразования

Требования к оформлению отчета по лабораторной работе:

Содержание отчета:

1. Титульный лист
2. Цель работы.
3. Схема электрической цепи, результаты измерений, графики.
4. Анализ и обоснование полученных результатов (выводы).

Требования к оформлению пояснительной записки по курсовой работе

Пояснительная записка оформляется в соответствии с ГОСТ 2.105.95. Содержание пояснительной записки:

1. Титульный лист
2. Содержание
3. Техническое задание (ТЗ) по курсовой работе
4. Краткие теоретические сведения по теме курсовой работы

5. В зависимости от требований ТЗ: результаты расчетов, описание математической модели и результатов моделирования электрической цепи и ее характеристик, описание результатов макетирования
6. Анализ полученных результатов
7. Список литературы

Задания и рекомендации по самостоятельной работе студента;

Самостоятельная работа студентов включает решение задач, оформление отчетов и подготовку к защите лабораторных работ. Рекомендуется выполнять этот вид работы систематически, представлять результаты без задержек. Проявлять инициативу по консультированию с преподавателем.

Требования к технике безопасности, если работа связана с использованием оборудования, энергоносителей, токсичных материалов;

Требования по технике безопасности регламентируются инструкцией по охране труда для пользователей персональных ЭВМ №1 ИОТ.

Организация и проведение контроля.

Контроль знаний студентов заключается в проверке решения задач по практическим занятиям, приеме защит отчетов по лабораторным работам, проверке и защите пояснительной записки по курсовой работе.

На 9 неделе целесообразно проведение рубежного контроля в виде контрольной работы по решению задач.

Желательно настроить студентов на планомерную в течение семестра защиту лабораторных работ и решение задач. Необходимо выделить часть аудиторного времени на практических занятиях для текущего контроля за ходом выполнения курсовой работы.

Методические рекомендации по теоретической части учебного модуля

Для успешного усвоения дисциплины и использования полученных знаний, умений и навыков, развития способностей к дальнейшему самообучению от студентов требуется систематическая работа над теоретическим материалом (изучение изданий 1.2, указанных в карте учебно-методического обеспечения), проявление собственной инициативы по консультированию с преподавателем.

Преподавателю рекомендуется проводить систематический анализ предлагаемого к изучению материала непосредственно после прослушивания лекции и накануне следующего лекционного занятия в виде вопросов, побуждающих к активному общению и обсуждению возможных ответов.

Первоисточники:

- Презентации лекций <http://www.novsu.ru/doc/study/jin/?id=1058803>
- Атабеков, Г. И. Основы теории цепей : учебник / Г. И. Атабеков. - 3-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2009. – 424
- Попов В.П. Основы теории цепей : Учеб.для вузов. - 5-е изд.,стер. - М. : Высшая школа, 2005. – 574

Вопросы к экзамену (примерный перечень)

