МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Радиотехнические цепи и сигналы

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки (специальность): **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль): **Радиоэлектронные системы космических комплексов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **2**
Семестр: **4**
Учебный план набора 2011 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	4 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	34	34	часов
2	Практические занятия	34	34	часов
3	Лабораторные работы	17	17	часов
4	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	8	8	часов
5	Всего аудиторных занятий	93	93	часов
6	Из них в интерактивной форме	17	17	часов
7	Самостоятельная работа	51	51	часов
8	Всего (без экзамена)	144	144	часов
9	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
10	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е

Экзамен: 4 семестр
Курсовая работа (проект): 4 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 16700

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 6 от « 19 » 1 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утвержденного 11 августа 2016 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

Старший преподаватель каф. ТОР	_____	Д. С. Брагин
Ассистент каф. ТОР	_____	Л. А. Семкина
Заведующий обеспечивающей каф. ТОР	_____	А. Я. Демидов

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РТФ	_____	К. Ю. Попова
Заведующий выпускающей каф. РТС	_____	С. В. Мелихов

Эксперты:

Доцент каф. ТОР	_____	С. И. Богомолов

Согласована на портале № 16700

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

изучение общих принципов описания радиотехнических сигналов и цепей; формирование целостного представления о физических и математических моделях, применяемых для исследования сигналов и цепей, в их единстве и взаимосвязи; освоение методов расчета параметров сигналов и цепей; понимание принципов работы основных функциональных узлов радиоаппаратуры.

1.2. Задачи дисциплины

– освоение студентами современных методов анализа детерминированных и случайных сигналов, методов анализа радиотехнических цепей: аналоговых, дискретных и цифровых. Изучение дисциплины «Радиотехнические цепи и сигналы» способствует формированию у студентов общекультурных и профессиональных компетенций соответствующих ОПОП.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Радиотехнические цепи и сигналы» (Б1.Б.14) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Основы теории цепей, Физика, Электродинамика.

Последующими дисциплинами являются: Основы теории радиосистем передачи информации, Основы теории систем и комплексов радиоэлектронной борьбы, Статистическая радиотехника, Схемотехника аналоговых электронных устройств, Устройства генерирования и формирования сигналов, Устройства приема и преобразования сигналов, Цифровая обработка сигналов.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-2 способностью разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ;

– ПК-6 способностью разрабатывать цифровые радиотехнические устройства на базе микропроцессоров и микропроцессорных систем и программируемых логических интегральных схем с использованием современных пакетов прикладных программ;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** - основные законы естественнонаучных дисциплин применительно к профессиональной деятельности; - методы математического анализа, экспериментального исследования и компьютерного моделирования радиотехнических сигналов и цепей; - основы теории спектрального анализа детерминированных сигналов; - точные и приближенные методы расчета детерминированных сигналов на выходе линейных частотно-избирательных цепей; - основные методы анализа преобразований детерминированных сигналов в нелинейных цепях; - средства теоретического, компьютерного и экспериментального исследования преобразований детерминированных сигналов в основных функциональных узлах инфокоммуникационных систем связи.

– **уметь** - описывать и объяснять процессы в линейных и нелинейных радиотехнических цепях, строить их модели, решать задачи; - рассчитывать и измерять спектральные характеристики аналоговых и дискретных сигналов; - рассчитывать и измерять частотные и временные характеристики аналоговых линейных цепей; - описывать и объяснять процессы в основных функциональных узлах инфокоммуникационных систем связи во временной и частотной областях.

– **владеть** - навыками планирования и практического выполнения действий, составляющих указанные умения в отведенное на выполнение контрольного задания время; - навыками самоанализа результатов, в частности, навыков математического анализа сигналов и радиотехнических цепей с использованием современных вычислительных средств; - навыками теоретического и экспериментального исследований преобразований сигналов в радиотехнических цепях в рамках физического эксперимента и компьютерного моделирования.

Согласована на портале № 16700

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		4 семестр
Аудиторные занятия (всего)	93	93
Лекции	34	34
Практические занятия	34	34
Лабораторные работы	17	17
Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	8	8
Из них в интерактивной форме	17	17
Самостоятельная работа (всего)	51	51
Выполнение курсового проекта (работы)	20	20
Оформление отчетов по лабораторным работам	12	12
Проработка лекционного материала	7	7
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	12
Всего (без экзамена)	144	144
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость ч	180	180
Зачетные Единицы	5.0	5.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Курсовая работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
4 семестр							
1 Введение	2	0	0	1	8	3	ПК-2, ПК-6
2 Математическое описание аналоговых сигналов	8	6	12	11		37	ПК-2, ПК-6
3 Математическое описание дискретных сигналов	6	6	0	5		17	ПК-2, ПК-6
4 Основы цифровой фильтрации	6	6	0	3		15	ПК-2, ПК-6
5 Математическое описание радиосигналов с различными видами модуляции	2	8	5	8		23	ПК-2, ПК-6
6 Математическое описание	10	8	0	23		41	ПК-2, ПК-6

Согласована на портале № 16700

нелинейных цепей и методы их анализа							
Итого за семестр	34	34	17	51	8	144	
Итого	34	34	17	51	8	144	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
1 Введение	Введение. Классификация сигналов и описание систем передачи информации: Классификация сигналов и основные определения. Физические характеристики сигналов. Обобщенная структурная схема системы передачи информации. Основные задачи и назначение курса РТЦиС	2	ПК-2, ПК-6
	Итого	2	
2 Математическое описание аналоговых сигналов	Спектральный анализ детерминированных сигналов с помощью обобщенных рядов Фурье: Модели сигналов и способы их математического описания. Обобщенный ряд Фурье. Погрешность обобщенного представления. Неравенство Бесселя. Равенство Парсеваля. Понятие спектра. Комплексный ряд Фурье и его применение для гармонического анализа.	2	ПК-2, ПК-6
	Применение рядов Фурье и преобразований Фурье для спектрального анализа сигналов: Периодические и непериодические сигналы и их спектры. Спектры некоторых непериодических сигналов и их свойства. Границы применимости и их расширение с помощью дельта - функций. Спектральная плотность периодического сигнала.	2	
	Применение преобразований Фурье и Лапласа для описания трансформаций сигналов в функциональных узлах систем передачи информации (Теоремы о спектрах): Обобщение	2	

Согласована на портале № 16700

	преобразований Фурье - преобразования Лапласа.Изучение функциональной связи между изменениями сигналов во временной области и соответствующими им преобразованиями спектров в частотной области.		
	Методы анализа прохождения сигналов через линейные электрические цепи: Метод дифференциальных уравнений. Спектральный метод анализа. Операторный метод анализа. Временные методы анализа. Взаимосвязь различных методов анализа. Условия неискаженной передачи сигналов.	2	
	Итого	8	
3 Математическое описание дискретных сигналов	Математическое описание сигналов с ограниченным спектром. Теорема Котельникова: Представление сообщений выборками. Дискретизация сигналов с ограниченным спектром. Теорема Котельникова. Временное и спектральное представления дискретизированных сигналов. Связь со спектральным анализом. Аналоговые, дискретные, цифровые сигналы и связь между ними.	2	ПК-2, ПК-6
	Дискретные преобразования Фурье (ДПФ) и их свойства: Прямое и обратное дискретные преобразования Фурье (ДПФ). Восстановление аналогового сигнала по коэффициентам ДПФ. Свойства ДПФ. Быстрые преобразования Фурье (БПФ)	2	
	Дискретные преобразования Лапласа (ДПЛ) и z-преобразования: Дискретное преобразование Лапласа (ДПЛ). Прямое и обратное Z - преобразования. Свойства Z – преобразований. Алгоритмы дискретной свертки.	2	
	Итого	6	
4 Основы цифровой фильтрации	Введение в цифровую фильтрацию: Аналоговые, дискретные и цифровые фильтры. Дифференциальные разностные уравнения. Передаточные функции. Применение Z-преобразований к анализу фильтров.	2	ПК-2, ПК-6
	Трансверсальные и рекурсивные	2	

