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

Нелинейные сверхкороткоимпульсные системы зондирования, диагностики и измерения

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.01 Радиотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Системы и устройства передачи, приема и обработки сигналов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РСС, Кафедра радиоэлектроники и систем связи**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	30	30	часов
2	Практические занятия	20	20	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	66	66	часов
5	Самостоятельная работа	78	78	часов
6	Всего (без экзамена)	144	144	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е.

Экзамен: 3 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 39487

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 11 от « 3 » 7 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.01 Радиотехника, утвержденного 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РСС «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:
профессор каф. РСС _____ Э. В. Семенов

Заведующий обеспечивающей каф.
РСС _____ А. В. Фатеев

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ _____ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф.
РСС _____ А. В. Фатеев

Эксперты:

Заведующий кафедрой радиоэлектроники и систем связи (РСС) _____ А. В. Фатеев

Старший преподаватель кафедры радиоэлектроники и систем связи (РСС) _____ Ю. В. Зеленецкая

Согласована на портале № 39487

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование фундаментальных представлений о возможностях использования сложных (сверхширокополосных) тестовых сигналов в сочетании с анализом сложной (нелинейной) составляющей отклика объектов в различных технических системах.

1.2. Задачи дисциплины

– изучение определений сверхширокополосных сигналов и нелинейности в математике и радиотехнике;

– изучение моделей нелинейных объектов;

– изучение методов селекции и измерения нелинейных искажений сигналов;

– изучение приложений нелинейного анализа сверхкороткоимпульсных сигналов в различных системах зондирования, диагностики и измерения.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Нелинейные сверхкороткоимпульсные системы зондирования, диагностики и измерения» (Б1.В.ДВ.2.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем, Микроволновая радиометрия, Микроволновая техника, Проектирование элементов и устройств радиосвязи, Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства, Системы компьютерного проектирования РЭС, Схемотехника аналоговых радиоэлектронных функциональных устройств, Теория и техника радиолокации и радионавигации, Устройства приема и обработки дискретных и аналоговых сигналов.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-4 способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области;

– ПК-1 способностью самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана его реализации, выбор методов исследования и обработку результатов;

– ПК-2 способностью выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** определения сверхкороткоимпульсных сигналов и нелинейности в радиотехнике, общее строение и структурные схемы нелинейных моделей объектов, методы измерения нелинейных искажений сложных сверхширокополосных сигналов, основные системы, в которых нелинейный анализ сверхкороткоимпульсных сигналов находит применение.

– **уметь** правильно выбирать сверхширокополосную модель нелинейного объекта и системы в целом (измерительной, диагностической и пр.), выбирать и применять методы селекции нелинейного отклика и измерения нелинейных характеристик объектов, проектировать на структурном уровне перспективные нелинейные сверхкороткоимпульсные системы зондирования, диагностики и измерения.

– **владеть** математическим аппаратом анализа нелинейных систем в режиме сверхширокополосного воздействия.

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
Аудиторные занятия (всего)	66	66

Согласована на портале № 39487

Лекции	30	30
Практические занятия	20	20
Лабораторные работы	16	16
Самостоятельная работа (всего)	78	78
Оформление отчетов по лабораторным работам	22	22
Проработка лекционного материала	28	28
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	28	28
Всего (без экзамена)	144	144
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	180	180
Зачетные Единицы	5.0	5.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр						
1 Введение. Определения и классификации	4	2	0	8	14	ОПК-4, ПК-1, ПК-2
2 Модели нелинейных объектов	6	4	0	8	18	ОПК-4, ПК-1, ПК-2
3 Селекция и измерение нелинейных искажений сигналов	6	4	4	14	28	ОПК-4, ПК-1, ПК-2
4 Нелинейные сверхкороткоимпульсные измерительные системы	4	2	4	8	18	ОПК-4, ПК-1, ПК-2
5 Короткоимпульсная характеризация полупроводниковых приборов	2	4	0	14	20	ОПК-4, ПК-1, ПК-2
6 Нелинейные короткоимпульсные системы диагностики	4	2	0	8	14	ОПК-4, ПК-1, ПК-2
7 Видеоимпульсная нелинейная рефлектометрия и локация	4	2	8	18	32	ОПК-4, ПК-1, ПК-2
Итого за семестр	30	20	16	78	144	
Итого	30	20	16	78	144	