1. Электротехника как наука. Понятие об электрической цепи. Основные электрические величины. Идеализированные элементы электрической цепи и их характеристики. Принцип моделирования. Замещение физических устройств идеализированными элементами цепи.
2. Классификация электрических цепей. Режимы работы электрической цепи. Внешняя характеристика электрической цепи.
3. Условие передачи максимума средней мощности от генератора к нагрузке. Коэффициент полезного действия.
4. Основы топологии цепей. Основные понятия. Законы Кирхгофа в простой и матричной формах. Схема анализа электрических цепей с применением законов Кирхгофа.
5. Гармонические колебания. Основные параметры. Методы измерений. Среднее и действующее значение гармонических колебаний. Комплексные изображения гармонических функций времени. Метод комплексных амплитуд.
6. Основные законы электрических цепей в простой и комплексной формах.
7. Гармонический ток в элементах электрической цепи. Параметры элементов к комплексной форме. Векторные и временные диаграммы тока и напряжения.
8. Мощность в цепи гармонического тока. Полная, активная, реактивная мощности. Коэффициент мощности. Повышение коэффициента мощности в электрической цепи.
9. Баланс мощности в цепи. Теорема Теллегена.
10. Виды соединений элементов электрической цепи. Эквивалентные преобразования схем электрической цепи. Перенос источников в схеме.
11. Преобразование треугольника в эквивалентную звезду и обратно.
12. Методы расчета сложных электрических цепей в установившемся режиме работы: **метод контурных токов.**
13. Методы расчета сложных электрических цепей в установившемся режиме работы: **метод узловых напряжений.**
14. Методы расчета сложных электрических цепей в установившемся режиме работы: **метод наложений**
15. Методы расчета сложных электрических цепей в установившемся режиме работы: **метод эквивалентного генератора.**
16. Четырехполюсники. Классификация четырехполюсников. Системы уравнений четырехполюсника. Схемы замещения. Методы определения параметров четырехполюсника на примере типовых схем четырехполюсников.
17. Работа четырехполюсника на нагрузку. Входное сопротивление четырехполюсника при произвольной нагрузке. Характеристические параметры четырехполюсника. Передаточная функция.
18. Составные четырехполюсники.
19. Частотные характеристики линейных цепей. Классификация комплексных частотных характеристик.
20. Переходные процессы. Возникновение переходных процессов. Понятие о коммутации. Законы коммутации. Общий подход к анализу переходных процессов. Методы анализа.
21. Схема применения классического метода анализа переходных процессов на примере RL-цепи при постоянном и гармоническом воздействии.
22. Переходные процессы в последовательной RLC-цепи
23. Цепи с взаимной индуктивностью
24. Воздушный трансформатор.
25. Последовательный колебательный контур.
26. Параллельный колебательный контур.
27. Сложный колебательный контур II-го вида.
28. Сложный колебательный контур III-го вида.

29. Связанные контуры.
30. Реактивные электрические фильтры
31. Безындуктивные фильтры.
32. Цепи с распределенными параметрами.
33. Операторный метод анализа переходных процессов.
34. Временные характеристики линейных цепей. Применение принципа наложения для анализа переходных процессов в линейных цепях.
35. Применение ряда Фурье к расчету периодического несинусоидального процесса.
36. Нелинейные электрические цепи.

Синтез электрических цепей. Метод Фостера. Метод Кауэра

Пример экзаменационного билета

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого

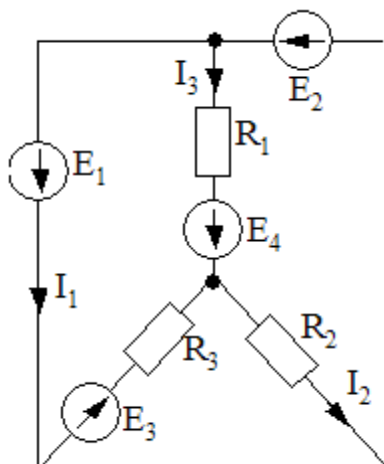
Кафедра радиосистем

Экзаменационный билет № 1

Дисциплина **Основы теории цепей**

Для специальности (направления подготовки) 11.03.01 Радиотехника

1. Цепи с распределенными параметрами.
2. Анализ линейных цепей при гармоническом воздействии. Комплексные изображения гармонических функций времени. Метод комплексных амплитуд.
3. Определить токи в ветвях, используя законы Кирхгофа, если $R_1=R_2=R_3=10 \text{ Ом}$; $E_1=E_3=E_4=100 \text{ В}$; $E_2=50 \text{ В}$.



УТВЕРЖДАЮ Зав.кафедрой _____

Методические рекомендации по практическим занятиям

Примерный перечень тем практических занятий:

№	Наименование практических занятий	Трудоемкость, ак.час
1	Эквивалентные преобразования резистивных двухполюсников	1
2	Расчет резистивных цепей на основе закона Ома и правил параллельного и последовательного соединений	1
3	Расчет электрических цепей методом свертки	1
4	Применение сложных электрических цепей на основе закона Кирхгофа	1
5	Расчет сложных цепей методом контурных токов	1
6	Расчет сложных цепей методом узловых напряжений	1
7	Применение метода комплексных амплитуд к расчету цепей гармонического тока	1
8	Построение векторных диаграмм	1
9	Расчет мощности в цепи гармонического тока	2
10	Расчет четырехполюсников	2
11	Классический метод анализа переходных процессов	2
12	Временной метод анализа переходных процессов	2
13	Операторный метод анализа переходных процессов	2
14	Расчет индуктивно-связанных электрических цепей	2
15	Расчет трехфазных электрических цепей	2
16	Расчет резистивных цепей методом наложения	2
17	Спектральный метод анализа электрических цепей	2
18	Анализ входных и передаточных характеристик электрической цепи	2
	Всего:	27

