МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Математические методы описания сигналов

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **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 2014 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	4 семестр	5 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	6	6	0	12	часов
2	Практические занятия	0	4	2	6	часов
3	Лабораторные работы	0	8	0	8	часов
4	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	0	0	2	2	часов
5	Всего аудиторных занятий	6	18	4	28	часов
6	Самостоятельная работа	30	86	59	175	часов
7	Всего (без экзамена)	36	104	63	203	часов
8	Подготовка и сдача экзамена / зачета	0	4	9	13	часов
9	Общая трудоемкость	36	108	72	216	часов
					6.0	З.Е.

Контрольные работы: 5 семестр - 2
Зачет: 4 семестр
Экзамен: 5 семестр
Курсовой проект / курсовая работа: 5 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 38779

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 15 от «28» 6 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины 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 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

Доцент каф. ТОР _____ В. Л. Каминский

Ассистент каф. ТОР _____ Л. А. Семкина

Заведующий обеспечивающей каф. ТОР _____ А. А. Гельцер

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ЗиВФ _____ И. В. Осипов

Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР _____ С. Н. Шарангович

Эксперты:

Доцент каф. ТОР _____ С. И. Богомолов

Доцент кафедры сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР) _____ А. Ю. Попков

Согласована на портале № 38779

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 «Математические методы описания сигналов» (Б1.В.ОД.4) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Математические методы описания сигналов, Информатика, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Математические методы описания 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 обучающийся 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 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры

Согласована на портале № 38779

		3 семестр	4 семестр	5 семестр
Аудиторные занятия (всего)	28	6	18	4
Лекции	12	6	6	0
Практические занятия	6	0	4	2
Лабораторные работы	8	0	8	0
Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	2	0	0	2
Самостоятельная работа (всего)	175	30	86	59
Выполнение курсового проекта / курсовой работы	51	0	24	27
Оформление отчетов по лабораторным работам	34	10	4	20
Подготовка к лабораторным работам	28	0	20	8
Проработка лекционного материала	20	8	12	0
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	38	12	24	2
Выполнение контрольных работ	4	0	2	2
Всего (без экзамена)	203	36	104	63
Подготовка и сдача экзамена / зачета	13	0	4	9
Общая трудоемкость, ч	216	36	108	72
Зачетные Единицы	6.0			

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	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	КП/КР, ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр							
1 Введение	1	0	0	0	4	5	ПК-7, ПК-9
2 Математическое описание аналоговых сигналов	3	0	0	0	10	13	ПК-7, ПК-9
3 Математическое описание дискретных сигналов	2	0	0	0	16	18	ПК-7, ПК-9
Итого за семестр	6	0	0	0	30	36	
4 семестр							
4 Основы цифровой фильтрации	3	1	1	0	30	35	ПК-7, ПК-9
5 Математическое описание радиосигналов с различными видами модуляции	3	3	7	0	56	69	ПК-7, ПК-9

Согласована на портале № 38779

Итого за семестр	6	4	8	0	86	104	
5 семестр							
6 Математическое описание нелинейных цепей и методов их анализа	0	2	0	2	12	14	ПК-7, ПК-9
7 Корреляционный анализ и оптимальная фильтрация	0	0	0		47	47	ПК-7, ПК-9
8 Заключение	0	0	0		0	0	
Итого за семестр	0	2	0	2	59	63	
Итого	12	6	8	2	175	203	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

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

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Введение	Введение. Классификация сигналов и описание систем передачи информации	1	ПК-7, ПК-9
	Итого	1	
2 Математическое описание аналоговых сигналов	Спектральный анализ детерминированных сигналов с помощью обобщенных рядов Фурье	1	ПК-7, ПК-9
	Применение преобразований Фурье и Лапласа для описания трансформаций сигналов в функциональных узлах систем передачи информации .(Теоремы о спектрах)	1	
	Методы анализа прохождения сигналов через линейные электрические цепи	1	
	Итого	3	
3 Математическое описание дискретных сигналов	Дискретные преобразования Фурье (ДПФ) и их свойства	1	ПК-7, ПК-9
	Дискретные преобразования Лапласа (ДПЛ) и z-преобразования	1	
	Итого	2	
Итого за семестр		6	
4 семестр			
4 Основы цифровой фильтрации	Введение в цифровую фильтрацию	1	ПК-7, ПК-9
	Трансверсальные и рекурсивные цифровые фильтры	1	
	Методы синтеза цифровых фильтров	1	
	Итого	3	
5 Математическое	Радиосигналы с угловой и квадратурной модуля-	1	ПК-7, ПК-

