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.
«22» _____02_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ИЗМЕРЕНИЕ СВЧ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕМЕНТОВ ИМС

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Твердотельная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**
Кафедра: **Кафедра физической электроники (ФЭ)**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	16	16	часов
Самостоятельная работа	74	74	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
	3	3	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет	2

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 22.02.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 72007

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Цель курса состоит в изучении общих принципов выполнения измерений параметров СВЧ устройств и элементов интегральных схем, а также в освоении современного измерительного оборудования и методик его калибровки.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение и освоение современного измерительного оборудования для проведения измерений параметров СВЧ устройств.
2. Освоение методики проведения измерений и калибровки.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль профессиональной подготовки (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.01.05.
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		
ПК-8. Готов осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени	ПК-8.1. Знает принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов	Знает принципы проведения измерений параметров СВЧ ИМС.
	ПК-8.2. Умеет планировать экспериментальные работы	Умеет подбирать необходимое измерительное оборудование.
	ПК-8.3. Владеет навыками постановки и проведения эксперимента	Владеет навыками работы с современным оборудованием для измерения параметров микроэлектронных СВЧ устройств.

Согласована на портале № 72007

ПК-9. Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	ПК-9.1. Знает методы и оборудование при выполнении экспериментальных работ	Знает основные виды измерений в СВЧ диапазоне.
	ПК-9.2. Умеет планировать экспериментальные работы с применением современных средств и методов	Умеет выбирать методики измерений в соответствии с поставленными задачами.
	ПК-9.3. Владеет навыками организации и постановки экспериментальных работ	Владеет навыками настройки современного оборудования для измерения параметров микроэлектронных СВЧ устройств.
ПК-10. Способен делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения	ПК-10.1. Знает предмет и проблематику областей научных исследований	Знает основные методики измерений СВЧ параметров элементов ИМС.
	ПК-10.2. Умеет делать научно-обоснованные выводы по результатам исследований	Умеет анализировать погрешности эксперимента.
	ПК-10.3. Владеет методиками теоретического и экспериментального анализа для решения практических задач в предметной области	Владеет навыками калибровки современного оборудования для измерения параметров микроэлектронных СВЧ устройств.

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 3 зачетных единиц, 108 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
		2 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	34	34
Лекционные занятия	18	18
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	74	74
Подготовка к зачету	23	23
Подготовка к тестированию	23	23
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	28	28
Общая трудоемкость (в часах)	108	108
Общая трудоемкость (в з.е.)	3	3

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

Согласована на портале № 72007

таблице 5.1.

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

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
2 семестр					
1 Введение, история развития СВЧ измерений, зондовых измерений	2	4	16	22	ПК-10, ПК-8, ПК-9
2 Современное измерительное оборудование (виды СВЧ соединителей, векторный анализатор цепей, анализатор спектра)	4	4	20	28	ПК-10, ПК-8, ПК-9
3 Основные зондовые методы калибровки и выполнения измерений S-параметров	6	4	20	30	ПК-10, ПК-8, ПК-9
4 Устройство зондовой станции и СВЧ зондов. Особенности зондовых измерений.	6	4	18	28	ПК-10, ПК-8, ПК-9
Итого за семестр	18	16	74	108	
Итого	18	16	74	108	

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
2 семестр			
1 Введение, история развития СВЧ измерений, зондовых измерений	История создания первых СВЧ измерительных приборов	2	ПК-8, ПК-9, ПК-10
	Итого	2	
2 Современное измерительное оборудование (виды СВЧ соединителей, векторный анализатор цепей, анализатор спектра)	Основные виды СВЧ соединителей. Принципы построения и основанные виды СВЧ измерительных приборов	4	ПК-8, ПК-9, ПК-10
	Итого	4	
3 Основные зондовые методы калибровки и выполнения измерений S-параметров	Внутренне устройство векторного анализатора цепей. Модели ошибок ВАЦ. 12-ти компонентная модель ошибок. Однопортовая калибровка. Двухпортовая калибровка. Основные виды калибровок(SOLT, TLR, TRM).	6	ПК-8, ПК-9, ПК-10
	Итого	6	

