

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



2017 г.

РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ

Учебный модуль по направлению подготовки

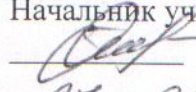
11.03.01 Радиотехника

ПРОФ Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов

Рабочая программа

СОГЛАСОВАНО

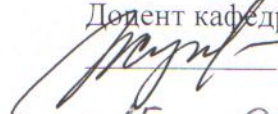
Начальник учебного отдела

 О.Б. Широколобова

«27» 09 2017 г.

Разработал

Доцент кафедры РС

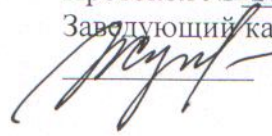
 И.Н. Жукова

«15» 06 2017 г.

Принято на заседании кафедры

Протокол № 112 от 19.06.2017 г.

Заведующий кафедрой РС

 И.Н. Жукова

1 Цели и задачи учебного модуля

Цели учебного модуля (УМ):

освоение фундаментальных понятий, идей и методов в области радиотехнических цепей и сигналов, объединяющих физические представления с математическими моделями основных классов сигналов и устройств для их обработки

Задачи УМ:

- освоение методов математического описания радиосигналов, радиотехнических цепей и их характеристик;
- изучение закономерностей преобразования сигналов радиотехническими цепями;
- освоение методов анализа характеристик сигналов и преобразования сигналов радиотехническими цепями;
- ознакомление с идеями обеспечения помехоустойчивости при передаче, приеме и преобразовании сигналов.

2 Место учебного модуля в структуре ОП направления подготовки

Модуль БП.Б.7 «Радиотехнические цепи и сигналы» 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, развиваемым в ходе изучения следующих модулей направления подготовки 11.03.01 «Радиотехника»: БЕ.Б.1 «Математика»; БП.Б.3 «Основы теории цепей»; БП.В.1 «Электроника, радиоматериалы и радиокомпоненты».

Модуль формирует входные знания, умения и компетенции для таких базовых модулей профессионального цикла, как БП.В.8 «Радиавтоматика», БП.В.9 «Цифровая обработка сигналов».

3 Требования к результатам освоения учебного модуля

Процесс изучения УМ направлен на формирование компетенций:

- способностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем (ПК-5)

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

Код	Уровень освоения	Знать	Уметь	Владеть
ПК-5	Базовый уровень	- этапов проектирования деталей, узлов, устройств; - перечня исходных данных, требуемых для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств на каждом этапе проектирования; - методики расчета и методы проектирования деталей, узлов, устройств; - особенностей функционирования и специфику эксплуатации проектируемых деталей, узлов и устройств.	- определять перечень и диапазон значения параметров деталей, узлов и устройств, требуемых для их расчета и проектирования с учетом специфики их функционирования и эксплуатации	- методами анализа исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов, устройств

4 Структура и содержание учебного модуля

4.1 Трудоемкость учебного модуля

Учебная работа (УР)	Всего	Распределение по семестрам	Коды формируемых компетенций
		4	
Трудоемкость модуля в зачетных единицах (ЗЕТ)	6	6	ПК-5
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):			
- лекции	216	216	
- практические занятия (семинары)	36	36	
- лабораторные работы	27	27	
- аудиторная СРС	27	27	
- внеаудиторная СРС	18	18	
Курсовая работа	54	54	
	36	36	
Аттестация:	Экзамен	Экзамен	
- зачеты	-	-	
- экзамены	36	36	

4.2 Содержание и структура разделов учебного модуля

УЭМ1 Радиотехнические сигналы

- 4.2.1 Основы общей теории радиотехнических сигналов
- 4.2.2. Спектральный анализ периодических сигналов
- 4.2.3 Спектральный анализ непериодических сигналов
- 4.2.4 Корреляционный анализ сигналов
- 4.2.5 Основы общей теории дискретных сигналов
- 4.2.6 Основы теории случайных сигналов
- 4.2.7 Методы модуляции радиосигналов
- 4.2.8 Анализ узкополосных радиосигналов

УЭМ2 Радиотехнические цепи

- 4.2.1 Линейные стационарные радиотехнические системы и методы их анализа
- 4.2.2 Основы теории анализа и синтеза линейных радиотехнических цепей
- 4.2.3 Прохождение радиосигналов через резонансные цепи
- 4.2.4 Преобразования сигналов в нелинейных радиотехнических цепях
- 4.2.5 Методы модуляции и демодуляции радиосигналов
- 4.2.6 Прохождение случайных сигналов через радиотехнические цепи
- 4.2.7 Основы теории оптимальной фильтрации сигналов
- 4.2.8 Радиотехнические цепи с обратной связью

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
УЭМ1 Радиотехнические сигналы	
1	Спектральный анализ периодических сигналов
2	Спектральный анализ непериодических сигналов
3	Корреляционный анализ сигналов
4	Спектральный анализ дискретных сигналов
5	Анализ случайных сигналов
6	Исследование законов модуляции радиосигналов
7	Анализ узкополосных сигналов
	Защита лабораторных работ
УЭМ2 Радиотехнические цепи	
1	Анализ прохождения видеосигналов через линейные цепи
2	Синтез линейных цепей и частотная фильтрация смеси сигналов
3	Прохождение радиосигналов через резонансные цепи
4	Преобразование сигналов в нелинейных цепях
5	Методы демодуляции радиосигналов
6	Прохождение случайных сигналов через радиотехнические цепи
7	Оптимальный фильтр обнаружения сигнала
8	Оптимальный фильтр воспроизведения сигнала
	Защита лабораторных работ

4.4 Практические занятия

Практические занятия выполняются с использованием платформы **NI ELVIS II+**, различных модулей расширения Emona DAtEx и средой программирования NI LabVIEW, запущенной на персональном компьютере.

