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 учебной работе
_____П.В. Сенченко
«23» _____12_____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МИКРОВОЛНОВЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.01 Радиотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Микроволновая техника и антенны**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2021 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	110	110	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144	часов
	4	4	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет с оценкой	2

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 23.12.2020
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 53834

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Приобретение и углубление знаний в области измерений электрических параметров и характеристик материалов, устройств, антенн и антенных систем микроволнового диапазона, основанных на использовании методов и средств измерительной техники.

1.2. Задачи дисциплины

1. Приобретение необходимых знаний по теоретическим основам функционирования измерительных приборов и проведения измерений на СВЧ.
2. Получение и углубление знаний по методам и средствам измерений электрических параметров и характеристик устройств, антенн и систем в микроволновом диапазоне.
3. Получение и углубление знаний по методам и средствам измерений параметров электрических и магнитных материалов в микроволновом диапазоне.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.01.06.
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		
ПКР-1. Способен самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана его реализации, выбор методов исследования и обработку результатов	ПКР-1.1. Знает принципы подготовки и проведения научных исследований и технических разработок.	Знает принципы подготовки и проведения научных исследований, технических разработок и особенностей измерений в микроволновом диапазоне
	ПКР-1.2. Умеет планировать порядок проведения научных исследований.	Умеет планировать порядок проведения научных исследований и экспериментальных измерений в микроволновом диапазоне
	ПКР-1.3. Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования.	Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов измерения, а также работы с измерительными приборами и комплексами микроволнового диапазона

Согласована на портале № 53834

ПКР-4. Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	ПКР-4.1. Знает способы организации и проведения экспериментальных исследований.	Знает теоретические основы функционирования измерительных приборов и проведения измерений на СВЧ
	ПКР-4.2. Умеет самостоятельно проводить экспериментальные исследования.	Умеет проводить измерения параметров и характеристик устройств СВЧ, антенн и параметров электрических и магнитных материалов
	ПКР-4.3. Владеет навыками проведения исследования с применением современных средств и методов.	Владеет методами измерений основных параметров и характеристик устройств СВЧ, антенн и параметров материалов

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 4 зачетных единиц, 144 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	110	110
Подготовка к выступлению (докладу)	48	48
Подготовка к зачету с оценкой	26	26
Подготовка к тестированию	24	24
Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	4	4
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	4
Написание отчета по лабораторной работе	4	4
Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	4

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

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
2 семестр					
1 Измерения линейных характеристик устройств	5	10	31	46	ПКР-1, ПКР-4
2 Измерения нелинейных характеристик устройств	5	-	25	30	ПКР-1, ПКР-4

Согласована на портале № 53834

3 Измерения электрических параметров материалов	5	6	30	41	ПКР-1, ПКР-4
4 Измерения параметров и характеристик антенн	3	-	24	27	ПКР-1, ПКР-4
Итого за семестр	18	16	110	144	
Итого	18	16	110	144	

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 Измерения линейных характеристик устройств	Основы измерений в микроволновом диапазоне. Приборы и устройства для измерения параметров пассивных устройств. Факторы, влияющие на погрешности при измерениях. Измерения на различных типах линий передачи. Исключающие и встраиваемые цепи. Временной анализ сигналов. Измерения во временной области пассивных микроволновых устройств.	5	ПКР-1, ПКР-4
	Итого	5	
2 Измерения нелинейных характеристик устройств	Приборы и устройства для измерения параметров активных устройств. Факторы, влияющие на погрешности при измерениях нелинейных устройств. Измерения на пластине. Импульсные измерения. X-параметры. Измерения генераторов и устройств с преобразованием частоты. Измерения коэффициента шума	5	ПКР-1, ПКР-4
	Итого	5	
3 Измерения электрических параметров материалов	Измерения в низкочастотной области с помощью ёмкости и индуктивности. Метод на проход и отражение сигнала. Метод на отражение сигнала. Бесконтактный метод. Резонансный метод.	5	ПКР-1, ПКР-4
	Итого	5	
4 Измерения параметров и характеристик антенн	Измерения на открытых полигонах. Измерения в закрытых полигонах. Измерения в ближней зоне. Измерения коллиматорным методом	3	ПКР-1, ПКР-4
	Итого	3	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.3. Практические занятия (семинары)

Согласована на портале № 53834

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 Измерения линейных характеристик устройств	Исследование объёмного резонатора	6	ПКР-1, ПКР-4
	Измерения диаграммы направленности и входного сопротивления антенн	4	ПКР-1, ПКР-4
	Итого	10	
3 Измерения электрических параметров материалов	Измерение ε и tgδ диэлектрических материалов резонаторным методом	6	ПКР-1, ПКР-4
	Итого	6	
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

