### МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

### Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

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

У	ТВЕРЖДА	ΑЮ
И.о. п	оректора	по УРиМД
_	Нарим	панова Г.Н.
«05»	03	2025 г.

#### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

#### САПР МИКРОВОЛНОВЫХ УСТРОЙСТВ И АНТЕНН

Уровень образования: высшее образование - специалитет

Направление подготовки / специальность: **11.05.01** Радиоэлектронные системы и комплексы Направленность (профиль) / специализация: Инженерия наземных и космических систем связи,

### локации и навигации

Форма обучения: очная

Факультет: Институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ) Кафедра: институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)

Курс: **3, 4** Семестр: **6, 7** 

Учебный план набора 2025 года

#### Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	6 семестр	7 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	28		28	часов
Практические занятия	28		28	часов
Курсовая работа		18	18	часов
Самостоятельная работа	52	54	106	часов
Подготовка и сдача экзамена	36		36	часов
Общая трудоемкость	144	72	216	часов
(включая промежуточную аттестацию)	4	2	6	3.e.

Форми	ы промежуточной аттестации	Семестр
Экзамен		6
Курсовая работа		7

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Нариманова Г.Н.

Должность: И.о. проректора по УРиМД

Дата подписания: 05.03.2025 Уникальный программный ключ: eb4e14e0-de8d-48f7-bf05-ceacb167edfe

#### 1. Общие положения

#### 1.1. Цели дисциплины

1. Подготовка бакалавров в области проектирования микроволновых устройств и антенн.

#### 1.2. Задачи дисциплины

- 1. Получение необходимых знаний по основам работы систем автоматизированного проектирования микроволновых устройств и антенн.
- 2. Получение знаний по методам расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и антенн, по основам их автоматизированного проектирования.

#### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль специализации (major).

Индекс дисциплины: Б1.В.02.ДВ.01.02.02.

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	Планируемые результаты обучения по				
компетенции		дисциплине				
	Универсальные компетенции					
	Общепрофессиональны	е компетенции				
-	-	-				
	Профессиональные к	сомпетенции				
ПК-2. Способен	ПК-2.1. Знает принципы	Знает методы расчёта и проектирования				
разрабатывать	проектирования	деталей и узлов радиоэлектронных				
структурные и	радиоэлектронных систем и	устройств.				
функциональные	комплексов					
схемы	ПК-2.2. Умеет проводить	Умеет рассчитывать и проектировать				
радиоэлектронных	расчеты характеристик	сверхвысокочастотные устройства, в том				
систем и комплексов, а	радиоэлектронных	числе их составные части и узлы.				
также принципиальные	устройств,					
схемы	радиоэлектронных систем и					
радиоэлектронных	комплексов					
устройств с	ПК-2.3. Владеет навыками	Владеет навыками расчета,				
применением САПР и	разработки	проектирования и моделирования				
пакетов прикладных	принципиальных схем	сверхвысокочастотных устройств, систем,				
программ, в том числе	радиоэлектронных	составных частей и узлов.				
с учётом требований к	устройств с применением	-				
информационной	современных САПР и					
безопасности	пакетов прикладных					
	программ					

ПК-6. Способен	ПК-6.1. Знает методы и	Знает методы и алгоритмы моделирования
		1 1
ВЫПОЛНЯТЬ	алгоритмы моделирования	процессов в микроволновых устройствах и
математическое	процессов в	антеннах
моделирование	радиоэлектронике,	
объектов и процессов,	радиотехнических системах	
в том числе с	и устройствах	
использованием	ПК-6.2. Умеет пользоваться	Умеет использовать типовые методики
пакетов прикладных	типовыми методиками	моделирования объектов и процессов при
программ	моделирования объектов и	проектировании микроволновых устройств
	процессов	и антенн
	ПК-6.3. Владеет средствами	Владеет навыками работы в САПР
	разработки и создания	микроволновых устройств и антенн
	имитационных моделей с	
	помощью стандартных	
	пакетов прикладных	
	программ	