Методики решения задач рассматриваются в первой части практического занятия на типовом примере. Для решения индивидуальных задач рекомендуется воспользоваться материалами, изложенными в изданиях 3,4 из карты учебно-методического обеспечения.

Методические рекомендации по лабораторным занятиям

Рекомендуется скачать файл методических указаний, прилагаемых к лабораторному практикуму (пункт 2 таблицы 2 карты учебно-методического обеспечения)

Объект исследования – электрическая цепь, состоящая из типовых элементов: резисторов, катушек индуктивности, и т.д.

Используемое оборудование: платформа NI LabVIEW 2012, компьютер с установленными инструментами LabVIEW и лабораторным практикумом «Теоретические основы электротехники» от ООО «Интегратор».

Методы измерений – прямые измерения напряжений на элементах электрической цепи

В ходе выполнения лабораторной работы рекомендуется делать screen shot и оформлять отчет в электронном виде.

Методические рекомендации по курсовой работе

Примерный перечень тем курсовых работ

- 1 Анализ линейных гармонических цепей при постоянном и гармоническом воздействиях
- 2 Исследование избирательных свойств связанных контуров
- 3 Исследование частотных характеристик реактивных фильтров
- 4 Исследование переходных процессов методом наложения
- 5 Исследование цепей с распределенными параметрами
- 6 Спектральный метод анализа переходных процессов
- 7 Исследование проходных четырехполюсников

Выполняемая курсовая работа содержит три части:

- вывод выражений, описывающих по заданным структуре и параметрам элементов характеристики исследуемой электрической цепи;
- моделирование и построение графиков исследуемых характеристик;
- макетирование на платформе NI LabVIEW 2012 исследуемой электрической цепи, проведение измерений для построения характеристик, сопоставление экспериментальных зависимостей с характеристиками, построенными на основе аналитических выражений.

Порядок выдачи задания и защиты:

- 1 Разработка и утверждение ТЗ на курсовую работу – **9 неделя**
- 2 Выполнение расчетной части курсовой работы относительно заданной схемы четырехполюсника – **11 неделя**
- 3 Выполнение моделирования характеристик заданной схемы четырехполюсника – **13 неделя**
- 4 Выполнение экспериментальной части курсовой работы – **14 неделя**
- 5 Выполнение расчетной части курсовой работы относительно схемы составного четырехполюсника – **15 неделя**
- 6 Выполнение моделирования характеристик составного четырехполюсника – **16 неделя**
- 7 Оформление пояснительной записки к курсовой работе – **17 неделя**
- 8 Защита курсовой работы – **18 неделя**

Для вывода выражений характеристик исследуемой электрической цепи следует воспользоваться источниками, указанными в карте учебно-методического обеспечения модуля.

Приложение Б
(обязательное)
Технологическая карта
учебного модуля «Основы теории цепей»
семестр 3, ЗЕТ 6, вид аттестации ЭКЗ, акад.часов 216, баллов рейтинга 300