Выполняемые задания охватывает темы по курсу РТЦ и С, связанные с модуляцией и демодуляцией сигналов. Каждый эксперимент предназначен для подтверждения теоретических концепций. Эксперименты рассчитаны на студентов, имеющих базовый уровень знаний по математике, физике и электротехнике.

Практикум с программным и методическим обеспечением предназначен для выполнения заданий по следующим темам:

- Амплитудная модуляция. Модуляция с двумя боковыми полосами и подавлением несущей. Модуляция сигнала с одной боковой полосой и подавлением несущей SSBSC. Наблюдение AM, DSBSC и SSBSC сигналов в частотной области. Частотная модуляция (FM) сигналов. Импульсно-кодовая модуляция. Амплитудная манипуляция. Частотная манипуляция. Двоичная фазовая манипуляция. Квадратурная фазовая манипуляция.

4.5 Курсовые проекты (работы)

Трудоемкость 1 з.е. – 36 час.

Примерная тематика курсовых работ:

Выделение полезного (название) сигнала при воздействии мешающего (название) сигнала и шума.

4.6 Организация изучения учебного модуля

Изучение УМ организовано в форме следующих занятий:

Лекционные занятия проводятся в форме информационных лекций-презентаций

Лабораторные занятия проводятся на персональных компьютерах на разработанном кафедрой комплексе программ по темам лабораторных работ. Защита лабораторных работ производится индивидуально в устной форме.

Практические занятия проводятся на рабочих станциях NI ELVIS II.

Самостоятельная работа студентов (аудиторная и внеаудиторная) включает закрепление теоретических знаний по изучаемым разделам дисциплины, 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 практических 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
«Радиотехнические цепи и сигналы»**

Цели и задачи занятий:

- дать представление о теоретическом содержании теории радиотехнических цепей и сигналов (лекции),
- познакомить с методами анализа сигналов и их прохождения через радиотехнические цепи (лабораторные занятия),
- познакомить с функциональными схемами модуляции и демодуляции сигналов (практические занятия),
- развить навыки самостоятельной работы с теоретическим материалом и проведения экспериментальных исследований (курсовая работа);

Структура и содержание основных разделов:

УЭМ1 Радиотехнические сигналы

1 Основы общей теории радиотехнических сигналов

- 1.1 Понятия мощности и энергии сигналов
- 1.2 Геометрические характеристики в теории сигналов
- 1.3 Динамическое представление сигналов
- 1.4 Разложение сигнала в системе ортогональных базисных функций

2 Спектральный анализ периодических сигналов

- 2.1 Синусно-косинусная форма спектрального представления сигналов
- 2.2 Вещественная форма спектрального представления сигналов
- 2.3 Комплексная форма спектрального представления сигналов
- 2.4 Общая характеристика спектра периодического сигнала

3 Спектральный анализ непериодических сигналов

- 3.1 Спектральное представление непериодических сигналов
- 3.2 Основные свойства преобразования Фурье
- 3.3 Спектральные плотности основных сигналов
- 3.4 Спектральные плотности неинтегрируемых сигналов

4 Корреляционный анализ сигналов

- 4.1 Автокорреляционная функция сигналов
- 4.2 Связь автокорреляционной функции с энергетическим спектром сигнала
- 4.3 Взаимная корреляционная функция сигналов
- 4.4 Связь взаимной функции корреляции с взаимным энергетическим спектром

5 Основы общей теории дискретных сигналов

- 5.1 Преобразование Фурье при дискретизации сигналов
- 5.2 Преобразование Фурье при дискретизации спектра
- 5.3 Дискретное преобразование Фурье
- 5.4 Функции корреляции дискретных сигналов

6 Основы теории случайных сигналов

- 6.1 Основные понятия и характеристики случайных процессов. Функциональные характеристики случайного процесса. Числовые характеристики случайного процесса. Функция корреляции случайного процесса. Классификация случайных процессов.
- 6.2 Характеристики основных случайных процессов. Случайный процесс с равномерным законом распределения. Случайный процесс с нормальным законом распределения. Случайный процесс с законом распределения Рэлея.
- 6.3 Взаимосвязь спектральных и корреляционных характеристик случайного процесса

6.4 Корреляционные характеристики случайных процессов с типовыми энергетическими спектрами. Случайный процесс с гауссовским энергетическим спектром. Случайный процесс с равномерным энергетическим спектром. Белый шум.

7 Методы модуляции радиосигналов

7.1 Амплитудная модуляция сигналов. Однотональная амплитудная модуляция. Спектр сигнала при однотональной модуляции. Многотональная амплитудная модуляция. Разновидности амплитудной модуляции.

7.2 Угловая модуляция радиосигналов. Однотональная угловая модуляция. Спектр сигнала при однотональной угловой модуляции. Анализ спектра сигнала с многотональной угловой модуляцией.

7.3. Квадратурная и полярная модуляция сигналов

7.4. Модуляция кодовых данных

8 Анализ узкополосных радиосигналов

8.1 Формы математического представления узкополосного сигнала

8.2. Спектрально-корреляционный анализ сложных сигналов

8.3 Аналитический сигнал

8.4 Узкополосные случайные сигналы

УЭМ2 Радиотехнические цепи

1 Линейные стационарные радиотехнические системы и методы их анализа

1.1 Математическая модель и характеристика радиотехнических систем

1.2 Методы анализа прохождения сигналов через линейные стационарные цепи. Метод временной свертки. Спектральный метод. Операторный метод.

1.3 Условие физической реализуемости линейной цепи.