Согласована на портале № 72007

4 Устройство зондовой станции и СВЧ зондов. Особенности зондовых измерений.	Конструкция зондовой станции, основные узлы.Конструкция СВЧ зондов, виды, основные характеристики, особенности применения. Принципы и методы проведения зондовых измерений. Особенности проведения калибровки и измерений. Методы верификации.	6	ПК-8, ПК-9, ПК-10
	Итого	6	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.3. Практические занятия (семинары)

Не предусмотрено учебным планом

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
1 Введение, история развития СВЧ измерений, зондовых измерений	Изучение векторного анализатор цепей Обзор-103 и методов калибровки	4	ПК-8, ПК-9, ПК-10
	Итого	4	
2 Современное измерительное оборудование (виды СВЧ соединителей, векторный анализатор цепей, анализатор спектра)	Изучение скалярного анализатора цепей Р2М	4	ПК-8, ПК-9, ПК-10
	Итого	4	
3 Основные зондовые методы калибровки и выполнения измерений S-параметров	Измерение ε и tgδ диэлектрических материалов резонаторным методом	4	ПК-8, ПК-9, ПК-10
	Итого	4	
4 Устройство зондовой станции и СВЧ зондов. Особенности зондовых измерений.	Измерение параметров ВЧ и СВЧ устройств с помощью векторных анализаторов цепей Р4-И-01	4	ПК-8, ПК-9, ПК-10
	Итого	4	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

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

Согласована на портале № 72007

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
2 семестр				
1 Введение, история развития СВЧ измерений, зондовых измерений	Подготовка к зачету	5	ПК-8, ПК-9, ПК-10	Зачёт
	Подготовка к тестированию	5	ПК-8, ПК-9, ПК-10	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	ПК-8, ПК-9, ПК-10	Лабораторная работа
	Итого	16		
2 Современное измерительное оборудование (виды СВЧ соединителей, векторный анализатор цепей, анализатор спектра)	Подготовка к зачету	6	ПК-8, ПК-9, ПК-10	Зачёт
	Подготовка к тестированию	6	ПК-8, ПК-9, ПК-10	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	ПК-8, ПК-9, ПК-10	Лабораторная работа
	Итого	20		
3 Основные зондовые методы калибровки и выполнения измерений S-параметров	Подготовка к зачету	6	ПК-8, ПК-9, ПК-10	Зачёт
	Подготовка к тестированию	6	ПК-8, ПК-9, ПК-10	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	ПК-8, ПК-9, ПК-10	Лабораторная работа
	Итого	20		
4 Устройство зондовой станции и СВЧ зондов. Особенности зондовых измерений.	Подготовка к зачету	6	ПК-8, ПК-9, ПК-10	Зачёт
	Подготовка к тестированию	6	ПК-8, ПК-9, ПК-10	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	ПК-8, ПК-9, ПК-10	Лабораторная работа
	Итого	18		
Итого за семестр		74		
Итого		74		

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.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-8	+	+	+	Зачёт, Лабораторная работа, Тестирование
ПК-9	+	+	+	Зачёт, Лабораторная работа, Тестирование
ПК-10	+	+	+	Зачёт, Лабораторная работа, Тестирование

Согласована на портале № 72007

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
2 семестр				
Зачёт	6	10	6	22
Лабораторная работа	6	27	6	39
Тестирование	6	27	6	39
Итого максимум за период	18	64	18	100
Нарастающим итогом	18	82	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)
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. Современные технологии и системы автоматизированного измерения на СВЧ: Конспект лекций / Г. Н. Глазов - 2012. 246 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1108.

7.2. Дополнительная литература

Согласована на портале № 72007

1. Связанные полосковые линии и устройства на их основе. Часть 1: Учебное пособие / Н. Д. Малютин, Э. В. Семенов, А. Г. Лощилов, А. Н. Сычев - 2012. 176 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1962.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Современные технологии и системы автоматизированного измерения на СВЧ: Руководство к лабораторным работам / Г. Н. Глазов, В. Н. Ульянов - 2010. 16 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1109.
2. Антенны и устройства СВЧ. Микроволновые антенны и устройства СВЧ : Лабораторный практикум / А. С. Шостак, И. И. Горелкин, В. П. Зайцев - 2018. 54 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7266.