Согласована на портале № 39487

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. Определения и классификации	Определения сверхширокополосных и сверхкороткоимпульсных сигналов. Определения нелинейности в математике, физике и радиотехнике для различных сигналов: финитных, дискретных и непрерывных.	4	ОПК-4, ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
2 Модели нелинейных объектов	Универсальная модель нелинейной системы. Эффективные нелинейные модели конкретных радиотехнических объектов. Одно- многочастотные модели в частотной области.	6	ОПК-4, ПК-1, ПК-2
	Итого	6	
3 Селекция и измерение нелинейных искажений сигналов	Классические методы гармоник и комбинационных частот. Нуль-спектральные методы. Разностные (дифференциальные) методы	6	ОПК-4, ПК-1, ПК-2
	Итого	6	
4 Нелинейные сверхкороткоимпульсные измерительные системы	Короткоимпульсное измерение ВАХ. Кроткоимпульсное измерение пар ВАХ/ВФХ. Короткоимпульсное измерение потерь и добротности.	4	ОПК-4, ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
5 Короткоимпульсная характеризация полупроводниковых приборов	Синтез неквазистатических моделей полупроводниковых приборов.	2	ОПК-4, ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
6 Нелинейные короткоимпульсные системы диагностики	Диагностика латентных дефектов электрических контактов. Диагностика диэлектрических материалов.	4	ОПК-4, ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
7 Видеоимпульсная нелинейная рефлектометрия и локация	Примеры практических задач, в которых нелинейные рефлектометры и локаторы дают полезную информацию. Принцип действия, структурные схемы и основные особенности нелинейных рефлектометров и локаторов.	4	ОПК-4, ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		30	

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.

Согласована на портале № 39487

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 Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем	+	+					
2 Микроволновая радиометрия							+
3 Микроволновая техника				+	+	+	+
4 Проектирование элементов и устройств радиосвязи			+	+	+	+	+
5 Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства						+	+
6 Системы компьютерного проектирования РЭС	+	+					
7 Схемотехника аналоговых радиоэлектронных функциональных устройств				+	+	+	+
8 Теория и техника радиолокации и радионавигации						+	+
9 Устройства приема и обработки дискретных и аналоговых 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.	Сам. раб.	
ОПК-4	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Тест
ПК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Тест
ПК-2	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Тест

Согласована на портале № 39487

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
3 семестр			
3 Селекция и измерение нелинейных искажений сигналов	Измерение нелинейных искажений сигналов на фоне их сплошного спектра	4	ОПК-4, ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
4 Нелинейные сверхкороткоимпульсные измерительные системы	Изотермическое измерение вольтамперной характеристики полупроводникового прибора	4	ОПК-4, ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
7 Видеоимпульсная нелинейная рефлектометрия и локация	Изучение нелинейного рефлектометра	4	ОПК-4, ПК-1, ПК-2
	Изучение сверхкороткоимпульсного нелинейного локатора	4	
	Итого	8	
Итого за семестр		16	

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
3 семестр			
1 Введение. Определения и классификации	Обсуждение потенциала систем со сложными тестовыми сигналами и селекцией сложной (нелинейной) составляющей отклика. Варианты определений понятий "сверхширокополосный", "сверхкороткоимпульсный", "нелинейный".	2	ОПК-4, ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
2 Модели нелинейных объектов	Универсальная модель нелинейной системы. Эффективные нелинейные модели конкретных радиотехнических объектов. Одно- многочастотные модели в частотной области.	4	ОПК-4, ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
3 Селекция и измерение нелинейных искажений сигналов	Классические методы гармоник и комбинационных частот. Нуль-спектральные методы. Разностные (дифференциальные) методы.	4	ОПК-4, ПК-1, ПК-2