2 Основы теории анализа и синтеза линейных радиотехнических цепей

2.1 Основные типы и характеристики фильтров

2.2 Анализ простейших линейных цепей. Интегрирующая цепь. Дифференцирующая цепь.

2.3 Обобщенный подход к синтезу линейных цепей. Передаточная функция фильтров Баттерворта. Передаточная функция фильтров Чебышева.

2.4 Преобразование фильтров-прототипов в другие виды фильтров

3 Прохождение радиосигналов через резонансные цепи.

3.1 Понятие низкочастотного эквивалента частотно-избирательной цепи.

3.2 Методы анализа прохождения узкополосных сигналов через частотно-избирательные цепи.

3.3 Прохождение прямоугольного радиоимпульса через резонансный усилитель.

3.4 Прохождение фазоманипулированного радиоимпульса через резонансный усилитель.

3.5 Прохождение частотно-манипулированного радиоимпульса через резонансный усилитель.

3.6 Прохождение амплитудно-модулированного сигнала через резонансный усилитель.

4 Преобразования сигналов в нелинейных радиотехнических цепях.

4.1 Понятие нелинейной цепи

4.2 Спектральный состав тока при возбуждении нелинейного элемента гармоническим колебанием.

4.3 Воздействие бигармонического колебания на нелинейный элемент.

4.4 Нелинейное резонансное усиление и умножение частоты. Перенос спектра модулированного сигнала.

5 Методы модуляции и демодуляции радиосигналов.

5.1 Методы амплитудной модуляции радиосигналов.

5.2 Методы демодуляции амплитудно-модулированных сигналов.

5.3 Методы угловой модуляции радиосигналов.

5.4 Методы демодуляции сигналов с угловой модуляцией.

6 Прохождение случайных сигналов через радиотехнические цепи.

6.1 Воздействие случайных сигналов на линейные стационарные цепи.

6.2 Дифференцирование случайного процесса.

6.3 Интегрирование случайного процесса.

6.4 Воздействие белого шума на резонансный усилитель.

6.5 Преобразование случайных процессов в нелинейных цепях.

7 Основы теории оптимальной фильтрации сигналов

7.1 Оптимальный фильтр обнаружения сигналов известной формы при воздействии белого шума.

7.2 Оптимальный фильтр обнаружения сигналов известной формы при небелом шуме.

7.3 Оптимальный фильтр воспроизведения сигналов при наличии помех.

8 Радиотехнические цепи с обратной связью.

8.1 Свойства активной цепи с обратной связью

8.2 Характеристика активных цепей с обратной связью

8.3 Автогенераторы с колебательным LC-контуром

8.4 RC-автогенераторы гармонических колебаний

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 выполнение лабораторных работ каждым студентом индивидуально.

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 отчета по лабораторной работе:

Содержание отчета:

1. Титульный лист
2. Цель работы.
3. Графики, отражающие результаты проведенных исследований.
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 оформление отчетов и подготовку к защите лабораторных работ, выполнение курсовой работы. 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 приеме защит отчетов по лабораторным работам, проверке и защите пояснительной записки по курсовой работе.

На 9 неделе целесообразно проведение рубежного контроля по результатам защиты лабораторных работ по УЭМ1.

Желательно настроить студентов на планомерную в течение семестра защиту лабораторных работ. 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=1390341>
- Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы.- М., «Высшая школа», 2005
- Гоноровский И. С. Радиотехнические цепи и сигналы : учеб. пособие для вузов / И. С. Гоноровский. - 5-е изд., испр. - М. : Дрофа, 2006.

***Вопросы к экзамену
(примерный перечень)***

- 1 Понятия мощности и энергии сигналов. Геометрические характеристики в теории сигналов. Динамическое представление сигналов. Разложение сигнала в системе ортогональных базисных функций
- 2 Синусно-косинусная форма спектрального представления сигналов. Вещественная форма спектрального представления сигналов.
- 3 Комплексная форма спектрального представления сигналов. Общая характеристика спектра периодического сигнала
- 4 Спектральное представление непериодических сигналов. Основные свойства преобразования Фурье
- 5 Спектральные плотности основных сигналов. Спектральные плотности неинтегрируемых сигналов.
- 6 Автокорреляционная функция сигналов. Связь автокорреляционной функции с энергетическим спектром сигнала
- 7 Взаимная корреляционная функция сигналов. Связь взаимной функции корреляции с взаимным энергетическим спектром
- 8 Основы общей теории дискретных сигналов. Преобразование Фурье при дискретизации сигналов. Преобразование Фурье при дискретизации спектра
- 9 Дискретное преобразование Фурье. Функции корреляции дискретных сигналов .
- 10 Основные понятия и характеристики случайных процессов. Функциональные характеристики случайного процесса. Числовые характеристики случайного процесса.

- 11 Функция корреляции случайного процесса. Классификация случайных процессов.
- 12 Характеристики основных случайных процессов. Случайный процесс с равномерным законом распределения. Случайный процесс с нормальным законом распределения. Случайный процесс с законом распределения Рэлея.
- 13 Взаимосвязь спектральных и корреляционных характеристик случайного процесса. Корреляционные характеристики случайных процессов с типовыми энергетическими спектрами. Случайный процесс с гауссовским энергетическим спектром. Случайный процесс с равномерным энергетическим спектром. Белый шум.
- 14 Амплитудная модуляция сигналов. Однотональная амплитудная модуляция. Спектр сигнала при однотональной модуляции. Многотональная амплитудная модуляция. Разновидности амплитудной модуляции.
- 15 Угловая модуляция радиосигналов. Однотональная угловая модуляция. Спектр сигнала при однотональной угловой модуляции. Анализ спектра сигнала с многотональной угловой модуляцией.
- 16 Квадратурная и полярная модуляция сигналов. Модуляция кодовых данных
- 17 Формы математического представления узкополосного сигнала
- 18 Спектрально-корреляционный анализ сложных сигналов
- 19 Аналитический сигнал
- 20 Узкополосные случайные сигналы

