

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра теоретических основ радиотехники

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН РЭФ

д.т.н. Хрусталева В. А.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Радиотехнические цепи и сигналы

Образовательная программа: 11.03.01 Радиотехника, профиль: Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов

Курс: 2 3, семестры : 4 5

Факультет радиотехники и электроники, заочная форма обучения

		Семестр	
№	Вид деятельности	4	5
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	0	5
2	Всего часов	0	180
3	Всего занятий в контактной форме, час.	2	21
4	Лекции, час.	2	6
5	Практические занятия, час.	0	2
6	Лабораторные занятия, час.	0	4
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0	4
8	Аттестация, час.	0	2
9	Консультации, час.		7
10	Самостоятельная работа, час.	0	157
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)		РГЗ
12	Вид аттестации		Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 11.03.01 Радиотехника

ФГОС введен в действие приказом №179 от 06.03.2015 г. , дата утверждения: 20.03.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, базовая

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 11.03.01 Радиотехника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ТОР, протокол заседания кафедры №3 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета радиотехники и электроники, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Зотов Л. Г.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Спектор А. А.

Ответственный за образовательную программу:

декан Хрусталеv В. А.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.3 способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей; в части следующих результатов обучения:
34. знать основные виды детерминированных и случайных сигналов в радиотехнике и методы их преобразования в линейных электрических цепях
у4. уметь рассчитывать результат преобразования детерминированных и случайных сигналов в линейных электрических цепях

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Радиотехнические цепи и сигналы</i>	
ОПК.3.34 знать основные виды детерминированных и случайных сигналов в радиотехнике и методы их преобразования в линейных электрических цепях	
1.Иметь представление о современных системах передачи информации и перспективных методах представления и обработки сигналов	Лекции
2.Иметь представление о выборе наиболее выгодного сочетания аналоговых и цифровых сигналов, цепей и устройств в перспективной аппаратуре	Лекции; Самостоятельная работа
3.Иметь представление о применении кепстрального анализа и вейвлет-преобразования сигналов	Лекции
4.Знать понятийный аппарат (терминологию) дисциплины	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
5.Знать свойства и формы представления детерминированных управляющих сигналов	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
6.Знать основные характеристики случайных сигналов и помех	Самостоятельная работа
7.Знать свойства модулированных сигналов	Самостоятельная работа
8.Знать характеристики и свойства линейных цепей (с постоянными параметрами)	Самостоятельная работа
9.Знать методы исследования линейных цепей	Самостоятельная работа
10.Знать физические процессы при прохождении детерминированных сигналов через линейные цепи (ЛЦ)	Самостоятельная работа
11.Знать физические процессы при прохождении случайных процессов через ЛЦ	Самостоятельная работа
ОПК.3.у4 уметь рассчитывать результат преобразования детерминированных и случайных сигналов в линейных электрических цепях	
12.Уметь представлять сигналы в базисе различных ортогональных функций (гармонических, комплексных экспоненциальных, Уолша, $\sin x/x$...)	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
13.Уметь осуществлять спектральный и корреляционный анализы детерминированных и случайных сигналов, а также управляющих и модулированных сигналов	Самостоятельная работа
14.Уметь определять линейные искажения радиосигналов на выходе линейных апериодических и избирательных цепей	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
15.Уметь выделять главное, существенное в темах курса, излагаемых на лекциях или в учебниках	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
16.Уметь планировать свою деятельность на лабораторных занятиях	Лабораторные работы
17.Уметь формулировать вопросы по существу обсуждаемых проблем, участвовать в дискуссии	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

18. Уметь проводить прямые и косвенные измерения характеристик сигналов и радиоцепей, грамотно обрабатывать и записывать результаты измерений с учетом погрешности	Лабораторные работы
19. Уметь интерпретировать полученные результаты своей деятельности, критически оценивать результаты расчетов и экспериментов	Лабораторные работы
20. Уметь высказывать гипотезы о возможных несовпадениях данных предварительных расчетов с результатами лабораторных экспериментов	Лабораторные работы
21. Уметь адекватно осуществлять самоконтроль и самооценку (до, в ходе и после выполнения работы)	Лабораторные работы

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 4				
Дидактическая единица: Детерминированные сигналы				
1. Введение. Предмет, цель и содержание курса РТЦиС. Роль курса в подготовке современного специалиста. Основная задача радиотехники. Структурная схема передачи информации. Основные проблемы современной радиоэлектроники	0	2	1, 2, 4	
Семестр: 5				
Дидактическая единица: Детерминированные сигналы				
2. Характеристики детерминированных управляющих сигналов. Информация, сообщение, сигнал, помеха. Классификация сигналов. Формы представления сигналов. Технические параметры и энергетические характеристики. Виды помех	0	1	15, 17, 4	
3. Математические модели и динамическое представление сигналов. Геометрическое представление сигналов. Пространство сигналов.	0	1	15, 17	
4. Представление сигналов в базисе ортогональных функций. Обобщенный ряд Фурье. Аппаратурная реализация анализа и синтеза сигналов. Равенство Парсеваля. Ошибка аппроксимации (синтеза)	0	1	12, 15, 17, 3	