Согласована на портале № 16700

	цифровые фильтры: Рекурсивные и трансверсальные цифровые фильтры. Амплитудно–частотные (АЧХ) и фазочастотные (ФЧХ) характеристики и их свойства. Расчет импульсных характеристик.		
	Методы синтеза цифровых фильтров (ЦФ): Синтез ЦФ методом обобщенного билинейного Z-преобразования. Синтез ЦФ методом инвариантности импульсной характеристики (ИИХ)	2	
	Итого	6	
5 Математическое описание радиосигналов с различными видами модуляции	Радиосигналы с амплитудной и амплитудно-импульсной модуляциями: Основные свойства и особенности анализа радиосигналов. Спектральное, временное и векторное представления амплитудно-модулированных радиосигналов при тональной и сложной модуляции. Амплитудно – импульсно - модулированные сигналы и их спектры.	2	ПК-2, ПК-6
	Итого	2	
6 Математическое описание нелинейных цепей и методы их анализа	Основные методы расчета спектра тока на выходе нелинейной электрической цепи: Принципиальные отличия между линейными и нелинейными цепями Аппроксимация вольтамперных характеристик. Применение полиноминальной и кусочно-линейной аппроксимаций, а также метода отсчетных точек для спектрального анализа колебаний в нелинейных цепях.	2	ПК-2, ПК-6
	Нелинейные резонансные усилители и преобразователи частоты: Нелинейное усиление и области его применения. Резонансные усилители и умножители частоты.Временное и спектральное представления напряжений и токов в нелинейном резонансном усилителе	2	
	Модуляторы амплитудные, угловые и квадратурные: Амплитудная и угловая модуляции. Способы осуществления. Их достоинства и недостатки. Временное и спектральное представления напряжений и токов. Принципы реализации квадратурной модуляции. Векторные диаграммы	2	

Согласована на портале № 16700

	Детектирование сигналов с амплитудной, угловой и квадратурной модуляциями: Детектирование амплитудно-модулированных колебаний в нелинейных цепях. Линейный, квадратичный и синхронный детекторы. Детектирование колебаний с угловой и квадратурной модуляциями	2	
	Автогенераторы гармонических колебаний: Определение автоколебательной системы. Обобщенная схема автогенератора. Механизм возникновения и установления колебаний в автогенераторе. Дифференциальное уравнение автогенератора, условие самовозбуждения. Стационарный режим автогенератора, баланс фаз и баланс амплитуд. Мягкий и жесткий режимы самовозбуждений. Схемы автогенераторов. RC-генераторы синусоидальных колебаний	2	
	Итого	10	
Итого за семестр		34	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин					
	1	2	3	4	5	6
Предшествующие дисциплины						
1 Основы теории цепей		+			+	+
2 Физика	+	+	+	+	+	+
3 Электродинамика	+	+			+	
Последующие дисциплины						
1 Основы теории радиосистем передачи информации	+	+	+	+	+	+
2 Основы теории систем и комплексов радиоэлектронной борьбы		+			+	+
3 Статистическая радиотехника	+	+	+	+	+	+
4 Схемотехника аналоговых электронных устройств	+	+	+			

Согласована на портале № 16700

5 Устройства генерирования и формирования сигналов	+	+	+	+	+	+
6 Устройства приема и преобразования сигналов	+	+	+	+	+	+
7 Цифровая обработка сигналов	+	+	+	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий					Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	Самостоятельная работа	
ПК-2	+	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Защита курсовых проектов (работ), Расчетная работа, Тест, Отчет по курсовой работе
ПК-6	+	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Защита курсовых проектов (работ), Расчетная работа, Тест, Отчет по курсовой работе

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Всего
4 семестр		

Согласована на портале № 16700

Презентации с использованием слайдов с обсуждением	17	17
Итого за семестр:	17	17
Итого	17	17

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
2 Математическое описание аналоговых сигналов	Практика аппаратурного анализа сигналов во временной и частотной областях	4	ПК-2, ПК-6
	Исследование спектров управляющих сигналов	4	
	Прохождение управляющих сигналов через линейные цепи	4	
	Итого	12	
5 Математическое описание радиосигналов с различными видами модуляции	Амплитудно-модулированные сигналы	5	ПК-2, ПК-6
	Итого	5	
Итого за семестр		17	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
2 Математическое описание аналоговых сигналов	Определение временных и спектральных характеристик периодических сигналов	2	ПК-2, ПК-6
	Определение спектральных характеристик непериодических сигналов	2	
	Практическое применение теорем о спектрах	2	
	Итого	6	
3 Математическое описание дискретных сигналов	Дискретное представление аналоговых сигналов	2	ПК-2, ПК-6

Согласована на портале № 16700

	Практика применения ДПФ для спектрального анализа	2	
	Расчет спектральных характеристик дискретных сигналов	2	
	Итого	6	
4 Основы цифровой фильтрации	Дискретизация аналогового сигнала и расчет спектральной плотности дискретной последовательности	2	ПК-2, ПК-6
	Определение частотных и временных характеристик трансверсальных и рекурсивных цифровых фильтров	2	
	Синтез цифровых фильтров методами инвариантности импульсной характеристики и билинейным z-преобразованием	2	
	Итого	6	
5 Математическое описание радиосигналов с различными видами модуляции	Расчет параметров радиосигналов с различными видами модуляции	2	ПК-2, ПК-6
	Практика применения низкочастотного эквивалента и его характеристик для расчета прохождения радиосигнала через избирательную цепь	2	
	Определение автокорреляционных и взаимно-корреляционных функций	2	
	Расчет согласованных фильтров	2	
	Итого	8	
6 Математическое описание нелинейных цепей и методы их анализа	Расчет спектра тока на выходе нелинейной цепи	2	ПК-2, ПК-6
	Расчет параметров нелинейного усилителя и умножителя частоты	2	
	Расчет параметров амплитудного модулятора	2	
	Расчет параметров детектора амплитудно-модулированных колебаний	2	
	Итого	8	
Итого за семестр		34	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Согласована на портале № 16700

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
4 семестр				
1 Введение	Проработка лекционного материала	1	ПК-2, ПК-6	Конспект самоподготовки
	Итого	1		
2 Математическое описание аналоговых сигналов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-2, ПК-6	Домашнее задание, Защита отчета, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	7		
	Итого	11		
3 Математическое описание дискретных сигналов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-2, ПК-6	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Расчетная работа, Тест
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	5		
4 Основы цифровой фильтрации	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-2, ПК-6	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
5 Математическое описание радиосигналов с различными видами модуляции	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-2, ПК-6	Домашнее задание, Защита отчета, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	5		
	Итого	8		
6 Математическое описание нелинейных цепей и методы их анализа	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-2, ПК-6	Домашнее задание, Защита курсовых проектов (работ), Конспект
	Проработка лекционного	1		

Согласована на портале № 16700

	материала			самоподготовки, Отчет по курсовой работе
	Выполнение курсового проекта (работы)	20		
	Итого	23		
Итого за семестр		51		
	Подготовка и сдача экзамена / зачета	36		Экзамен
Итого		87		

9.1. Темы курсовых проектов (работ)

1. Аналоговая и дискретная обработка сигналов

10. Курсовая работа (проект)

Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы (проекта) представлены таблице 10.1.

