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 в электросвязи

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль): **Оптические системы и сети связи**
Форма обучения: **заочная**
Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **2, 3**
Семестр: **3, 4, 5**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	4 семестр	5 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	6		8	14	часов
2	Практические занятия	2	2	2	6	часов
3	Лабораторные работы		8	4	12	часов
4	Всего аудиторных занятий	8	10	14	32	часов
5	Самостоятельная работа	40	46	49	135	часов
6	Всего (без экзамена)	48	56	63	167	часов
7	Подготовка и сдача экзамена		4	9	13	часов
8	Общая трудоемкость	48	60	72	180	часов
		3.0		2.0	5.0	З.Е

Контрольные работы: 5 семестр - 2
Дифференцированный зачет: 4 семестр
Экзамен: 5 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 16725

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 06 марта 2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

Доцент каф. ТОР	_____	В. Л. Каминский
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 ЗиВФ	_____	И. В. Осипов
Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР	_____	С. Н. Шарангович

Эксперты:

Доцент каф. ТОР	_____	С. И. Богомолов

Согласована на портале № 16725

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 ООП.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Сигналы в электросвязи» (Б1.В.ОД.4) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Физика.

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 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.

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		
		3 семестр	4 семестр	5 семестр

Согласована на портале № 16725

Аудиторные занятия (всего)	32	8	10	14
Лекции	14	6		8
Практические занятия	6	2	2	2
Лабораторные работы	12		8	4
Самостоятельная работа (всего)	135	40	46	49
Оформление отчетов по лабораторным работам	30		14	16
Подготовка к лабораторным работам	14		14	
Проработка лекционного материала	38	16	6	16
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	51	24	12	15
Выполнение контрольных работ	2			2
Всего (без экзамена)	167	48	56	63
Подготовка и сдача экзамена	13		4	9
Общая трудоемкость ч	180	48	60	72
Зачетные Единицы	5.0	3.0		2.0

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	(без экзамена) Всего часов	компетенции Формируемые
3 семестр						
1 Введение	1	0	0	6	7	ПК-7, ПК-9
2 Математическое описание аналоговых сигналов	3	1	0	16	20	ПК-7, ПК-9
3 Прохождение аналоговых сигналов через линейные электрические цепи (ЛЭЦ)	2	1	0	18	21	ПК-7, ПК-9
Итого за семестр	6	2	0	40	48	
4 семестр						
4 Математическое описание радиосигналов с различными видами модуляции	0	2	8	46	56	ПК-7, ПК-9
Итого за семестр	0	2	8	46	56	

Согласована на портале № 16725

5 семестр						
5 Математическое описание дискретных сигналов и цепей	3	2	2	41	48	ПК-7, ПК-9
6 Заключение	0	0	0	0	0	
7 Математическое описание нелинейных цепей и методов их анализа	5	0	2	8	15	ПК-7, ПК-9
Итого за семестр	8	2	4	49	63	
Итого	14	6	12	135	167	

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 Введение	Введение. Классификация сигналов и описание систем передачи информации: Классификация сигналов и основные определения. Физические характеристики сигналов. Обобщенная структурная схема систе-мы передачи информации. Основные задачи и назначение курса ММОС	1	ПК-7, ПК-9
	Итого	1	
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 обобщенного представле-ния. Неравенство Бесселя. Равенство Парсеваля. Понятие спектра. Комплексный ряд Фурье и его применение для гармонического анализа	1	ПК-7, ПК-9
	Преобразования Фурье и спектральный анализ непериодических сигналов: Периодические и	1	