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
2 семестр				
1 Измерения линейных характеристик устройств	Подготовка к выступлению (докладу)	12	ПКР-1, ПКР-4	Выступление (доклад) на занятии
	Подготовка к зачету с оценкой	7	ПКР-1, ПКР-4	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	6	ПКР-1, ПКР-4	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ПКР-1, ПКР-4	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПКР-1, ПКР-4	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ПКР-1, ПКР-4	Отчет по лабораторной работе
	Итого	31		

Согласована на портале № 53834

2 Измерения нелинейных характеристик устройств	Подготовка к выступлению (докладу)	12	ПКР-1, ПКР-4	Выступление (доклад) на занятии
	Подготовка к зачету с оценкой	7	ПКР-1, ПКР-4	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	6	ПКР-1, ПКР-4	Тестирование
	Итого	25		
3 Измерения электрических параметров материалов	Подготовка к выступлению (докладу)	12	ПКР-1, ПКР-4	Выступление (доклад) на занятии
	Подготовка к зачету с оценкой	6	ПКР-1, ПКР-4	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	6	ПКР-1, ПКР-4	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ПКР-1, ПКР-4	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПКР-1, ПКР-4	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ПКР-1, ПКР-4	Отчет по лабораторной работе
	Итого	30		
4 Измерения параметров и характеристик антенн	Подготовка к выступлению (докладу)	12	ПКР-1, ПКР-4	Выступление (доклад) на занятии
	Подготовка к зачету с оценкой	6	ПКР-1, ПКР-4	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	6	ПКР-1, ПКР-4	Тестирование
	Итого	24		
Итого за семестр		110		
Итого		110		

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.	
ПКР-1	+	+	+	Выступление (доклад) на занятии, Зачёт с оценкой, Защита отчета по лабораторной работе, Лабораторная работа, Тестирование, Отчет по лабораторной работе

Согласована на портале № 53834

ПКР-4	+	+	+	Выступление (доклад) на занятии, Зачёт с оценкой, Защита отчета по лабораторной работе, Лабораторная работа, Тестирование, Отчет по лабораторной работе

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				
Выступление (доклад) на занятии	5	10	5	20
Зачёт с оценкой	0	0	30	30
Защита отчета по лабораторной работе	0	5	5	10
Лабораторная работа	0	5	5	10
Тестирование	0	0	20	20
Отчет по лабораторной работе	0	5	5	10
Итого максимум за период	5	25	70	100
Нарастающим итогом	5	30	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)

Согласована на портале № 53834

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.

2. Антенны и устройства (СВЧ): расчет и измерение характеристик : учебное пособие для вузов / Ю. Е. Мительман, Р. Р. Абдуллин, С. Г. Сычугов, С. Н. Шабунин ; под общей редакцией Ю. Е. Мительмана. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 138 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08002-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/492640.

7.2. Дополнительная литература

1. Радиоизмерительная аппаратура СВЧ и КВЧ. Узловая и элементная базы./под ред.: А. М. Кудрявцева. – М.: Радиотехника, 2006. - 205 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.).

2. Устройства сверхвысоких частот и антенны : учебное пособие / Ю. П. Саломатов, В. С. Панько, К. В. Лемберг [и др.]. — Красноярск : СФУ, 2020. — 180 с. — ISBN 978-5-7638-4223-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/181573.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЪЁМНОГО РЕЗОНАТОРА: Руководство к лабораторной работе / Е. В. Падусова, Ж. М. Соколова - 2011. 18 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/131.

2. Измерение ε и tgδ диэлектрических материалов резонаторным методом: Руководство к выполнению лабораторной работы / Г. Г. Гошин, А. В. Фатеев - 2013. 18 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3728.

3. Измерения диаграмм направленности и входного сопротивления антенн: Руководство к лабораторной работе / Г. Г. Гошин, А. В. Фатеев - 2012. 19 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2796.

4. Организация самостоятельной работы: Учебно-методическое пособие / Д. О. Ноздреватых, Б. Ф. Ноздреватых - 2018. 23 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7867.

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

Согласована на портале № 53834

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

Учебно-исследовательская лаборатория "Микроволновая техника": 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; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 328 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Проектор;
- Проекционный экран;
- Осциллограф GDS–71022;
- Измеритель Р2М-18;
- Генератор сигнала 33522А;
- Вольтметр циф. GDM 8145;
- Измеритель Р2М-04;
- Анализатор спектра СК4М-04;
- Осциллограф цифровой MS07104;
- Мультиметр цифровой 34405А;
- Источник питания GPD-73303S;
- Генератор Г4-126;
- Измеритель Р2-60 - 2 блока;
- Измеритель Р5-12;
- Измерительная линия Р1-27;
- Векторный анализатор сигналов Р4М-18;
- Опорно-поворотное устройство;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Adobe Acrobat Reader;
- Google Chrome;
- Microsoft Office 2010;
- Microsoft Windows 8;
- PTC Mathcad 15;