Согласована на портале № 38779

описание радиосигналов с различными видами модуляции	циями. Широкополосные (шумоподобные) сигналы		9
	Анализ прохождения радиосигналов через избирательные цепи. Низкочастотный эквивалент избирательной цепи и его характеристики.	1	
	Квадратурное представление узкополосных радиосигналов. Аналитический сигнал и его описание с помощью преобразований Гильберта.	1	
	Итого	3	
Итого за семестр		6	
Итого		12	

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	8
Предшествующие дисциплины								
1 Математические методы описания сигналов	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Информатика			+	+	+	+	+	+
3 Физика	+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины								
1 Математические методы описания сигналов	+	+	+	+	+	+	+	+

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

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

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

Компетенции	Виды занятий					Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	КСР (КП/КР)	Сам. раб.	

Согласована на портале № 38779

ПК-7	+	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Защита курсовых проектов / курсовых работ, Расчетная работа, Тест, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе
ПК-9	+	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Защита курсовых проектов / курсовых работ, Расчетная работа, Тест, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе

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	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
4 Основы цифровой фильтрации	Практика аппаратурного анализа сигналов во временной и частотной областях	1	ПК-7, ПК-9
	Итого	1	
5 Математическое описание радиосигналов с различными видами модуляции	Исследование спектров управляющих сигналов	1	ПК-7, ПК-9
	Прохождение управляющих сигналов через линейные цепи	2	
	Практика аппаратурного анализа сигналов во временной и частотной областях	1	
	Исследование нелинейного усилителя и умножителя частоты	2	
	Амплитудный модулятор	1	
	Итого	7	
Итого за семестр		8	
Итого		8	

Согласована на портале № 38779

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
4 Основы цифровой фильтрации	Синтез цифровых фильтров методами инвариантности импульсной характеристики и билинейным z-преобразованием	1	ПК-7, ПК-9
	Итого	1	
5 Математическое описание радиосигналов с различными видами модуляции	Расчет параметров детектора амплитудно-модулированных колебаний	1	ПК-7, ПК-9
	Практика применения частотного и операторного методов для расчета прохождения сигналов через линейные электрические цепи	1	
	Расчет спектральных характеристик модулированных сигналов	1	
	Итого	3	
Итого за семестр		4	
5 семестр			
6 Математическое описание нелинейных цепей и методов их анализа	Аппроксимация вольтамперных характеристик нелинейных элементов	1	ПК-7, ПК-9
	Расчет спектра тока на выходе нелинейной цепи методом угла отсечки	1	
	Итого	2	
Итого за семестр		2	
Итого		6	

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	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
3 семестр				
1 Введение	Проработка лекционного материала	4	ПК-7, ПК-9	Конспект самоподготовки, Тест
	Итого	4		
2 Математическое описание аналоговых	Подготовка к практическим занятиям, семина-	4	ПК-7, ПК-9	Домашнее задание, Защита отчета, Конспект

Согласована на портале № 38779

сигналов	рам			самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	10		
3 Математическое описание дискретных сигналов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ПК-7, ПК-9	Домашнее задание, Защита отчета, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	16		
Итого за семестр		30		
4 семестр				
4 Основы цифровой фильтрации	Выполнение контрольных работ	2	ПК-7, ПК-9	Защита отчета, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12		
	Проработка лекционного материала	6		
	Подготовка к лабораторным работам	10		
	Итого	30		
5 Математическое описание радиосигналов с различными видами модуляции	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ПК-7, ПК-9	Домашнее задание, Защита отчета, Конспект самоподготовки, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Тест
	Проработка лекционного материала	6		
	Подготовка к лабораторным работам	10		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Выполнение курсового проекта / курсовой работы	24		
	Итого	56		
Итого за семестр		86		
	Подготовка и сдача зачета	4		Зачет
5 семестр				
6 Математическое описание нелинейных	Подготовка к практическим занятиям, семина-	2	ПК-7, ПК-9	Домашнее задание, Защита отчета, Отчет по