Согласована на портале № 16725

	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	1	
	Итого	3	
3 Прохождение аналоговых сигналов через линейные электрические цепи (ЛЭЦ)	Частотные методы анализа прохождения сигналов через (ЛЭЦ): Спектральный метод анализа. Операторный метод анализа	1	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	1	
	Итого	2	
Итого за семестр		6	
5 семестр			
5 Математическое описание дискретных сигналов и цепей	Дискретизация аналоговых сигналов с ограниченным спектром. Теорема Котельникова: Представление сообщений выборками. Дискретизация сигналов с ограниченным спектром. Теорема Котельникова. Временное и спектральное представления дискретизированных сигналов. Аналоговые, дискретные, цифровые сигналы и связь между ними	1	ПК-7, ПК-9
	Дискретные (ДПФ) преобразования Фурье и z-преобразования: Прямое и обратное ДПФ. Восстановление аналогового сигнала по коэффициентам ДПФ. Свойства ДПФ.	1	

Согласована на портале № 16725

	Прямое и обратное z- пре-образования. Свойства z – преобразований		
	Математическое описание цифровых фильтров: Аналоговые, дискретные и цифровые фильтры. Дифференциальные разностные уравнения. Передаточные функции. Структурные схемы. Применение z-преобразований к описанию цифровых фильтров	1	
	Итого	3	
7 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	1	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	1	
	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	1	
	Детектирование сигналов с амплитудной, угловой и квадратур-ной модуляциями: Детектирование амплитудно-модулированных колебаний в нелинейных цепях. Линейный, квадратичный и синхронный детекторы. Детектирование колебаний с угловой и квадратурной модуляциями	1	
	Автогенераторы гармонических колебаний: Определение	1	

Согласована на портале № 16725

	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		
	Итого	5	
Итого за семестр		8	
Итого		14	

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	7
Предшествующие дисциплины							
1 Физика	+	+	+	+			

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	Самостоятельная работа	
ПК-7	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Тест
ПК-9	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Тест

Согласована на портале № 16725

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
4 семестр			
4 Математическое описание радиосигналов с различными видами модуляции	Практика аппаратурного анализа сигналов во временной и частотной областях	2	ПК-7, ПК-9
	Исследование спектров управляющих сиг-налов	2	
	Прохождение управляющих сигналов через линейные цепи	2	
	Исследование нелинейного усилителя и умножителя частоты	2	
	Итого	8	
Итого за семестр		8	
5 семестр			
5 Математическое описание дискретных сигналов и цепей	Амплитудный модулятор	2	ПК-7, ПК-9
	Итого	2	
7 Математическое описание нелинейных цепей и методов их анализа	Исследование детектирования амплитудно-модулированных колебаний	2	ПК-7, ПК-9
	Итого	2	
Итого за семестр		4	
Итого		12	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 16725

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	ч Трудоемкость,	компетенции Формируемые
4 семестр			
4 Математическое описание радиосигналов с различными видами модуляции	Расчет спектральных характеристик модулированных сигналов	1	ПК-7, ПК-9
	Практика применения частотного и операторного методов для расчета прохождения сигналов через линейные электрические цепи	1	
	Итого	2	
Итого за семестр		2	
5 семестр			
5 Математическое описание дискретных сигналов и цепей	Расчет спектра тока на выходе нелинейной цепи методом тригонометрических формул кратного аргумента	1	ПК-7, ПК-9
	Расчет колебательных, модуляционных и детекторных характеристик	1	
	Итого	2	
Итого за семестр		2	
3 семестр			
2 Математическое описание аналоговых сигналов	Расчет физических характеристик сигналов	1	ПК-7, ПК-9
	Итого	1	
3 Прохождение аналоговых сигналов через линейные электрические цепи (ЛЭЦ)	Практика применения временных методов для рас-чета прохождения сигналов через ЛЭЦ	1	ПК-7, ПК-9
	Итого	1	
Итого за семестр		2	
Итого		6	