Согласована на портале № 39487

	Итого	4	
4 Нелинейные сверхкороткоимпульсные измерительные системы	Короткоимпульсное измерение ВАХ.Кроткоимпульсное измерение пар ВАХ/ВФХ. Короткоимпульсное измерение потерь и добротности.	2	ОПК-4, ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
5 Короткоимпульсная характеризация полупроводниковых приборов	Синтез неквазистатических моделей полупроводниковых приборов.	4	ОПК-4, ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
6 Нелинейные короткоимпульсные системы диагностики	Диагностика латентных дефектов электрических контактов. Диагностика диэлектрических материалов.	2	ОПК-4, ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
7 Видеоимпульсная нелинейная рефлектометрия и локация	Практические задачи, в которых нелинейные рефлектометры и локаторы дают полезную информацию. Принцип действия, структурные схемы и основные особенности нелинейных рефлектометров и локаторов.	2	ОПК-4, ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
Итого за семестр		20	

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. Определения и классификации	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-4, ПК-1, ПК-2	Контрольная работа, Расчетная работа, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
2 Модели нелинейных объектов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-4, ПК-1, ПК-2	Контрольная работа, Расчетная работа, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
3 Селекция и измерение нелинейных искажений сигналов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-4, ПК-1, ПК-2	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного	4		

Согласована на портале № 39487

	материала			
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	14		
4 Нелинейные сверхкороткоимпульсные измерительные системы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-4, ПК-1, ПК-2	Контрольная работа, Расчетная работа, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
5 Короткоимпульсная характеризация полупроводниковых приборов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-4, ПК-1, ПК-2	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	14		
6 Нелинейные короткоимпульсные системы диагностики	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-4, ПК-1, ПК-2	Контрольная работа, Расчетная работа, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
7 Видеоимпульсная нелинейная рефлектометрия и локация	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-4, ПК-1, ПК-2	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	10		
	Итого	18		
Итого за семестр		78		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		114		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр

Согласована на портале № 39487

3 семестр				
Контрольная работа	5	10	10	25
Отчет по лабораторной работе		5	15	20
Расчетная работа	5	10	5	20
Тест			5	5
Итого максимум за период	10	25	35	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	10	35	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Данилов, Лев Владимирович. Теория нелинейных электрических цепей : научное издание / Л. В. Данилов, П. Н. Матханов, Е. С. Филиппов. - Л. : Энергоатомиздат, 1990. - 251[5] с. : ил. - Библиогр.: с. 247-249. - ISBN 5-283-04433-5 : 01.10 р. (наличие в библиотеке ТУСУР - 33 экз.)

2. Андреев, Вадим Сергеевич. Теория нелинейных электрических цепей : Учебное пособие для вузов / В. С. Андреев. - М. : Радио и связь, 1982. - 279[2] с. : ил. - Библиогр.: с. 278. - 00.85 р. (наличие в библиотеке ТУСУР - 44 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Terence W. Barrett History of UltraWideBand (UWB) Radar & Communications [Электронный ресурс]: Pioneers and Innovators // Progress In Electromagnetics Symposium 2000 (PIERS2000),

Согласована на портале № 39487

Cambridge, MA, July, 2000. - 42 p. - Режим доступа: https://www.ntia.doc.gov/legacy/osmhome/uwbtestplan/barret_history_(piersw-figs).pdf (дата обращения: 25.07.2018).

2. Цифровые и аналоговые быстродействующие устройства [Электронный ресурс]: Курс лекций / Б. И. Авдоченко - 2007. 165 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/954 (дата обращения: 25.07.2018).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Расчет импульсной и переходной характеристик цепи [Электронный ресурс]: Методические указания по выполнению лабораторной работы / С. А. Артищев - 2018. 12 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8115 (дата обращения: 25.07.2018).

2. Измерение параметров ВЧ и СВЧ устройств с помощью векторных анализаторов цепей Р4-И-01 и Обзор-103 [Электронный ресурс]: Методические указания / Н. Д. Малютин, Э. В. Семенов, А. Г. Лощилов - 2012. 71 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1959 (дата обращения: 25.07.2018).

3. Изучение формирования импульсов в цифровой связи [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе / Э. В. Семенов - 2018. 17 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7603 (дата обращения: 25.07.2018).