№ нед сем	№ и наименование раздела учебного модуля, КП/КР	№ нед. сем.	Трудоемкость, ак.час					Форма текущего контроля успеv. (в соотв. с паспортом ФОС)	Максим. кол-во баллов рейтинга
			Аудиторные занятия				СРС		
			ЛЕК	ПЗ	ЛР	АСРС			
1	Основные понятия и законы анализа электрических цепей. Цепи с распределенными параметрами	1,2	4	1	2	1	5	Лекция, лабораторная работа	17
2	Расчет резистивных цепей. Системные функции и синтез двуполусных линейных цепей.	3,4	4	2	4	2	5	Лекция , лабораторная работа	17
3	Простые колебательные контура. Синтез четырехполусных линейных цепей	5,6	4	2	4	2	5	Лекция , лабораторная работа	17
4	Анализ установившегося синусоидального режима. Электрические фильтры	1-6	4	2	2	2	5	Лекция, лабораторная работа (защита работ 1-6)	17
5	Расчет четырехполусных цепей	7,8	2	2	2	2	5	Лекция, лабораторная работа	17
6	Расчет переходных процессов во временной области (классический метод анализа)	9,10	4	2	2	2	5	Лекция, лабораторная работа	17
7	Операторный метод анализа переходных процессов	11,12	4	2	2	2	5	Лекция, лабораторная работа	17
8	Временной метод анализа переходных процессов.	7-12	2	2	2	2	5	Лекция, лабораторная работа (защита работ 7-12)	17
9	Спектральный метод анализа электрических цепей. Расчет трехфазных цепей	13,14	4	1	2	1	5	Лекция, лабораторная работа	22
10	Частотные характеристики. Связанные колебательные контура	15,16	2	2	2	1	9	Лек. , лабораторная работа (защита работ 13-18) Защита курсовой	21
11	Расчет индуктивно-связанных цепей. Расчет нелинейных электрические цепи	17,18	2	2	2	1	9	Лек. , лабораторная работа Защита курсовой	21
	Курсовая работа						36		50
	Экзамен						36		50
Итого:			36	27	27	18	126		300

Критерии оценки качества освоения студентами модуля (в соответствии с Положением «О фонде оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации студентов и итоговой аттестации выпускников» от 25.06.2013 № 9):

- оценка «удовлетворительно» – от 150 до 209 баллов
- оценка «хорошо» – от 210 до 269 баллов
- оценка «отлично» – от 270 до 300 баллов

Аттестация проводится на основании анализа следующих форм текущего контроля успеваемости (в соотв. с паспортом ФОС):

- посещаемости лекций,
- представлении отчета и результатов защиты (ответов на контрольные вопросы) лабораторных работ,
- представление решения задач по теме практического занятия,
- результаты решения задач на контрольной работе, проводимой в письменной форме

«Отлично» выставляется, если:

- студент овладел компетенцией,
- посещал все аудиторские занятия,
- 90% лабораторных работ были сданы во время и защищены с оценкой не менее чем на 3 балла (max 4 балла)
- 90% решений задач были сданы во время и решены правильно с оценкой не менее чем на 3 балла (max 4 балла)
- Контрольная работа выполнена на оценку не ниже 9 баллов из max 10 баллов
- Во время тестирования было дано не менее 90% правильных ответов на вопросы
- Курсовая работа выполнена в полном соответствии с требованиями технического задания, пояснительная записка выполнена по ГОСТу на оформление текстовой документации, в ходе защиты курсовой работы студент проявил высокий уровень знаний по теме исследований

«Хорошо» выставляется, если:

- студент овладел компетенцией,
- посещал основную часть аудиторских занятий,
- 70% лабораторных работ были сданы во время и защищены с оценкой не менее чем на 3 балла (max 4 балла)
- 70% решений задач были сданы во время и решены правильно с оценкой не менее чем на 3 балла (max 4 балла)
- Контрольная работа выполнена на оценку 7 баллов из max 10 баллов
- Во время тестирования было дано не менее 70-89% правильных ответов на вопросы
- Курсовая работа выполнена с незначительными отступлениями от требований технического задания, пояснительная записка выполнена с незначительными нарушениями ГОСТа на оформление текстовой документации, в ходе защиты курсовой работы студент проявил хороший уровень знаний по теме исследований

«Удовлетворительно» выставляется, если:

- если студент овладел компетенцией,
- пропускал занятия без уважительной причины
- 50% лабораторных работ были сданы во время и защищены с оценкой не менее чем на 3 балла (max 4 балла)
- 50% решений задач были сданы во время и решены правильно с оценкой не менее чем на 3 балла (max 4 балла)
- Контрольная работа выполнена на оценку 10-13 баллов из max 20 баллов
- Во время тестирования было дано не менее 50-69% правильных ответов на вопросы
- Курсовая работа выполнена не в полном соответствии с требованиями технического задания, пояснительная записка выполнена небрежно, с