5. Представление сигналов в базисе функций Уолша (ФУ). Общие определения, упорядочение (нумерация) и свойства ФУ. Анализ и синтез сигналов в базисе ФУ. Аппаратурная реализация. Использование ФУ в многоканальной СПИ для разделения сигналов	1	1	12, 15, 17, 5	Обсуждение возможностей применения функций Уолша
6. Представление сигналов в базисе гармонических функций. Ряд Фурье. Анализ и синтез периодических сигналов. Распределение мощности в спектре.	1	1	12, 15, 17	Обсуждение примеров.
7. Представление сигналов с помощью комплексных экспоненциальных функций. Ряд Фурье в комплексной форме. Спектральное представление не-периодических колебаний. Свойства спектров: основные теоремы и практические приложения. Спектры некоторых измерительных сигналов. Связь между спектрами одиночного импульса и периодической последовательностью импульсов. Преобразования Лапласа как обобщение преобразований Фурье	0	1	12, 15, 17	

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 5				
Дидактическая единица: Детерминированные сигналы				
1. Дискретные (компьютерные) измерительные приборы и технология измерений в виртуальных и реальных средах (Работа № 1).	0	2	12, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 4, 5	Ознакомление с компьютерными измерительными приборами. Опробование их в разных режимах
2. Представление периодических сигналов в базисе гармонических функций (№ 3).	0	2	12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 4, 5	Экспериментальное представление гармонических сигналов в базисе функций Уолша

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 5				
Дидактическая единица: Детерминированные сигналы				
1. Анализ и синтез сигналов в базисе гармонических функций	1	1	12, 15, 17, 4, 5	Решение задач по теме занятия

2. Спектральное представление непериодических сигналов	1	1	12, 15, 17, 4, 5	Решение задач по теме занятия
--	---	---	------------------	-------------------------------

Таблица 3.4

Темы для самостоятельного изучения	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 5				
Дидактическая единица: Детерминированные сигналы				
1. Модели сигналов. Динамическое и геометрическое представления сигналов	0	2	12, 15, 17, 4, 5, 6	Решение задач о теме занятия
2. Представление сигналов в базисе функций Уолша.	0	3	12, 15, 17, 4, 5	Решение задач по теме
3. Модулированные сигналы	0	7	12, 13, 15, 17, 4, 5, 7	Решение задач по теме занятия
4. Представление сигналов с ограниченной полосой частот в виде ряда по ортогональным функциям ($\sin x$)/ x . Ряд и теорема Котельникова. Дискретизация и восстановление сигналов. Связь спектров непрерывных и дискретных сигналов	0	2	12, 15, 17, 2	Изучение материала по учебной литературе
5. Общие сведения о вейвлет-преобразовании сигналов. Возможности применения	0	2	12, 15, 17	Изучение материала по учебной литературе
6. Корреляционный анализ детерминированных сигналов. Соотношение между корреляционной функцией и спектральной характеристикой сигнала (теорема Винера-Хинчина)	0	2	13, 15, 17	Изучение материала по учебной литературе
7. Геометрические методы в теории сигналов. Пространство сигналов. Норма и энергия. Расстояние между сигналами	0	2	15, 17	Изучение материала по учебной литературе
8. Модулированные колебания. Общие представления, определения и классификация. Амплитудно-модулированные сигналы (АМС). Временное, спектральное, векторное и корреляционное представления. Мощность АМС. Примеры. Сигналы угловой модуляции (УМС). Временное и спектральное представления ЧМС и ФМС. Узкополосные, комплексные и аналитические сигналы. АКФ модулированных колебаний	0	4	15, 17, 2, 7	Изучение материала по учебной литературе
Дидактическая единица: Случайные сигналы				