4. Фазовая обработка в задачах формирования, передачи и исследования искажений сверхширокополосных сигналов [Электронный ресурс]: Учебное пособие по практическим занятиям и самостоятельной работе / Э. В. Семенов - 2007. 122 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8320 (дата обращения: 25.07.2018).

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. https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp
2. https://www.wikipedia.org/
3. https://rd.springer.com/
4. https://www.libnauka.ru/
5. https://elibrary.ru/defaultx.asp?
6. http://www.ioffe.ru/journals/
7. http://www.uspto.gov/patft/
8. http://www.fips.ru/
9. http://ep.espacenet.com/

Согласована на портале № 39487

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

Лаборатория "Центр магистерской подготовки" / "Центр технологий National Instruments"

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 416 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная;
- Коммутатор D-Link Switch 24 port;
- Экран с электроприводом DRAPER BARONET;
- Мультимедийный проектор;
- Генератор Г5-78;
- Генератор ГСС- 120;
- Генератор ГСС- 80;
- Измеритель иммитанса МНИПИ Е7-24;
- Измерительный комплекс;
- Комплект универсальных программируемых приемопередатчиков;
- Компьютер С540 (2 шт.);
- Ноутбук LIREBOOK AH532 (3 шт.);
- Ноутбук Fujisu;
- Компьютер intant i3001 (3 шт.);
- Осциллограф DS-1250C;
- Цифровой осциллограф GDS-810C;
- Цифровой комплекс учебно-научных лабораторий ГПО;
- Цифровой мультиметр;
- Сетевой адаптер (2шт.);
- Мультиметр цифровой АРРА 82;
- Установка для исследования нелинейных объектов при короткоимпульсном воздействии (1 шт.);
- Лабораторные макеты для исследования приёмопередающих модулей СВЧ (5 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- AWR Design Environment
- National Instruments LabVIEW

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория "Центр магистерской подготовки" / "Центр технологий National Instruments"

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 416 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная;

Согласована на портале № 39487

- Коммутатор D-Link Switch 24 port;
- Экран с электроприводом DRAPER BARONET;
- Мультимедийный проектор;
- Генератор Г5-78;
- Генератор ГСС- 120;
- Генератор ГСС- 80;
- Измеритель иммитанса МНИПИ Е7-24;
- Измерительный комплекс;
- Комплект универсальных программируемых приемопередатчиков;
- Компьютер С540 (2 шт.);
- Ноутбук LIREBOOK AH532 (3 шт.);
- Ноутбук Fujisu;
- Компьютер intant i3001 (3 шт.);
- Осциллограф DS-1250C;
- Цифровой осциллограф GDS-810C;
- Цифровой комплекс учебно-научных лабораторий ГПО;
- Цифровой мультиметр;
- Сетевой адаптер (2шт.);
- Мультиметр цифровой АРРА 82;
- Установка для исследования нелинейных объектов при короткоимпульсном воздействии (1 шт.);
- Лабораторные макеты для исследования приёмопередающих модулей СВЧ (5 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- AWR Design Environment
- National Instruments LabVIEW

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.

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.

Согласована на портале № 39487

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

Каково наиболее употребительное значение термина «сверхширокополосный сигнал»?

1. Сигнал, абсолютная полоса которого превышает некоторое значение.
2. Сигнал, относительная полоса которого превышает некоторое значение.
3. Сигнал, спектр которого начинается от нулевой частоты.
4. Сигнал, импульсный объем которого меньше объема исследуемого объекта.

Что такое сверхкороткоимпульсный сигнал?

1. Сигнал, абсолютная длительность которого меньше определенной границы.
2. Сигнал, длительность которого меньше длительности отклика объекта.
3. Сигнал бесконечно малой длительности.
4. Сигнал, база которого меньше единицы.

Какая модель нелинейной системы является наиболее универсальной?

1. Ряд Вольтерра.
2. Нелинейный трансверсальный фильтр.
3. Система X-параметров.
4. Амплитудная характеристика.

Какое общее свойство можно усмотреть во всех нелинейных моделях?