9. Самостоятельная работа

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

Согласована на портале № 16725

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
3 семестр				
1 Введение	Проработка лекционного материала	6	ПК-7, ПК-9	Конспект самоподготовки, Тест
	Итого	6		
2 Математическое описание аналоговых сигналов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ПК-7, ПК-9	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	16		
3 Прохождение аналоговых сигналов через линейные электрические цепи (ЛЭЦ)	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ПК-7, ПК-9	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Тест
	Проработка лекционного материала	6		
	Итого	18		
Итого за семестр		40		
4 семестр				
4 Математическое описание радиосигналов с различными видами модуляции	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ПК-7, ПК-9	Домашнее задание, Защита отчета, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	6		
	Подготовка к лабораторным работам	14		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	14		
	Итого	46		
Итого за семестр		46		
	Подготовка и сдача экзамена / зачета	4		Дифференцированный зачет
5 семестр				
5 Математическое	Выполнение контрольных	2	ПК-7,	Домашнее задание,

Согласована на портале № 16725

описание дискретных сигналов и цепей	работ		ПК-9	Защита отчета, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	15		
	Проработка лекционного материала	10		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	14		
	Итого	41		
7 Математическое описание нелинейных цепей и методов их анализа	Проработка лекционного материала	6	ПК-7, ПК-9	Домашнее задание, Защита отчета, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	8		
Итого за семестр		49		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		148		

9.1. Темы контрольных работ

1. Расчет отклика на выходе линейной электрической цепи.
2. Расчет спектра тока на выходе нелинейной цепи

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

Не предусмотрено

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

Согласована на портале № 16725

доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2790, дата обращения: 06.03.2017.

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: 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.

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. 1. Компьютерный лабораторный практикум по курсу "Радиотехнические цепи и сигналы" – М.: ВНТИЦ, 2008. - №50200800874 (Свидетельство № 10434 об отраслевой регистрации разработки 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 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 № 16725

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. 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 выполнения самостоятельной работы 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 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 № 16725

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 № 16725

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 в электросвязи

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль): **Оптические системы и сети связи**
Форма обучения: **заочная**
Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **2, 3**
Семестр: **3, 4, 5**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:
- Доцент каф. ТОР В. Л. Каминский
- Ассистент каф. ТОР Л. А. Семкина

Дифференцированный зачет: 4 семестр
Экзамен: 5 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 16725

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

Согласована на портале № 16725

		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-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 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	алгоритмы расчета характеристик средств инфокоммуникаций; методики проектирования узлов и устройств средств инфокоммуникаций	проводить расчеты по проекту средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием; использовать методики проектирования узлов и устройств средств	методиками расчета характеристик средств инфо-коммуникаций; навыками проектирования узлов и устройств средств инфокоммуникаций в соответствии с

Согласована на портале № 16725

		инфокоммуникаций	техническим заданием
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Расчетная работа; • Конспект самоподготовки; • Тест; • Дифференцированный зачет; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Расчетная работа; • Конспект самоподготовки; • Тест; • Дифференцированный зачет; • Экзамен;	• Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Расчетная работа; • Дифференцированный зачет; • Экзамен;

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 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 узлов и устройств средств инфокоммуникаций;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• воспроизводит основные положения расчета характеристик узлов и устройств	• умеет представлять результаты расчетов характеристик узлов и устройств средств	• владеет терминологией в области проектирования узлов и

Согласована на портале № 16725

	средств инфокоммуникаций; • имеет представление о методиках проектирования узлов и устройств средств инфокоммуникаций;	инфокоммуникаций; • умеет работать со справочной литературой;	устройств средств инфокоммуникаций; • способен корректно представить результаты расчета характеристик узлов и устройств средств инфокоммуникаций;

2.2 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 5.