# 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 6 зачетных единиц, 216 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		Семе	естры
виды учеоной деятельности	часов	6 семестр	7 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с	74	56	18
преподавателем, всего			
Лекционные занятия	28	28	
Практические занятия	28	28	
Курсовая работа	18		18
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная	106	52	54
внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего			
Подготовка к тестированию	16	16	
Выполнение практического задания	36	36	
Написание отчета по курсовой работе	54		54
Подготовка и сдача экзамена	36	36	
Общая трудоемкость (в часах)	216	144	72
Общая трудоемкость (в з.е.)	6	4	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

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Курс.	Сам. раб.,	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
6 семестр						

1 Общие подходы к проектированию	6	6	-	4	16	ПК-2, ПК-6
сверхвысокочастотных устройств						
2 Системы квазистатического	8	8	-	16	32	ПК-2, ПК-6
моделирования характеристик СВЧ						
устройств						
3 Системы электродинамического	8	8	-	16	32	ПК-2, ПК-6
моделирования характеристик СВЧ						
устройств						
4 Методы анализа и обработки	6	6	-	16	28	ПК-2
результатов исследования						
Итого за семестр	28	28	0	52	108	
	7	семест	p			
5 Моделирование характеристик	-	-	18	54	72	ПК-2, ПК-6
микроволновых устройств и антенн						
Итого за семестр	0	0	18	54	72	
Итого	28	28	18	106	180	

#### 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
	6 семестр		
1 Общие подходы к	Описание общих подходов к	6	ПК-2
проектированию	проектированию		
сверхвысокочастотных	сверхвысокочастотных устройств		
устройств	Итого	6	
2 Системы квазистатического	Изучение систем	8	ПК-2, ПК-6
моделирования	квазистатического		
характеристик СВЧ	моделирования характеристик		
устройств	СВЧ устройств, применяемых		
	подходов и методов.		
	Итого	8	
3 Системы	Изучение систем	8	ПК-2, ПК-6
электродинамического	электродинамического		
моделирования	моделирования характеристик		
характеристик СВЧ	СВЧ устройств, применяемых		
устройств	подходов и методов.		
	Итого	8	
4 Методы анализа и	Изучение методов анализа и	6	ПК-2
обработки результатов	обработки результатов		
исследования	исследования характеристик СВЧ		
	устройств и антенн		
	Итого	6	
	Итого за семестр	28	
	7 семестр		

5 Моделирование	Математический расчет	0	ПК-2, ПК-6
характеристик	параметров и		
микроволновых устройств и	характеристик. Моделирование		
антенн	параметров в САПР. Обработка		
	результатов. Подготовка		
	документации по результатам		
	работы		
	Итого	-	
	-		
	28		

#### 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
1 Общие подходы к проектированию	6 семестр Регулярные линии передачи с Т-волной	6	ПК-2, ПК-6
сверхвысокочастотных устройств	Итого	6	
2 Системы квазистатического моделирования характеристик СВЧ	Регулярные волноводные линии передачи	8	ПК-2, ПК-6
устройств	Итого	8	
3 Системы электродинамического моделирования характеристик СВЧ	Характеристики и параметры антенн	8	ПК-2, ПК-6
устройств	Итого	8	
4 Методы анализа и обработки результатов исследования	Анализ и обработка результатов моделирования	6	ПК-2
	Итого	6	
	Итого за семестр	28	
	Итого	28	

#### 5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

#### 5.5. Курсовая работа

Содержание, трудоемкость контактной аудиторной работы и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Содержание контактной аудиторной работы и ее трудоемкость

Содержание контактной аудиторной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр		
Обсуждение общего плана курсовой работы и этапов написания. Выбор темы. Постановка цели, задач.	2	ПК-2, ПК-6
Обсуждение ведения, технического задания, содержания курсовой работы.	4	ПК-2, ПК-6
Проверка и обсуждения практической работы: эксперимента, методики.	4	ПК-2, ПК-6

Обсуждение результатов поисковой, исследовательской	4	ПК-2, ПК-6
и экспериментальной части.		
Просмотр презентации, подготовка к защите перед	4	ПК-2, ПК-6
комиссией		
Итого за семестр	18	
Итого	18	

