МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____Сенченко П.В.
«26» _____10_____ 2022 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: **Радиотехнические системы**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Передовая инженерная школа «Электронное приборостроение и системы связи» (ПИШ)**
Кафедра: **Передовая инженерная школа (ПИШ)**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Самостоятельная работа	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	72	72	часов
	2	2	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет с оценкой	3

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 26.10.2022
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 75856

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. 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

1. Изучение определений сверхширокополосных сигналов и нелинейности в математике и радиотехнике.
2. Изучение моделей нелинейных объектов.
3. Изучение методов селекции и измерения нелинейных искажений сигналов.
4. Изучение приложений нелинейного анализа сверхкороткоимпульсных сигналов в различных системах зондирования, диагностики и измерения.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Индекс дисциплины: Б1.В.1.01.ДВ.02.18.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 75856

ПК-3. Способен проектировать объекты профессиональной деятельности	ПК-3.1. Знает методики проектирования объектов профессиональной деятельности	Знает модели нелинейных объектов в импульсном режиме воздействия и способы их экспериментальной верификации, принципы селекции нелинейных искажений импульсных сигналов, методы и преимущества экспериментальных исследований свойств нелинейных цепей и объектов в импульсном режиме, в том числе методами нелинейной рефлектометрии и локации.
	ПК-3.2. Умеет эффективно применять современные средства разработки при проектировании объектов профессиональной деятельности.	Умеет применять на практике методы нелинейного моделирования и тестирования объектов и цепей в импульсном режиме.
	ПК-3.3. Владеет современными технологиями проектирования объектов профессиональной деятельности	Владеет навыками исследования нелинейный свойств объектов в режиме импульсного воздействия.

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		3 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	36	36
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	36	36
Подготовка к контрольной работе	13	13
Подготовка к тестированию	6	6
Подготовка к зачету с оценкой	6	6
Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения	7	7
Выполнение практического задания	4	4
Общая трудоемкость (в часах)	72	72
Общая трудоемкость (в з.е.)	2	2

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Согласована на портале № 75856

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр					
1 Введение. Определения и классификации	2	2	4	8	ПК-3
2 Модели нелинейных объектов	4	4	8	16	ПК-3
3 Селекция и измерение нелинейных искажений сигналов	4	2	4	10	ПК-3
4 Нелинейные сверхкороткоимпульсные измерительные системы	4	6	12	22	ПК-3
5 Калибровка в нелинейных импульсных измерениях	2	2	4	8	ПК-3
6 Видеоимпульсная нелинейная рефлектометрия	2	2	4	8	ПК-3
Итого за семестр	18	18	36	72	
Итого	18	18	36	72	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.
Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Введение. Определения и классификации	Определения терминов "сверхкороткоимпульсный", "сверхширокополосный", "линейный", "нелинейный". Области применения импульсных линейных и нелинейных измерений.	2	ПК-3
	Итого	2	
2 Модели нелинейных объектов	Универсальная модель нелинейной системы. Разделение нелинейного и линейного преобразований в нелинейно-инерционных моделях. Нелинейно-инерционные модели для уровня структурных и принципиальных схем. Квазистатические и неквазистатические модели.	4	ПК-3
	Итого	4	
3 Селекция и измерение нелинейных искажений сигналов	Принцип селекции нелинейных искажений сигналов. Методы измерения нелинейных искажений с использованием гармонических сигналов, полос шума, сигналов локальными нулями спектра, разностные методы.	4	ПК-3
	Итого	4	

Согласована на портале № 75856

4 Нелинейные сверхкороткоимпульсные измерительные системы	Смысл и методы импульсного измерения вольт-амперных и вольт-фарадных характеристик. Термодинамическая характеризация и моделирование полупроводниковых приборов. Характеризация диффузионного заряда в диодах и транзисторах.	4	ПК-3
	Итого	4	
5 Калибровка в нелинейных импульсных измерениях	Определение и разновидности калибровок. Относительная калибровка. Четырехполюсник погрешностей. Варианты наборов калибровочных мер. Исключение систематической погрешности по результатам калибровки. Абсолютная калибровка и меры для ее выполнения.	2	ПК-3
	Итого	2	
6 Видеоимпульсная нелинейная рефлектометрия	Области применения рефлектометрических методов. Рефлектометрия и трансмиссометрия. Линейная и нелинейная рефлектометрия. Поиск дефектов в линиях передачи. Обнаружение несанкционированных подключений к линиям передачи. Диагностика качества электрических контактов. Рефлектометрия и трансмиссометрия в точных измерениях.	2	ПК-3
	Итого	2	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Введение. Определения и классификации	Виды сигналов, используемых в нелинейных импульсных измерительных системах.	2	ПК-3
	Итого	2	
2 Модели нелинейных объектов	Модели полупроводниковых приборов	4	ПК-3
	Итого	4	
3 Селекция и измерение нелинейных искажений сигналов	Принципы и методы измерения нелинейных искажений	2	ПК-3
	Итого	2	

