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

АНТЕННЫ И УСТРОЙСТВА СВЕРХВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования**
Направленность (профиль) / специализация: **Информационно-телекоммуникационные системы на транспорте и их информационная защита**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиоконструкторский факультет (РКФ)**
Кафедра: **Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры (КИПР)**
Курс: **4**
Семестр: **8**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	8 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	20	20	часов
Практические занятия	20	20	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	20	20	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	16	16	часов
Курсовой проект	14	14	часов
Самостоятельная работа	74	74	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	180	180	часов
	5	5	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Экзамен	8
Курсовой проект	8

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 № 76618

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Формирование у студентов способности использовать основные законы математики, единицы измерения, фундаментальные принципы и теоретические основы физики для проектирования антенн и устройств сверхвысокой частоты и исследования их свойств.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение основных типов фидерных линий, устройств СВЧ и антенн, их параметров и характеристик.
2. Изучение конструкций элементов фидерного тракта, устройств СВЧ и антенн.
3. Изучение способов согласования устройств СВЧ и антенн в фидерном тракте.
4. Изучение описания устройств СВЧ посредством матричного аппарата.
5. Изучение методов расчёта основных типов антенн.
6. Формирование способности осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Обязательная часть.
Модуль дисциплин: Модуль специальности (special hard skills – SHS).
Индекс дисциплины: Б1.О.03.20.
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		

Согласована на портале № 76618

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1. Знает методики сбора и обработки информации, актуальные российские и зарубежные источники информации для решения поставленных задач, а также методы системного анализа	Знать методики сбора и обработки информации, актуальные российские и зарубежные источники информации для решения поставленных задач из области антенной техники и устройств сверхвысокой частоты.
	УК-1.2. Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников	Уметь применять методики поиска, сбора и обработки информации, осуществлять критический анализ и синтез информации из области антенной техники и устройств сверхвысокой частоты.
	УК-1.3. Владеет методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач; способен генерировать различные варианты решения поставленных задач	Владеть методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач в области антенн и устройств сверхвысокой частоты.
Общепрофессиональные компетенции		

Согласована на портале № 76618

ОПК-1. Способен использовать основные законы математики, единицы измерения, фундаментальные принципы и теоретические основы физики, теоретической механики	ОПК-1.1. Знает основы математики, физики, теоретической механики	Знает основы математического аппарата, применяемого для моделирования антенн и устройств сверхвысокой частоты, основные разделы физики электромагнитного поля.
	ОПК-1.2. Умеет осуществлять формализованную постановку задач исследования объектов и процессов профессиональной деятельности, решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	Умеет осуществлять формализованную постановку задач проектирования и исследования антенн и устройств сверхвысокой частоты и решать сформулированные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.
	ОПК-1.3. Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов и процессов профессиональной деятельности, в том числе с применением методов и средств математического моделирования	Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования антенн и устройств сверхвысокой частоты, в том числе с применением методов и средств математического моделирования.
Профессиональные компетенции		
-	-	-

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 5 зачетных единиц, 180 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
		8 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	70	70
Лекционные занятия	20	20
Практические занятия	20	20
Лабораторные занятия	16	16
Курсовой проект	14	14
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	74	74
Написание отчета по курсовому проекту	28	28

Согласована на портале № 76618

Выполнение практического задания	14	14
Подготовка к тестированию	13	13
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	10	10
Написание отчета по лабораторной работе	9	9
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость (в часах)	180	180
Общая трудоемкость (в з.е.)	5	5

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	Лаб. раб.	Курс. пр.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
8 семестр							
1 Основные характеристики антенн и устройств СВЧ	2	4	-	14	8	28	ОПК-1, УК-1
2 Основы теории линий передач СВЧ	2	2	-		7	11	ОПК-1, УК-1
3 Характеристики основных типов линий передачи СВЧ	2	2	4		9	17	ОПК-1, УК-1
4 Принципы согласования линии передачи с нагрузкой	2	2	-		7	11	ОПК-1, УК-1
5 Устройства СВЧ	2	2	4		9	17	ОПК-1, УК-1
6 Методы анализа устройств СВЧ	2	2	4		9	17	ОПК-1, УК-1
7 Элементы тракта СВЧ	4	2	4		9	19	ОПК-1, УК-1
8 Устройства СВЧ с применением ферритов	2	2	-		7	11	ОПК-1, УК-1
9 Управляющие устройства СВЧ	2	2	-		9	13	ОПК-1, УК-1
Итого за семестр	20	20	16	14	74	144	
Итого	20	20	16	14	74	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
8 семестр			