Таблица 10. 1 – Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы (проекта)

Наименование аудиторных занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр		
Выполнение курсовой работы	8	ПК-2, ПК-6
Итого за семестр	8	

10.1 Темы курсовых работ

Примерная тематика курсовых работ (проектов):

– Аналоговая и дискретная обработка сигналов

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
4 семестр				
Домашнее задание	2	2	2	6
Конспект самоподготовки	3	3	3	9
Отчет по лабораторной работе		12	24	36
Расчетная работа	2	4	4	10
Тест	3	3	3	9
Итого максимум за период	10	24	36	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	10	34	70	100

Согласована на портале № 16700

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1 Теория сигналов и линейные цепи: Учебное пособие / Каратаева Н. А. - 2012. 261 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2798, дата обращения: 06.03.2017.

2. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 2 Дискретная обработка сигналов и цифровая фильтрация: Учебное пособие / Каратаева Н. А. - 2012. 257 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2799, дата обращения: 06.03.2017.

12.2. Дополнительная литература

1. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы: учебное пособие для вузов. - М.: Дрофа, 2006. - 717 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 3 экз.)

2. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Высш. школа, 2003.-462с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 69 экз.)

3. Сиберт У.М. Цепи, сигналы, системы: в 2-х частях./Пер. С англ.-М.: Мир, 1988-Ч1.336с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 39 экз.)

4. Сиберт У.М. Цепи, сигналы, системы: в 2-х частях./Пер. С англ.-М.: Мир, 1988-Ч2.360с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 32 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1 Теория сигналов и линейные цепи: Учебно-методическое пособие / Каратаева Н. А., Киселев П. С. - 2012. 34 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2790, дата обращения: 06.03.2017.

2. Радиотехнические цепи и сигналы. Ч. 2 Нелинейная радиотехника: Учебное методическое

Согласована на портале № 16700

пособие / Каминский В. Л., Тельпуховская Л. И. - 2012. 27 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2791, дата обращения: 06.03.2017.

3. Радиотехнические цепи и сигналы. Дискретная обработка сигналов и цифровая фильтрация: Методические указания по выполнению курсовой работы / Каратаева Н. А. - 2012. 70 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2792, дата обращения: 06.03.2017.

4. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1: Лабораторный практикум по курсу «Радиотехнические цепи и сигналы». Теория сигналов. / Каратаева Н. А., Богомолов С. И. - 2013. 36 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3417, дата обращения: 06.03.2017.

5. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 2: Лабораторный практикум по курсу «Радиотехнические цепи и сигналы». Нелинейные цепи. / Богомолов С. И., Каминский В. Л. - 2013. 29 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3418, дата обращения: 06.03.2017.

6. Радиотехнические цепи и сигналы: Методические указания по организации самостоятельной работы / Богомолов С. И. - 2012. 25 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1638, дата обращения: 06.03.2017.

Методические указания по **практическим занятиям** и **самостоятельной работе**, необходимой для успешного изучения теоретического материала, выполнения расчетно-графических заданий, приведены в учебно-методических пособиях (см. пункт 12.3.1. [1,2]) и учебных пособиях (см. пункт 12.1. [1]):

Каратаева Н.А. Радиотехнические цепи и сигналы. Теория сигналов и линейные цепи Практические приложения **2.9** стр.46-55; **5.6** стр.114-121; **6.4** стр.132-145; **7.5** стр.162-166; **11.5 6** стр.217-222.

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Ресурсы сети Интернет

12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. Не предусмотренно

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 40, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 3 этаж, ауд. 318. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт., 16 рабочих станций на

Согласована на портале № 16700

базе процессоров Intel Core i5; диагональ мониторов 24", Операционная система: Microsoft Windows 7

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 3 этаж, ауд. 314. 16 рабочих станций на базе процессоров Intel Core i5; диагональ мониторов 24", Операционная система: Microsoft Windows 7 Программное обеспечение: LibreOffice; Mozilla Firefox, Google Chrome; ClamAV; WinDjView; Adobe Reader; 7-Zip; Qucs; Scilab; Qt Framework; Velleman PcLab2000LT; Altera Quartus Prime Lite Edition; PTC Mathcad 14; Keysight SystemVue; Keysight Advanced Design System (ADS); Keysight Electromagnetic Professional (EMPro)

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для выполнения самостоятельной работы используется учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 3 этаж, ауд. 314. 16 рабочих станций на базе процессоров Intel Core i5; диагональ мониторов 24", Операционная система: Microsoft Windows 7 Программное обеспечение: LibreOffice; Mozilla Firefox, Google Chrome; ClamAV; WinDjView; Adobe Reader; 7-Zip; Qucs; Scilab; Qt Framework; Velleman PcLab2000LT; Altera Quartus Prime Lite Edition; PTC Mathcad 14; Keysight SystemVue; Keysight Advanced Design System (ADS); Keysight Electromagnetic Professional (EMPro)

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Согласована на портале № 16700

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 16700

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Радиотехнические цепи и сигналы

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки (специальность): **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль): **Радиоэлектронные системы космических комплексов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **2**
Семестр: **4**

Учебный план набора 2011 года

Разработчики:

- Старший преподаватель каф. ТОР Д. С. Брагин
- Ассистент каф. ТОР Л. А. Семкина

Экзамен: 4 семестр
Курсовая работа (проект): 4 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 16700

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ПК-6	способностью разрабатывать цифровые радиотехнические устройства на базе микропроцессоров и микропроцессорных систем и программируемых логических интегральных схем с использованием современных пакетов прикладных программ	Должен знать - основные законы естественнонаучных дисциплин применительно к профессиональной деятельности; - методы математического анализа, экспериментального исследования и компьютерного моделирования радиотехнических сигналов и цепей; - основы теории спектрального анализа детерминированных сигналов; - точные и приближенные методы расчета детерминированных сигналов на выходе линейных частотно-избирательных цепей; - основные методы анализа преобразований детерминированных сигналов в нелинейных цепях; - средства теоретического, компьютерного и экспериментального исследования преобразований детерминированных сигналов в основных функциональных узлах инфокоммуникационных систем связи. ; Должен уметь - описывать и объяснять процессы в линейных и нелинейных радиотехнических цепях, строить их модели, решать задачи; - рассчитывать и измерять спектральные характеристики аналоговых и дискретных сигналов; - рассчитывать и измерять частотные и временные характеристики аналоговых линейных цепей; - описывать и объяснять процессы в основных функциональных узлах инфокоммуникационных систем связи во временной и частотной областях. ; Должен владеть - навыками планирования и практического выполнения действий, составляющих указанные умения в отведенное на выполнение контрольного задания время; - навыками самоанализа результатов, в частности, навыков
ПК-2	способностью разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ	

Согласована на портале № 16700

		математического анализа сигналов и радиотехнических цепей с использованием современных вычислительных средств; - навыками теоретического и экспериментального исследований преобразований сигналов в радиотехнических цепях в рамках физического эксперимента и компьютерного моделирования. ;

