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

Сигналы электросвязи

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль): **Системы радиосвязи и радиодоступа**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**
Курс: **2**
Семестр: **3, 4**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	4 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	16	34	часов
2	Практические занятия	12	12	24	часов
3	Лабораторные работы	12	12	24	часов
4	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)		10	10	часов
5	Всего аудиторных занятий	42	50	92	часов
6	Самостоятельная работа	48	40	88	часов
7	Всего (без экзамена)	90	90	180	часов
8	Подготовка и сдача экзамена		36	36	часов
9	Общая трудоемкость	90	126	216	часов
		2.5	3.5	6.0	З.Е

Зачет: 3 семестр
Экзамен: 4 семестр
Курсовая работа (проект): 4 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 14892

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) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 2015-03-06 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

Доцент каф. ТОР _____ Каминский В. Л.

Заведующий обеспечивающей каф.
ТОР _____ Демидов А. Я.

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

Декан РТФ _____ Попова К. Ю.

Заведующий выпускающей каф.
ТОР _____ Демидов А. Я.

Эксперты:

доцент каф. ТОР _____ Богомолов С. И.

Согласована на портале № 14892

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины "Сигналы в электросвязи(СЭ)" является 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.

В результате изучения настоящей дисциплины у студентов должны сформироваться знания, умения и навыки, позволяющие проводить самостоятельный анализ процессов передачи, приема и обработки сигналов, происходящих в системах связи. Приобретенные студентами знания и навыки необходимы как для грамотной эксплуатации существующей аппаратуры, так и для разработки и проектирования перспективной. Студенты также должны получить знания, имеющие не только самостоятельное значение, но и обеспечивающие подготовку для усвоения последующих дисциплин.

1.2. Задачи дисциплины

– Основной задачей дисциплины является освоение студентами современных методов анализа детерминированных и случайных сигналов, методов анализа радиотехнических цепей: аналоговых, дискретных и цифровых. Изучение дисциплины "Сигналы в электросвязи(СЭ)" способствует формированию у студентов общекультурных и профессиональных компетенций соответствующих ООП.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Сигналы электросвязи» (Б1.В.ОД.12) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Информатика, Математика, Теория электрических цепей, Физика, Электромагнитные поля и волны.

Последующими дисциплинами являются: Общая теория связи, Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей, Радиопередающие устройства систем радиосвязи и радиодоступа, Радиоприемные устройства систем радиосвязи и радиодоступа, Схемотехника телекоммуникационных устройств, Теоретические основы статистической радиотехники и беспроводной связи, Цифровая обработка сигналов.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-7 готовностью к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта;

– ПК-9 умением проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** -основные понятия в области передачи информации в инфокоммуникационных систе-мах; -тенденции развития в области инфокоммуникационных технологий и систем связи; - методы математического анализа, экспериментального исследования и компьютерного моделирования радиотехнических сигналов и цепей; -алгоритмы расчета характеристик устройств и систем связи, в том числе, и с использованием самостоятельно создаваемых оригинальных программ; -методики проектирования устройств и систем связи, в том числе, и с использованием средств автоматизации проектирования;

– **уметь** - проводить анализ технической информации в рамках определенной тематики; - осуществлять поиск и анализ информации, представленной в различных источниках; - рассчитывать и измерять спектральные характеристики аналоговых сигналов и цепей; - проводить расчеты по проекту средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием; - использовать методики проектирования устройств и систем связи, в том числе, и с использованием

Согласована на портале № 14892

средств автоматизации проектирования.

– **владеть** - навыками работы с технической документацией, в том числе, при поиске информации; - навыками самостоятельной работы на компьютере и в компьютерных сетях; - навыками теоретического и экспериментального исследований преобразований сигналов в радиотехнических цепях в рамках физического эксперимента и компьютерного моделирования; - методиками расчета характеристик средств инфокоммуникаций; - навыками проектирования узлов и устройств средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		3 семестр	4 семестр
Аудиторные занятия (всего)	92	42	50
Лекции	34	18	16
Практические занятия	24	12	12
Лабораторные работы	24	12	12
Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	10		10
Самостоятельная работа (всего)	88	48	40
Выполнение курсового проекта (работы)	10		10
Оформление отчетов по лабораторным работам	36	24	12
Проработка лекционного материала	15	8	7
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	27	16	11
Всего (без экзамена)	180	90	90
Подготовка и сдача экзамена	36		36
Общая трудоемкость ч	216	90	126
Зачетные Единицы	6.0	2.5	3.5

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	(без экзамена) Всего часов	компетенции Формируемые
3 семестр							

Согласована на портале № 14892

1 Раздел 1. Введение	2	2	0	5	0	9	ПК-7, ПК-9
2 Раздел 2. Математическое описание аналоговых сигналов	7	6	8	25	0	46	ПК-7, ПК-9
3 Раздел 3. Прохождение аналоговых сигналов через линейные электрические цепи (ЛЭЦ)	4	2	4	14	0	24	ПК-7, ПК-9
4 Раздел 4. Математическое описание радиосигналов с различными видами модуляции	5	2	0	4	0	11	ПК-7, ПК-9
Итого за семестр	18	12	12	48	0	90	
4 семестр							
5 Раздел 5. Математическое описание нелинейных цепей и методов их анализа	14	8	8	30	10	60	ПК-7, ПК-9
6 Раздел 6. Заключение	2	4	4	10		20	ПК-7, ПК-9
Итого за семестр	16	12	12	40	10	90	
Итого	34	24	24	88	10	180	