Таблица 5 – 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, пред-ставленной 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; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Расчетная работа; • Конспект самоподготовки; • Тест; • Дифференцированный зачет; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Расчетная работа; • Конспект самоподготовки; • Тест; • Дифференцированный зачет; • Экзамен;	• Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Расчетная работа; • Дифференцированный зачет; • Экзамен;

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)	• анализирует связи между различными	• умеет грамотно выражать и доказывать	• уверенно владеет навыками работы с

Согласована на портале № 16725

	понятиями в области передачи информации; • интерпретирует приемы и результаты анализа технической информации;	положения предметной области знания с использованием аргументов; • свободно применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях;	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 основные положения анализа технической информации;	• умеет работать со справочной литературой; • умеет представлять результаты своей работы;	• способен корректно представить знания и информацию; • владеет терминологией в предметной области знания;

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

Типовые вопросы теста по теме «ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИГНАЛОВ»

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

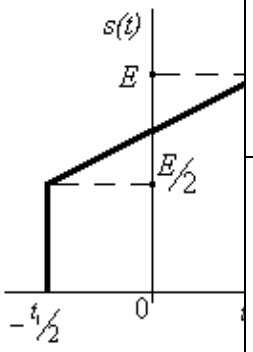


Рисунок 1

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

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

Согласована на портале № 16725

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

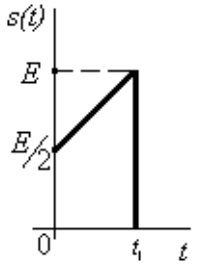
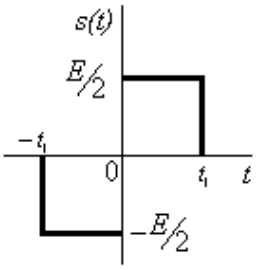


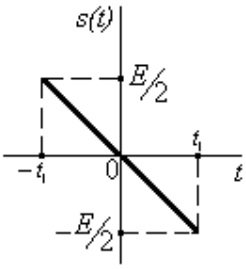
Рисунок 2

Варианты ответов

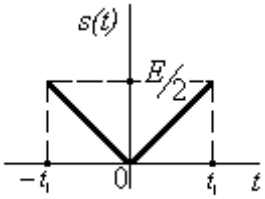
1)



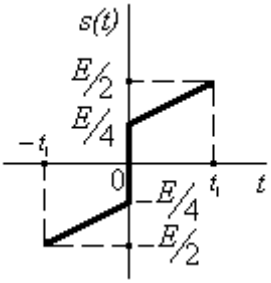
2)



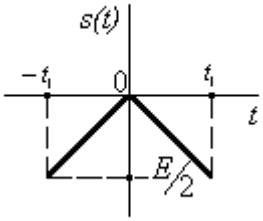
3)



4)



5)



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

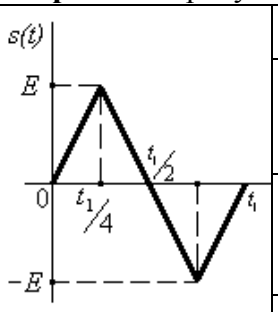


Рисунок 3

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)*.

Варианты ответов

Согласована на портале № 16725

$s(t)=\begin{cases} E\sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right), & 0 \\ 0, & t<0, \quad t \end{cases}$	**1)**	$Э_{чет}=\frac{E^2}{4}$	**2)**	$Э_{чет}=\frac{E^2T}{2}$
	3)	$Э_{чет}=0$	**4)**	$Э_{чет}=\frac{E^2T}{4}$
	5)	$Э_{чет}=2E^2T$		

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

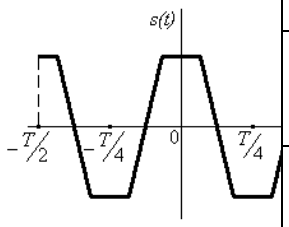


Рисунок 5

	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*.