грубыми нарушениями ГОСТа на оформление текстовой документации, в ходе защиты курсовой работы студент проявил низкий уровень знаний по теме исследований

«Неудовлетворительно» выставляется, если:

- пропускал занятия без уважительной причины
- отчеты лабораторных работ и решения задач представлялись со значительными

задержками

- решение задач содержало грубые ошибки
- защита лабораторных работ показала отсутствие знаний теоретического материала
- контрольная работа выполнена на оценку менее 10 баллов из max 20 баллов
- Пояснительная записка содержит многочисленные ошибки или не соответствует

ТЗ, а сама курсовая работа требует серьезной доработки.

Приложение В
(обязательное)

Паспорт компетенции ОК-6

Способность работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные и культурные различия

Уровни	Показатели	Оценочная шкала		
		3	4	5
Пороговый уровень	Осознание необходимости культурного, этнического, социального и конфессионального разнообразия в современном мире Знание основных терминов: «коммуникация», «сотрудничество», «работа в команде», «кооперация», «конфликтная ситуация»; принципов и методов организации работы малых групп исполнителей	Испытывает сложности с формулировкой необходимости культурного, этнического, социального и конфессионального разнообразия в современном мире. Испытывает трудности в определении терминов. Испытывает трудности при демонстрации знаний об организации работы малой группы	Демонстрирует понимание важности культурного, этнического, социального и конфессионального разнообразия в современном мире. Недостаточно четко объясняет значение терминов. Допускает неточности при демонстрации знаний об организации работы малой группы	Способен аргументировано показать важность и необходимость культурного, этнического, социального и конфессионального разнообразия в современном мире. Четко объясняет значение всех терминов. Имеет целостное представление об организации работы малой группы
	Умение оценивать культурные процессы и практики, кооперироваться с коллегами при решении общей задачи; пользоваться методиками изучения группы и межличностных отношений в группе	Необъективно оценивает культурные процессы и практики. Проявляет незначительную заинтересованность в кооперации с коллегами при решении общей задачи. Испытывает трудности при изучении группы и межличностных отношений в группе	Может оценивать культурные процессы и практики. Проявляет заинтересованность в кооперации при решении общей задачи. Может применять некоторые методики изучения группы и межличностных отношений в группе	Способен к объективной оценке культурных процессов и практик. Способен кооперироваться с другими для решения общей задачи. Может применять различные методики изучения группы и межличностных отношений в группе
	Владение навыками толерантного общения; навыками коллективной работы; элементарными навыками организации работы малой группы исполнителей	Может объяснить необходимость толерантного общения. Демонстрирует исполнительскую позицию в коллективе, не отказывает в помощи коллегам, но и не спешит ее предлагать. Имеет слабые способности к организации работы малой группы	Владеет некоторыми навыками толерантного общения. Охотно участвует в общей работе, но не всегда проявляет инициативу. Способен организовать работу малой группы, но не всегда проявляет самостоятельность.	Демонстрирует основные навыки толерантного общения. Демонстрирует живое участие в решении общей задачи. Способен организовать работу малой группы, проявляя явные лидерские качества.

Паспорт компетенции ОК-7
Способность к самоорганизации и самообразованию

Уровни	Показатели	Оценочная шкала		
		удовлетворительно	хорошо	отлично
Пороговый уровень	Осознание важности процесса самообразования для совершенствования профессионального мастерства	Испытывает сложности с формулировкой сущности процесса самообразования	Демонстрирует понимание важности процесса самообразования для совершенствования профессионального мастерства	Способен аргументировано изложить преимущества процесса самообразования для совершенствования профессионального мастерства
	Понимание необходимости самообразования на протяжении всей жизни	Имеет недостаточно четкие представления о необходимости самообразования на протяжении всей жизни	Демонстрирует понимание необходимости непрерывного профессионального развития	Демонстрирует знание механизмов самообразования на протяжении всей жизни.
	Способность к профессиональному самоопределению	Испытывает затруднения в профессиональном самоопределении	Стремится к профессиональному самоопределению	Демонстрирует осознание норм, правил, моделей своей профессии как эталонов для оценки своих профессиональных качеств
	Умение проводить самодиагностику и определить направления в собственном личностном и профессиональном развитии	Испытывает затруднения при анализе своих качеств, свойств, опыта деятельности; в профессиональном самоопределении	Умеет анализировать свои психологические свойства и качества. Стремится к профессиональному самоопределению.	Способен на основе анализа своих свойств, качеств, опыта деятельности определить общие направления и цели в личностном и профессиональном развитии