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	ч Трудоемкость,	компетенции Формируемые
3 семестр			
1 Раздел 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 СЭ.	2	ПК-7, ПК-9
	Итого	2	
2 Раздел 2. Математическое описание аналоговых сигналов	Гармонический анализ периодических сигналов с помощью тригонометрических и комплексных рядов Фурье: Модели сигналов и способы их математического описания. Обобщенный ряд Фурье. Погрешность	2	ПК-7, ПК-9

Согласована на портале № 14892

	обобщенного представле-ния. Неравенство Бесселя. Равенство Парсеваля. Понятие спектра. Комплексный ряд Фурье и его применение для гармонического анализа.		
	Преобразования Фурье и спектральный анализ непериодических сигналов: Периодические и непериодические сигналы и их спектры. Спектры, спектральные плотности сигналов и их свойства. Границы применимости преобразований Фурье и их расширение с помощью обобщенных функций. Спектральная плотность периодического сигнала.	2	
	Преобразования Фурье и Лапласа и их применение для описания изменений сигналов в узлах систем передачи информации: Обобщение преобразований Фурье - преобразования Лапласа. Изучение функциональной связи между изменениями сигналов во временной области и соответствующими им преобразованиями спектров в частотной области. Теоремы о спектрах.	3	
	Итого	7	
3 Раздел 3. Прохождение аналоговых сигналов через линейные электрические цепи (ЛЭЦ)	Частотные методы анализа прохождения сигналов через (ЛЭЦ): Спектральный метод анализа. Операторный метод анализа.	2	ПК-7, ПК-9
	Временные методы анализа прохождения сигналов через (ЛЭЦ): Методы временного интегрирования (интегралы Дюамеля). Взаи-мосвязь различных методов анализа. Условия неискаженной пере-дачи сигналов.	2	
	Итого	4	
4 Раздел 4. 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	3	ПК-7, ПК-9

	спектры.		
	Радиосигналы с угловой и квадратурной модуляциями. Широкополосные сигналы: Особенности анализа радиосигналов с угловой модуляцией. Спектры сигналов при тональной и сложной модуляции. Спектры сигналов со смешанной амплитудной и угловой модуляциями. Квадратурная модуляция.	2	
	Итого	5	
Итого за семестр		18	
4 семестр			
5 Раздел 5. Математическое описание нелинейных цепей и методов их анализа	Основные методы расчета спектра тока на выходе нелинейной электрической цепи: Принципиальные отличия между линейными и нелинейными цепями. Применение полиноминальной и кусочно-линейной аппроксимаций вольтамперных характеристик, а также метода отсчетных точек для спектрального анализа колебаний в нелинейных цепях.	3	ПК-7, ПК-9
	Нелинейные резонансные усилители, умно-жители и преобразователи частоты: Нелинейное усиление и области его применения. Резонансные усилители, умножители частоты и преобразователи частоты. Временное и спектральное представления напряжений и токов в нелинейных резонансных усилителе, умножителе и преобразователе частоты.	4	
	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.	3	
	Детектирование сигналов с амплитудной, угловой и квадратурной модуляциями: Детектирование сигналов с амплитудной, угловой и квадратурной модуляциями.	2	
	Автогенераторы гармонических колебаний: Определение автоколебательной системы. Механизм	2	

Согласована на портале № 14892

	возникновения и установления колебаний в автогенераторе. Стационарный режим автогенератора, баланс фаз и баланс амплитуд. Мягкий и жесткий режимы самовозбуждений. Схемы автогенераторов. RC-генераторы гармонических колебаний.		
	Итого	14	
6 Раздел 6. Заключение	Заключение: Перспективы развития средств и методов формирования и обработки сигналов.	2	ПК-7, ПК-9
	Итого	2	
Итого за семестр		16	
Итого		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 Информатика		+	+	+	+	+
2 Математика	+	+	+	+	+	+
3 Теория электрических цепей			+			
4 Физика	+	+	+	+	+	+
5 Электромагнитные поля и волны	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины						
1 Общая теория связи	+	+	+	+	+	+
2 Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей	+	+	+	+	+	+
3 Радиопередающие устройства систем радиосвязи и радиодоступа	+	+	+	+	+	+
4 Радиоприемные устройства систем радиосвязи и радиодоступа	+	+	+	+	+	+
5 Схемотехника телекоммуникационных устройств	+	+	+	+	+	+
6 Теоретические основы статистической радиотехники и беспроводной связи	+	+	+	+	+	+
7 Цифровая обработка сигналов	+	+	+	+	+	+

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Согласована на портале № 14892

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-7	+	+	+	+	+	Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Компонент своевременности, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов (работ), Тест, Отчет по курсовой работе
ПК-9	+	+	+	+	+	Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Компонент своевременности, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов (работ), Тест, Отчет по курсовой работе