Согласована на портале № 38779

цепей и методов их анализа	рам			лабораторной работе, Расчетная работа, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	10		
	Итого	12		
7 Корреляционный анализ и оптимальная фильтрация	Выполнение контрольных работ	2	ПК-7, ПК-9	Защита курсовых проектов / курсовых работ, Защита отчета, Контрольная работа, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Подготовка к лабораторным работам	8		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	10		
	Выполнение курсового проекта / курсовой работы	27		
	Итого	47		
Итого за семестр		59		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		188		

10. Курсовой проект / курсовая работа

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

Таблица 10.1 – Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта / курсовой работы

Наименование аудиторных занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр		
Подготовка и защита курсовой работы	2	ПК-7, ПК-9
Итого за семестр	2	

10.1. Темы курсовых проектов / курсовых работ

Примерная тематика курсовых проектов / курсовых работ:

- №1. Аналоговая обработка сигналов;
- №2. Аналоговая и дискретная обработка сигналов;
- №3. Дискретная обработка сигналов и цифровая фильтрация.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется.

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1 Теория сигналов и линейные цепи [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Каратаева Н. А. - 2012. 261 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2798 (дата обращения: 10.07.2018).

2. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 2 Дискретная обработка сигналов и цифровая фильтрация [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Каратаева Н. А. - 2012. 257 с. - Режим до-

Согласована на портале № 38779

ступа: https://edu.tusur.ru/publications/2799 (дата обращения: 10.07.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Высш. школа, 2003.-462с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 69 экз.)
2. Сиберт У.М. Цепи, сигналы, системы: в 2-х частях./Пер. С англ.-М.: Мир, 1988-Ч1.336с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 39 экз.)
3. 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 [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие / Каратаева Н. А., Киселев П. С. - 2012. 34 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2790 (дата обращения: 10.07.2018).
2. Радиотехнические цепи и сигналы. Ч. 2 Нелинейная радиотехника [Электронный ресурс]: Учебное методическое пособие / Каминский В. Л., Тельпуховская Л. И. - 2012. 27 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2791 (дата обращения: 10.07.2018).
3. Радиотехнические цепи и сигналы. Дискретная обработка сигналов и цифровая фильтрация [Электронный ресурс]: Методические указания по выполнению курсовой работы / Каратаева Н. А. - 2012. 70 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2792 (дата обращения: 10.07.2018).
4. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1 [Электронный ресурс]: Лабораторный практикум по курсу «Радиотехнические цепи и сигналы». Теория сигналов. / Каратаева Н. А., Богомолов С. И. - 2013. 36 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3417 (дата обращения: 10.07.2018).
5. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 2 [Электронный ресурс]: Лабораторный практикум по курсу «Радиотехнические цепи и сигналы». Нелинейные цепи. / Богомолов С. И., Каминский В. Л. - 2013. 29 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3418 (дата обращения: 10.07.2018).
6. Радиотехнические цепи и сигналы [Электронный ресурс]: Методические указания по организации самостоятельной работы / Богомолов С. И. - 2012. 25 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1638 (дата обращения: 10.07.2018).
7. Радиотехнические цепи и сигналы [Электронный ресурс]: Компьютерный лабораторный практикум / Н. А. Каратаева, Е. П. Ворошилин - 2010. 29 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1760 (дата обращения: 10.07.2018).

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и 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. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

Согласована на портале № 38779

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное 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 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 310 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория «Радиотехнические цепи и сигналы»

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 314а ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная BRAUBERG;
- Конвертор AC-DC MC5BB ИРБИС (8 шт.);
- USB Осциллограф-генератор PCSGU250 (8 шт.);
- 8 рабочих станций, (компьютеров), на базе процессоров Intel Core i5;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- PTC Mathcad13, 14
- Velleman PcLab2000LT

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Согласована на портале № 38779

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

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

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **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 комфортного просмотра.