- 21 Методы анализа прохождения сигналов через линейные стационарные цепи. Метод временной свертки.
- 22 Спектральный метод. Операторный метод. Условие физической реализуемости линейной цепи.
- 23 Основные типы и характеристики фильтров. Анализ простейших линейных цепей. Интегрирующая цепь. Дифференцирующая цепь.
- 24 Обобщенный подход к синтезу линейных цепей. Передаточная функция фильтров Баттерворта. Передаточная функция фильтров Чебышева. Преобразование фильтров-прототипов в другие виды фильтров.
- 25 Прохождение радиосигналов через резонансные цепи. Понятие низкочастотного эквивалента частотно-избирательной цепи. Методы анализа прохождения узкополосных сигналов через частотно-избирательные цепи.
- 26 Прохождение прямоугольного радиоимпульса через резонансный усилитель.
- 27 Прохождение фазоманипулированного радиоимпульса через резонансный усилитель .
- 28 Прохождение частотно-манипулированного радиоимпульса через резонансный усилитель.
- 29 Прохождение амплитудно-модулированного сигнала через резонансный усилитель .
- 30 Понятие нелинейной цепи. Спектральный состав тока при возбуждении нелинейного элемента гармоническим колебанием.
- 31 Воздействие бигармонического колебания на нелинейный элемент.
- 32 Нелинейное резонансное усиление и умножение частоты. Перенос спектра модулированного сигнала.
- 33 Методы амплитудной модуляции радиосигналов. Методы демодуляции амплитудно-модулированных сигналов.
- 34 Методы угловой модуляции радиосигналов. Методы демодуляции сигналов с угловой модуляцией.
- 35 Воздействие случайных сигналов на линейные стационарные цепи. Дифференцирование случайного процесса. Интегрирование случайного процесса. Воздействие белого шума на резонансный усилитель.
- 36 Преобразование случайных процессов в нелинейных цепях.
- 37 Оптимальный фильтр обнаружения сигналов известной формы при воздействии белого шума.
- 38 Оптимальный фильтр обнаружения сигналов известной формы при небелом шуме.
- 39 Оптимальный фильтр воспроизведения сигналов при наличии помех.

40 Радиотехнические цепи с обратной связью. Свойства активной цепи с обратной связью
Характеристика активных цепей с обратной связью. Автогенераторы с колебательным LC-контуром

Пример экзаменационного билета

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого Кафедра радиосистем Экзаменационный билет № 1 Дисциплина Радиотехнические цепи и сигналы Для специальности (направления подготовки) 11.03.01 Радиотехника ПРОФ Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов 1. Понятия мощности и энергии сигналов. Геометрические характеристики в теории сигналов. Динамическое представление сигналов. Разложение сигнала в системе ортогональных базисных функций 2. Радиотехнические цепи с обратной связью. Свойства активной цепи с обратной связью. Характеристика активных цепей с обратной связью. Автогенераторы с колебательным LC-контуром УТВЕРЖДАЮ Заведующий кафедрой _____

Методические рекомендации по практическим занятиям

Перед выполнением задания практикума рекомендуется изучить соответствующую тему лекционного курса.

Методически целесообразно следующее построение практических занятий:

- Постановка задачи изучаемого раздела.
- Ознакомление с основными понятиями и определениями.
- Изучение теоретического материала и выполнение задания.
- Выводы по разделу и подведения итогов достижения цели занятий.

Методические рекомендации по лабораторным занятиям

Перед выполнением задания по лабораторной работе рекомендуется изучить соответствующую тему лекционного курса.

Объект исследования – реализованные на компьютере математические модели радиосигналов и радиотехнических цепей.

Используемое оборудование: компьютер.

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

*Вопросы к защите лабораторных работ
(примерный перечень)*

№	Вопросы
УЭМ1 Радиотехнические сигналы	
1	1. Дайте понятие нормы и метрики сигналов. 2. Определите понятие скалярного произведения сигналов. 3. Сформулируйте неравенство Коши-Буняковского. 4. Как формулируется условие ортогональности двух сигналов? 5. Как определяется и какими свойствами обладает функция Хевисайда? 6. Как определяется и какими свойствами обладает функция Дирака? 7. Укажите способы динамического представления сигналов? 8. Дайте понятие обобщенного ряда Фурье при разложении сигналов в системе ортогональных базисных функций. 9. Как определяются коэффициенты обобщенного ряда Фурье? 10. Каким требованиям должна удовлетворять система базисных функций при