Согласована на портале № 14892

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	ч Трудоемкость,	компетенции Формируемые
3 семестр			
2 Раздел 2. Математическое описание аналоговых сигналов	Практика аппаратурного анализа сигналов во временной и частотной областях	4	ПК-7, ПК-9
	Исследование спектров управляющих сигналов	4	
	Итого	8	
3 Раздел 3. Прохождение аналоговых сигналов через линейные электрические цепи (ЛЭЦ)	Прохождение управляющих сигналов через линейные цепи	4	ПК-7, ПК-9
	Итого	4	
Итого за семестр		12	
4 семестр			
5 Раздел 5. Математическое описание нелинейных цепей и методов их анализа	Исследование нелинейного усилителя и умножителя частоты	4	ПК-7, ПК-9
	Амплитудный модулятор	4	
	Итого	8	
6 Раздел 6. Заключение	Исследование детектирования амплитудно-модулированных колебаний	4	ПК-7, ПК-9
	Итого	4	
Итого за семестр		12	
Итого		24	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 14892

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	ч Трудоемкость,	компетенции Формируемые
3 семестр			
1 Раздел 1. Введение	Расчет физических характеристик сигналов	2	ПК-7, ПК-9
	Итого	2	
2 Раздел 2. Математическое описание аналоговых сигналов	Определение временных и спектральных характери-стик периодических сигналов	2	ПК-7, ПК-9
	Определение спектральных характеристик непериодических сигналов. Теоремы о спектрах	2	
	Практика применения частотного и операторного методов для расчета прохождения сигналов через линейные электрические цепи	2	
	Итого	6	
3 Раздел 3. Прохождение аналоговых сигналов через линейные электрические цепи (ЛЭЦ)	Практика применения временных методов для расчета прохождения сигналов через ЛЭЦ	2	ПК-7, ПК-9
	Итого	2	
4 Раздел 4. Математическое описание радиосигналов с различными видами модуляции	Расчет спектральных характеристик модулированных сигналов	2	ПК-7, ПК-9
	Итого	2	
Итого за семестр		12	
4 семестр			
5 Раздел 5. Математическое описание нелинейных цепей и методов их анализа	Аппроксимация вольтамперных характеристик нелинейных элементов	2	ПК-7, ПК-9
	Расчет спектра тока на выходе нелинейной цепи методом угла отсечки	4	
	Расчет спектра тока на выходе нелинейной цепи методом тригонометрических формул кратного аргумента	2	
	Итого	8	
6 Раздел 6. Заключение	Расчет колебательных, модуляционных и детекторных характеристик	4	ПК-7, ПК-9

Согласована на портале № 14892

	Итого	4	
Итого за семестр		12	
Итого		24	

9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	ч Трудоемкость,	компетенции Формируемые	Формы контроля
3 семестр				
1 Раздел 1. Введение	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-7, ПК-9	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	5		
2 Раздел 2. Математическое описание аналоговых сигналов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-7, ПК-9	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	1		
	Проработка лекционного материала	1		
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	25		
3 Раздел 3. Прохождение аналоговых сигналов	Подготовка к практическим занятиям,	4	ПК-7, ПК-9	Контрольная работа, Опрос на занятиях,

Согласована на портале № 14892

через линейные электрические цепи (ЛЭЦ)	семинарам			Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	14		
4 Раздел 4. Математическое описание радиосигналов с различными видами модуляции	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-7, ПК-9	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	4		
Итого за семестр		48		
4 семестр				
5 Раздел 5. Математическое описание нелинейных цепей и методов их анализа	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-7, ПК-9	Защита курсовых проектов (работ), Компонент своевременности, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по курсовой работе, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	1		
	Проработка лекционного материала	1		
	Проработка лекционного материала	1		
	Проработка лекционного материала	1		
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Выполнение курсового проекта (работы)	10		
	Итого	30		
6 Раздел 6. Заключение	Подготовка к	4	ПК-7,	Контрольная работа,

Согласована на портале № 14892

	практическим занятиям, семинарам		ПК-9	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	10		
Итого за семестр		40		
	Подготовка и сдача экзамена / зачета	36		Экзамен
Итого		124		

9.1. Темы курсовых проектов (работ)

1. Спектральный анализ сигналов и расчет откликов линейной цепи.

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	ч Трудоемкость,	компетенции Формируемые
4 семестр		
Подготовка и защита курсовой работы	10	ПК-7, ПК-9
Итого за семестр	10	

10.1 Темы курсовых работ

Примерная тематика курсовых работ (проектов):

– Спектральный анализ сигналов и расчет откликов линейной цепи.

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
3 семестр				
Компонент своевременности	6	6	6	18
Конспект	6	4	2	12

Согласована на портале № 14892

самоподготовки				
Контрольная работа		8	8	16
Опрос на занятиях		8	10	18
Отчет по лабораторной работе	6	12		18
Тест	6	6	6	18
Итого максимум за период	24	44	32	100
Нарастающим итогом	24	68	100	100
4 семестр				
Компонент своевременности	4	6	6	16
Конспект самоподготовки	3	3	3	9
Отчет по лабораторной работе		12	24	36
Тест	3	3	3	9
Итого максимум за период	10	24	36	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	10	34	70	100

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)

Согласована на портале № 14892

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: 10.02.2017.
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: 10.02.2017.