Примерная тематика курсовых работ:

- 1. Моделирование микрополоскового фильтра с заданной полосой пропускания и характеристиками подавления
- 2. Моделирование микрополосковой линии передачи с учётом потерь в проводниках и диэлектрике
- 3. Моделирование антенны с круговой поляризацией и анализ её характеристик
- 4. Проектирование направленного ответвителя на основе интегральной технологии в Х-диапазоне
- 5. Моделирование влияния экранов и корпусов на характеристики СВЧ-устройств

#### 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,	Формируемые компетенции	Формы контроля
	6 сем	<b>тестр</b>		
1 Общие подходы к проектированию	Подготовка к тестированию	4	ПК-2, ПК-6	Тестирование
сверхвысокочастотных устройств	Итого	4		
2 Системы квазистатического	Подготовка к тестированию	4	ПК-2, ПК-6	Тестирование
моделирования характеристик СВЧ устройств	Выполнение практического задания	12	ПК-2, ПК-6	Практическое задание
	Итого	16		
3 Системы электродинамического	Подготовка к тестированию	4	ПК-2, ПК-6	Тестирование
моделирования характеристик СВЧ устройств	Выполнение практического задания	12	ПК-2, ПК-6	Практическое задание
	Итого	16		
4 Методы анализа и обработки результатов	Подготовка к тестированию	4	ПК-2	Тестирование
исследования	Выполнение практического задания	12	ПК-2	Практическое задание
	Итого	16		
	Итого за семестр	52		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
	7 cem	іестр		

5 Моделирование	Написание отчета	54	ПК-2, ПК-6	Курсовая
характеристик	по курсовой работе			работа, Отчет
микроволновых устройств				по курсовой
и антенн				работе
Итого		54		
Итого за семестр		54		
Итого		142		

### 5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

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

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

Формируоми	Виды учебной деятельности			ости	
Формируемые компетенции	Лек.	Прак.	Курс.	Сам.	Формы контроля
компетенции	зан.	зан.	раб.	раб.	
ПК-2	+	+	+	+	Курсовая работа, Отчет по курсовой
					работе, Практическое задание,
					Тестирование, Экзамен
ПК-6	+	+	+	+	Курсовая работа, Отчет по курсовой
					работе, Практическое задание,
					Тестирование, Экзамен

#### 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

Максимальный балл Максимальный Максимальный за период между Всего за Формы контроля балл на 1-ую КТ с балл за период 2КТ и на конец семестр между 1КТ и 2КТ начала семестра семестра 6 семестр 15 Практическое задание 20 15 50 5 10 5 Тестирование 20 Экзамен 30 100 Итого максимум за 20 30 20

Балльные оценки для курсовой работы представлены в таблице 6.1.1.

Таблица 6.1.1 – Балльные оценки для курсовой работы

20

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
7 семестр				
Отчет по курсовой работе	20	50	30	100

50

70

период

Нарастающим итогом

100

Итого максимум за	20	50	30	100
период				
Нарастающим итогом	20	70	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		
≥ 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		
< 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

	Итоговая сумма баллов,	
Оценка	учитывает успешно сданный	Оценка (ECTS)
	экзамен	
5 (отлично) (зачтено)	90 – 100	А (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	В (очень хорошо)
	75 – 84	С (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
	60 – 64	Е (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

#### 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### 7.1. Основная литература

1. 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. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/492640.

#### 7.2. Дополнительная литература

- 1. Антенны и устройства СВЧ: Учебник для вузов/ Д.И. Воскресенский и др. М.: Радиотехника, 2006. 375с. (наличие в библиотеке ТУСУР 20 экз.).
- 2. Проектирование СВЧ устройств и систем: Практикум: учебное пособие / Е. Ф. Певцов, В. В. Крутов, А. О. Казачков, В. А. Рогачев. Москва: РТУ МИРЭА, 2022. 75 с. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/239960">https://e.lanbook.com/book/239960</a>.

#### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

- 1. Антенны и фидеры: Учебно-методическое пособие для практических занятий / Г. Г. Гошин 2018. 236 с. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <a href="https://edu.tusur.ru/publications/8324">https://edu.tusur.ru/publications/8324</a>.
- 2. Певцов, Е. Ф. Проектирование СВЧ устройств в САПР ADS : учебно-методические пособия / Е. Ф. Певцов, В. В. Крутов, А. О. Казачков. Москва : РТУ МИРЭА, 2021. 69 с. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/226700">https://e.lanbook.com/book/226700</a>.

# 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

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 практических занятий

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;
- Keysight Advanced Design System (ADS);
- Keysight Electromagnetic Professional (EMPro);
- Microsoft Office 2010;
- Microsoft Windows 8;
- PTC Mathcad 15;
- Qucs;
- Scilab;

#### 8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для курсовой работы

Учебно-вычислительная лаборатория: 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, 3376 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Adobe Acrobat Reader;
- Google Chrome;
- Microsoft Office 2007;
- Microsoft Windows;
- PDFCreator;
- PTC Mathcad 15;
- Qucs;
- Scilab;

#### 8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

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

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 101 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 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.

#### 8.5. 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 Общие подходы к проектированию	ПК-2, ПК-6	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
сверхвысокочастотных устройств		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Системы квазистатического моделирования характеристик	ПК-2, ПК-6	Практическое задание	Темы практических заданий
СВЧ устройств		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Системы электродинамического	ПК-2, ПК-6	Практическое задание	Темы практических заданий
моделирования характеристик СВЧ устройств		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Методы анализа и обработки результатов	ПК-2	Практическое задание	Темы практических заданий
исследования		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

5 Моделирование	ПК-2, ПК-6	Отчет по курсовой	Примерный перечень
характеристик		работе	тематик курсовых работ
микроволновых устройств и			
антенн			

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

дисциплинс				
Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2	< 60% от	отсутствие знаний	отсутствие	отсутствие
(неудовлетворительно)	максимальной	или фрагментарные	умений или	навыков или
	суммы баллов	знания	частично	фрагментарные
			освоенное	применение
			умение	навыков
3	от 60% до	общие, но не	в целом успешно,	в целом
(удовлетворительно)	69% от	структурированные	но не	успешное, но не
	максимальной	знания	систематически	систематическое
	суммы баллов		осуществляемое	применение
			умение	навыков
4 (хорошо)	от 70% до	сформированные,	в целом	в целом
	89% от	но содержащие	успешное, но	успешное, но
	максимальной	отдельные	содержащие	содержащие
	суммы баллов	проблемы знания	отдельные	отдельные
			пробелы умение	пробелы
				применение
				навыков
5 (отлично)	≥ 90% ot	сформированные	сформированное	успешное и
	максимальной	систематические	умение	систематическое
	суммы баллов	знания		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	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале
(неудовлетворительно)	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	Знать и уметь на репродуктивном уровне. Обучающихся знает
(удовлетворительно)	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. Использование нерегулярной сетки позволяет:
  - а) увеличить время расчета модели без потери точности
  - б) уменьшить время расчета модели без потери точности
  - в) уменьшить время расчета модели с потерей точности
  - г) увеличить время расчета модели с потерей точности
- 2. Какая сетка с большей точностью описывает цилиндрические фигуры?:
  - а) тетраэдральная
  - б) гексоидальная
  - в) локальная
  - г) нет верного ответа
- 3. Какой метод расчета наиболее оптимален для расчета большеразмерных объектов?:
  - а) метод конечных разностей во временной области
  - б) метод конечного интегрирования
  - в) метод физической оптики
  - г) нет верного ответа
- 4. Какую поляризацию называют вращающейся?:
  - а) вертикальную
  - б) горизонтальную
  - в) наклонную
  - г) круговую
  - д) эллиптическую
- 5. У каких поляризаций вектор сохраняет свою ориентацию в пространстве?:
  - а) у вертикальной
  - б) у горизонтальной
  - в) у наклонной
  - г) у круговой
  - д) у эллиптической
- 6. Правильные соотношения между коэффициентами усиления, направленного действия и полезного действия:
  - а) КНД = КПД\*КУ
  - б) КУ = КПД\*КНД
  - в) КПД = КНД/КУ
  - г) КПД = КУ/КНД
- 7. На основе чего не может быть построен делитель мощности?:
  - а) шлейфного НО
  - б) одноступенчатого НО
  - в) кольцевого моста
  - г) циркулятора
- 8. Направленные ответвители, имеющие две плоскости симметрии, являются:
  - а) синфазно-противофазными
  - б) квадратурными
  - в) мостовыми
  - г) противонаправленными