9. Основные характеристики случайных процессов	0	4	11, 15, 17, 4, 5, 6	Решение задач по теме занятия
10. Основные характеристики случайных процессов Случайное колебание как сигнал или как помеха. Временное и вероятностное представления случайного процесса (СП). Моментные функции и моменты СП. Стационарные и эргодические СП; определение параметров и характеристик процесса путем усреднения во времени	0	2	15, 17, 6	Изучение материала по учебной литературе
11. Корреляционное представление СП. Свойства АКФ и ВКФ. Спектральная плотность мощности (СПМ) СП и ее свойства. Теорема Винера-Хинчина. Гауссовские (нормальные) процессы, модель СП в виде "белого" шума. Узкополосные СП	0	2	13, 15, 17	Изучение материала по учебной литературе
Дидактическая единица: Линейные радиотехнические цепи				
12. Прохождение видеосигналов через апериодические линейные цепи	0	2	10, 12, 14, 15, 17, 4, 5, 6, 8, 9	Решение задач по теме занятия
13. Прохождение радиосигналов через избирательные линейные цепи	0	6	10, 12, 14, 15, 17, 4, 5, 6, 7, 8, 9	Решение задач по теме занятия
14. Воздействие случайных колебаний на линейные цепи. СПМ и АКФ на выходе ЛЦ. Средняя мощность и дисперсия колебаний на выходе. Воздействие белого шума на ЛЦ. Нормализация СП в линейной цепи. Дифференцирование и интегрирование СП.	0	2	10, 11, 13, 15, 17, 9	
15. Характеристики апериодических и частотно-избирательных четырехполюсников. Связь передаточной функции, импульсной и переходной характеристик	0	2	15, 17, 8	Изучение материала по учебной литературе
16. Свойства линейных цепей с обратной связью (ОС). Инженерные критерии устойчивости активных цепей с ОС (алгебраические и частотные) ОС в цепях с задержкой. Гребенчатые фильтры.	0	2	15, 17, 8, 9	Изучение материала по учебной литературе

17. Прохождение детерминированных сигналов через линейные цепи (с постоянными параметрами) Методы исследования линейных цепей (ЛЦ). Прохождение управляющих сигналов через апериодические ЛЦ. Примеры: прохождение прямоугольных импульсов, дифференцирование и интегрирование сигналов и др.	0	2	10, 14, 15, 17, 5, 9	Изучение материала по учебной литературе
18. Прохождение модулированных колебаний через узкополосные избирательные цепи. Точные и приближенные методы. Прохождение АМК и радиоимпульсов через настроенные и расстроенные контуры. Прохождение УМС через избирательные цепи. Линейные искажения	0	2	10, 14, 15, 17, 7, 9	Изучение материала по учебной литературе

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 5				
1	Решение типовых задач	10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 4, 5, 6, 7, 8, 9	6	0
Изучение теории и решение типовых задач.: Радиотехнические цепи и сигналы. Лабораторный практикум : учебное пособие / [В. Я. Баскей и др.] ; под ред. А. Н. Яковлева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 110, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000190020				
2	Выполнение расчетов и построений по требованиям РГЗ	10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 5, 6, 7, 8, 9	67	5
Изучение теории. Расчет 4-х заданий (8-и задач). Подготовка к защите.: Радиотехнические цепи и сигналы. Лабораторный практикум : учебное пособие / [В. Я. Баскей и др.] ; под ред. А. Н. Яковлева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 110, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000190020				
3	К лабораторным работам	10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 5, 6, 7, 8, 9	20	0
изучение теории. Выполнение предварительных заданий. Ответы на контрольные вопросы: Радиотехнические цепи и сигналы. Лабораторный практикум : учебное пособие / [В. Я. Баскей и др.] ; под ред. А. Н. Яковлева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 110, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000190020				
4	Подготовка к экзамену	10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 4, 5, 6, 7, 8, 9	20	2
: Радиотехнические цепи и сигналы. Лабораторный практикум : учебное пособие / [В. Я. Баскей и др.] ; под ред. А. Н. Яковлева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 110, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000190020				

5	Самостоятельное изучение теоретического материала	10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9	50	0
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.4 : Радиотехнические цепи и сигналы. Лабораторный практикум : учебное пособие / [В. Я. Баскей и др.] ; под ред. А. Н. Яковлева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 110, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000190020				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail:zotovlg@mail.ru
Консультирование	e-mail:zotovlg@mail.ru
Контроль	Личный типовой сайт: http://ciu.nstu.ru/kaf/persons/426
Размещение учебных материалов	Личный типовой сайт: http://ciu.nstu.ru/kaf/persons/426

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм	Коды формируемых компетенций
1	Дискуссия	ОПК.3;
Формируемые умения: з4. знать основные виды детерминированных и случайных сигналов в радиотехнике и методы их преобразования в линейных электрических цепях; у4. уметь рассчитывать результат преобразования детерминированных и случайных сигналов в линейных электрических цепях		
Краткое описание применения: Обсуждение методов анализа радиотехнических сигналов и расчета радиотехнических цепей		
2	Лекция в форме дискуссии	ОПК.3;
Формируемые умения: у4. уметь рассчитывать результат преобразования детерминированных и случайных сигналов в линейных электрических цепях		
Краткое описание применения: Обсуждение методов анализа радиотехнических сигналов и расчета радиотехнических цепей		