12.2. Дополнительная литература

1. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Высш. школа, 2003.-462с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 69 экз.)
2. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы: учебное пособие для вузов. - М.: Дрофа, 2006. - 717 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 3 экз.)
3. Сиберт У.М. Цепи, сигналы, системы: в 2-х частях./Пер. С англ.-М.: Мир, 1988-Ч1.336с.,Ч2.360с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 71 экз.)
4. Сиберт У.М. Цепи, сигналы, системы: в 2-х частях./Пер. С англ.-М.: Мир, 1988-Ч 1 - 1988, 336с (наличие в библиотеке ТУСУР - 39 экз.)
5. Сиберт У.М. Цепи, сигналы, системы: в 2-х частях./Пер. С англ.-М.: Мир, 1988-ч 2 - 1988, 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: 10.02.2017.
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, дата обращения: 10.02.2017.
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: 10.02.2017.
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: 10.02.2017.
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: 10.02.2017.
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: 10.02.2017.

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.

Согласована на портале № 14892

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

1. 1. Компьютерный лабораторный практикум по курсу "Радиотехнические цепи и сигналы" – М.: ВНТИЦ, 2008. - №50200800874 (Свидетельство № 10434 об отраслевой регистрации раз-работки в «Отраслевом фонде алгоритмов и программ» от 25.04.2008 Москва) Режим досту-па: http://edu.tusur.ru/training/publicatos/1760
2. 2. MathCad 13.

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 70, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 70, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

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. 74, 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 проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 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

Согласована на портале № 14892

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.

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.

Согласована на портале № 14892

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 № 14892

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

Сигналы электросвязи

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль): **Системы радиосвязи и радиодоступа**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**
Курс: **2**
Семестр: **3, 4**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:

- Доцент каф. ТОР Каминский В. Л.

Зачет: 3 семестр
Экзамен: 4 семестр
Курсовая работа (проект): 4 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 14892

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-7	готовностью к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта	Должен знать -основные понятия в области передачи информации в инфокоммуникационных систе-мах; - тенденции развития в области инфокоммуникационных технологий и систем связи; -методы математического анализа, экспериментального исследования и компьютерного моделирования радиотехнических сигналов и цепей; -алгоритмы расчета характеристик устройств и систем связи, в том числе, и с использованием самостоятельно создаваемых оригинальных программ; -методики проектирования устройств и систем связи, в том числе, и с использованием средств автоматизации проектирования; ; Должен уметь - проводить анализ технической информации в рамках определенной тематики; - осуществлять поиск и анализ информации, представленной в различных источниках; - рассчитывать и измерять спектральные характеристики аналоговых сигналов и цепей; - проводить расчеты по проекту средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием; - использовать методики проектирования устройств и систем связи, в том числе, и с использованием средств автоматизации проектирования. ; Должен владеть - навыками работы с технической документацией, в том числе, при поиске информации; - навыками самостоятельной работы на компьютере и в компьютерных сетях; - навыками теоретического и экспериментального исследований преобразований сигналов в радиотехнических цепях в рамках физического эксперимента и
ПК-9	умением проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ	

Согласована на портале № 14892

		компьютерного моделирования; - методиками расчета характеристик средств инфокоммуникаций; - навыками проектирования узлов и устройств средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием. ;

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-7

ПК-7: готовностью к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта.

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	основные понятия в области передачи информации в инфокоммуникационных системах; тенденции развития в области инфокоммуникационных технологий и систем связи.	проводить анализ технической информации в рамках определенной тематики осуществлять поиск и анализ информации, представленной в различных источниках.	навыками работы с технической документацией, в том числе, при поиске информации; навыками самостоятельной работы на компьютере и в компьютерных сетях.
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные работы;	• Практические занятия; • Лабораторные работы;	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;

Согласована на портале № 14892

	• Лекции; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Лекции; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Тест; • Отчет по курсовой работе; • Зачет; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Защита курсовых проектов (работ); • Конспект самоподготовки; • Тест; • Отчет по курсовой работе; • Зачет; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);	• Отчет по лабораторной работе; • Защита курсовых проектов (работ); • Отчет по курсовой работе; • Зачет; • 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)	• анализирует связи между различными понятиями в области передачи информации; ; • интерпретирует приемы и результаты анализа технической информации.;	• умеет грамотно выражать и доказывать положения предметной области знания с использованием аргументов; ; • свободно применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях. ;	• уверенно владеет навыками работы с литературными источниками ; • свободно владеет разными способами представления информации;
Хорошо (базовый уровень)	• понимает связи между различными понятиями в области передачи информации; ; • представляет приемы и результаты анализа технической информации.;	• корректно выражает, и доказывать с использованием аргументов положения предметной области знания; ; • самостоятельно подбирает методы решения проблем;	• владеет навыками работы с литературными источниками ; • владеет разными способами представления информации;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• дает определения основных понятий в области передачи информации; ; • воспроизводит	• умеет работать со справочной литературой; ; • умеет представлять результаты своей	• владеет терминологией в предметной области знания; ; • способен корректно

Согласована на портале № 14892

	основные положения анализа технической информации.;	работы;	представить знания и информацию;

2.2 Компетенция ПК-9

ПК-9: умением проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных 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	алгоритмы расчета характеристик устройств и систем связи, в том числе, и с использованием самостоятельно создаваемых оригинальных программ; методики проектирования устройств и систем связи, в том числе, и с использованием средств автоматизации проектирования.	проводить расчеты по проекту средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием; использовать методики проектирования устройств и систем связи, в том числе, и с использованием средств автоматизации проектирования.	методиками расчета характеристик средств инфокоммуникаций; навыками проектирования узлов и устройств средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием.
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Тест; • Отчет по курсовой работе; • Зачет; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Защита курсовых проектов (работ); • Конспект самоподготовки; • Тест; • Отчет по курсовой работе;	• Отчет по лабораторной работе; • Защита курсовых проектов (работ); • Отчет по курсовой работе; • Зачет; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);