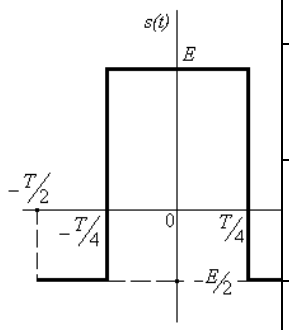


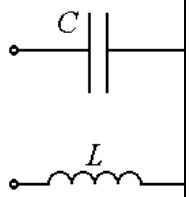
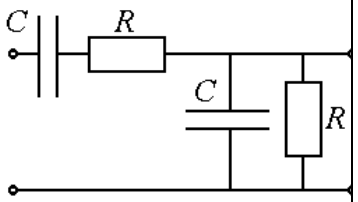
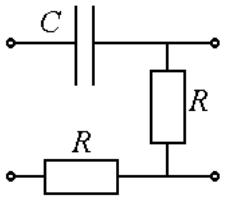
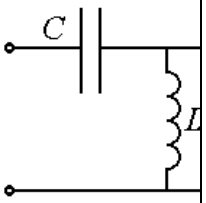
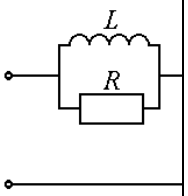
Рисунок 6

	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 № 16725

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

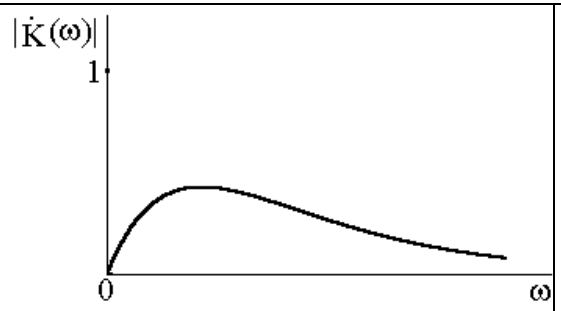
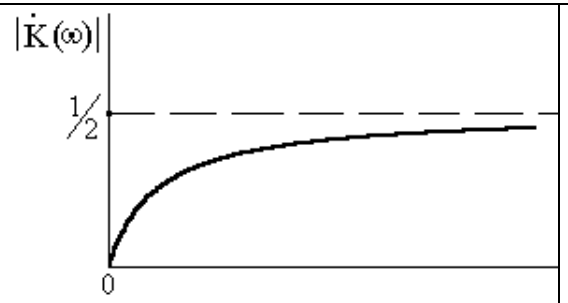
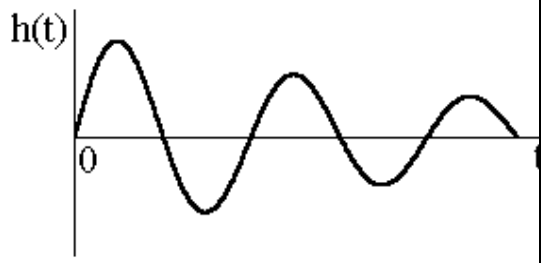
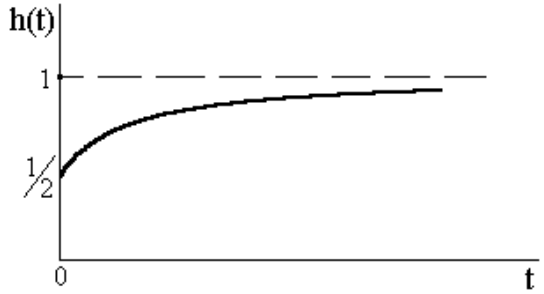
Дано: пять вариантов цепей, пять вариантов передаточных функций, пять вариантов переходных характеристик