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 5		
<i>Лабораторная:</i> Выполнение и защита	14	28

<i>Контрольные работы:</i>	0	
<i>РГЗ:</i>	16	32
<i>Экзамен:</i>	20	40

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля		
		Защита ЛР	Защита РГЗ	Экзамен
ОПК.3	з4. знать основные виды детерминированных и случайных сигналов в радиотехнике и методы их преобразования в линейных электрических цепях	+	+	+
	у4. уметь рассчитывать результат преобразования детерминированных и случайных сигналов в линейных электрических цепях	+	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Яковлев А. Н. Основы теории сигналов в примерах, упражнениях и заданиях : [учебное пособие для радиотехнических направлений и специальностей] / А. Н. Яковлев. - Новосибирск, 2012. - 471 с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000174664
2. Яковлев А. Н. Радиотехнические цепи и сигналы [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. Н. Яковлев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000230305. - Загл. с экрана.

Дополнительная литература

1. Радиотехнические цепи и сигналы. Задачи и задания : [учебное пособие для радиотехнических специальностей вузов / В. Я. Баскей, В. Н. Васюков, Л. Г. Зотов и др.] ; под ред. А. Н. Яковлева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - М., 2003. - 347 с. : ил.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Радиотехнические цепи и сигналы. Лабораторный практикум : учебное пособие / [В. Я. Баскей и др.] ; под ред. А. Н. Яковлева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 110, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000190020

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 National Instruments

9. Материально-техническое обеспечение

Комплект оборудования

№	Наименование	Назначение
1	Учебная лаборатория "Станция NIELVIS" 8 комплектов	Для лабораторных работ и практических занятий

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра теоретических основ радиотехники

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН РЭФ
д.т.н., профессор В.А. Хрусталев
“ ” _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Радиотехнические цепи и сигналы

Образовательная программа: 11.03.01 Радиотехника, профиль: Радиотехнические средства
передачи, приема и обработки сигналов

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Радиотехнические цепи и сигналы приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.3 способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей	34. знать основные виды детерминированных и случайных сигналов в радиотехнике и методы их преобразования в линейных электрических цепях	Характеристики апериодических и частотно-избирательных четырехполюсников. Связь передаточной функции, импульсной и переходной характеристик Анализ и синтез сигналов в базисе гармонических функций Введение. Предмет, цель и содержание курса РТЦиС. Роль курса в подготовке современного специалиста. Основная задача радиотехники. Структурная схема передачи информации. Основные проблемы современной радиоэлектроники Воздействие случайных колебаний на линейные цепи. СПМ и АКФ на выходе ЛЦ. Средняя мощность и дисперсия колебаний на выходе. Воздействие белого шума на ЛЦ. Нормализация СП в линейной цепи. Дифференцирование и интегрирование СП. Выполнение расчетов и построений по требованиям РГЗ Дискретные (компьютерные) измерительные приборы и технология измерений в виртуальных и реальных средах (Работа № 1). Модели сигналов. Динамическое и геометрическое представления сигналов Модулированные колебания Общие представления, определения и классификация. Амплитудно-модулированные сигналы (АМС). Временное, спектральное, векторное и корреляционное представления. Мощность АМС. Примеры. Сигналы угловой модуляции (УМС). Временное и спектральное представления ЧМС и ФМС. Узкополосные, комплексные и	Отчет по лабораторной работе, РГЗ	Экзамен, вопросы 1-52

		аналитические сигналы. АКФ модулированных колебаний Модулированные сигналы Основные характеристики случайных процессов Основные характеристики случайных процессов Случайное колебание как сигнал или как помеха. Временное и вероятностное представления случайного процесса (СП). Моментные функции и моменты СП. Стационарные и эргодические СП; определение параметров и характеристик процесса путем усреднения во времени Представление периодических сигналов в базисе гармонических функций (№ 3). Представление сигналов в базисе ортогональных функций. Обобщенный ряд Фурье. Аппаратурная реализация анализа и синтеза сигналов. Равенство Парсеваля. Ошибка аппроксимации (синтеза) Представление сигналов в базисе функций Уолша. Представление сигналов в базисе функций Уолша (ФУ). Общие определения, упорядочение (нумерация) и свойства ФУ. Анализ и синтез сигналов в базисе ФУ. Аппаратурная реализация. Использование ФУ в многоканальной СПИ для разделения сигналов Представление сигналов с ограниченной полосой частот в виде ряда по ортогональным функциям $(\sin x)/x$. Ряд и теорема Котельникова. Дискретизация и восстановление сигналов. Связь спектров непрерывных и дискретных сигналов Прохождение видеосигналов через апериодические линейные цепи Прохождение детерминированных сигналов через линейные цепи (с постоянными параметрами) Методы исследования линейных цепей (ЛЦ). Прохождение управляющих сигналов через апериодические ЛЦ. Примеры: прохождение прямоугольных импульсов, дифференцирование и интегрирование сигналов и др. Прохождение модулированных колебаний через узкополосные избирательные цепи. Точные и		
--	--	---	--	--