	разложении произвольного сигнала в обобщенный ряд Фурье. 11. В чем состоит суть оптимальности разложения сигналов по ортогональному базису? 12. Как определяется мгновенная и средняя мощность, а также энергия сигнала? 13. Что понимается под взаимной энергией и взаимной мощностью сигналов? 14. Как взаимосвязаны энергия и норма сигналов? 15. Обладают ли свойством аддитивности энергия двух сигналов? 16. Как определяется энергия сигнала, представленного в форме обобщенного ряда Фурье? 17. Сформулируйте равенство Парсеваля.
2	1. Что понимается под спектральным представлением сигнала? 2. Какие формы спектрального разложения вы знаете? Привести их математическое описание. 3. Какова взаимосвязь тригонометрической и комплексной форм рядов Фурье? 4. Какой характерный вид имеет спектр периодического сигнала? 5. Что понимают под амплитудным и фазовым спектром периодического сигнала? 6. Чем определяется частотный интервал между спектральными компонентами спектра? 7. От чего зависит ширина главного лепестка спектра? 8. От чего зависит скорость спада боковых лепестков спектра? 9. Какое количество спектральных компонент находится в пределах ширины главного лепестка спектра? 10. Как изменится спектр сигнала при его задержке? 11. В каком случае в ряде Фурье отсутствуют синусоидальные составляющие? 12. От чего зависит погрешность восстановления сигнала, представленного рядами Фурье?
3	1. Что понимается под спектральной плотностью непериодического сигнала. 2. Какой характерный вид имеет спектральная плотность непериодического сигнала. 3. Как выражается связь между спектральной плотностью одиночного импульса и комплексной амплитудой ряда Фурье периодической последовательности таких импульсов? 4. Что понимается под амплитудным и фазовым спектром непериодического сигнала? 5. Как изменяется спектральная плотность в зависимости от длительности и задержки сигнала. 6. Укажите отличительные особенности спектральной плотности прямоугольного и треугольного импульсов. 7. В чем заключается метод дифференцирования и интегрирования сигналов в частотной области. 8. Как определяется спектральная плотность суммы двух сигналов. 9. Как определяется спектральная плотность произведения двух сигналов. 10. Какой характерный вид имеет спектральная плотность пачки видеоимпульсов в зависимости от ее параметров.
4	1. Дайте математическое описание автокорреляционной функции сигнала. 2. Какими свойствами обладает автокорреляционная функция сигнала. 3. Каким соотношением связана автокорреляционная функция сигнала с его энергетическим спектром. 4. Как влияет ширина спектральной плотности сигнала на интервал корреляции. 5. Зависит ли форма автокорреляционной функции сигнала от его фазового спектра. 6. Что понимается под энергетическим спектром двух сигналов? Дайте математическое описание энергетического спектра двух сигналов. 7. Дайте математическое описание взаимно-корреляционной функции сигналов.

	8. Как выражается связь энергетического спектра двух сигналов с их взаимно-корреляционной функцией. 9. Какими свойствами обладает взаимно-корреляционная функция сигналов. 10. При каких свойствах сигналов взаимно-корреляционная функция является четной? 11. При каких свойствах сигналов взаимно-корреляционная функция имеет максимум при нулевом аргументе?
5	1. Дайте математическое описание дискретного сигнала. 2. Опишите прямое преобразование Фурье при дискретизации сигнала. 3. Какой характерный вид имеет спектральная плотность дискретного сигнала. 4. Как взаимосвязана спектральная плотность аналогового и дискретного сигналов. 5. Как изменяется спектральная плотность дискретного сигнала в зависимости от частоты дискретизации. 6. В чем состоит идея восстановления аналогового сигнала во временной области. 7. Как записывается ряд Котельникова во временной области? 8. В чем состоит идея восстановления аналогового сигнала в частотной области. 9. От чего зависит погрешность восстановления аналогового сигнала. 10. Опишите обратное преобразование Фурье при дискретизации спектра сигнала. 11. Как записывается ряд Котельникова в частотной области? 12. Приведите выражения для прямого и обратного дискретного преобразования Фурье?
6	1. Что понимается под несущим колебанием и модулирующим сигналом? 2. Дайте математическое описание амплитудной модуляции сигнала. 3. Какой вид имеет временная диаграмма амплитудно-модулированного сигнала. 4. Как определяется коэффициент амплитудной модуляции сигнала? 5. Как выглядит спектр амплитудно-модулированного сигнала при гармоническом модулирующем сигнале? 6. В чем состоит отличие спектров амплитудно-модулированного сигнала при модуляции простым гармоническим сигналом и периодической последовательностью прямоугольных импульсов? 7. В чем состоят отличия в спектре модулирующего сигнала и амплитудно-модулированного сигнала? 8. Как изменяется спектр амплитудно-модулированного сигнала в зависимости от коэффициента модуляции и частоты модулирующего сигнала? 9. Как изменяется временная диаграмма при балансной амплитудной модуляции сигнала? 10. Как изменяется спектр сигнала при балансной амплитудной модуляции? 11. Опишите закон фазовой модуляции несущей частоты сигнала. 12. Опишите закон частотной модуляции несущей частоты сигнала. 13. Какими соотношениями связаны полная фаза и мгновенная частота сигнала при угловой модуляции несущей частоты? 14. Какой физический смысл имеют понятия «девиация частоты» и «индекс модуляции»? Как они определяются при частотной и фазовой модуляции гармоническим сигналом? 15. Дайте характеристику законов изменения фазы и частоты фазомодулированных сигналов в зависимости от видов модулирующего сигнала. 16. Как изменяются спектральные характеристики фазомодулированных сигналов в зависимости от девиации фазы и частоты модулирующих сигналов? 17. Дайте характеристику законов изменения фазы и частоты частотно-модулированных сигналов в зависимости от видов модулирующего сигнала. 18. Как изменяются спектральные характеристики частотно-модулированных сигналов в зависимости от девиации фазы и частоты модулирующих сигналов?