Согласована на портале № 75856

4 Нелинейные сверхкороткоимпульсные измерительные системы	Методы импульсных измерений характеристик цепей. Термодинамическая характеризация	6	ПК-3
	Итого	6	
5 Калибровка в нелинейных импульсных измерениях	Виды калибровок, варианты наборов калибровочных мер, исправление систематической погрешности измерения по результатам выполнения калибровки.	2	ПК-3
	Итого	2	
6 Видеоимпульсная нелинейная рефлектометрия	Особенности использования рефлектометрических методов для различных задач	2	ПК-3
	Итого	2	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
3 семестр				
1 Введение. Определения и классификации	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	1	ПК-3	Тестирование
	Подготовка к зачету с оценкой	1	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Итого	4		

Согласована на портале № 75856

2 Модели нелинейных объектов	Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения	3	ПК-3	Задачи и упражнения
	Подготовка к контрольной работе	3	ПК-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	1	ПК-3	Тестирование
	Подготовка к зачету с оценкой	1	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Итого	8		
3 Селекция и измерение нелинейных искажений сигналов	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	1	ПК-3	Тестирование
	Подготовка к зачету с оценкой	1	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Итого	4		
4 Нелинейные сверхкороткоимпульсные измерительные системы	Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения	4	ПК-3	Задачи и упражнения
	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	1	ПК-3	Тестирование
	Подготовка к зачету с оценкой	1	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Выполнение практического задания	4	ПК-3	Практическое задание
	Итого	12		
5 Калибровка в нелинейных импульсных измерениях	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	1	ПК-3	Тестирование
	Подготовка к зачету с оценкой	1	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Итого	4		
6 Видеоимпульсная нелинейная рефлектометрия	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	1	ПК-3	Тестирование
	Подготовка к зачету с оценкой	1	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Итого	4		
Итого за семестр		36		

Согласована на портале № 75856

Итого	36	

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности			Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ПК-3	+	+	+	Задачи и упражнения, Зачёт с оценкой, Контрольная работа, Практическое задание, Тестирование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
3 семестр				
Зачёт с оценкой	0	0	0	0
Контрольная работа	10	10	10	30
Практическое задание	0	0	35	35
Тестирование	0	0	5	5
Задачи и упражнения	10	10	10	30
Итого максимум за период	20	20	60	100
Нарастающим итогом	20	40	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	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)

Согласована на портале № 75856

3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Алдошин, Г. Т. Теория линейных и нелинейных колебаний : учебное пособие / Г. Т. Алдошин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 320 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/168476.

2. Астанин, Л. Ю. Импульсные устройства : учебное пособие / Л. Ю. Астанин, Н. В. Сотникова. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2012. — 156 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/63696.

3. 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.).

7.2. Дополнительная литература

1. 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.).

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

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

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

7.3.2. 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.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций,

Согласована на портале № 75856

текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория компьютерного проектирования: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 143 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Устройство генерации и обработки сигналов Analog Discovery 2 (National Instruments Edition) - 10 шт.;
- Испытательный лабораторный стенд узлов аналоговой и цифровой электроники MikroElektronika Analog System Lab Kit PRO - 10 шт.;
- Отладочная плата Arduino UNO - 15 шт.;
- Отладочная плата STM32F429I-disk - 10 шт.;
- Трехканальный линейный источник постоянного тока GPD-73303D - 10 шт.;
- Осциллограф DSOX1102G - 10 шт.;
- Лабораторный макет Basys 3 Artix-7 FPGA Trainer Board - 10 шт.;
- Проектор Acer P1385WB;
- Проекционный экран;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.3. 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, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.4. 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

Согласована на портале № 75856

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 зрения** 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.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Введение. Определения и классификации	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Модели нелинейных объектов	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Задачи и упражнения	Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений
3 Селекция и измерение нелинейных искажений сигналов	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 75856

4 Нелинейные сверхкороткоимпульсные измерительные системы	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Задачи и упражнения	Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений
5 Калибровка в нелинейных импульсных измерениях	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Видеоимпульсная нелинейная рефлектометрия	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков

Согласована на портале № 75856

4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. В чем состоит моноимпульсный метод измерения ВАХ?
   а) на объект подается прямоугольный импульс, ток объекта регистрируется как полусумма токов на фронте и спаде импульса;
   б) на объект подается ступенчатый с линейно нарастающим фронтом, регистрируются напряжение и ток на фронте импульса, отображается ВАХ в координатах "напряжение - ток";
   в) на объект подается ступенчатый сигнал, регистрируются напряжения и ток на объекте как функции времени, отображается ВАХ в координатах "напряжение - ток";
   г) на одном импульсе регистрируют только одно значение тока.
2. В чем состоит сканирующий метод измерения ВАХ?
   а) на объект подается импульс напряжения, на плоской вершине импульса регистрируется ток, амплитуда импульса меняется по заданной сетке, по результатам строится ВАХ;
   б) на объект подается сигнал с линейно нарастающим фронтом, точка стробирования сканирует от начала импульса вправо по времени, по результатам сканирования строится ВАХ;

Согласована на портале № 75856

в) на объект подается прямоугольный импульс, его длительность сканирует в заданных пределах, в итоге получают семейство ВАХ для разных длительностей тестового воздействия;

г) на объект подается ступенчатый сигнал, точка стробирования сканирует от начала импульса вправо по времени, по результатам сканирования строится ВАХ.

3. Каков наиболее распространенный метод измерения теплового сопротивления?
   а) корпус прибора размещают на нагревателе и измеряют разность температур между активной областью прибора и нагревателем;
   б) предварительно измеряют температурный коэффициент напряжения и по изменению напряжения на объекте после подачи на него греющего тока определяют тепловое сопротивление;
   в) предварительно измеряют температурный коэффициент напряжения и по изменению напряжения на объекте после прекращения действия греющего тока определяют тепловое сопротивление;
   г) предварительно измеряют температурный коэффициент тока и по изменению тока на объекта после подачи на него греющего напряжения определяют тепловое сопротивление;
   е) на прибор подают постоянный ток с известной мощностью и внешним термометром измеряют температуру активной области.
4. Как включаются тепловые сопротивления и теплоемкости отдельных участков объекта в общую эквивалентную схему его импеданса?
   а) тепловые сопротивления и теплоемкости отдельных участков включаются параллельно, а эти цепочки включаются последовательно;
   б) тепловые сопротивления и теплоемкости отдельных участков включаются последовательно, а эти цепочки включаются параллельно.
   в) все тепловые сопротивления и теплоемкости включаются последовательно;
   г) все тепловые сопротивления и теплоемкости включаются параллельно.
5. В чем состоит моноимпульсный метод измерения ВФХ?
   а) емкость находят как отношение заряда объекта к напряжению на нем;
   б) емкость находят как отношение тока объекта к производной напряжения на нем;
   в) учитывают два фронта импульсного сигнала, чтобы исключить влияние тока электропроводности;
   г) учитывают два фронта импульсного сигнала, чтобы исключить влияние реактивного тока объекта.
6. В чем состоит сканирующий метод измерения ВФХ?
   а) посередине фронта импульсного сигнала рассчитывают отношение тока к производной напряжения. Изменяя амплитуду импульса получают ВФХ;
   б) посередине фронта импульсного сигнала рассчитывают отношение тока к производной напряжения. Изменяя крутизну фронта получают ВФХ;
   в) на плоской вершине импульса рассчитывают отношение тока к производной напряжения. Изменяя амплитуду импульса получают ВФХ;
   г) на плоской вершине импульса рассчитывают отношение заряда к напряжению. Изменяя амплитуду импульса получают ВФХ.
7. Какой участок импульсного сигнала лучше всего подходит для определения потерь в емкостном объекте?
   а) спад;
   б) нарастающий фронт;
   в) плоская вершина;
   г) участок после окончания импульсного сигнала.
8. Как проще всего можно определить диффузионный заряд в p-n-переходе?
   а) измеряя ток диффузионной емкости на фронте импульса прямого смещения;
   б) измеряя ток диффузионной емкости на спаде импульса прямого смещения;
   в) измеряя ток диффузионной емкости после смены прямого смещения на обратное;
   г) измеряя ток диффузионной емкости после смены обратного смещения на прямое;
   д) измеряя ток диффузионной емкости в установившемся режиме прямого смещения.
9. Систематическую погрешность однопортового измерителя относят к некоторому четырехполюснику. Четырехполюсник в общем случае характеризуется четырьмя

Согласована на портале № 75856

параметрами. Почему обычно достаточно трех калибровочных измерений?
а) потому, что четырехполюсник является симметричным;
б) потому, что четырехполюсник является линейным;
в) потому, что четырехполюсник является реактивным;
г) потому, что четырехполюсник является взаимным.