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, 201 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:

Согласована на портале № 53834

- 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)

Согласована на портале № 53834

1 Измерения линейных характеристик устройств	ПКР-1, ПКР-4	Выступление (доклад) на занятии	Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии
		Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
2 Измерения нелинейных характеристик устройств	ПКР-1, ПКР-4	Выступление (доклад) на занятии	Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии
		Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Измерения электрических параметров материалов	ПКР-1, ПКР-4	Выступление (доклад) на занятии	Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии
		Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
4 Измерения параметров и характеристик антенн	ПКР-1, ПКР-4	Выступление (доклад) на занятии	Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии
		Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		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

Согласована на портале № 53834

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

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

Согласована на портале № 53834

1. В каком случае применяется, как правило, радиоимпульсный метод измерения частотных характеристик СВЧ устройств? Радиоимпульсный метод измерения используется для характеризации
   • мощных интегральных СВЧ устройств на высоком уровне мощности.
   • маломощных интегральных транзисторов СВЧ на малом уровне мощности.
   • мощных интегральных транзисторов СВЧ на малом уровне мощности.
   • маломощных интегральных транзисторов СВЧ на высоком уровне мощности.
2. Сколько портов (плеч) в направленном ответвителе СВЧ?
   • это 1-портовое устройство
   • это 2-портовое устройство
   • это 3-портовое устройство
   • это 4-портовое устройство
3. Какие условные названия имеют порты (плечи) в любом направленном ответвителе СВЧ?
   • входное, связанное, развязанное, проходное
   • входное, импедансное, адмитансное, реактансное
   • входное, вспомогательное, основное, трансформирующее
   • входное, эластансное, резистивное, аттенюаторное
4. Какие типы направленности ответвителей известны?
   • Прямой
   • Обратный
   • Поперечный
   • Продольно-поперечный
5. Какие типы направленных ответвителей, различающиеся по виду направленности, существуют?
   • противонаправленный
   • сонаправленный
   • транснаправленный
   • сверхнаправленный
6. Как называется направленный ответвитель с 3-дБ связью?
   • Мост
   • Полумост
   • Гиратор
   • Циркулятор
7. Как классифицируются направленные ответвители по критерию фазового соотношения сигналов в выходных плечах?
   • Квадратурный
   • Синфазно-противофазный
   • Квадратный
   • Двушлейфный
8. На каких элементах можно построить направленный ответвитель?
   • На отрезках одиночных линий передачи
   • На связанных линиях
   • На пассивных сосредоточенных элементах
   • На полевых транзисторах
9. Назвать основные параметры направленных ответвителей?
   • Согласование
   • Связь
   • Развязка
   • Циркуляция
10. Как различаются управляемые фазовращатели СВЧ по типу управляющего воздействия?
    • Аналоговые
    • Дискретные
    • Обратимые
    • Невзаимные
11. Каковы основные схемы построения СВЧ фазовращатели?
    • Нагруженная линия

Согласована на портале № 53834

• Отражательного типа
• Переключаемые каналы
• Импедансная схема

12. Что такое экстракция параметров элементов схемы и как она осуществляется?
• Извлечение параметров элементов схемы из результатов измерения S-параметров при известной структуре схемы
• Извлечение параметров элементов схемы из результатов электродинамической симуляции (расчёта) S-параметров при известной структуре схемы
• Извлечение параметров элементов схемы при неизвестной структуре схемы
• Формирование структуры схемы из результатов измерения параметров рассеяния
13. Что такое деембединг и каково его назначение? Деембединг это процедура
• исключения расчетным способом известного паразитного влияния подводящих линий и контактных площадок и т.п. из результатов измерения
• исключения физическим способом известно паразитного влияния подводящих линий и контактных площадок и т.п. из результатов измерения
• измерения, выполняемая без калибровки
• электродинамического расчета, выполняемая с высокой точностью
14. Каковы частотные границы X-диапазона?
• 1…2 ГГц
• 2…4 ГГц
• 4…8 ГГц
• 8…12 ГГц
15. Каковы частотные границы L-диапазона?
• 1…2 ГГц
• 2…4 ГГц
• 4…8 ГГц
• 8…12 ГГц
16. Каковы частотные границы S-диапазона?
• 1…2 ГГц
• 2…4 ГГц
• 4…8 ГГц
• 8…12 ГГц
17. Как иначе называются S-параметры?
• Параметры рассеяния
• Параметры передачи
• Импедансные параметры
• Адмитансные параметры
18. В чем принципиальное отличие измерений параметров цепей на СВЧ и на низких частотах? На СВЧ предпочтительно измерять:
• Мощность сигнала
• Напряжение сигнала
• Ток сигнала
• Напряжение и ток сигнала одновременно
19. В чем отличие векторных измерителей цепей от скалярных? Векторные измерители в отличие от скалярных позволяют
• измерять не только амплитудные, но и фазовые характеристики
• выполнять измерения не только на одной частоте, но и на множестве частотных точек, т.е. в диапазоне частот
• выполнять измерения не только при фиксированном уровне мощности сигнала, но и при перестраиваемом
• выполнять измерения без предварительной калибровки.
20. Параметры какой матрицы позволяют описать устройство в нелинейном режиме работы наилучшим образом:
• S-матрицы
• X-матрицы
• T-матрицы
• Z-матрицы