7	1. Опишите основные числовые характеристики случайных сигналов. 2. Дайте понятие функции плотности вероятности случайных сигналов. 3. Дайте понятие интегральной функции распределения случайных сигналов. 4. Приведите математическое описание равномерного закона распределения случайных сигналов. 5. Приведите математическое описание нормального закона распределения случайных сигналов. 6. Как определяется энергетический спектр случайных сигналов? 7. Перечислите основные свойства энергетического спектра случайных сигналов. 8. Как определяется корреляционная функция случайных сигналов? 9. Перечислите основные свойства корреляционной функции случайных сигналов.
УЭМ2 Радиотехнические цепи	
1	1. Дайте классификацию радиотехнических цепей. 2. Дайте понятие импульсной характеристики цепи. 3. Дайте понятие переходной характеристики цепи. 4. Дайте понятие частотной характеристики цепи. 5. Укажите условие физической реализуемости системы. 6. Укажите взаимосвязь основных характеристик линейных цепей. 7. Опишите методы анализа прохождения сигналов через линейные цепи. 8. Выполните анализ частотных и импульсных характеристик простейших линейных цепей: интегрирующая цепь, дифференцирующая цепь.
2	1. Укажите типовые цепи в зависимости от вида их частотных характеристик. 2. Дайте описание передаточной функции фильтров Баттерворта. 3. Укажите основные виды преобразования фильтров. 4. Укажите передаточные функции основных типов фильтров.
3	1. Опишите спектральный состав тока при возбуждении нелинейного элемента при кусочно-линейной аппроксимации гармоническим колебанием. 2. Опишите спектральный состав тока при возбуждении нелинейного элемента при степенной аппроксимации гармоническим колебанием. 3. Опишите спектральный состав тока при воздействии бигармонического колебания на нелинейный элемент. 4. В чем сущность нелинейного резонансного усиления сигналов. 5. В чем сущность резонансного умножения частоты. 6. В чем сущность переноса спектра модулированного сигнала. 7. Опишите эффект подавления сигналов в амплитудном ограничителе.
4	1. Сформулируйте принципы классификации обратных связей в радиотехнических системах. 2. Опишите свойства активной цепи с обратной связью. 3. Перечислите методы улучшения основных характеристик систем. 4. Какова особенность частотной характеристики усилителя, охваченного цепью обратной связи с запаздыванием? 5. Какова особенность частотной характеристики резонансного усилителя с положительной обратной связью? 6. Укажите условия самовозбуждения автогенераторов. 7. От чего зависит частота собственных колебаний в автогенераторе с колебательным LC-контуром? 8. От чего зависит частота собственных колебаний в RC-автогенераторах?
5	1. Опишите линейное детектирование АМ-сигналов. 2. Опишите квадратичное детектирование АМ-сигналов. 3. Специфика применения линейного и квадратичного детектирования. 4. Опишите принцип работы диодного детектора АМ-сигналов. 5. Опишите методы угловой модуляции

	6. Принципы фазовой демодуляции сигналов 7. Опишите требования к частотной характеристике резонансного контура при частотной демодуляции сигналов 8. Приведите схему синхронного детектирования сигналов с угловой модуляцией.
6	1. Поясните, чему равно математическое ожидание случайного процесса на выходе линейной стационарной цепи. 2. Как определить функцию корреляции случайного сигнала на выходе линейной системы? 3. Как определить спектр мощности случайного сигнала на выходе линейной системы? 4. При какой протяженности импульсной характеристики становится применимой асимптотическая нормальность выходного сигнала при воздействии на вход случайного процесса? 5. Как изменяется дисперсия случайного процесса на выходе дифференцирующей цепи? 6. Как выглядит корреляционная функция случайного сигнала на выходе интегрирующей цепи? 7. Чему равен интервал корреляции случайного процесса при возбуждении интегрирующей цепи белым шумом? 8. Как определяется плотность вероятности случайного процесса на выходе нелинейной цепи? 9. Опишите особенности нелинейного преобразования узкополосного случайного процесса нелинейной цепью.
7	1. Сформулируйте критерий оптимальности фильтра обнаружения. 2. Сформулируйте критерий оптимальности фильтра воспроизведения 3. Требования к частотной характеристике оптимального фильтра обнаружения. 4. Опишите форму импульсной характеристики оптимального фильтра обнаружения. 5. Чему равно отношение сигнал-шум на выходе оптимального фильтра? 6. Требования к частотной характеристике оптимального фильтра воспроизведения.
8	1. Опишите критерии устойчивости активной цепи с обратной связью. 2. С какой целью включают обратную связь в активную цепь? Приведите примеры.

Методические рекомендации по курсовой работе

Примерный перечень тем курсовых работ

«Выделение полезного сигнала при воздействии мешающего сигнала и шума»

Задание 1.

1. Полезный сигнал: частотно-модулированный сигнал;
модулирующий сигнал – пачка треугольных видеоимпульсов.
2. Мешающий сигнал: пачка прямоугольных радиоимпульсов.
3. Шум: нормальный закон распределения.
4. Метод выделения полезного сигнала и подавления мешающего сигнала:
обработка в частотной области;
полосно-пропускающий фильтр;
5. Демодуляция выделенного полезного сигнала:
обработка в частотной области;
частотный детектор.

Задание 2.

1. Полезный сигнал: частотно-модулированный сигнал;
модулирующий сигнал – пачка треугольных видеоимпульсов.

2. Мешающий сигнал: пачка гауссовых радиоимпульсов.
3. Шум: нормальный закон распределения.
4. Метод выделения полезного сигнала и подавления мешающего сигнала:
обработка в частотной области;
полосно-заграждающий фильтр;
5. Демодуляция выделенного полезного сигнала:
обработка в частотной области;
частотный детектор.

Задание 3.

1. Полезный сигнал: частотно-модулированный сигнал;
модулирующий сигнал – пачка гауссовых видеоимпульсов.
2. Мешающий сигнал: пачка треугольных радиоимпульсов.
3. Шум: нормальный закон распределения.
4. Метод выделения полезного сигнала и подавления мешающего сигнала:
обработка во временной области;
полосно-пропускающий фильтр;
5. Демодуляция выделенного полезного сигнала:
обработка в частотной области;
частотный детектор.