10. Есть ли смысл импеданс одной из калибровочных мер выбирать поближе к импедансу объекта измерения.
а) есть, если каналы регистрации прибора являются нелинейными;
б) есть, если нужно точно измерить как реактивное, так и активное сопротивление объекта;
в) есть, если каналы регистрации прибора являются линейными;
г) нет, в любом случае систематическая погрешность будет исключена.
11. В каких приборах нужна абсолютная калибровка?
а) в прецизионных линейных измерителях характеристик цепей;
б) только в прецизионных нелинейных измерителях характеристик цепей;
в) в любых нелинейных измерителях характеристик цепей;
г) в измерителях, выполняющих измерения без сравнения с мерой.

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Основные определения: сверхкороткоимпульсный сигнал, сверхширокополосный сигнал. Области применения таких сигналов.
2. Определение линейной системы в математике, физике и радиотехнике.
3. Универсальная модель нелинейно-инерционной системы.
4. Разделение линейного и нелинейного преобразований в нелинейных моделях. Теория расщепления сигналов.
5. Варианты реализации линейного расщепляющего многополюсника в нелинейно-инерционных моделях (с примерами).
6. Рекурсия в нелинейно-инерционных моделях. Примеры рекурсивных нелинейно-инерционных моделей.
7. «Внешняя» и «внутренняя» инерционность емкостных объектов.
8. Квазистатические и неквазистатические нелинейные модели.
9. Специфика и практическое значение задачи селекции нелинейных искажений сигналов.
10. Общий принцип селекции нелинейных искажений сигналов.
11. Измерение нелинейных искажений сигналов при помощи узких полос шума.
12. Метод заградительного фильтра и нуль-спектральный метод измерения нелинейных искажений сигналов.
13. Разностный метод селекции нелинейных искажений сигналов.
14. Подавление нелинейных искажений генератора сигналов и приемника при гармоническом методе измерения нелинейных искажений сигналов.
15. Модификация разностного метода измерения нелинейных искажений, допускающая нелинейные искажения сигналов генератором.
16. Измерение собственных нелинейных искажений сигналов приемником в разностном методе.
17. Смысл в измерении вольт-амперных характеристик импульсным методом.
18. Моноимпульсный метод измерения вольт-амперной характеристики.
19. Сканирующий метод измерения вольт-амперной характеристики.
20. Оценивание максимально допустимой длительности импульса при импульсном измерении вольт-амперной характеристики.
21. Термодинамическая характеризация полупроводниковых приборов (модели и измерения).
22. Смысл в измерении вольт-фарадных характеристик импульсным методом.
23. Моноимпульсный метод измерения вольт-фарадной характеристики.
24. Сканирующий метод измерения вольт-фарадной характеристики.
25. Характеризация диффузионного заряда в p-n-переходах.
26. Измерение нелинейных искажений полосовых сигналов разностным методом.
27. Определение и разновидности калибровок.
28. Относительная калибровка. Четырехполюсник погрешностей.

Согласована на портале № 75856

29. Варианты наборов калибровочных мер. Зависимость остаточной (после калибровки) погрешности измерения от импеданса калибровочных мер.
30. Абсолютная калибровка.
31. Стробирование в калибровке для импульсных измерений.
32. Рефлектометрия и трансмиссометрия. Разновидности и области применения.
33. Принцип нелинейной рефлектометрии.
34. Линейная и нелинейная рефлектометрия протяженных линий передачи.
35. Линейная и нелинейная рефлектометрия при поиске устройств несанкционированного доступа к информации.
36. Нелинейная рефлектометрия в диагностике качества электрических контактов.
37. Пассивная интермодуляция в электрических контактах. Причины возникновения, типичные уровни, приборы для измерения.
38. Измерение S-параметров рефлектометрическим методом.
39. Измерение погонных параметров линий передачи рефлектометрическим методом.
40. Применение рефлектометрических методов при измерении характеристик полупроводниковых элементов на подложке.

9.1.3. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

Контрольная 1. Определения, общие вопросы, модели

1. Определение сверхкороткоимпульсного сигнала.
2. Области применения сверхкороткоимпульсных сигналов.
3. Определение сверхширокополосного сигнала.
4. Определение линейной системы в классе дискретных финитных сигналов.
5. Универсальная модель нелинейно-инерционных систем.
6. Разделение инерции и нелинейности. Теория расщепления сигналов.
7. Возможные варианты реализации расщепляющего многополюсника.
8. Нелинейно-инерционная модель диода в терминах теории расщепления сигналов.
9. Нелинейно-инерционная модель конденсатора.
10. Внешняя и внутренняя инерционность емкостных объектов.
11. Физика неквазистатических эффектов в p-n-переходах и конденсаторах.
12. Математическое описание неквазистатической модели p-n-перехода.
13. Рекомбинационная фаза релаксации диффузионного заряда и ее моделирование.