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-6

ПК-6: способностью разрабатывать цифровые радиотехнические устройства на базе микропроцессоров и микропроцессорных систем и программируемых логических интегральных схем с использованием современных пакетов прикладных программ.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	алгоритмы расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием; методики проектирования радиотехнических	проводить расчеты и проектирование деталей, узлов и устройств радио-технических систем в соответствии с техническим заданием; использовать средства автоматизации проектирования для	методиками расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем; навыками проектирования узлов и устройств радиотехнических систем с использованием

Согласована на портале № 16700

	устройств и систем с использованием средств автоматизации проектирования	расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем	средств автоматизации проектирования
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Интерактивные практические занятия; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Интерактивные практические занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Расчетная работа; • Конспект самоподготовки; • Тест; • Отчет по курсовой работе; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Защита курсовых проектов (работ); • Расчетная работа; • Конспект самоподготовки; • Тест; • Отчет по курсовой работе; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Защита курсовых проектов (работ); • Расчетная работа; • Отчет по курсовой работе; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• обосновывает алгоритмы расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием; • анализирует методики проектирования радиотехнических	• грамотно проводит расчеты и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием; • уверенно применяет средства автоматизации проектирования для расчета и	• уверенно владеет методиками расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем; • свободно использует приемы проектирования узлов и устройств радиотехнических

Согласована на портале № 16700

	устройств и систем с использованием средств автоматизации проектирования;	проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем;	систем с использованием средств автоматизации проектирования;
Хорошо (базовый уровень)	• понимает алгоритмы расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием; • аргументирует порядок проектирования радиотехнических устройств и систем с использованием средств автоматизации проектирования;	• самостоятельно проводит расчеты и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием; • корректно использует средства автоматизации проектирования для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем;	• владеет методиками расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радио-технических систем; ; • использует приемы проектирования узлов и устройств радиотехнических систем с использованием средств автоматизации проектирования;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• воспроизводит основные принципы расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радио-технических систем; ; • имеет представление о методиках проектирования узлов и устройств радиотехнических систем;	• умеет представлять результаты расчетов характеристик узлов и устройств радио-технических систем; ; • умеет работать со справочной литературой;	• владеет терминологией в области проектирования узлов и устройств радиотехнических систем; • способен корректно представить результаты расчета характеристик узлов и устройств средств радиотехнических систем;

2.2 Компетенция ПК-2

ПК-2: способностью разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	положения и методы разработки структурных и функциональных схем радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальных	разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные	навыками разработки структурных и функциональных схем радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальных

Согласована на портале № 16700

	схем радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ	схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ	схем радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Интерактивные практические занятия; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Интерактивные практические занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Расчетная работа; • Конспект самоподготовки; • Тест; • Отчет по курсовой работе; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Защита курсовых проектов (работ); • Расчетная работа; • Конспект самоподготовки; • Тест; • Отчет по курсовой работе; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Защита курсовых проектов (работ); • Расчетная работа; • Отчет по курсовой работе; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Обладает фактическими и теоретическими по разработке структурных и функциональных схем радиоэлектронных систем и комплексов ; • Обладает фактическими и теоретическими по	• Обладает диапазоном практических умений по разработке структурных и функциональных схем радиоэлектронных систем и комплексов; • Обладает диапазоном практических умений по разработке	• уверенно владеет принципами разработки структурных и функциональных схем радиоэлектронных систем и комплексов; • свободно использует приемы разработки принципиальных схем радиоэлектронных

Согласована на портале № 16700

	разработке принципиальных схем радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ;	принципиальных схем радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ;	устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ;
Хорошо (базовый уровень)	• Обладает фактическими и теоретическими по разработке структурных и функциональных схем радиоэлектронных систем и комплексов ;	• Обладает диапазоном практических умений по разработке структурных и функциональных схем радиоэлектронных систем и комплексов;	• владеет принципами разработки структурных и функциональных схем радиоэлектронных систем и комплексов; • использует приемы разработки принципиальных схем радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает фактическими и теоретическими по разработке принципиальных схем радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ;	• Обладает диапазоном практических умений по разработке принципиальных схем радиоэлектронных устройств с применением современных САПР; • Обладает диапазоном практических умений по разработке принципиальных схем радиоэлектронных устройств с применением пакетов прикладных программ;	• владеет принципами разработки структурных и функциональных схем радиоэлектронных систем и комплексов; • способен корректно использовать приемы разработки принципиальных схем радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

Типовые вопросы теста по теме «ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИГНАЛОВ»:

Вопрос 1: На рисунке 1 показан сигнал *s(t).* Определить аналитическое временное представление сигнала *s(t).*	
s(t)	Варианты ответов

Согласована на портале № 16700

Рисунок 1	**1)**	$s(t)=\begin{cases} E/2\,, & -t_1/2 \le t \le t_1/2 \\ 0\,, & t<-t_1/2\,,\ t>t_1/2 \end{cases}$	**2)**	$s(t)=\begin{cases} E/2\cdot\left(t/t_1+3/2\right), & -t_1/2 \\ 0\,, & t<-t_1/2 \end{cases}$
	3)	$s(t)=\begin{cases} E\,, & t\ge 0 \\ E/2\cdot\left(t/t_1+3/2\right), & -t_1/2 \le \\ 0\,, & t<-t_1/2\,,\ t> \end{cases}$	**4)**	$s(t)=\begin{cases} E/2\,, & -t_1/2 \le t \le t_1/2 \\ E\,, & t>0 \\ 0\,, & t<-t_1/2 \end{cases}$
	5)	$s(t)=\begin{cases} E/2\cdot\left(t/t_1+3/2\right), & -t_1/2 \le t \le t_1/2 \\ 0\,, & t<-t_1/2\,,\ t>t_1/2 \end{cases}$		

Вопрос 2: На рисунке 2 показан сигнал *s(t).* Определить нечетную относительно нуля составляющую $s_{неч}(t)$ сигнала *s(t).*

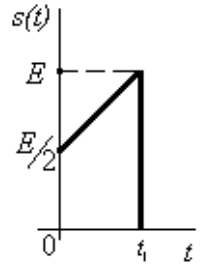
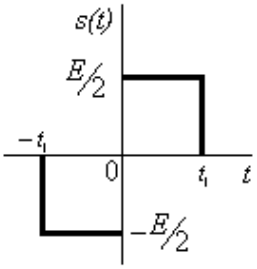


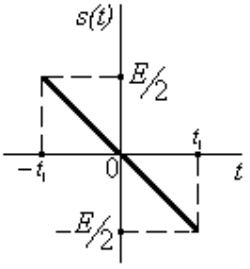
Рисунок 2

Варианты ответов

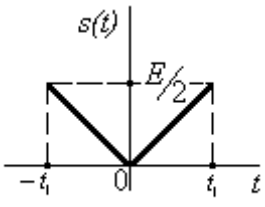
1)



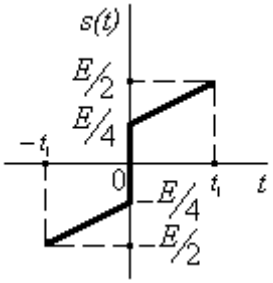
2)



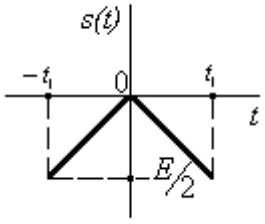
3)



4)



5)



Вопрос 3: На рисунке 3 показан сигнал *s(t).* Определить энергию Э сигнала *s(t).*

s(t)	Варианты ответов

Согласована на портале № 16700

Рисунок 3	**1)**	$Э = \frac{E^2 t_1}{3}$	**2)**	$Э = \frac{2E^2 t_1}{3}$
	3)	$Э = 0$	**4)**	$Э = E^2 t_1$
	5)	$Э = \frac{E^2 t_1}{4}$		