- 9. Какова длина шлейфов двухшлейфных НО?:
  - a)  $\lambda$
  - $\delta$ )  $\lambda/2$
  - $B) \lambda/3$
  - $\Gamma$ )  $\lambda/4$
- 10. С помощью какого поля можно изменить направление циркуляции в Y-циркуляторе?:
  - а) магнитного
  - б) электрического
  - в) электромагнитного
  - г) нет верного ответа
- 11. Какова длина ступени ступенчатого согласованного перехода?:
  - a)  $\lambda$
  - $\delta$ )  $\lambda/2$
  - $_{\rm B}) \lambda/4$
  - $\Gamma$ )  $\lambda/8$
- 12. Добротность, связанная с потерями в диэлектрике, определяется по формуле:
  - a) Qд=1/tgδε
  - б)  $Q_{\pi}=1/tg\delta\mu$
  - в) Qд=tgδε
  - $\Gamma$ ) Qд=1/tg $\delta\mu$
- 13. В закрытых резонаторах возможны только такие колебания, для которых по длине резонатора укладывается целое число:
  - a)  $\lambda$
  - $\delta$ )  $\lambda/2$
  - $B) \lambda/4$
  - Γ) 2λ
- 14. К четырехполюсникам относятся:
  - а) фильтры
  - б) нагрузки
  - в) делители мощности
  - г) направленные ответвители
- 15. Множитель направленности антенной системы это диаграмма направленности:
  - а) линейного проводника, по которому протекает постоянный ток
  - б) совокупности направленных излучателей, образующих решетку
  - в) системы точечных излучателей, находящихся в узлах решетки
  - г) или множитель, на который необходимо умножить ДН элемента, чтобы получить ДН решетки
- 16. Как влияют при равноамплитудном распределении линейные фазовые изменения на ДН линейной антенны?:
  - а) приводят к смещению направления максима излучения
  - б) приводят к увеличению уровня боковых лепестков
  - в) приводят к асимметрии уровней боковых лепестков относительно главного
  - г) приводят к уширению главного лепестка ДН д) приводят к заплыванию нулей в ДН
- 17. Как влияют при равноамплитудном распределении квадратичные фазовые изменения на ДН линейной антенны?:
  - а) приводят к асимметрии уровней боковых лепестков относительно главного
  - б) приводят к заплыванию нулей в ДН
  - в) приводят к исчезновению боковых лепестков
  - г) приводят к увеличению ширины главного лепестка
- 18. Как влияют при равноамплитудном распределении кубические фазовые изменения на ДН линейной антенны?:
  - а) приводят к смещению направления максима излучения
  - б) приводят к увеличению уровня боковых лепестков
  - в) приводят к асимметрии уровней боковых лепестков относительно главного
  - г) приводят к уширению главного лепестка ДН
  - д) могут приводить к заплыванию нулей в ДН
- 19. Как влияет спадающее амплитудное распределение (при отсутствии фазовых искажений)

на ДН линейной антенны?:

- а) никак не влияет на форму ДН
- б) приводит к смещению максимума ДН
- в) приводит к возрастанию уровня боковых лепестков
- г) приводит к исчезновению боковых лепестков д) приводит к заплыванию нулей в ДН
- 20. Способы подавления побочных (дифракционных) максимумов ДН в линейных решетках:
  - а) применение направленных элементов
  - б) увеличение шага решетки
  - в) уменьшение шага решетки
  - г) применение ненаправленных элементов
  - д) не эквидистантное расположение элементов

#### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

- 1. Принцип расчёта направленного ответвителя на связанных ступенчатых линиях передачи
- 2. Принцип расчёта трансформатора сопротивлений на ступенчатых линиях передачи
- 3. Принцип расчёта трансформатора сопротивлений на плавных линиях передачи
- 4. Принцип расчёта направленного ответвителя на плавных связанных линиях передачи
- 5. Принцип расчёта делителя мощности ступенчатых линиях передачи
- 6. Принцип расчёта делителя мощности плавных линиях передач с распределённым резистивным слоем
- 7. Принцип расчёта направленного моста на волноводных линиях передачи
- 8. Принцип расчёта коаксиальной согласованной нагрузки на плавных линиях передачи
- 9. Принцип расчёта коаксиальной согласованной нагрузки на ступенчатых линиях передачи
- 10. Принцип расчёта фильтров СВЧ.
- 11. Общие подходы к оптимальному проектированию СВЧ-устройств
- 12. Электродинамическое моделирование устройств СВЧ. Возможности программного обеспечения. Основные методы расчёта.

#### 9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты курсовой работы

- 1. Дайте определение S-параметрам и объясните физический принцип каждого из них?
- 2. Какие из S- параметров применялись при проектировании?
- 3. Назовите основные параметры и характеристики проектируемого элемента?
- 4. Назовите основные области применения разрабатываемого элемента?
- 5. Каковы идеальные характеристики и параметры разрабатываемого элемента?
- 6. Какие численные методы применялись при проектировании?

#### 9.1.4. Примерный перечень тематик курсовых работ

- 1. Моделирование микрополоскового фильтра с заданной полосой пропускания и характеристиками подавления
- 2. Моделирование микрополосковой линии передачи с учётом потерь в проводниках и диэлектрике
- 3. Моделирование антенны с круговой поляризацией и анализ её характеристик
- 4. Проектирование направленного ответвителя на основе интегральной технологии в Х-диапазоне
- 5. Моделирование влияния экранов и корпусов на характеристики СВЧ-устройств

#### 9.1.5. Темы практических заданий

- 1. Обоснование похода к проектированию СВЧ устройств и антенн.
- 2. Квазистатическое моделирование характеристик одиночных и связанных линий передачи.
- 3. Электродинамическое моделирование характеристик одиночных и связанных линий передачи.
- 4. Анализ целостности полезного сигнала в связанных линиях передачи.
- 5. Анализ характеристик микрополосковых антенн.

#### 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

возможностями здоровья и инвалидов					
Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных	Формы контроля и оценки			
категории обучающихся	материалов	результатов обучения			
С нарушениями слуха	Тесты, письменные	Преимущественно письменная			
	самостоятельные работы, вопросы	проверка			
	к зачету, контрольные работы				
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к	Преимущественно устная			
	зачету, опрос по терминам	проверка (индивидуально)			
С нарушениями опорно-	Решение дистанционных тестов,	Преимущественно			
двигательного аппарата	контрольные работы, письменные	дистанционными методами			
	самостоятельные работы, вопросы				
	к зачету				
С ограничениями по	Тесты, письменные	Преимущественно проверка			
общемедицинским	самостоятельные работы, вопросы	методами, определяющимися			
показаниям	к зачету, контрольные работы,	исходя из состояния			
	устные ответы	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.

#### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СВЧиКР протокол № 6 от « 14 » \_ 2 \_ 2025 г.

### СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ИРЭТ	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c- b856-20e4ba4f0e52
Заведующий обеспечивающей каф. СВЧиКР	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c- b856-20e4ba4f0e52
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972- a7c6-ab6ee1f21e73
ЭКСПЕРТЫ:		
Директор, каф. ИРЭТ	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c- b856-20e4ba4f0e52
Доцент, каф. СВЧиКР	А.С. Перин	Согласовано, a0f1668d-d020-4ff4- 9a8a-4ff4e15b36fe
РАЗРАБОТАНО:		
Доцент, каф. СВЧиКР	Е. Жечев	Разработано, 965eaa31-3663-4771- 9257-b32c8d7ceb1c