Согласована на портале № 53834

21. Какие основные параметры экспериментально определяет при измерениях антенн: • Диаграмма направленности
    • КНД
    • Коэффициент усиления
    • Уровень боковых лепестков

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Параметры быстродействующих устройств во временной области.
2. Методы калибровки при измерении S-параметров двухпортовых и многопортовых устройств.
3. "Деембединг" как методика исключения паразитного влияния соединителей, контактных площадок и подводящих линий из результатов полного измерения S-параметров.
4. Методы измерений параметров СВЧустройств на отдельных частотах.
5. Измерительные генераторы СВЧ. Метод калибруемого многополюсника.
6. Метод четырех зондов.
7. Широкополосный калибруемый многополюсник.
8. Измерение коэффициентов передачи методом калибруемого многополюсника.
9. Методы измерений параметров СВЧ-устройств на отдельных частотах.
10. Измерительная линия.
11. Мостовые методы измерений и измерители полных сопротивлений поляризационного типа.
12. Измерение ослабления на СВЧ.
13. Измерительные аттенюаторы.
14. Измерение фазовых сдвигов на СВЧ.
15. Измерительные генераторы СВЧ.
16. Генераторы СВЧ с механической перестройкой частоты.
17. Генераторы качающейся частоты СВЧ-диапазона.
18. СВЧ-синтезаторы и генераторы с цифровым управлением.
19. Методы и средства измерения параметров сигналов на СВЧ.
20. Классификация методов измерения параметров сигналов в диапазоне СВЧ.
21. Измерение мощности на СВЧ.
22. Измерение частоты СВЧ-сигналов. Анализаторы спектра СВЧ-сигналов.
23. Методы и средства измерения антенн и антенных систем

9.1.3. Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии

1. Особенности измерений X-параметров микроволновых устройств
2. "Деембеддинг" или метод математического исключения параметров цепей
3. Измерение фазового центра антенн
4. Методы измерения диаграммы направленности антенн
5. Особенности измерений в диапазоне КВЧ
6. Особенности измерений в диапазоне СВЧ

9.1.4. Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ

1. Какие типы колебаний могут возбуждаться в цилиндрическом резонаторе, предложенном для испытания?
2. При каком типе колебания резонансная частота не зависит от длины резонатора?
3. Какими видами добротности характеризуется резонатор, включенный по схеме четырёхполюсника и чему равны теоретические значения собственной добротности типов колебаний, возбуждаемых в резонаторе?
4. Как изменится частота резонатора, если его заполнить диэлектриком, диэлектрическая проницаемость которого больше диэлектрической проницаемости воздуха?
5. Как следует ориентировать петлевой возбудитель при возбуждении определенного типа колебаний
6. Как определить резонансную проводимость резонатора?
7. Коэффициент стоячей волны в тракте перед резонатором на разных типах колебаний, но на резонансных частотах этих колебаний, различен. Что характеризует эта ситуация в

Согласована на портале № 53834

резонаторе?
8. Что такое диаграмма направленности антенны?
9. Что такое дальняя зона?
10. Объяснить методику измерения входного сопротивления антенны с помощью прибора «Р2М-04».

9.1.5. Темы лабораторных работ

1. Исследование объёмного резонатора
2. Измерения диаграммы направленности и входного сопротивления антенн
3. Измерение ε и tgδ диэлектрических материалов резонаторным методом

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 9.2.

Таблица 9.2 – 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)

Согласована на портале № 53834

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 процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 53834

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СВЧиКР
протокол № 3 от «26» 11 2020 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР	С.Н. Шарангович	Согласовано, b7d1ae21-2df2-4bc3-9352-43aa04a5b956
Заведующий обеспечивающей каф. СВЧиКР	С.Н. Шарангович	Согласовано, b7d1ae21-2df2-4bc3-9352-43aa04a5b956
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. СВЧиКР	А.С. Перин	Согласовано, a0f1668d-d020-4ff4-9a8a-4ff4e15b36fe
Заведующий кафедрой, каф. СВЧиКР	С.Н. Шарангович	Согласовано, b7d1ae21-2df2-4bc3-9352-43aa04a5b956

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. СВЧиКР	А.Ю. Попков	Разработано, 52ae2e71-055b-4e34-bcfc-4f3ea312644e

Согласована на портале № 53834