Согласована на портале № 14892

	• Курсовая работа (проект);	• Зачет; • 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)	• обосновывает алгоритмы расчета характеристик узлов и устройств средств инфокоммуникаций; ; • анализирует методики проектирования узлов и устройств средств инфокоммуникаций.;	• грамотно проводит расчеты по проекту средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием; ; • уверенно применяет алгоритмы расчета характеристик узлов и устройств средств инфокоммуникаций.;	• уверенно владеет навыками расчета характеристик узлов и устройств средств инфокоммуникаций; ; • свободно использует приемы проектирования узлов и устройств средств инфокоммуникаций.;
Хорошо (базовый уровень)	• понимает алгоритмы расчета характеристик узлов и устройств средств инфокоммуникаций; ; • аргументирует порядок проектирования узлов и устройств средств инфокоммуникаций.;	• самостоятельно проводит расчеты по проекту средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием; ; • корректно применяет алгоритмы расчета характеристик узлов и устройств средств инфокоммуникаций.;	• владеет навыками расчета характеристик узлов и устройств средств инфокоммуникаций; ; • использует приемы проектирования уз-лов и устройств средств инфокоммуникаций;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• воспроизводит основные положения расчета характеристик узлов и устройств средств инфокоммуникаций; ; • имеет представление о методиках проектирования узлов и устройств средств инфокоммуникаций. ;	• умеет представлять результаты расчетов характеристик узлов и устройств средств инфокоммуникаций; ; • умеет работать со справочной литературой;;	• владеет терминологией в области проектирования узлов и устройств средств инфокоммуникаций; ; • способен корректно представить результаты расчета характеристик узлов и устройств средств инфокоммуникаций.;

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.

3.1 Вопросы на самоподготовку

– Расчет физических характеристик сигналов

Согласована на портале № 14892

– Определение временных и спектральных характеристик периодических сигналов

– Определение спектральных характеристик непериодических сигналов. Теоремы о спектрах

– Практика применения частотного и операторного методов для расчета прохождения сигналов через линейные электрические цепи

– Расчет спектральных характеристик модулированных сигналов

– Аппроксимация вольтамперных характеристик нелинейных элементов

– Расчет спектра тока на выходе нелинейной цепи методом угла отсечки

– Расчет спектра тока на выходе нелинейной цепи методом тригонометрических формул кратного аргумента

– Расчет колебательных, модуляционных и детекторных характеристик

3.2 Тестовые задания

– Типовые вопросы теста по теме «ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИГНАЛОВ»:

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

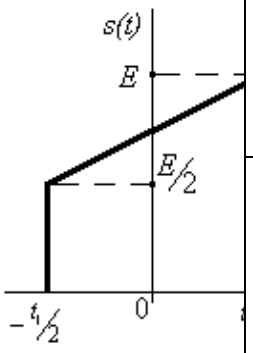


Рисунок 1

Варианты ответов

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).*

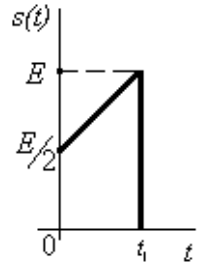
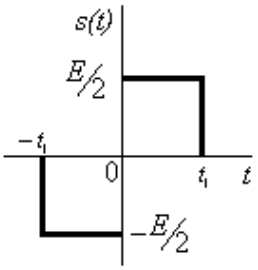
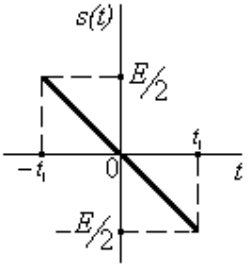
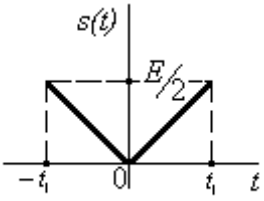


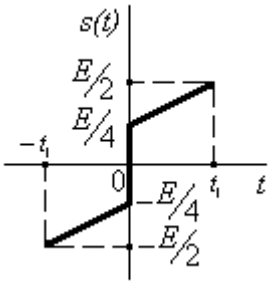
Рисунок 2

Варианты ответов

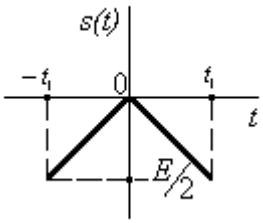
1)


2)


3)


4)


Согласована на портале № 14892

	5)	

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

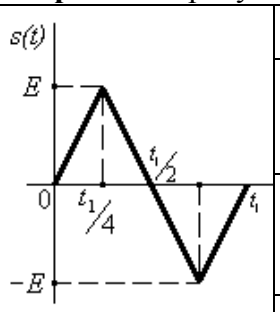


Рисунок 3

Варианты ответов			
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)*.