Вопрос 4: Дано аналитическое временное представление сигнала. Определить энергию $Э_{чет}$ четной относительно нуля составляющей сигнала *s(t).*

$s(t) = \begin{cases} E \sin\left(\frac{2\pi}{T} t\right), & 0 \\ 0, \quad t < 0, \quad t > \end{cases}$

		Варианты ответов		
	1)	$Э_{чет} = \frac{E^2}{4}$	**2)**	$Э_{чет} = \frac{E^2 T}{2}$
	3)	$Э_{чет} = 0$	**4)**	$Э_{чет} = \frac{E^2 T}{4}$
	5)	$Э_{чет} = 2E^2 T$		

Вопрос 5: На рисунке 5 показан сигнал *s(t).* Определить вид симметрии относительно нуля (1) и относительно $T/4$ (2) периодического сигнала *s(t).*

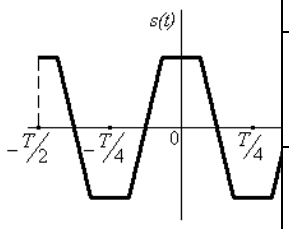


Рисунок 5

		Варианты ответов		
	1)	1. нечетная 2. нечетная	**2)**	1. нечетная 2. четная
	3)	1. четная 2. нечетная	**4)**	1. четная 2. четная
	5)	1. четная 2. общего вида		

Вопрос 6: На рисунке 6 показан сигнал *s(t)*. Определить величину мощности *P* периодического сигнала *s(t)*, если *E = 2В, R = 10 Ом*.

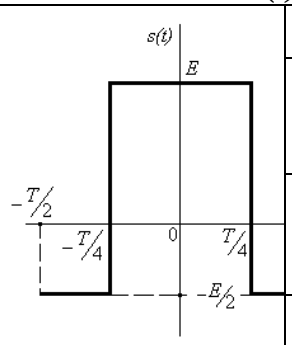


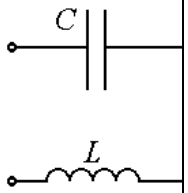
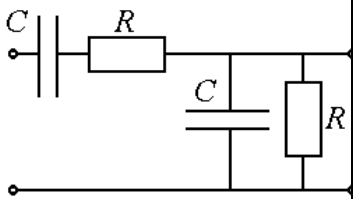
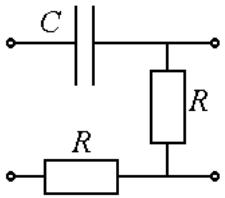
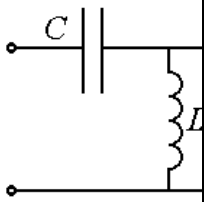
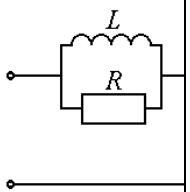
Рисунок 6

		Варианты ответов		
	1)	$P = 0$	**2)**	$P = 0{,}25\ Вт$
	3)	$P = 25\ Вт$	**4)**	$P = 0{,}05\ Вт$
	5)	$P = 5\ Вт$		

Согласована на портале № 16700

Типовые вопросы теста по теме «ЧАСТОТНЫЕ И ВРЕМЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛИНЕЙНЫХ ЦЕПЕЙ»:

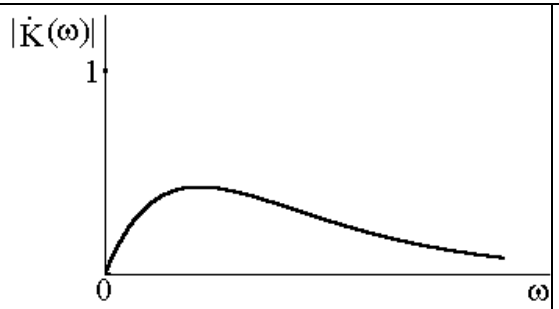
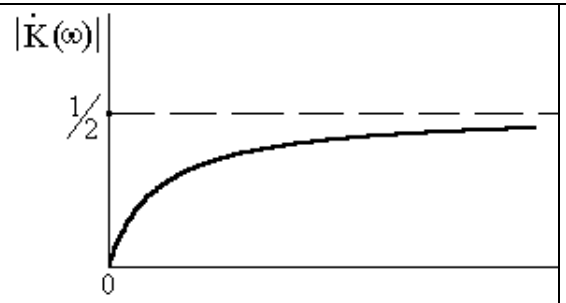
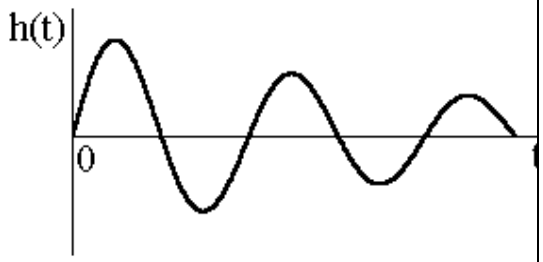
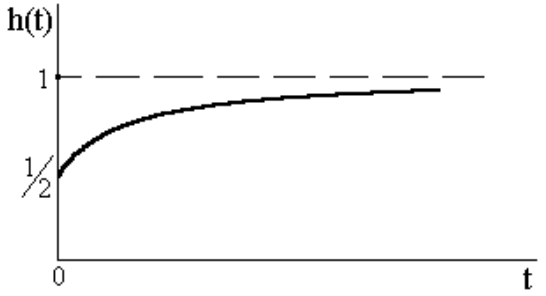
Дано: пять вариантов цепей, пять вариантов передаточных функций, пять вариантов переходных характеристик

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
				
$\frac{p^2}{p^2+\omega_p^2}$	$\frac{p+\beta}{2p+\beta}$	$\frac{p\beta}{p^2+p\beta+\omega_p^2}$	$\frac{p}{2p+\beta}$	$\frac{p\beta}{p^2+3p\beta}$
$\frac{1}{2}e^{-\frac{\beta}{2}t}\cdot\sigma$	$\frac{\beta}{\omega_p}\cdot e^{-\frac{\beta}{2}t}\cdot\sin(\omega_p t)$	$0.45\cdot\left(e^{-0.38\beta\cdot t}-e^{-2.62\beta\cdot t}\right)$	$1+\frac{1}{2}e^{-\frac{\beta}{2}t}$	$\cos(\omega_p t)$

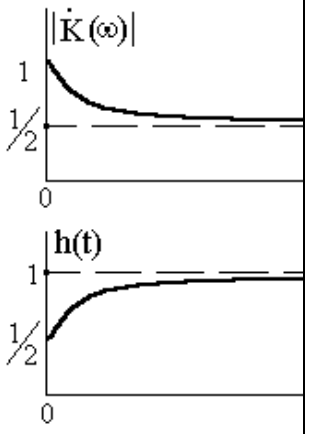
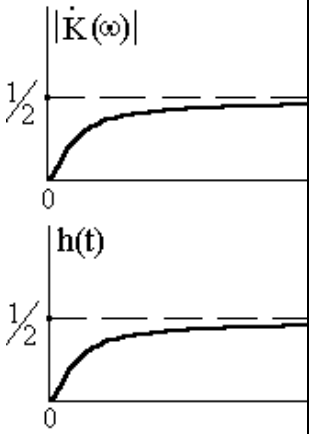
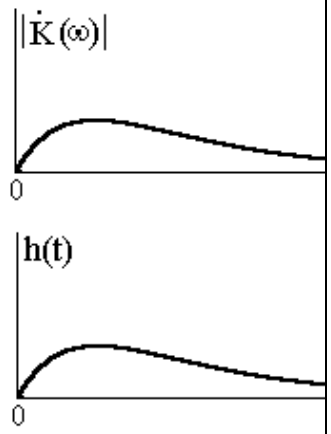
Обозначения: $\beta=\frac{1}{RC}$, $\omega_p=\frac{1}{\sqrt{LC}}$, $\beta=\frac{R}{L}$