Паспорт компетенции ПК-8

Готовность осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам

Уровни	Показатели	Оценочная шкала		
		удовлетворительно	хорошо	отлично
Пороговый уровень	Знает - состав технической и проектно-конструкторской документации разрабатываемых проектов; - перечень национальных (ЕСКД, ЕСТП) стандартов, применяемых при разработке проектов в сфере радиотехники	Испытывает трудности: - в определении состава технической и проектно-конструкторской документации разрабатываемых проектов; - в перечислении стандартов ЕСКД, ЕСТП, применяемых при разработке проектов в сфере радиотехники	Допускает ошибки при определении состава технической и проектно-конструкторской документации разрабатываемых проектов; при перечислении стандартов ЕСКД, ЕСТП, применяемых при разработке проектов в сфере радиотехники	Правильно определяет состав технической и проектно-конструкторской документации разрабатываемых проектов; без ошибок перечисляет стандарты ЕСКД, ЕСТП, применяемые при разработке проектов в сфере радиотехники
	Умеет - найти стандарты ЕСКД, ЕСТП, регламентирующие правила оформления технической и проектно-конструкторской документации разрабатываемого проекта	Затрудняется найти стандарты ЕСКД, ЕСТП, регламентирующие правила оформления технической и проектно-конструкторской документации разрабатываемого проекта	Находит отдельные стандарты ЕСКД, ЕСТП, регламентирующие правила оформления технической и проектно-конструкторской документации разрабатываемого проекта	Находит стандарты ЕСКД, ЕСТП, регламентирующие правила оформления технической и проектно-конструкторской документации разрабатываемого проекта
	Владет навыками сопоставления состава и содержания разрабатываемого проекта требованиям стандартов	Затрудняется провести сопоставление состава и содержания разрабатываемого проекта требованиям стандартов	Совершает ошибки при сопоставлении состава и содержания разрабатываемого проекта требованиям стандартов	Выявляет ошибки при сопоставлении состава и содержания разрабатываемого проекта требованиям стандартов

Паспорт компетенции ОПК-3

Способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей

Уровни	Показатели	Оценочная шкала		
		«3»	«4»	«5»
Повышенный уровень	Знание, понимание логической взаимосвязи, способность к обоснованию - основных законов, лежащих в основе работы электрических цепей; - методов анализа цепей постоянного и переменного тока во временной и частотной областях; - теоретических основ анализа и расчета цепей, содержащих аналоговые и цифровые элементы	Формулирует основные законы и методы анализа типовых электрических цепей и понимает заложенную в них физическую сущность процессов. Понимает отличия методов анализа. Знает теоретические основы анализа и расчет цепей, содержащих аналоговые и цифровые элементы	Четко формулирует основные законы и методы анализа типовых электрических цепей. Объясняет физическую сущность процессов, лежащих в основе законов. Понимает отличия методов анализа и демонстрирует способность к адекватному выбору оптимального метода. Знает, понимает и воспроизводит теоретические основы анализа и расчета цепей, содержащих аналоговые и цифровые элементы	Свободно оперирует формулировками, обоснованием законов, лежащих в основе работы электрических цепей. Свободно оперирует методами анализа, демонстрирует способность к адекватному выбору оптимального метода для заданной электрической цепи, содержащей как аналоговые, так и цифровые элементы.
	Умение - описать и производить анализ временных и частотных характеристик сложных электрических цепей; - выбирать методику и выполнять расчет сложных электрических цепей. - выполнять расчет и анализ характеристик аналоговых и цифровых цепей	Умеет описать характеристики сложных электрических цепей и выполнить расчет цепей по типовым методикам	Умеет описать характеристики сложных электрических цепей, выполнить расчет цепей по типовым методикам и производить анализ полученных результатов	Умеет самостоятельно описать характеристики сложных электрических цепей, выбрать методику и выполнить расчет цепей, проанализировать полученные результаты и наметить пути улучшения характеристик
	Владение - навыками расчета и анализа характеристик нестандартных электрических цепей;	Способен под руководством преподавателя выполнить расчет и произвести анализ характеристик нестандартных электрических цепей	Способен самостоятельно выполнить расчет и произвести анализ характеристик нестандартных электрических цепей	Способен самостоятельно предложить оригинальное техническое решение для построения электрической цепи с заданными характеристиками. Способен определить какие необходимо для этого сделать расчеты и вычислить характеристики полученной цепи, проанализировать полученные результаты