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

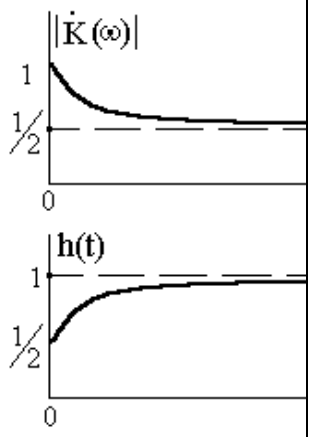
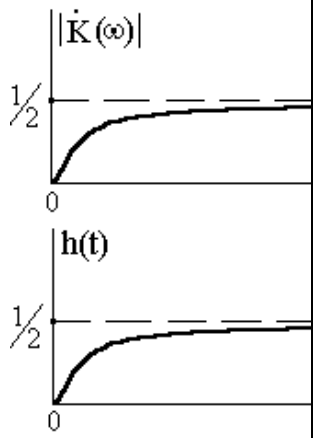
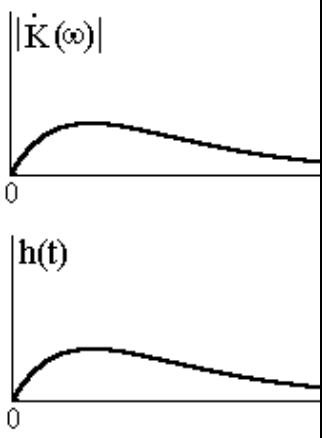
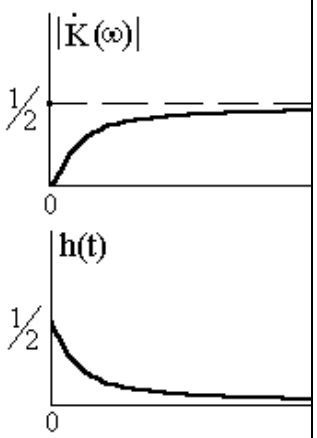
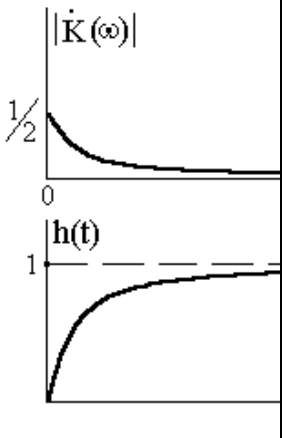
Вопрос 1: Какой цепи соответствует АЧХ вида	**Вопрос 2**: Какой цепи соответствует АЧХ вида	**Вопрос 3**: Какой цепи соответствует h(t) вида

Согласована на портале №

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

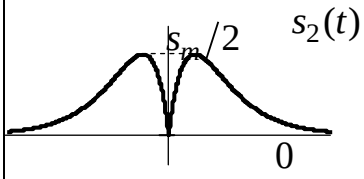
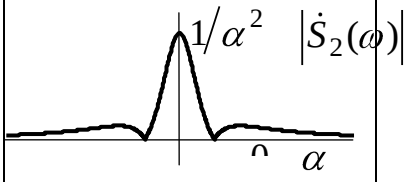
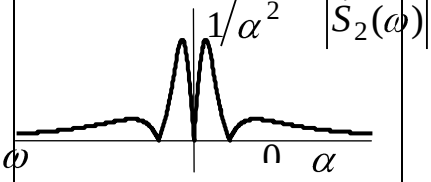
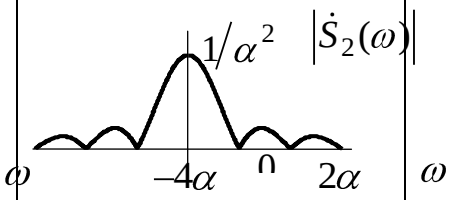
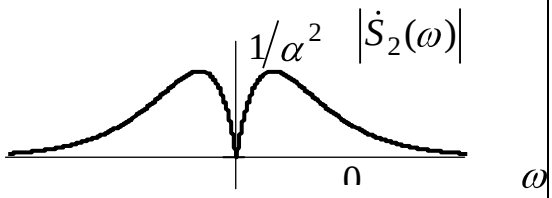
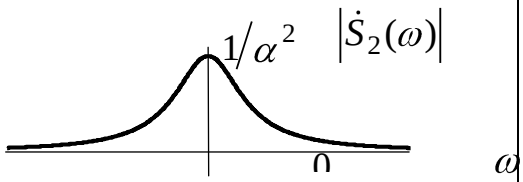
Вопрос 7: Какие АЧХ и h(t) соответствуют цепи номер **(3)**				
(1)	**(2)**	**(3)**	**(4)**	**(5)**