Вопрос 1: Какой цепи соответствует АЧХ вида	**Вопрос 2**: Какой цепи соответствует АЧХ вида	**Вопрос 3**: Какой цепи соответствует h(t) вида

Согласована на портале №

<table>
<tr><td>
</td><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>Вопрос 4: Какой цепи соответствует h(t) вида</td><td>Вопрос 5: Какой переходной характеристике соответствует g(t)</td><td>Вопрос 6: Какой цепи соответствует g(t)</td></tr>
<tr><td>
</td><td>$$g(t)=\frac{1}{2}\delta(t)+\frac{\beta}{4}\cdot e^{-\frac{\beta}{2}t}$$</td><td>$$g(t)=\frac{1}{2}\delta(t)-\frac{\beta}{4}\cdot e^{-\frac{\beta}{2}t}$$</td></tr>
<tr><td colspan="5">Вопрос 7: Какие АЧХ и h(t) соответствуют цепи номер (3)</td></tr>
<tr><td>(1)</td><td>(2)</td><td>(3)</td><td>(4)</td><td>(5)</td></tr>
</table>

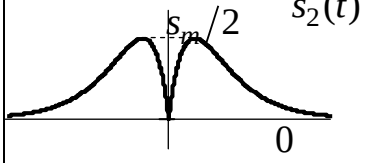
Согласована на портале №

		
Вопрос 8: Какой передаточной функции соответствует h(t) вида	**Вопрос 9**: Какой переходной характеристике соответствует K(p) вида	**Вопрос 10**: Какой цепи соответствует K(p) вида
$h(t)=\frac{\beta}{\omega_p}\cdot e^{-\frac{\beta}{2}t}\cdot\sin(\omega_p t)\cdot\sigma(t)$	$K(p)=\frac{p\beta}{p^2+3p\beta+\beta^2}$	$K(p)=\frac{p^2}{p^2+\omega_p^2}$
Примечание: отсутствие верного ответа обозначить цифрой 0		

Согласована на портале №

Типовые вопросы теста по теме «ТЕОРЕМЫ О СПЕКТРАХ»:

Вопрос 1: Определить спектральную плотность сигнала $s_2(t)$



Варианты ответов

$$\dot{S}_2(\omega)=\frac{\alpha^2-\omega^2}{\alpha^2+\omega^2}$$

$$\dot{S}_2(\omega)=-j\frac{2\alpha\omega}{\alpha^2+\omega^2}$$

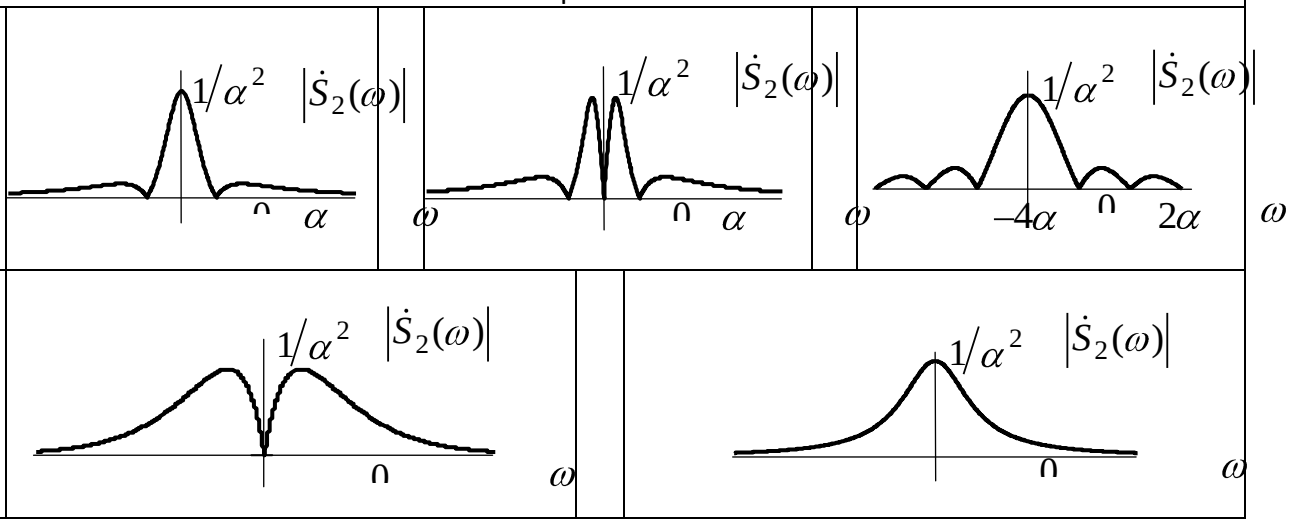
$$\dot{S}_2(\omega)=\frac{2\alpha\omega}{\alpha^2+\omega^2}$$

$$\dot{S}_2(\omega)=\frac{1}{2}\frac{1}{\alpha+j\omega}$$

$$\dot{S}_2(\omega)=\frac{\alpha}{\alpha^2+\omega^2}$$

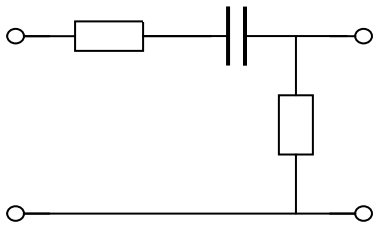
Вопрос 2: Указать амплитудно – частотную характеристику сигнала $s_2(t)$

Варианты ответов



Контрольная работа по теме «РАСЧЕТ ОТКЛИКА НА ВЫХОДЕ ЛИНЕЙНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ»:

Вариант 1

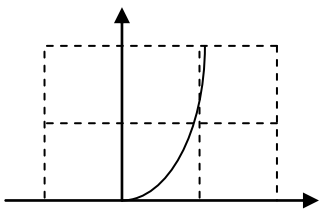


- Получить аналитическое выражение и построить график для АЧХ линейной цепи [масштаб частотной оси оценивать в единицах α, где α = 1/(RC)]. (Обязательные расчетные точки на оси частот: ω = 0, α, ∞.)
- Рассчитать и построить временные характеристики цепи. (Обязательные расчетные точки на оси времени: t = 0, 1/α, ∞.)

Контрольная работа по теме «РАСЧЕТ СПЕКТРА ТОКА НА ВЫХОДЕ НЕЛИНЕЙНОЙ ЦЕПИ»:

Вариант 1

К нелинейному элементу (НЭ) приложены сумма постоянного U_0 и переменного с амплитудой E гармонического напряжений. В выходную цепь НЭ включен параллельный колебательный контур, настроенный в резонанс с частотой входного сигнала. Параметры нагрузки нелинейного элемента:



Согласована на портале № 16700

добротность контура $Q = 65$; резонансная частота $f_Р = 235$ кГц; емкость контура $C_К = 3500$ пФ.

- Выполнить аппроксимацию вольтамперной характеристики НЭ степенным полиномом и отрезками прямых линий.
- Рассчитать сопротивление нагрузки постоянному току и переменному току на частотах, равных частотам первой и второй гармоник входного сигнала.