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

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. Какой вид имеет спектральная диаграмма периодического сигнала?
а) Непрерывный
б) Экспоненциальный
в) Дискретный
г) Гармонический
2. При прохождении периодического сигнала через линейную цепь НЕ изменяются?
а) Амплитуды гармоник
б) Фазы гармоник
в) Частоты гармоник
г) Форма сигнала
3. При амплитудной модуляции изменяется? а) Частота несущего колебания
б) Фаза несущего колебания
в) Амплитуда несущего колебания
г) Форма сигнала
4. Ширина спектра амплитудно-модулированного сигнала равна?
а) Частоте несущего колебания
б) Частоте модулирующего колебания
в) Удвоенному значению частоты несущего колебания
г) Удвоенному значению частоты модулирующего колебания
5. Спектр дискретезированного сигнала можно рассчитать?
а) С помощью коэффициентов ряда Фурье
б) С помощью интеграла Фурье
в) С помощью дискретного преобразования Фурье

Согласована на портале № 38779

6. Как изменяется спектральная плотность непереодического сигнала при уменьшении его длительности

а) Не изменяется

б) Увеличивается модуль спектральной плотности

в) Уменьшается модуль спектральной плотности и увеличивается ширина спектра

7. Какой вид аппроксимации необходимо использовать для расчета спектра тока НЭ при больших амплитудах воздействующего сигнала?

а) Полиноминальную

б) Экспоненциальную

в) Кусочно-линейную

8. Какую форму имеет ток НЭ при больших амплитудах воздействия и кусочно-линейной апроксимации?

а) Прямоугольные импульсы

б) Синусоидальные колебания

в) Экспонента

г) Косинусоидальные импульсы

9. На НЭ с квадратичной вольтамперной характеристикой i=a0+a1+a2U2 воздействует сигнал

U(t)=UM1cosω1t+ UM2cosω2t. Спектр тока будет иметь частоты

а) ω1 и ω2

б) 2ω1 и 2ω2

в) ω1; ω2; 2ω1;2ω2; ω1+ ω2; ω1- ω2

10 Какие гармоники при угле отсечки тока НЭ равном 900 обращаются в ноль.

а) Четные

б) Постоянная составляющая

в) Нечетные (кроме первой)

11. Модуляционная характеристика это зависимость

а) IM1=f(U0)

б) IM1=f(UM)

в) IM1=f(ω)

12. Детекторная характеристика это зависимость

а) I0=f(ω)

б) I0=f(UM)

в) I0=f(U0)

13. Спектральная характеристика сигнала рассчитывается с помощью

а) Интеграл свертки

б) Преобразования Лапласа

в) Прямого преобразования Фурье

г) Закона Киргофа

14. Импульсная характеристика цепи это отклик на воздействие

а) Гармонического сигнала

б) Прямоугольного импульса

в) Экспоненты

г) Дельта функции

15. Переходная характеристика цепи это отклик на воздействие

а) Треугольного импульса

б) Единичного скачка

в) Косинусоидального сигнала

16. Отсчеты сигнала на выходе трансверсального цифрового фильтра зависят от

а) только от отсчетов выходного сигнала

б) от отсчетов входного и выходного сигналов

в) только от отсчетов входного сигнала

17. Отсчеты сигнала на выходе рекурсивного цифрового фильтра зависят от

а) только от отсчетов входного сигнала

Согласована на портале № 38779

б) от отсчетов входного и выходного сигналов

в) только от отсчетов выходного сигнала

18. Как отразится на спектре периодического сигнала изменение начала отсчета времени

а) изменится спектр амплитуд

б) изменится спектр фаз

в) изменятся спектры амплитуд и фаз

19. На какой частоте расположена первая составляющая спектра периодической последовательности прямоугольных импульсов длительностью 100 мкс, скважностью 5

а) 10 кГц

б) 2 кГц

в) 5 кГц

г) 2 МГц

20. Фильтр Чебышева это

а) ФВЧ

б) ФНЧ

в) полосовой фильтр

14.1.2. 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

Согласована на портале № 38779

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

14.1.3. 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.