		приближенные методы. Прохождение АМК и радиоимпульсов через настроенные и расстроенные контуры. Прохождение УМС через избирательные цепи. Линейные искажения Прохождение радиосигналов через избирательные линейные цепи Свойства линейных цепей с обратной связью (ОС). Инженерные критерии устойчивости активных цепей с ОС (алгебраические и частотные) ОС в цепях с задержкой. Гребенчатые фильтры. Спектральное представление непериодических сигналов Характеристики детерминированных управляющих сигналов Информация, сообщение, сигнал, помеха. Классификация сигналов. Формы представления сигналов. Технические параметры и энергетические характеристики. Виды помех		
ОПК.3	у4. уметь рассчитывать результат преобразования детерминированных и случайных сигналов в линейных электрических цепях	Анализ и синтез сигналов в базисе гармонических функций Воздействие случайных колебаний на линейные цепи. СПМ и АКФ на выходе ЛЦ. Средняя мощность и дисперсия колебаний на выходе. Воздействие белого шума на ЛЦ. Нормализация СП в линейной цепи. Дифференцирование и интегрирование СП. Выполнение расчетов и построений по требованиям РГЗ Дискретные (компьютерные) измерительные приборы и технология измерений в виртуальных и реальных средах (Работа № 1). Корреляционное представление СП. Свойства АКФ и ВКФ. Спектральная плотность мощности (СПМ) СП и ее свойства. Теорема Винера-Хинчина. Гауссовские (нормальные) процессы, модель СП в виде "белого" шума. Узкополосные СП Корреляционный анализ детерминированных сигналов. Соотношение между корреляционной функцией и спектральной характеристикой сигнала (теорема Винера-Хинчина) Математические модели и динамическое представление	Отчет по лабораторной работе, РГЗ	Экзамен, задачи 1-14

		сигналов. Геометрическое представление сигналов. Пространство сигналов. Модели сигналов. Динамическое и геометрическое представления сигналов Модулированные сигналы Основные характеристики случайных процессов Представление периодических сигналов в базисе гармонических функций (№ 3). Представление сигналов в базисе гармонических функций. Ряд Фурье. Анализ и синтез периодических сигналов. Распределение мощности в спектре. Представление сигналов в базисе ортогональных функций. Обобщенный ряд Фурье. Аппаратурная реализация анализа и синтеза сигналов. Равенство Парсеваля. Ошибка аппроксимации (синтеза) Представление сигналов в базисе функций Уолша. Представление сигналов в базисе функций Уолша (ФУ). Общие определения, упорядочение (нумерация) и свойства ФУ. Анализ и синтез сигналов в базисе ФУ. Аппаратурная реализация. Использование ФУ в многоканальной СПИ для разделения сигналов Представление сигналов с помощью комплексных экспоненциальных функций. Ряд Фурье в комплексной форме. Спектральное представление не-периодических колебаний. Свойства спектров: основные теоремы и практические приложения. Спектры некоторых измерительных сигналов. Связь между спектрами одиночного импульса и периодической последовательностью импульсов. Преобразования Лапласа как обобщение преобразований Фурье Прохождение видеосигналов через апериодические линейные цепи Прохождение детерминированных сигналов через линейные цепи (с постоянными параметрами) Методы исследования линейных цепей (ЛЦ). Прохождение управляющих сигналов через апериодические ЛЦ.		
--	--	--	--	--

		Примеры: прохождение прямоугольных импульсов, дифференцирование и интегрирование сигналов и др. Прохождение модулированных колебаний через узкополосные избирательные цепи. Точные и приближенные методы. Прохождение АМК и радиоимпульсов через настроенные и расстроенные контуры. Прохождение УМС через избирательные цепи. Линейные искажения Прохождение радиосигналов через избирательные линейные цепи Спектральное представление непериодических сигналов Характеристики детерминированных управляющих сигналов Информация, сообщение, сигнал, помеха. Классификация сигналов. Формы представления сигналов. Технические параметры и энергетические характеристики. Виды помех		
--	--	---	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 5 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.3.