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, 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 лабораторных работ

Лаборатория информационных технологий: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 323 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- ПТК на базе IBM PC/AT - 4 шт.;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Keysight (ADS);
- Keysight System Vue;

Согласована на портале № 72007

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 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, история развития СВЧ измерений, зондовых измерений	ПК-10, ПК-8, ПК-9	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 72007

2 Современное измерительное оборудование (виды СВЧ соединителей, векторный анализатор цепей, анализатор спектра)	ПК-10, ПК-8, ПК-9	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Основные зондовые методы калибровки и выполнения измерений S-параметров	ПК-10, ПК-8, ПК-9	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Устройство зондовой станции и СВЧ зондов. Особенности зондовых измерений.	ПК-10, ПК-8, ПК-9	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Лабораторная работа	Темы лабораторных 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
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

Согласована на портале № 72007

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 каком случае применяется, как правило, радиоимпульсный метод измерения частотных характеристик СВЧ устройств?
   Радиоимпульсный метод измерения используется для характеризации
   а) мощных интегральных СВЧ устройств на высоком уровне мощности.
   б) маломощных интегральных транзисторов СВЧ на малом уровне мощности.
   в) мощных интегральных транзисторов СВЧ на малом уровне мощности.
   г) маломощных интегральных транзисторов СВЧ на высоком уровне мощности.
2. Почему при лавинном пробое не происходит необратимого теплового пробоя транзистора?
   а) Этот экспериментальный результат до сих пор не имеет теоретического объяснения.
   б) Из-за того, что структура не успевает перегреться вследствие очень короткой длительности импульса.
   в) Из-за того, что структура не успевает перегреться вследствие малой амплитуды импульса.
   г) На самом деле при лавинном пробое структура перегревается и происходит необратимый тепловой пробой транзистора.
3. Сколько портов (плеч) в направленном ответвителе СВЧ?
   а) это 1-портовое устройство;
   б) это 2-портовое устройство;
   в) это 3-портовое устройство;
   г) это 4-портовое устройство;
4. Какие условные названия имеют порты (плечи) в любом направленном ответвителе СВЧ?
   а) входное, связанное, развязанное, проходное
   б) входное, импедансное, адмитансное, реактансное
   в) входное, вспомогательное, основное, трансформирующее
   г) входное, эластансное, резистивное, аттенюаторное
5. Какие типы направленности ответвителей известны?
   а) Прямой
   б) Обратный
   в) Поперечный

Согласована на портале № 72007

г) Продольно-поперечный

6. Какие типы направленных ответвителей, различающиеся по виду направленности, существуют?
   а) противонаправленный,
   б) сонаправленный,
   в) транснаправленный,
   г) сверхнаправленный,
7. Как называется направленный ответвитель с 3-дБ связью?
   а) Мост
   б) Полумост
   в) Гиратор
   г) Циркулятор
8. Как классифицируются направленные ответвители по критерию фазового соотношения сигналов в выходных плечах?
   а) Квадратурный
   б) Синфазно-противофазный
   в) Квадратный
   г) Двушлейфный
9. На каких элементах можно построить направленный ответвитель?
   а) На отрезках одиночных линий передачи
   б) На связанных линиях
   в) На пассивных сосредоточенных элементах
   г) На полевых транзисторах
10. Назвать основные параметры направленных ответвителей?
    а) Согласование
    б) Связь
    в) Развязка
    г) Циркуляция
11. Как различаются управляемые фазовращатели СВЧ по типу управляющего воздействия?
    а) Аналоговые
    б) Дискретные
    в) Обратимые
    г) Невзаимные
12. Каковы основные схемы построения СВЧ фазовращатели?
    а) Нагруженная линия
    б) Отражательного типа
    в) Переключаемые каналы
    г) Импедансная схема
13. Что такое экстракция параметров элементов схемы и как она осуществляется?
    а) Извлечение параметров элементов схемы из результатов измерения S-параметров при известной структуре схемы
    б) Извлечение параметров элементов схемы из результатов электродинамической симуляции (расчёта) S-параметров при известной структуре схемы
    в) Извлечение параметров элементов схемы при неизвестной структуре схемы
    г) Формирование структуры схемы из результатов измерения параметров рассеяния
14. Что такое деембединг и каково его назначение?
    Деембединг это процедура
    а) исключения расчетным способом известного паразитного влияния подводящих линий и контактных площадок и т.п. из результатов измерения
    б) исключения физическим способом известно паразитного влияния подводящих линий и контактных площадок и т.п. из результатов измерения
    в) измерения, выполняемая без калибровки.
    г) электродинамического расчета, выполняемая с высокой точностью.
15. Каковы частотные границы X-диапазона?
    а) 1...2 ГГц
    б) 2...4 ГГц
    в) 4...8 ГГц