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 №

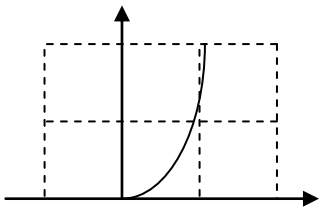
Типовые вопросы теста по теме «ТЕОРЕМЫ О СПЕКТРАХ»:

Вопрос 1: Определить спектральную плотность сигнала $s_2(t)$				
	Варианты ответов			
		$\dot{S}_2(\omega)=\dfrac{\alpha^2-\omega^2}{\alpha^2+\omega^2}$		$\dot{S}_2(\omega)=-j\dfrac{2\alpha\omega}{\alpha^2+\omega^2}$
		$\dot{S}_2(\omega)=\dfrac{2\alpha\omega}{\alpha^2+\omega^2}$		$\dot{S}_2(\omega)=\dfrac{1}{2}\dfrac{1}{\alpha+j\omega}$
		$\dot{S}_2(\omega)=\dfrac{\alpha}{\alpha^2+\omega^2}$		
Вопрос 2: Указать амплитудно – частотную характеристику сигнала $s_2(t)$				
Варианты ответов				
				
				

3.2 Темы домашних заданий

«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: 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

Согласована на портале № 16725

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.

3.3 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
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

3.4 Темы контрольных работ

- Расчет отклика на выходе линейной электрической цепи.
- Расчет спектра тока на выходе нелинейной цепи

Согласована на портале № 16725

3.5 Вопросы дифференцированного зачета

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, Pср, 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).
26. Низкочастотный эквивалент избирательных цепей (погрешность приближения, амплитудно-частотная и импульсная характеристики),

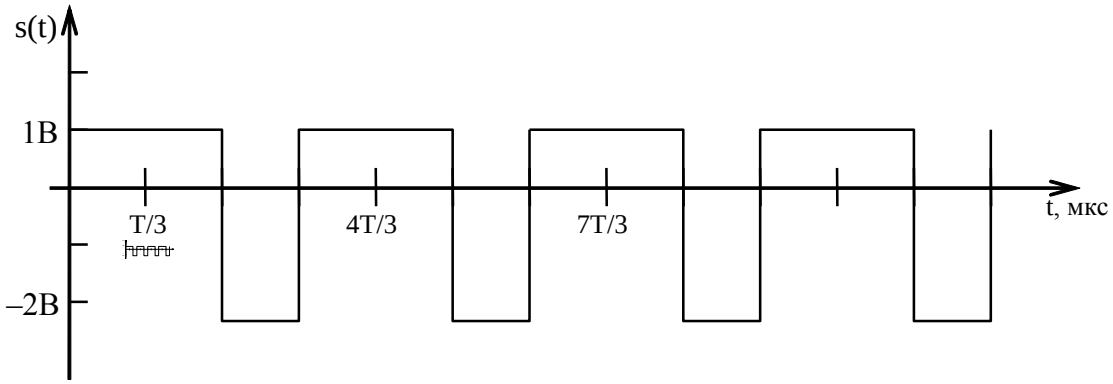
Согласована на портале № 16725

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).

3.6 Темы расчетных работ

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.

3.7 Темы лабораторных работ

– Практика аппаратурного анализа сигналов во временной и частотной областях
– Исследование спектров управляющих сигналов
– Прохождение управляющих сигналов через линейные цепи
– Исследование нелинейного усилителя и умножителя частоты
– Амплитудный модулятор
– Исследование детектирования амплитудно-модулированных колебаний

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 формирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

Согласована на портале № 16725

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. 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.

4.4. Ресурсы сети Интернет

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 № 16725