Кроме того, сформированность компетенции проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 5 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенции ОПК.3, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Радиотехнические цепи и сигналы», 5 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-26, второй вопрос из диапазона вопросов 27-52 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет РЭФ

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Радиотехнические цепи и сигналы»

1. Основные физические и энергетические характеристики. Ортогональные сигналы.
2. Модулированные сигналы. Общие сведения. Классификация.

Задача. Задано аналитическое выражение ЧМК

$$u(t) = 5 \cos[2\pi \times 10^5 t + 6 \cos(2\pi \times 10^2 t) + \pi/3] .$$

Определите девиацию частоты, практическую ширину спектра, число и амплитуды гармонических составляющих в пределах этой ширины.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ Спектор А.А.

(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет (тест) считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет менее 16 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает не принципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 16-24 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет 25-32 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет 33-40 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Радиотехнические цепи и сигналы»

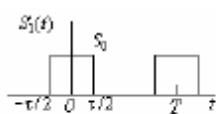
1. Системы передачи информации (СПИ). Структурные схемы и классификация систем. Преобразования сигналов в СПИ.
2. Проблемы современной радиоэлектроники.
3. Радиотехнические сигналы (С). Модели сигналов. Функция включения. Дельта функция.
4. Основные физические и энергетические характеристики. Ортогональные сигналы.
5. Динамическое представление сигналов.
6. Представление С системами ортогональных функций. Обобщенный ряд Фурье.
7. Энергия и мощность сигнала. Равенство Парсеваля. Погрешность аппроксимации (синтеза).
8. Анализ и синтез С в базисе ортогональных функций. Аппаратурная реализация.
9. Представление С в базисе функций Уолша (ФУ). Общие определения, упорядочение (нумерация) и свойства ФУ.
10. Анализ и синтез С в базисе ФУ. Пример.
11. Применение ортогональных функций в многоканальной СПИ для разделения сигналов.
12. Представление периодических С в базисе гармонических функций. Ряд Фурье. Анализ и синтез периодических С. Пример.
13. Распределение мощности в спектре периодического С. Пример.
14. Спектр периодической последовательности прямоугольных импульсов.
15. Представление С с помощью комплексных экспоненциальных функций. Ряд Фурье в комплексной форме. Пример.
16. Анализ и синтез непериодических сигналов. Пример.
17. Основные теоремы о свойствах спектров.
- 18,19. Примеры спектров измерительных С: единичной функции (включения), единичного (дельта-) импульса, гармонического колебания, прямоугольного импульса.
20. Представление сигналов с ограниченным спектром в виде ряда функций $\sin x/x$. Теорема Котельникова, ее практическая значимость.
21. Дискретизация и восстановление С.
22. Связь спектров непрерывных и дискретных С.
23. Общие сведения о вейвлет-преобразовании сигналов.
24. Случайные процессы. Временное и вероятностное представления случайного процесса (СП).
25. Моментные функции СП.
26. Стационарные и эргодические СП.
27. Определение (измерение) основных характеристик СП.
28. Функциональные преобразования СП.

29. Спектральное представление СП. Спектральная плотность мощности (СПМ) и её свойства.
30. Корреляционное представление СП. Свойства АКФ и ВКФ. Связь со спектральной плотностью мощности.
31. Связь спектрально-корреляционных характеристик и параметров.
32. Корреляционное представление импульсных и периодических сигналов. Пример.
33. Связь АКФ с энергетическим спектром.
34. Модулированные сигналы. Общие сведения. Классификация.
35. Амплитудно-модулированные сигналы (АМС). Временное, спектральное и векторное представления тонального АМК. Мощность тонального АМК.
36. Спектральное представление сложных АМС. Пример.
37. Корреляционное представление и мощность АМС. Пример.
38. Сигналы угловой модуляции (УМС). Временное представление ЧМС и ФМС (на примерах тонального модулирующего С).
39. Спектральное и векторное представления УМС (при малом индексе модуляции).
40. Спектральное представление УМС при большом индексе модуляции. Практическая ширина спектра.
41. Узкополосные, комплексные С.
42. Задачи и общая характеристика методов исследования линейных цепей.
43. Свойства и характеристики линейных цепей (ЛЦ).
44. Дифференцирование сигналов и дифференцирующие цепи.
45. Прохождение прямоугольных импульсов через дифференцирующие цепи.
46. Интегрирование сигналов, интегрирующие цепи.
47. Прохождение прямоугольных импульсов через интегрирующие цепи.
48. Прохождение прямоугольных видеоимпульсов через избирательные цепи (резонансный контур)
49. Прохождение АМК через резонансные контуры. Линейные искажения.
50. Прохождение УМК через резонансные контуры. Линейные искажения.
51. Прохождение радиоимпульсов (с прямоугольной огибающей) через контуры. Линейные искажения.
52. Прохождение случайных процессов через ЛЦ. СПМ, АКФ и дисперсия на выходе ЛЦ.