Задание 4.

1. Полезный сигнал: частотно-модулированный сигнал;
модулирующий сигнал – пачка треугольных видеоимпульсов.
2. Мешающий сигнал: пачка гауссовых радиоимпульсов.
3. Шум: нормальный закон распределения.
4. Метод выделения полезного сигнала и подавления мешающего сигнала:
обработка во временной области;
полосно-заграждающий фильтр;
5. Демодуляция выделенного полезного сигнала:
обработка в частотной области;
частотный детектор.

Задание 5.

1. Полезный сигнал: фазомодулированный сигнал;
модулирующий сигнал – пачка треугольных видеоимпульсов.
2. Мешающий сигнал: пачка прямоугольных радиоимпульсов.
3. Шум: нормальный закон распределения.
4. Метод выделения полезного сигнала и подавления мешающего сигнала:
обработка в частотной области;
полосно-пропускающий фильтр;
5. Демодуляция выделенного полезного сигнала:
обработка во временной области;
синхронный детектор.

Задание 6.

1. Полезный сигнал: фазомодулированный сигнал;
модулирующий сигнал – пачка прямоугольных видеоимпульсов.
2. Мешающий сигнал: пачка гауссовых радиоимпульсов.
3. Шум: нормальный закон распределения.
4. Метод выделения полезного сигнала и подавления мешающего сигнала:
обработка в частотной области;

полосно-заграждающий фильтр;

5. Демодуляция выделенного полезного сигнала:
обработка во временной области;
синхронный детектор.

Задание 7.

1. Полезный сигнал: фазомодулированный сигнал;
модулирующий сигнал – пачка треугольных видеоимпульсов.
2. Мешающий сигнал: пачка прямоугольных радиоимпульсов.
3. Шум: нормальный закон распределения.
4. Метод выделения полезного сигнала и подавления мешающего сигнала:
обработка во временной области;
полосно-пропускающий фильтр;
5. Демодуляция выделенного полезного сигнала:
обработка во временной области;
синхронный детектор.

Задание 8.

1. Полезный сигнал: фазомодулированный сигнал;
модулирующий сигнал – пачка треугольных видеоимпульсов.
2. Мешающий сигнал: пачка гауссовых радиоимпульсов.
3. Шум: нормальный закон распределения.
4. Метод выделения полезного сигнала и подавления мешающего сигнала:
обработка во временной области;
полосно-заграждающий фильтр;
5. Демодуляция выделенного полезного сигнала:
обработка во временной области;
синхронный детектор.

Рекомендуемые разделы пояснительной записки

1. Цель и задачи курсовой работы.
2. Параметры полезного сигнала и его математическое описание.
3. Параметры мешающего сигнала и его математическое описание.
4. Параметры шума и описание функциональных характеристик.
5. Параметры фильтра выделения полезного и подавления мешающего сигнала и математическое описание метода синтеза.
6. Описание дискретных параметров анализа и обработки сигналов.
7. Формирование полезного сигнала. Анализ характеристик полезного сигнала на соответствие техническим параметрам. Расчет спектральной плотности.
8. Формирование мешающего сигнала. Анализ характеристик мешающего сигнала на соответствие техническим параметрам. Расчет спектральной плотности.
9. Формирование шума. Анализ функции распределения и энергетического спектра.
10. Временной и спектральный анализ линейной смеси сигналов и шума.
11. Синтез фильтра с требуемыми характеристиками для выделения полезного и подавления мешающего сигналов.
12. Анализ частотной и импульсной характеристики синтезированного фильтра.
13. Обработка смеси сигналов и выделение полезного сигнала.
14. Анализ временного и частотного представления выделенного полезного сигнала.
15. Демодуляция или оптимальная фильтрация выделенного полезного сигнала. Временной и спектральный анализ результатов обработки.
16. Выводы по работе.
17. Список литературы.

Приложение Б
(обязательное)

Технологическая карта

учебного модуля «Радиотехнические цепи и сигналы»

семестр 4, ЗЕТ 6, вид аттестации ЭКЗ, акад.часов 216, баллов рейтинга 300

№ нед сем	№ и наименование раздела учебного модуля, КП/КР	Трудоемкость, ак.час					Форма текущего контроля успев. (в соотв. с паспортом ФОС)	Максим. кол- во баллов рейтинга
		Аудиторные занятия				СРС		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР	АСР С			
УЭМ1 Радиотехнические сигналы								
1-2	Спектральный анализ периодических сигналов	4	2	4	2	10	Лекция, лабораторная работа	15
3	Спектральный анализ непериодических сигналов	2	1	2	1	5	Лекция, лабораторная работа	15
4	Корреляционный анализ сигналов	2	1	2	1	5	Лекция, лабораторная работа	12
5	Спектральный анализ дискретных сигналов	2	1	2	1	5	Лекция, лабораторная работа	12
6	Анализ случайных сигналов	2	1	2	1	5	Лекция, лабораторная работа	16
7-8	Исследование законов модуляции радиосигналов	4	2	4	2	10	Лекция, лабораторная работа	15
9	Анализ узкополосных сигналов	2	1	2	1	5	Лекция, лабораторная работа	15
9	Рубежный контроль							100
УЭМ2 Радиотехнические цепи								
10	Анализ прохождения видеосигналов через линейные цепи	2	2	1	1	9	Лекция, лабораторная работа	12
11	Синтез линейных цепей и частотная фильтрация смеси сигналов	2	2	1	1	9	Лекция, лабораторная работа	12
12	Прохождение радиосигналов через резонансные цепи	2	2	1	1	9	Лекция, лабораторная работа	12
13	Преобразование сигналов в нелинейных цепях	2	2	1	1	9	Лекция, лабораторная работа	12
14	Методы демодуляции радиосигналов	2	2	1	1	9	Лекция, лабораторная работа	12
15	Прохождение случайных сигналов через радиотехнические цепи	2	2	1	1	9	Лекция, лабораторная работа	12
16	Оптимальный фильтр обнаружения сигнала	2	2	1	1	9	Лекция, лабораторная работа	12
17-18	Оптимальный фильтр воспроизведения сигнала	4	4	2	2	18	Лекция, лабораторная работа Защита курсовой	16
	Курсовая работа					36		50
	Экзамен					36		50
Итого:		36	27	27	18	126		300