Для полиномиальной аппроксимации:

- Рассчитать величину постоянной составляющей, амплитуды первой и второй гармоник тока, протекающего через нелинейный элемент, если постоянное смещение U_0 составляет 0,3 В, а амплитуда переменной гармонической составляющей E равна 0,1 В. Определить значения постоянной составляющей и амплитуд первой и второй гармоник напряжения на нагрузке при тех же сигналах.
- (*) Выбрать рабочую точку НЭ на середине линейного участка. Рассчитать коэффициент усиления для резонансного усилителя, работающего в линейном режиме. Определить максимально допустимую для линейного режима амплитуду сигнала на входе.

Темы практических занятий (3 семестр):

Определение временных и спектральных характеристик периодических сигналов
Определение спектральных характеристик непериодических сигналов
Практическое применение теорем о спектрах
Практика применения операторного и временного методов для расчета прохождения сигналов через линейные электрические цепи
Практика применения ДПФ для спектрального анализа
Расчет спектральных характеристик дискретных сигналов

Темы практических занятий (4 семестр):

Дискретизация аналогового сигнала и расчет спектральной плотности дискретной последовательности
Определение частотных и временных характеристик трансверсальных и рекурсивных цифровых фильтров
Синтез цифровых фильтров методами инвариантности импульсной характеристики и билинейным z-преобразованием
Расчет параметров радиосигналов с различными видами модуляции
Расчет низкочастотного эквивалента избирательной цепи и его характеристик
Расчет прохождения радиосигнала через избирательную цепь
Расчет спектра тока на выходе нелинейной цепи
Расчет параметров нелинейного усилителя и умножителя частоты
Расчет параметров амплитудного модулятора
Расчет параметров детектора амплитудно-модулированных колебаний
Расчет параметров автогенератора гармонических колебаний
Определение автокорреляционных и взаимно-корреляционных функций
Расчет согласованных фильтров

Темы лабораторных работ (3 семестр):

Практика аппаратурного анализа сигналов во временной и частотной областях
Исследование спектров управляющих сигналов
Прохождение управляющих сигналов через линейные цепи

Темы лабораторных работ (4 семестр):

Исследование частотных и временных характеристик дискретных сигналов.
Амплитудно-модулированные сигналы
Исследование нелинейного усилителя и умножителя частоты
Амплитудный модулятор
Исследование детектирования амплитудно-модулированных колебаний
LC-автогенератор синусоидальных колебаний

Темы курсовой работы (4 семестр):

По выбору:
Аналоговая обработка сигналов;
Аналоговая и дискретная обработка сигналов;

Согласована на портале № 16700

Дискретная обработка сигналов и цифровая фильтрация.

Теоретические вопросы к зачету по дисциплине РТЦС:

1. Сформулировать основные идеи представления сигнала обобщенным рядом Фурье (суть среднеквадратического приближения, зачем нужен ортогональный базис, зачем полный базис, универсальная расчетная формула).
2. Прямое и обратное преобразования Фурье (физический смысл, размерность, границы применимости, связь с комплексным рядом Фурье).
3. Простейшие обобщенные функции, их свойства, связь между ними во временной и частотной области.
4. Динамические модели сигналов (геометрическая интерпретация, интегральные представления и связь между ними).
5. Теоремы о спектрах: изменение масштаба и дифференцирование (во временной и частотной области).
6. Теоремы о спектрах: сдвиг и перемножение (во временной и частотной области).
7. Теоремы о спектрах: свертка и интегрирование (во временной и частотной области).
8. Прямое и обратное преобразования Лапласа (сформулировать основные идеи: переход от преобразований Фурье, Р-плоскость и смысл комплексной частоты Р, интегральная формула Коши и ее применение).
9. Сравнительный анализ преобразований Фурье и преобразований Лапласа (интегралы Фурье и Лапласа, границы применимости, взаимный переход от одного к другому).
10. Частотные и временные характеристики линейных цепей и связь между ними во временной и частотной области.
11. Воздействие периодических сигналов на линейные цепи. (Метод комплексных амплитуд и его применение для расчета периодических сигналов на выходе узкополосных и широкополосных линейных цепей).
12. Воздействие непериодических сигналов на линейные цепи. (Операторный метод расчета отклика. Суть метода, достоинства, недостатки).
13. Воздействие непериодических сигналов на линейные цепи. (временные методы анализа ,интеграл Дюамеля, интеграл свертки; суть методов, достоинства, недостатки).
14. Сравнительный анализ различных методов расчета отклика на выходе линейных цепей (операторного метода и методов временного интегрирования).
15. Тональная амплитудная модуляция (основные параметры: M, Pcp, Po, Pmax, Pmin, ширина спектра). Временное, спектральное и векторное представления.
16. Амплитудно-импульсно-модулированные сигналы и их спектры.
17. Сравнительный анализ АМ сигналов и АИМ сигналов во временной и частотной области.
18. Сравнительный анализ АМ сигналов и БМ сигналов во временной и частотной области.
19. Тональная частотная модуляция (основные параметры: индекс, девиация, ширина спектра). Временное, спектральное, векторное представления при $m<<1$.
20. Тональная фазовая модуляция (основные параметры: индекс, девиация, ширина спектра). Временное ,спектральное и векторное представления при $m<<1$.
21. Смешанная модуляция (амплитудная и угловая). Временное, спектральное и векторное представления.
22. Понятие физической огибающей, мгновенной частоты и полной фазы узкополосного процесса. Представление узкополосного процесса в комплексной плоскости. Понятие комплексной огибающей.
23. Оценка физической огибающей, мгновенной частоты и полной фазы с помощью преобразований Гильберта.
24. Аналитический сигнал и его свойства во временной и частотной области (аналитический сигнал – комплексная модель узкополосного сигнала, определенная с помощью преобразований Гильберта).
25. Анализ избирательных цепей (амплитудно-частотная и импульсная характеристики избирательных цепей).

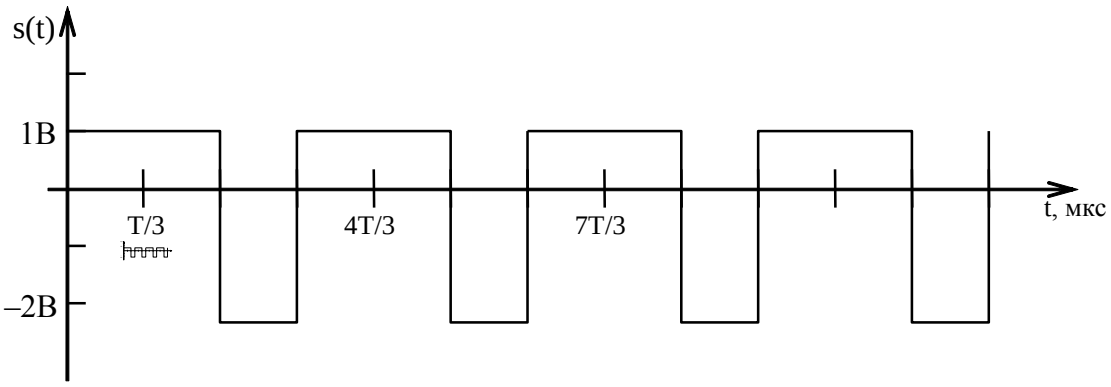
Согласована на портале № 16700

26. Низкочастотный эквивалент избирательных цепей (погрешность приближения, амплитудно-частотная и импульсная характеристики),
27. Сравнительный анализ избирательной цепи и его низкочастотного эквивалента (сравнить амплитудно-частотные характеристики, импульсные характеристики и передаточные функции).
28. Приближенный временной метод анализа (метод огибающей) прохождения узкополосного сигнала через избирательную цепь.
29. Приближенный операторный метод анализа прохождения узкополосного сигнала через избирательную цепь.
30. Корреляционный анализ детерминированных сигналов (автокорреляционная функция, энергетический спектр и их свойства).
31. Корреляционный анализ детерминированных сигналов (взаимная корреляционная функция, ее свойства).