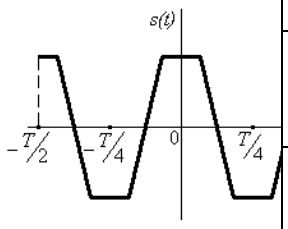
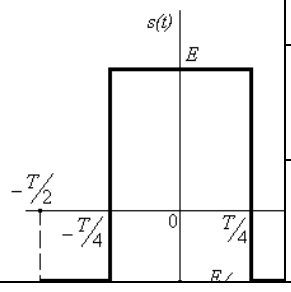


Рисунок 5

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*.



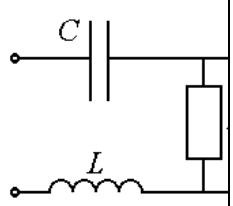
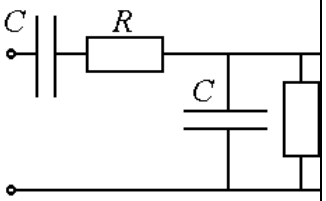
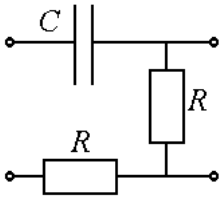
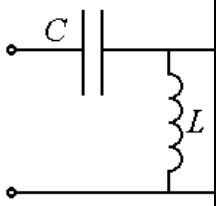
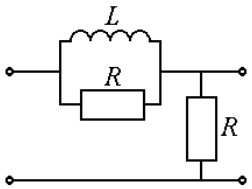
Варианты ответов			
1)	$P = 0$	**2)**	$P = 0{,}25\ Вт$
3)	$P = 25\ Вт$	**4)**	$P = 0{,}05\ Вт$

Согласована на портале № 14892

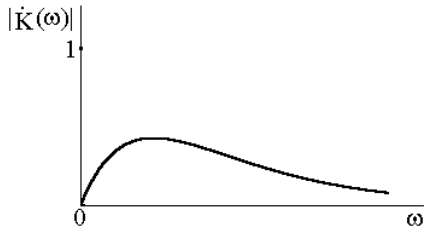
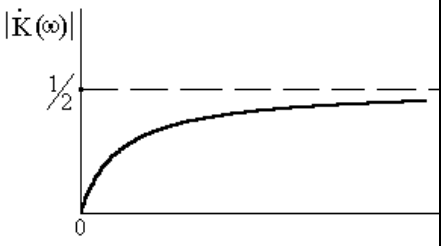
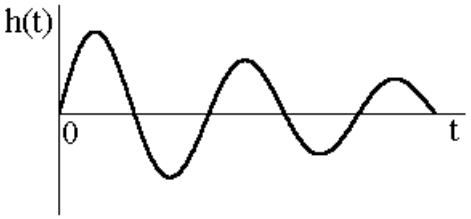
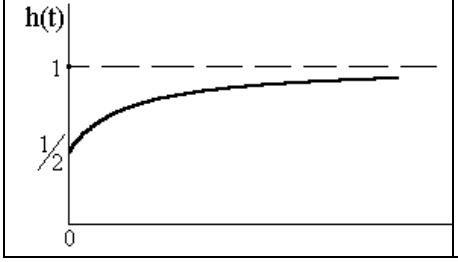
Рисунок 6	**5)**	$P = 5\ Bm$

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

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

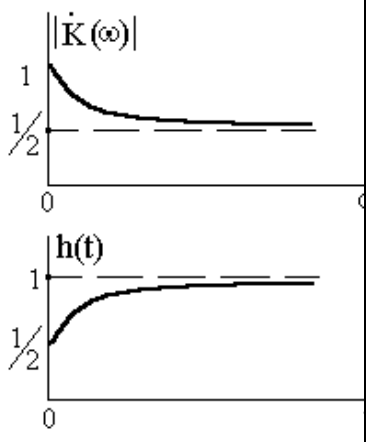
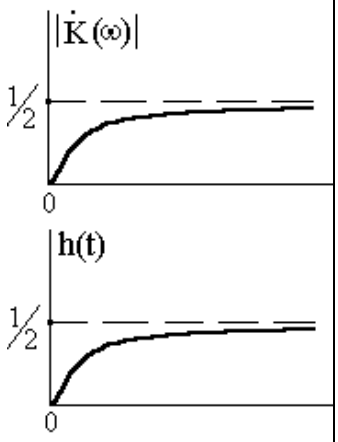
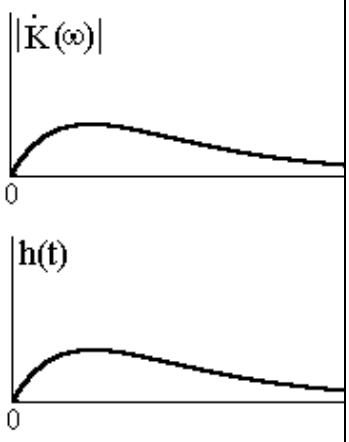
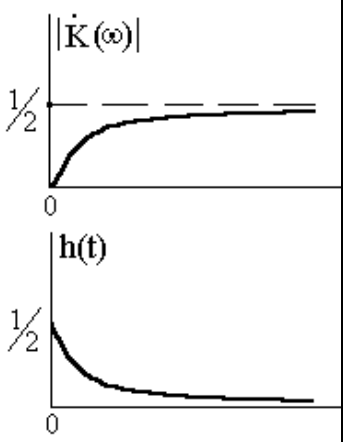
(1)	**(2)**	**(3)**	**(4)**	**(5)**
				