Приложение Г
(обязательное)

Карта учебно-методического обеспечения

Учебного модуля «Основы теории цепей»

Направление (специальность) 11.03.01 «Радиотехника»

Формы обучения дневная

Курс 2 Семестр 3

Часов: всего 216, лекций 36, практ. зан. 27, лаб. раб. 27, СРС и виды индивидуальной работы (курсовая работа, КП) 126

Обеспечивающая кафедра радиосистем

Таблица 1- Обеспечение учебного модуля учебными изданиями

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз.	Наличие в ЭБС
Учебники и учебные пособия		
1. Атабеков, Г. И. Основы теории цепей : учебник / Г. И. Атабеков. - 3-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2006,2009. – 424	71	
2. Попов В.П. Основы теории цепей : Учеб.для вузов. - 5-е изд.,стер. - М. : Высшая школа, 2003,2005. – 574.	15	
Учебно-методические издания		
1 Основы теории цепей [электронный ресурс]: рабочая программа учебного модуля для направления 11.03.01 – «Радиотехника» /Сост. И.Н. Жукова; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2017 – 26 с. Режим доступа: http://novsu.ru .		
Расчет и моделирование электрических цепей [электронный ресурс]: сб. заданий для практических занятий по "Основам теории цепей" для направления подготовки 11.03.01 - Радиотехника : учеб.-метод. пособие / сост. И. Н. Жукова; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2017- 69 с. Режим доступа: https://novsu.bibliotech.ru/Reader/BookPreview/-2579		
Методические указания по курсовой работе по учебному модулю «Основы теории цепей» студентов направления подготовки 110301-«Радиотехника для сост. И. Н. Жукова 2017- 22 с.		Режим доступа: http://www.novsu.ru/doc/study/jin/?id=98927

Таблица 2 – Информационное обеспечение учебного модуля

Название программного продукта, интернет-ресурса	Электронный адрес	Примечание
NI LabVIEW 2012	Ni.com/labview	Установочные диски на кафедре РС
Теоретические основы электротехники Лабораторный практикум ООО «Интегратор»	info.integrator@gmail.com	Установочные диски на кафедре РС

Таблица 3 – Дополнительная литература

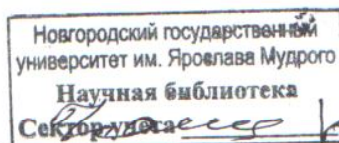
Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Семенцов В.И. Сборник задач по теории цепей: Учеб. пособие для вузов/ В.И. Семенцов, В.П. Попов, В.Н. Бирюков; Под ред. В.П. Попова. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Высшая школа, 2009. — 269.	5	
Линейные электрические цепи [электронный ресурс]: лаб. практикум / авт.-сост. С.Н. Бритин, И.Н. Жукова, А.В. Удальцов; НовГУ имени Ярослава Мудрого. – В. Новгород, 2010 – 95 с. Режим доступа: https://novsu.bibliotech.ru/Reader/BookPreview/-399		https://novsu.bibliotech.ru/Reader/BookPreview/-399

Действительно для учебного года 2017/2018

Заведующий кафедрой РС

И.Н. Жукова

10.06 2017 г.

СОГЛАСОВАНО НБ НовГУ: *м. Библиотек**С.В. Каленина*