Примеры экзаменационных задач

Для экзамена используются задачи из учебных пособий [2 и 3]. Задачи в пособии [2] все мной решены (ответы имеются в конце пособия). Далее несколько примеров задач.

1. Выведите выражение для расчета постоянной составляющей и амплитуды n -й гармоники последовательности однополярных импульсов $S_1(t)$ (см. рис.).

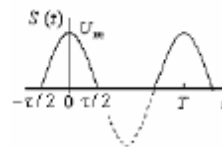


Для частного случая, когда скважность $q = T/\tau$ импульсов равна двум, запишите ряд Фурье в тригонометрической форме и изобразите сумму первых трех составляющих (с частотами Ω , 2Ω и 3Ω). Определите относительную

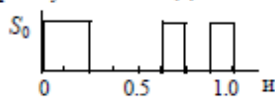
среднеквадратическую ошибку (μ) аппроксимации).

2. Найдите постоянную составляющую и амплитуду первой гармоники периодического сигнала $S(t)$, изображенного на рисунке

$$S(t) = U_m \cos \omega_0 t, \quad -\tau/2 \leq t \leq \tau/2, \quad \tau = T/2 = \pi/\omega_0.$$



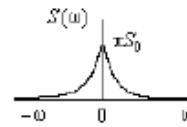
3. Определите спектр в базисе 8 функций Уолша и постройте спектральную диаграмму сигнала $S(\theta)$:



$$\begin{cases} S_0, & 0 \leq n \leq 1/4, \quad 5/8 \leq n \leq 6/8 \\ 7/8 \leq n \leq 1/0, \\ 0, & \text{вне этих интервалов} \end{cases}$$

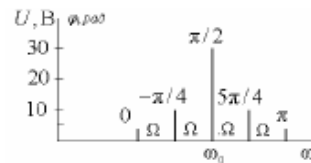
4. Найдите и изобразите временную диаграмму $S(t)$, если спектральная плотность $S(\omega)$ сигнала $S(t)$ имеет вид:

$$S(\omega) = \pi S_0 e^{-\beta|\omega|}$$



5. Спектральная диаграмма амплитудно-модулированного сигнала приведена на рисунке ($\omega_0 = 10^6$ рад/с, $\Omega = 10^3$ рад/с). На ее основании определите парциальные коэффициенты модуляции, запишите аналитическое выражение сигнала, вычислите среднюю мощность, выделяемую на резисторе $R = 1$ Ом.

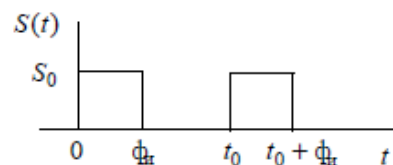
Определите, какую долю мощности немодулированного несущего колебания составляет мощность боковых колебаний.



6. Задано аналитическое выражение ЧМК $u(t) = 5 \cos[2\pi \cdot 10^5 t + 6 \cos(2\pi \cdot 10^2 t) + \pi/3]$.

Определите девиацию частоты, практическую ширину спектра, число и амплитуды гармонических составляющих в пределах этой ширины.

7. Найдите и изобразите автокорреляционную функцию (АКФ): а) одиночного прямоугольного импульса $S(t) = S_0$ при $0 < t < \tau_u$; б) пары прямоугольных импульсов (см. рис.); в) периодической последовательности импульсов с периодом повторения T .



8. Задан одномерный интегральный закон распределения вероятностей случайного процесса $X(t)$

$$F(x) = \begin{cases} ax^2, & 0 < x < 1, \\ 1, & x > 1. \end{cases}$$

Найдите значение параметра a , плотность вероятности $w(x)$, а затем вероятность того, что случайная переменная X будет лежать в интервале от x_1 до x_2 , причём: а) $x_1 = 0$, $x_2 = 0.5$; б) $x_1 = 0.5$, $x_2 = 1$; в) $x_1 = 0.4$, $x_2 = 0.8$.

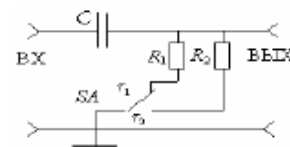
9. Найдите математическое ожидание, дисперсию и корреляционную функцию процесса

$$Z(t) = X(t)S(t),$$

где $X(t)$ – эргодический случайный процесс с известными математическим ожиданием m_x и дисперсией D_x и корреляционной функцией $K_x(\tau)$, а $S(t)$ – детерминированная функция. Классифицируйте процесс $Z(t)$ по признакам стационарности и эргодичности.