$\frac{p^2}{p^2+\omega_p^2}$	$\frac{p+\beta}{2p+\beta}$	$\frac{p\beta}{p^2+p\beta+\omega_p^2}$	$\frac{p}{2p+\beta}$	$\frac{p\beta}{p^2+3p\beta+\beta^2}$
$\frac{1}{2}e^{-\frac{\beta}{2}t}$	$\frac{\beta}{\omega_p}\cdot e^{-\frac{\beta}{2}t}\cdot s$	$0.45\cdot\left(e^{-}\right.$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

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
		
Вопрос 4: Какой цепи соответствует h(t) вида	**Вопрос 5**: Какой переходной характеристике соответствует g(t)	**Вопрос 6**: Какой цепи соответствует g(t)
	$g(t) = \frac{1}{2}\delta(t) + \frac{\beta}{4}\cdot e^{-\frac{\beta}{2}t}$	$g(t) = \frac{1}{2}\delta(t) - \frac{\beta}{4}\cdot e^{-\frac{\beta}{2}t}$

Согласована на портале № 14892

Вопрос 7: Какие АЧХ и h(t) соответствуют цепи номер **(3)**

(1)	**(2)**	**(3)**	**(4)**
			

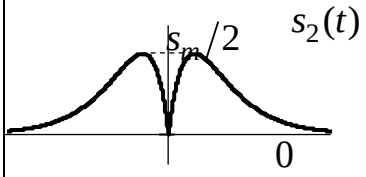
Вопрос 8: Какой передаточной функции соответствует h(t) вида	**Вопрос 9**: Какой переходной характеристике соответствует K(p) вида	**Вопрос 10**: Какой цепи соответствует K(p) вида
$h(t)=\frac{\beta}{\omega_p}\cdot e^{-\frac{\beta}{2}t}$	$K(p)=\frac{p\beta}{p^2+3p\beta+\beta^2}$	$K(p)=\frac{p^2}{p^2+\omega_p^2}$

Примечание: отсутствие верного ответа обозначить цифрой 0

– Типовые вопросы теста по теме «ТЕОРЕМЫ О СПЕКТРАХ»:

Согласована на портале № 14892

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

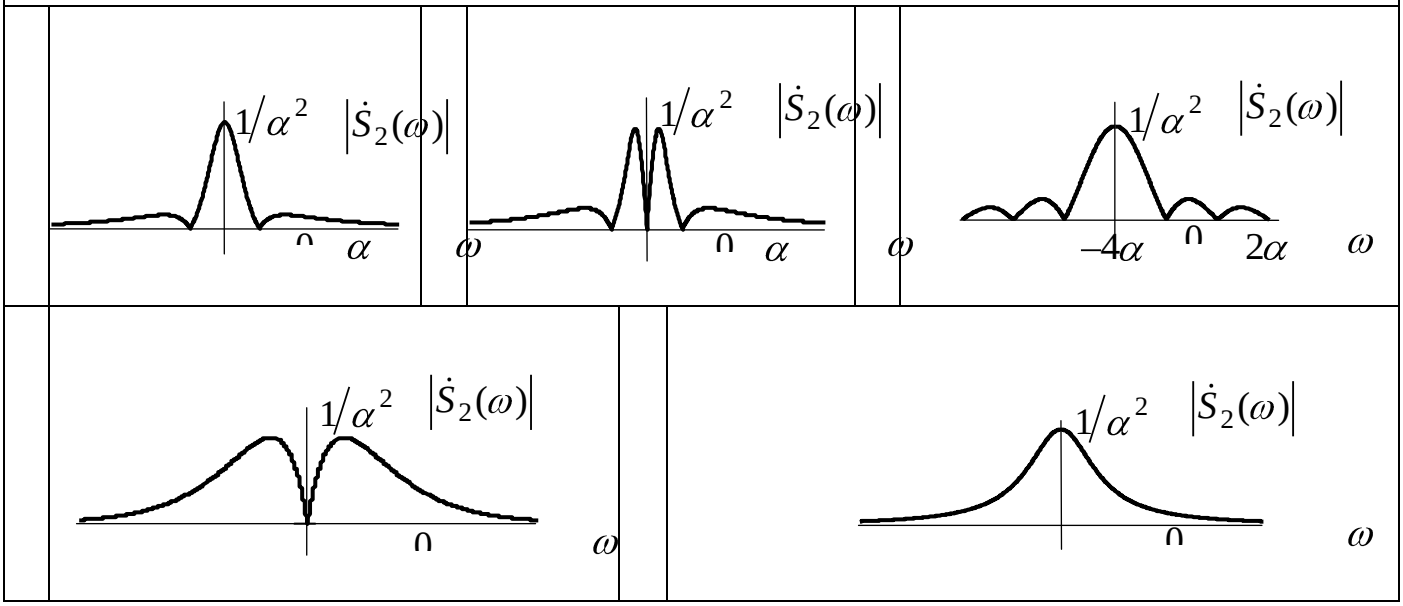


Варианты ответов

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

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

Варианты ответов



–

3.3 Темы опросов на занятиях

– 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 СЭ.

– Гармонический анализ периодических сигналов с помощью тригонометрических и комплексных рядов Фурье: Модели сигналов и способы их математического описания.