Критерии оценки качества освоения студентами модуля
(в соответствии с Положением «Об организации учебного процесса по основным образовательным программам высшего профессионального образования» от 27.09.2011г. № 32):

- 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 практических занятий,
- представлении отчета и результатов защиты (ответов на контрольные вопросы) лабораторных работ,

«Отлично» выставляется, если:

- студент овладел компетенцией (ПК-5),
- посещал все практические занятия,
- 90% лабораторных работ были сданы во время и защищены с оценкой не менее чем на 10 баллов (max 12 баллов)
- 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 (ПК-5),
- посещал основную часть практических занятий,
- 70% лабораторных работ были сданы во время и защищены с оценкой не менее чем на 9 балла (max 12 балла)
- 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 (ПК-5),
- пропускал практические занятия без уважительной причины
- 50% лабораторных работ были сданы во время и защищены с оценкой не менее чем на 6 балла (max 12 балла)
- 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
- защита лабораторных работ показала отсутствие знаний теоретического материала
- Пояснительная записка содержит многочисленные ошибки или не соответствует ТЗ, а сама курсовая работа требует серьезной доработки.

Приложение В
(обязательное)

Паспорта компетенций

ПК-5 Способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей узлов и устройств радиотехнических систем

Уровни	Показатели	Оценочная шкала		
		удовлетворительно	хорошо	отлично
Базовый уровень	Знание: - этапов проектирования деталей, узлов, устройств; - перечня исходных данных, требуемых для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств на каждом этапе проектирования; - методики расчета и методы проектирования деталей, узлов, устройств.	Знает перечень исходных данных, требуемых для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств. Испытывает трудности в объяснении методов расчета деталей, узлов и устройств.	Знает этапы проектирования и перечень исходных данных, требуемых для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств. Демонстрирует способность к объяснению методов расчета деталей, узлов и устройств.	Четко обосновывает перечень исходных данных, необходимых на каждом этапе проектирования деталей, узлов и устройств Объясняет физическую сущность методов расчета деталей, узлов и устройств.
	Умение: - определять перечень и диапазон значения параметров деталей, узлов и устройств, требуемых для их расчета и проектирования с учетом специфики их функционирования.	Испытывает трудности с определением перечня и диапазона значения параметров деталей, узлов и устройств, требуемых для их расчета и проектирования с учетом специфики их функционирования	Демонстрирует способность правильно определять диапазон значений параметров проектируемых деталей, узлов и устройств с учетом специфики их функционирования.	Умеет правильно определять диапазон значений параметров проектируемых деталей, узлов и устройств с учетом специфики их функционирования.
	Владение: методами анализа исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов, устройств.	Испытывает трудности при проведении статистического анализа исходных данных.	Способен выполнить статистический анализа исходных данных под руководством преподавателя.	Способен самостоятельно выбрать оптимальный метод и провести статистический анализ исходных данных.

Приложение Г
(обязательное)

Карта учебно-методического обеспечения

Учебного модуля «Радиотехнические цепи и сигналы»

Направление (специальность) 11.03.01 «Радиотехника»

Формы обучения дневная

Курс 2 Семестр 4

Часов: всего 216, лекций 36, практ. зан. 27, лаб. раб. 27, СРС (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. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Учебники и учебные пособия		
Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: Учеб. для студентов вузов по спец. "Радиотехника". - 5-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2005г.-462с/ [2000г.-462с.],[2003г.-462с.]	36	
Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы : учеб. пособие для вузов / И. С. Гоноровский. - 5-е изд., испр. - М. : Дрофа, 2006. - 719 с.	10	
Учебно-методические издания		
Радиотехнические цепи и сигналы [электронный ресурс]: рабочая программа учебного модуля для направления 11.03.01 – «Радиотехника» /Сост. И.Н. Жукова; НовГУ имени Ярослава Мудрого. – В.Новгород, 2017г. – 23 с. Режим доступа: http://novsu.ru .		
Быстров Н. Е., Жукова И.Н. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1. Радиотехнические сигналы: учеб. пособие / Н.Е. Быстров, И.Н. Жукова; НовГУ им. Ярослава Мудрого. Великий Новгород, 2016. – 129с.	10	

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

Таблица 3 – Дополнительная литература

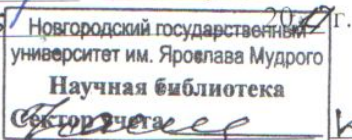
Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Баскаков С. И. Радиотехнические цепи и сигналы : рук. к решению задач. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2002. - 211,[3]с.	28	
Радиотехнические цепи и сигналы [электронный ресурс]: учебное пособие/Сост. Быстров; НовГУ им. Ярослава Мудрого. Великий Новгород, 2011. – 74с. Режим доступа: https://novsu.bibliotech.ru/Reader/BookPreview/-412		

Действительно для учебного года 2017/2018

Заведующий кафедрой РС

И. Н. Жукова

15.06.2017



СОГЛАСОВАНО

НБ НовГУ:

г. Библиот

Калинина Н. А