10. Определите и изобразите графически спектральную плотность мощности (СПМ) $G_x(\omega)$ случайного процесса $X(t)$ по его корреляционной функции $K_x(\tau) = D \exp(-a|\tau|)$. Рассчитайте эффективную ширину спектра $\Delta\omega$ и интервал корреляции τ_k .

11. RC-цепь изображена на рисунке. Параметры элементов цепи: $R_1 = 5.1$ кОм, $R_2 = 100$ кОм, $C = 750$ пФ. Найдите и изобразите переходную характеристику $h(t)$ цепи. Рассчитайте время установления ($t_{уст}$) переходной характеристики и граничную частоту ($f_{гр}$) полосы пропускания. Изобразите

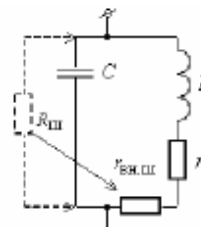


напряжение на выходе цепи (для $\tau_1 = R_1 C$ и $\tau_2 = R_2 C$) при подаче на её вход меандра с амплитудой $A = 1$ В и периодом повторения $T = 100$ мкс. При каком τ ($\tau_1 = R_1 C$ или $\tau_2 = R_2 C$) выполняется условие дифференцирования заданного сигнала?

12. Простой параллельный колебательный контур (см. рис.) часто применяется в радиотехнике в качестве нагрузки электронного прибора. Параметры контура: емкость $C = 510$ пФ, индуктивность $L = 9$ мГн, добротность контура $Q = 25$.

Рассчитайте резонансную частоту (f_p), полосу пропускания ($2\Delta f_{0,7}$), характеристическое (ρ) и резонансное сопротивление (Z_p) контура, а также время установления ($t_{уст}$) переходной характеристики контура.

Рассчитайте амплитуду выходного напряжения и изобразите его форму, если через контур пропускается радиопульс тока с амплитудой 0.1 мА, длительностью 1 мс и несущей частотой ($f_o = f_p$). Как изменится форма выходного напряжения, если к контуру подключить шунт, сопротивление которого $R_{ш} = Z_p$?



13. Линейный усилитель с резонансной нагрузкой в виде параллельного контура ($Q \gg 1$) имеет АЧХ

$$K(\omega) \approx \frac{K_0}{\sqrt{1 + \left(2Q \frac{\omega - \omega_0}{\omega_0}\right)^2}}.$$

Найдите СПМ, АКФ, дисперсию выходного процесса, если на входе действует белый шум с СПМ $N_0/2$.

14. На линейную цепь с передаточной характеристикой $K(j\omega) = K_0 / (1 + j\omega\tau_\phi)$ действует стационарный случайный процесс с корреляционной функцией вида $K_{ex}(\tau) = D_{ex} \exp(-\alpha|\tau|)$. Здесь $D_{ex} = \sigma_{ex}^2$ - дисперсия входного случайного процесса, α - постоянная, характеризующая скорость убывания корреляционной функции, τ - временной сдвиг, τ_ϕ - постоянная времени линейной цепи (фильтра), при этом $\alpha_\phi = 1/\tau_\phi$, K_0 - наибольшее значение коэффициента передачи линейной цепи.

Найдите СПМ, АКФ, дисперсию выходного процесса, а также шумовую полосу $\Delta f_{ш}$ цепи и интервал корреляции τ_x выходного процесса.

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Радиотехнические цепи и сигналы», 5 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны решить 4 задачи.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны выполнить решение всех задач.

Обязательные структурные части РГЗ.: титульный лист, исходные данные и решение каждой задачи

Оцениваемые позиции: правильность решения и качество оформления.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ(Р), отсутствует анализ объекта, решение задач содержит грубые ошибки, оценка составляет менее 16 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(Р) выполнены формально: решения задач недостаточно обоснованы, содержат ошибки, оценка составляет 16 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если задачи решены с мелкими ошибками, оценка составляет 17-24 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если задачи решены правильно или с одной мелкой ошибкой, оценка составляет 25-32 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

Задание 1.

Задача 1. Формирование математической модели сигнала

Задача 2. Представление сигнала в базисе функций Уолша

Задание 2.

Задача 1. Спектральный анализ сигналов.

Задача 2. Дискретизация непрерывных сигналов

Задание 3.

Задача 1. Амплитудно-модулированное колебание

Задача 2. Частотно-модулированное колебание

Задание 4.

Задача 1. Законы распределения стационарного случайного процесса

Задача 2. Моментные функции. Стационарность и эргодичность