• Выполнить аппроксимацию вольтамперной характеристики НЭ степенным полиномом и отрез-ками 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 ам-плитуда переменной гармонической составляющей E равна 0,1 В. Определить значения постоян-ной составляющей и амплитуд первой и второй гармоник напряжения на нагрузке при тех же сигналах.

• (*) Выбрать рабочую точку НЭ на середине линейного участка. Рассчитать коэффициент усиле-ния для резонансного усилителя, работающего в линейном режиме. Определить максимально допустимую для линейного режима амплитуду сигнала на входе.

14.1.4. Темы домашних заданий

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

Согласована на портале № 38779

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.

14.1.5. Зачёт

1. Сформулировать основные идеи представления сигнала обобщенным рядом Фурье (суть среднеквадратического приближения, зачем нужен ортогональный базис, зачем полный базис, уни-

Согласована на портале № 38779

версальная расчетная формула).

2. Прямое и обратное преобразования Фурье (физический смысл, размерность, границы применимости, связь с комплексным рядом Фурье).

3. Простейшие обобщенные функции, их свойства, связь между ними во временной и частотной области.

4. Динамические модели сигналов (геометрическая интерпретация, интегральные представления и связь между ними).

5. Теоремы о спектрах: изменение масштаба и дифференцирование (во временной и частотной области).

6. Теоремы о спектрах: сдвиг и перемножение (во временной и частотной области).

7. Теоремы о спектрах: свертка и интегрирование (во временной и частотной области).

8. Прямое и обратное преобразования Лапласа (сформулировать основные идеи: переход от преобразований Фурье, Р-плоскость и смысл комплексной частоты Р, интегральная формула Коши и ее применение).

9. Сравнительный анализ преобразований Фурье и преобразований Лапласа (интегралы Фурье и Лапласа, границы применимости, взаимный переход от одного к другому).

10. Частотные и временные характеристики линейных цепей и связь между ними во временной и частотной области.

11. Воздействие периодических сигналов на линейные цепи. (Метод комплексных амплитуд и его применение для расчета периодических сигналов на выходе узкополосных и широкополосных линейных цепей).

12. Воздействие непериодических сигналов на линейные цепи. (Операторный метод расчета отклика. Суть метода, достоинства, недостатки).

13. Воздействие непериодических сигналов на линейные цепи. (временные методы анализа ,интеграл Дюамеля, интеграл свертки; суть методов, достоинства, недостатки).

14. Сравнительный анализ различных методов расчета отклика на выходе линейных цепей (операторного метода и методов временного интегрирования).

15. Тональная амплитудная модуляция (основные параметры: M, Pcp, Po, Pmax, Pmin, ширина спектра). Временное, спектральное и векторное представления.

16. Амплитудно-импульсно-модулированные сигналы и их спектры.

17. Сравнительный анализ АМ сигналов и АИМ сигналов во временной и частотной области.

18. Сравнительный анализ АМ сигналов и БМ сигналов во временной и частотной области.

19. Тональная частотная модуляция (основные параметры: индекс, девиация, ширина спектра). Временное, спектральное, векторное представления при m<<<1.

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.

Согласована на портале № 38779

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).

14.1.6. Вопросы на самоподготовку

Расчет физических характеристик сигналов

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

14.1.7. Темы расчетных работ

Расчет физических характеристик сигналов

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

14.1.8. Темы лабораторных работ

Практика аппаратурного анализа сигналов во временной и частотной областях
Исследование спектров управляющих сигналов
Прохождение управляющих сигналов через линейные цепи
Практика аппаратурного анализа сигналов во временной и частотной областях
Исследование нелинейного усилителя и умножителя частоты
Амплитудный модулятор

Согласована на портале № 38779

14.1.9. Темы курсовых проектов / курсовых работ

Спектральный анализ сигналов и расчет откликов линейной цепи.

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	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 материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов 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.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся 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 лиц с ограниченными возможностями здоровья и 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.

Согласована на портале № 38779

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 38779