1. Разделение линейного инерционного и нелинейного безынерционного преобразований.
2. Все энергоемкие элементы считаются линейными.
3. Все диссипативные элементы считаются линейными.
4. Обязательно использование частотной области.

Для простейшей безынерционной нелинейной модели достаточно…

1. Амплитудно-частотной характеристики.
2. Амплитудной характеристики.
3. Фазочастотной характеристики.
4. Характеристики амплитудно-фазовой конверсии.

Почему наблюдение высших гармоник не подходит для измерения нелинейных искажений сверхкороткоимпульсных сигналов?

1. Нелинейные искажения сверхкороткоимпульсных сигналов не сопровождаются появлением высших гармоник.
2. В спектре сверхкороткоимпульсного сигнала нельзя выделить отдельные гармоники.
3. Высшие гармоники в отклике объекта маскируются спектральными составляющими тестового сигнала.
4. Результат измерения слишком сильно зависит от условий измерения.

Что такое нуль-спектральный метод наблюдения нелинейных искажений?

Согласована на портале № 39487

1. Любой метод, при котором спектральные составляющие отклика объекта наблюдаются на частотах, свободных от спектральных составляющих тестового сигнала.

2. Метод, при котором спектральные составляющие отклика объекта наблюдаются на частоте локального нуля в спектре тестового сигнала.

3. Метод, при котором спектральные составляющие отклика объекта компенсируются спектральными составляющими тестового сигнала.

4. Метод, при котором внешнее тестовое воздействие на объект отсутствует.

Дифференциальные методы наблюдения нелинейных искажений включают…

1. Воздействие на объект по меньшей мере двумя тестовыми сигналами разной формы.

2. Отыскание разности отклика объекта и взвешенного тестового сигнала.

3. Дифференцирование отклика объекта.

4. Отыскание разности текущего и предыдущего значения отклика.

Короткоимпульсное измерение вольт-амперной характеристики главным образом позволяет… 1. Измерить вольт-амперную характеристику при постоянной температуре прибора.

2. Измерить вольт-амперную характеристику без мешающего действия диффузионного заряда.

3. Измерить вольт-амперную характеристику при напряжениях, больших напряжения лавинного пробоя.

4. Измерить вольт-амперную характеристику за минимальное время.

При короткоимпульсном измерении пар ВАХ/ВФХ отсчет на импульсном сигнале выбирается на… 1. Его вершине.

2. На фронте.

3. На спаде.

4. На фронте и спаде.

При измерении потерь в варикапах и конденсаторах чаще всего используется…

1. Последовательная RC-цепь замещения.

2. Параллельная RC-цепь замещения.

3. Последовательная LC-цепь замещения.

4. Параллельная LC-цепь замещения.

Неквазистатическая нелинейная модель это… 1. Любая нелинейная модель, учитывающая инерционность объекта.

2. Любая нелинейная модель, работающая на переменном токе.

3. Нелинейная модель, характеристики которой определены на сигнале с переменной амплитудой.

4. Нелинейная модель, в которой накопленный инерционным элементом заряд, энергия и пр. зависит не только от мгновенного значения сигнала на нем, но и от предыдущих значений.

Неквазистатическая нелинейная модель дает меньшую ошибку моделирования…

1. На высокочастотном гармоническом сигнале.

2. На любом переменном сигнале.

3. На короткоимпульсном сигнале.

4. На низкочастотном гармоническом сигнале.

Нелинейность чистого (без пленок) электрического контакта обусловлена в основном…

1. Туннельным эффектом.

2. Эффектом Пельтье.

3. Эффектом Керра.

4. Термоэлектрическими эффектами.

Некачественный контакт по его нелинейным свойствам…

1. Можно обнаружить только на гармоническом сигнале.

2. Можно обнаружить при однократном видеоимпульсном воздействии.

3. Можно обнаружить только при воздействии двумя видеоимпульсными сигналами при разных условиях.

4. Можно обнаружить только совместной обработкой двух тестовых сигналов и двух откликов на них.

Потери в диэлектрических материалах…

Согласована на портале № 39487

1. Относятся к линейным эффектам.
2. Относятся к нелинейным эффектам.
3. Линейны малой диэлектрической проницаемости и нелинейны при большой.
4. Нелинейны при малой диэлектрической проницаемости и линейны при большой.