Согласована на портале № 72007

г) 8...12 ГГц

16. Каковы частотные границы L-диапазона?
    а) 1...2 ГГц
    б) 2...4 ГГц
    в) 4...8 ГГц
    г) 8...12 ГГц
17. Каковы частотные границы S-диапазона?
    а) 1...2 ГГц
    б) 2...4 ГГц
    в) 4...8 ГГц
    г) 8...12 ГГц
18. Как иначе называются S-параметры?
    а) Параметры рассеяния
    б) Параметры передачи
    в) Импедансные параметры
    г) Адмитансные параметры
19. Что предпочтительнее измерять на СВЧ ?
    а) Мощность сигнала
    б) Напряжение сигнала
    в) Ток сигнала
    г) Напряжение и ток сигнала одновременно
20. В чем отличие векторных измерителей цепей от скалярных?
    Векторные измерители в отличие от скалярных позволяют
    а) измерять не только амплитудные, но и фазовые характеристики.
    б) выполнять измерения не только на одной частоте, но и на множестве частотных точек, т.е. в диапазоне частот.
    в) выполнять измерения не только при фиксированном уровне мощности сигнала, но и при перестраиваемом.
    г) выполнять измерения без предварительной калибровки

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. В каком случае применяется, как правило, радиоимпульсный метод измерения частотных характеристик СВЧ устройств?
2. Почему при лавинном пробое не происходит необратимого теплового пробоя транзистора?
3. Сколько портов (плеч) в направленном ответвителе СВЧ?
4. Какие условные названия имеют порты (плечи) в любом направленном ответвителе СВЧ?
5. Какие типы направленности ответвителей известны?
6. Какие типы направленных ответвителей, различающиеся по виду направленности, существуют?
7. Как называется направленный ответвитель с 3-дБ связью?
8. Как классифицируются направленные ответвители по критерию фазового соотношения сигналов в выходных плечах?
9. На каких элементах можно построить направленный ответвитель?
10. Назвать основные параметры направленных ответвителей?
11. Как различаются управляемые фазовращатели СВЧ по типу управляющего воздействия?
12. Каковы основные схемы построения СВЧ фазовращатели?
13. Что такое экстракция параметров элементов схемы и как она осуществляется?
14. Что такое деембединг и каково его назначение?
15. Каковы частотные границы X-диапазона?
16. Каковы частотные границы L-диапазона?
17. Каковы частотные границы S-диапазона?
18. Как иначе называются S-параметры?
19. В чем принципиальное отличие измерений параметров цепей на СВЧ и на низких частотах?
20. В чем отличие векторных измерителей цепей от скалярных?

Согласована на портале № 72007

9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Изучение векторного анализатор цепей Обзор-103 и методов калибровки
2. Изучение скалярного анализатора цепей Р2М
3. Измерение ε и tgδ диэлектрических материалов резонаторным методом
4. Измерение параметров ВЧ и СВЧ устройств с помощью векторных анализаторов цепей Р4-И-01

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 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

Согласована на портале № 72007

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 процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 72007

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КСУП
протокол № 8 от « 3 » 2 2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ФЭ	П.Е. Троян	Согласовано, 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Заведующий обеспечивающей каф. КСУП	Ю.А. Шурыгин	Согласовано, 86bee96a-108e-4833-aead-5229de651610
И.О. начальника учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. ФЭ	В.В. Каранский	Согласовано, c2e55ae8-0332-4ed9-a65a-afbb92539ee8
Доцент, каф. КСУП	Т.Е. Григорьева	Согласовано, d848614c-1d2f-4e32-b86c-1029abc0b2d5

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. КСУП	Ф.И. Шеерман	Разработано, 194c9122-f2f7-40c5-ab09-cc03ca77894b

Согласована на портале № 72007