Варианты зачетной письменной работы по дисциплине РТЦС, ч.1:

Задание № 1.

Произвести спектральный анализ периодического сигнала вида s(t), график которого показан на рисунке (период T=500 мкс).



- Рассчитать и построить спектр амплитуд и спектр фаз (число гармоник ≤ 10).
- Записать аналитическое выражение и построить оценку из двух гармоник.
- Рассчитать относительное значение погрешности представления сигнала s(t) оценкой из двух гармоник.

Задание № 2.

Рассчитать и построить отклик на выходе линейной цепи. Сигнал на входе описывается выражением $s(t) = E \cdot e^{-\alpha \cdot t} \cdot \sigma(t)$, В. Линейная цепь задана импульсной характеристикой вида $g(t) = \beta \cdot e^{-\beta \cdot t} \cdot \sigma(t)$, В/с.

Задание № 3.

Теоретический вопрос 15.

Тональная амплитудная модуляция (основные параметры: M, $P_{ср}$, $P_о$, P_{max}, P_{min}, ширина спектра). Временное, спектральное и векторное представления.

Экзаменационные вопросы по дисциплине РТЦС:

1. Модели сигналов и их свойства. Динамическое представление сигналов. Энергетические характеристики сигналов
2. Разложение периодического сигнала по гармоникам. Спектральные характеристики периодического сигнала
3. Гармонический анализ непериодических сигналов. Спектральные характеристики непериодических сигналов
4. Теоремы о спектрах (сложение сигналов, изменение масштаба, сдвиг сигналов во времени, дифференцирование, интегрирование, произведение сигналов)
5. Свертывание двух сигналов. Корреляционные функции двух сигналов

Согласована на портале № 16700

6. Преобразование Лапласа. Обратное преобразование Лапласа
7. Свойства преобразования Лапласа (сложение сигналов, изменение масштаба, сдвиг сигналов во времени, дифференцирование, интегрирование, произведение сигналов)
8. Математические модели линейной электрической цепи. Передаточная, импульсная, переходная характеристика цепи.
9. Прохождение периодических сигналов через цепи (метод комплексных амплитуд). Прохождение непериодических сигналов через цепи (операторный метод)
10. Операторный метод определения установившейся реакции цепи на включение периодического сигнала
11. Временные методы анализа (интегралы Дюамеля)
12. АМ колебания. Тональная модуляция гармонической несущей
13. Энергетические характеристики АМ колебаний. Балансная амплитудная модуляция
14. Угловая модуляция. Тональная угловая модуляция
15. Спектр сигналов угловой модуляции при малых индексах модуляции
16. Спектр сигналов угловой модуляции при произвольных индексах модуляции
17. Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы. Обобщенная структурная схема системы цифровой обработки сигналов.
18. Спектр дискретного сигнала. Влияние формы дискретизирующих импульсов на характеристики дискретного сигнала
19. Разложение сигналов в ряд Котельникова. Доказательство. Основные выводы
20. Прямое и обратное ДПФ. Связь ДПФ и спектра дискретного сигнала
21. Свойства ДПФ
22. Прямое и обратное Z-преобразования. Свойства Z-преобразований
23. Цифровые фильтры. Основные структуры. Характеристики цифровых фильтров
24. Системная функция цифрового фильтра. Устойчивость дискретных систем
25. Синтез цифровых фильтров (метод билинейного Z-преобразования, метод инвариантной импульсной характеристики)
26. Методы расчета отклика на выходе цифровых фильтров
27. Воздействие слабого гармонического сигнала на безинерционный нелинейный элемент
28. Воздействие сильного гармонического сигнала на безинерционный нелинейный элемент
29. Нелинейное резонансное усиление. Умножение частоты гармонических сигналов
30. Автоколебательная система. Общие положения. Стационарный режим работы автогенератора
31. Возникновение колебаний в автогенераторах. Мягкий и жесткий режимы самовозбуждения автогенератора
32. RC-генераторы

3.1 Темы лабораторных работ

- Практика аппаратурного анализа сигналов во временной и частотной областях
- Исследование спектров управляющих сигналов
- Прохождение управляющих сигналов через линейные цепи
- Амплитудно-модулированные сигналы

3.2 Темы курсовых проектов (работ)

- Аналоговая и дискретная обработка сигналов

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1 Теория сигналов и линейные цепи: Учебное пособие / Каратаева Н. А. - 2012. 261 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа:

Согласована на портале № 16700

https://edu.tusur.ru/publications/2798, свободный.

2. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 2 Дискретная обработка сигналов и цифровая фильтрация: Учебное пособие / Каратаева Н. А. - 2012. 257 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2799, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы: учебное пособие для вузов. - М.: Дрофа, 2006. - 717 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 3 экз.)
2. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Высш. школа, 2003.-462с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 69 экз.)
3. Сиберт У.М. Цепи, сигналы, системы: в 2-х частях./Пер. С англ.-М.: Мир, 1988-Ч1.336с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 39 экз.)
4. Сиберт У.М. Цепи, сигналы, системы: в 2-х частях./Пер. С англ.-М.: Мир, 1988-Ч2.360с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 32 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1 Теория сигналов и линейные цепи: Учебно-методическое пособие / Каратаева Н. А., Киселев П. С. - 2012. 34 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2790, свободный.
2. Радиотехнические цепи и сигналы. Ч. 2 Нелинейная радиотехника: Учебное методическое пособие / Каминский В. Л., Тельпуховская Л. И. - 2012. 27 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2791, свободный.
3. Радиотехнические цепи и сигналы. Дискретная обработка сигналов и цифровая фильтрация: Методические указания по выполнению курсовой работы / Каратаева Н. А. - 2012. 70 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2792, свободный.
4. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1: Лабораторный практикум по курсу «Радиотехнические цепи и сигналы». Теория сигналов. / Каратаева Н. А., Богомолов С. И. - 2013. 36 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3417, свободный.
5. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 2: Лабораторный практикум по курсу «Радиотехнические цепи и сигналы». Нелинейные цепи. / Богомолов С. И., Каминский В. Л. - 2013. 29 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3418, свободный.
6. Радиотехнические цепи и сигналы: Методические указания по организации самостоятельной работы / Богомолов С. И. - 2012. 25 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1638, свободный.

Методические указания по **практическим занятиям** и **самостоятельной работе**, необходимой для успешного изучения теоретического материала, выполнения расчетно-графических заданий, приведены в учебно-методических пособиях (см. пункт 12.3.1. [1,2]) и учебных пособиях (см. пункт 12.1. [1]):

Каратаева Н.А. Радиотехнические цепи и сигналы. Теория сигналов и линейные цепи Практические приложения **2.9** стр.46-55; **5.6** стр.114-121; **6.4** стр.132-145; **7.5** стр.162-166; **11.5 6** стр.217-222.

4.4. Ресурсы сети Интернет

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Не предусмотренно

Согласована на портале № 16700