Контрольная 2. Измерение нелинейных искажений сигналов

1. Различие задач измерения нелинейных характеристик цепей и нелинейных искажений сигналов.
2. Принцип селекции нелинейных искажений сигналов.
3. Методы гармоник и комбинационных частот с точки зрения общего принципа селекции нелинейных искажений.
4. Метод селекции нелинейных искажений при помощи полос шума.
5. Подходы к селекции нелинейных искажений сигналов со сплошным спектром.
6. Метод заградительного фильтра и нуль-спектральный метод.
7. Подавление нелинейных искажений сигналов генератора и приемника в методе гармоник.
8. Разностный метод селекции нелинейных искажений сигналов.
9. Некорректность вычисления характеристики нелинейности разностным методом.
10. Подавление нелинейных искажений генератора в разностном методе измерения.
11. Подавление нелинейных искажений сигналов генератора и приемника в методе заградительного фильтра и нуль-спектральном методе.
12. Измерение собственных нелинейных искажений сигналов приемником.

Контрольная 3. Нелинейные импульсные измерительные системы

1. Импульсные измерения ВАХ. Целесообразность, место, преимущества.
2. Моноимпульсное измерение ВАХ.
3. Сканирующий метод измерения ВАХ.
4. Оценивание максимальной длительности импульса при импульсном измерении ВАХ.
5. Термодинамика полупроводниковых приборов. Термодинамическая модель полупроводникового прибора.
6. Тепловые сопротивления и тепловые постоянные и тепловой импеданс. Их измерение.
7. Моноимпульсный метод измерения ВФХ.

Согласована на портале № 75856

8. Сверхкороткоимпульсные измерения ВФХ. Целесообразность, место.
9. Измерение потерь в емкостных объектах импульсным методом.
10. Сканирующий метод измерения ВФХ.
11. Определение калибровки и практический смысл ее выполнения.
12. Относительная калибровка. Определение, область применения, особенности.
13. Четырехполюсник погрешностей.
14. Количество неизвестных параметров четырехполюсника погрешностей, необходимое количество мер и оптимальные значения импедансов калибровочных мер.
15. Для каких измерений нужна абсолютная калибровка и как она может быть выполнена?
16. Характеризация диффузионного заряда в p-n-переходах.
17. Разновидности калибровок.
18. Принцип расчета параметров четырехполюсника погрешностей из результатов измерения коэффициентов отражения калибровочных мер.

9.1.4. Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений

1. Оценивание параметров ВАХ диода по результатам экспериментальных измерений.
2. Синтез и расчет поведенческих нелинейно-инерционных моделей в виде нелинейного рекурсивного фильтра.
3. Расчет допустимой длительности импульса при измерениях ВАХ.
4. Расчет термодинамических параметров полупроводниковых приборов.
5. Сравнение оценок нелинейных искажений разными методами.

9.1.5. Темы практических заданий

1. Исследование видеоимпульсного метода измерения вольт-амперных характеристик.
2. Изучение калибровки SOL применительно к импульсным методам измерения.
3. Импульсное измерение вольт-амперной характеристики полупроводникового диода.
4. Исследование импульсного метода измерения вольт-кулонных характеристик.
5. Измерение вольт-фарадной характеристики полупроводникового диода.

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном

Согласована на портале № 75856

журнале по дисциплине.

9.3. 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 9.4.

Таблица 9.4 – 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, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. 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.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Согласована на портале № 75856

процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПИШ
протокол № 2 от «20» 10 2022 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ПИШ	А.Г. Лощилов	Согласовано, 55af61de-b8ed-4780-9ba6-8adedc18f4ec
Заведующий обеспечивающей каф. ПИШ	А.Г. Лощилов	Согласовано, 55af61de-b8ed-4780-9ba6-8adedc18f4ec
И.О. начальника учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Заместитель директора по образованию, каф. Передовая инженерная школа "Электронное приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева	Ю.В. Шульгина	Согласовано, ea49db22-c3de-481e-88a5-479145e4aa44
Заведующий кафедрой, каф. РСС	А.В. Фатеев	Согласовано, 595be322-a579-4ae5-8d93-e5f4ee9ceb7d

РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. КУДР	Э.В. Семенов	Разработано, 939a637f-4814-47d4-a9c2-785d44cc0e9d

Согласована на портале № 75856