Нелинейный рефлектометр позволяет обнаружить…

1. Перепады волнового сопротивления линии.
2. Индуктивные неоднородности в линии.
3. Емкостные неоднородности в линии.
4. Включения типа p-n-переходов и «слабых» электрических контактов.

Некачественные электрические контакты и p-n-переходы…

1. При помощи нелинейного рефлектометра различить невозможно.
2. Различаются, если использовать два тестовых воздействия.
3. Различаются, если использовать тестовые сигналы с изменяющейся полярностью.
4. Если использовать тестовые сигналы с изменяющейся постоянной составляющей.

Нелинейный видеоимпульсный локатор при одинаковой (с радиоимпульсным) пиковой мощностью и длительностью импульса обеспечивает…

1. Большую разрешающую способность.
2. Большую дальность обнаружения в плотных средах.
3. Большую дальность обнаружения в воздухе.
4. Большую энергию зондирующего импульса.

Энергия продуктов нелинейного преобразования в отклике на видеоимпульсный сигнал…

1. Как правило, больше, чем в отклике на гармонический сигнал той же амплитуды.
2. Как правило, меньше, чем в отклике на гармонический сигнал той же амплитуды.
3. Как правило, такая же, как в отклике на гармонический сигнал той же амплитуды.
4. Недоступна наблюдению.

14.1.2. Экзаменационные вопросы

Классификация радиотехнических сигналов по полосе и длительности.

Понятие нелинейности в математике и радиотехнике. Классификация систем по линейности.

Общие особенности и области применения систем со сверкороткоимпульсными сигналами и анализом нелинейности отклика.

Универсальные модели нелинейных систем.

Нелинейные модели в частотной области.

Эквивалентные схемы нелинейных приборов (примеры).

Общие подходы с селекции нелинейного отклика на сверхширокополосные сигналы.

Нуль-спектральный метод измерения нелинейных искажений.

Дифференциальные методы измерения нелинейных искажений.

Особенности короткоимпульсных систем измерения вольт-амперных характеристик.

Принцип сверхкороткоимпульсного измерения пар вольт-амперных и вольт-фарадных характеристик. Особенности соответствующих систем.

Короткоимпульсное измерение потерь и добротности.

Основные преимущества и область использования неквазистатических нелинейных моделей полупроводниковых приборов.

Структура и принцип действия неквазистатических нелинейных моделей полупроводниковых приборов.

Физика нелинейности электрических контактов.

Принцип действия термонелинейного рефлектометра электрических контактов.

Короткоимпульсная диагностика диэлектрических материалов.

Принцип действия и основные возможности нелинейного видеоимульсного рефлектометра.

Принцип действия и основные особенности сверхкороткоимпульсного нелинейного локатора.

14.1.3. Темы контрольных работ

Общие вопросы. Основные определения.

Модели нелинейных объектов.

Согласована на портале № 39487

Селекция и измерение нелинейных искажений сигналов.

Нелинейные сверхкороткоимпульсные измерительные системы.

Короткоимпульсная характеризация полупроводниковых приборов.

Нелинейные короткоимпульсные системы диагностики.

Видеоимпульсная нелинейная рефлектометрия и локация.

14.1.4. Темы расчетных работ

Расчет отклика нелинейной модели объекта.

Сравнительный расчет уровня нелинейного отклика объекта не гармонический и сверхкороткоимпульсный сигнал.

Расчет добротности емкостных элементов и погрешности ее измерения.

Расчет диффузионного заряда p-n-перехода в квазистатическом и неквазистатическом приближении.

Расчет дальности обнаружения некачественного электрического контакта нелинейным рефлектометром.

14.1.5. Темы лабораторных работ

Измерение нелинейных искажений сигналов на фоне их сплошного спектра

Изотермическое измерение вольтамперной характеристики полупроводникового прибора

Изучение нелинейного рефлектометра

Изучение сверхкороткоимпульсного нелинейного локатора

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 доступ-

Согласована на портале № 39487

ная 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.

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

Согласована на портале № 39487