Согласована на портале № 14892

Обобщенный ряд Фурье. Погрешность обобщенного представле-ния. Неравенство Бесселя. Равенство Парсеваля. Понятие спектра. Комплексный ряд Фурье и его применение для гармонического анализа.

– Преобразования Фурье и спектральный анализ непериодических сигналов: Периодические и непериодические сигналы и их спектры. Спектры, спектральные плотности сигналов и их свойства. Границы применимости преобразований Фурье и их расширение с помощью обобщенных функций. Спектральная плотность периодического сигнала.

– Преобразования Фурье и Лапласа и их применение для описания изменений сигналов в узлах систем передачи информации: Обобщение преобразований Фурье - преобразования Лапласа. Изучение функциональной связи между изменениями сигналов во временной области и соответствующими им преобразованиями спектров в частотной области. Теоремы о спектрах.

– Частотные методы анализа прохождения сигналов через (ЛЭЦ): Спектральный метод анализа. Операторный метод анализа.

– Временные методы анализа прохождения сигналов через (ЛЭЦ): Методы временного интегрирования (интегралы Дюамеля). Взаи-мосвязь различных методов анализа. Условия неискаженной пере-дачи сигналов.

– 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.

– Радиосигналы с угловой и квадратурной модуляциями. Широкополосные сигналы: Особенности анализа радиосигналов с угловой модуляцией. Спектры сигналов при тональной и сложной модуляции. Спектры сигналов со смешанной амплитудной и угловой модуляциями. Квадратурная модуляция.

– Основные методы расчета спектра тока на выходе нелинейной электрической цепи: Принципиальные отличия между линейными и нелинейными цепями. Применение полиноминальной и кусочно-линейной аппроксимаций вольтамперных характеристик, а также метода отсчетных точек для спектрального анализа колебаний в нелинейных цепях.

– Нелинейные резонансные усилители, умно-жители и преобразователи частоты: Нелинейное усиление и области его применения. Резонансные усилители, умножители частоты и преобразователи частоты. Временное и спектральное представления напряжений и токов в нелинейных резонансных усилителе, умножителе и преобразователе частоты.

– 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.

– Детектирование сигналов с амплитудной, угловой и квадратурной модуляциями: Детектирование сигналов с амплитудной, угловой и квадратурной модуляциями.

– Автогенераторы гармонических колебаний: Определение автоколебательной системы. Механизм возникновения и установления колебаний в автогенераторе. Стационарный режим автогенератора, баланс фаз и баланс амплитуд. Мягкий и жесткий режимы самовозбуждений. Схемы автогенераторов. RC-генераторы гармонических колебаний.

– Заключение: Перспективы развития средств и методов формирования и обработки сигналов.

3.4 Экзаменационные вопросы

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 № 14892

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

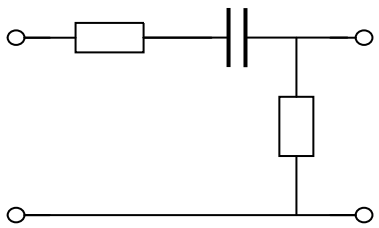
30. Автоколебательная система. Общие положения. Стационарный режим работы автогенератора

31. Возникновение колебаний в автогенераторах. Мягкий и жесткий режимы самовозбуждения автогенератора

32. RC-генераторы

3.5 Темы контрольных работ

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



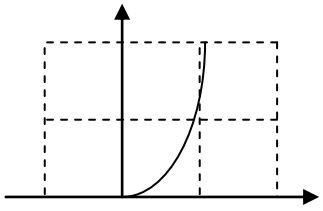
Вариант 1

• 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 U0 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: добротность контура Q = 65; резонансная частота fP = 235 кГц; емкость контура СК = 3500 пФ.



Согласована на портале № 14892

• 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 U0 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.

3.6 Темы лабораторных работ

– 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 нелинейного усилителя и умножителя частоты
Амплитудный модулятор
Исследование детектирования амплитудно-модулированных колебаний

3.7 Зачёт

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, P-плоскость и смысл комплексной частоты P, 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.

Согласована на портале № 14892

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).

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).

3.8 Темы курсовых проектов (работ)

– Спектральный анализ сигналов и расчет откликов линейной цепи.

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

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

Согласована на портале № 14892

3. Сиберт У.М. Цепи, сигналы, системы: в 2-х частях./Пер. С англ.-М.: Мир, 1988-Ч1.336с.,Ч2.360с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 71 экз.)

4. Сиберт У.М. Цепи, сигналы, системы: в 2-х частях./Пер. С англ.-М.: Мир, 1988-Ч 1 - 1988, 336с (наличие в библиотеке ТУСУР - 39 экз.)

5. Сиберт У.М. Цепи, сигналы, системы: в 2-х частях./Пер. С англ.-М.: Мир, 1988-ч 2 - 1988, 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.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. 1. Компьютерный лабораторный практикум по курсу "Радиотехнические цепи и сигналы" – М.: ВНТИЦ, 2008. - №50200800874 (Свидетельство № 10434 об отраслевой регистрации раз-работки в «Отраслевом фонде алгоритмов и программ» от 25.04.2008 Москва) Режим досту-па: http://edu.tusur.ru/training/publicatos/1760
2. 2. MathCad 13.

Согласована на портале № 14892