Согласована на портале № 76618

1 Основные характеристики антенн и устройств СВЧ	Антенны и устройства СВЧ в радиотехнических системах; Общие характеристики антенн и устройств СВЧ; Особенности расчета и конструирования антеннофидерных устройств; Классификация антенн и линий передачи; История развития антенн.	2	ОПК-1, УК-1
	Итого	2	
2 Основы теории линий передач СВЧ	Классификация линий передач СВЧ; Дифференциальные уравнения длинной линии; Режимы работы длинной линии без потерь; Коэффициент полезного действия линий с потерями; Пределы применимости теории регулярных линий передачи.	2	ОПК-1, УК-1
	Итого	2	
3 Характеристики основных типов линий передачи СВЧ	Металлические волноводы; Обобщение теории линий на волноводные тракты; Коаксиальные волноводы; Полосковые линии; Соединения линий передачи СВЧ; Изгибы и скрутки линий передачи СВЧ; Переходы между линиями передачи СВЧ.	2	ОПК-1, УК-1
	Итого	2	
4 Принципы согласования линии передачи с нагрузкой	Цели согласования; Способы узкополосного согласования; Способы широкополосного согласования; Согласующие устройства в линиях передачи СВЧ;	2	ОПК-1, УК-1
	Итого	2	

Согласована на портале № 76618

5 Устройства СВЧ	Особенности расчета устройства СВЧ; Матричное описание внешних характеристик устройств СВЧ; Матрица рассеяния; Классическая и волновая матрицы передачи; Матрицы внешних характеристик взаимных устройств СВЧ.	2	ОПК-1, УК-1
	Итого	2	
6 Методы анализа устройств СВЧ	Принцип декомпозиции; Объединение устройств СВЧ в общую схему.	2	ОПК-1, УК-1
	Итого	2	
7 Элементы тракта СВЧ	Нагрузки СВЧ; Тройники; Направленные ответвители; Мостовые устройства СВЧ; Многоканальные делители мощности СВЧ.	4	ОПК-1, УК-1
	Итого	4	
8 Устройства СВЧ с применением ферритов	Основные свойства ферритов на СВЧ; Вентили СВЧ; Циркуляторы СВЧ.	2	ОПК-1, УК-1
	Итого	2	
9 Управляющие устройства СВЧ	Устройства управления амплитудой СВЧ - колебаний; Фазовращатели СВЧ; Поляризаторы СВЧ.	2	ОПК-1, УК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		20	
Итого		20	

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
8 семестр			
1 Основные характеристики антенн и устройств СВЧ	Общие характеристики СВЧ линий передачи	4	ОПК-1, УК-1
	Итого	4	
2 Основы теории линий передач СВЧ	Применение теории регулярных линий передачи.	2	ОПК-1, УК-1
	Итого	2	

Согласована на портале № 76618

3 Характеристики основных типов линий передачи СВЧ	Характеристики металлических волноводов.	2	ОПК-1, УК-1
	Итого	2	
4 Принципы согласования линии передачи с нагрузкой	Анализ способов согласования линий передачи	2	ОПК-1, УК-1
	Итого	2	
5 Устройства СВЧ	Анализ матриц рассеяния СВЧ устройств	2	ОПК-1, УК-1
	Итого	2	
6 Методы анализа устройств СВЧ	Анализ каскадного соединения СВЧ устройств.	2	ОПК-1, УК-1
	Итого	2	
7 Элементы тракта СВЧ	Исследование характеристик направленных ответвителей.	2	ОПК-1, УК-1
	Итого	2	
8 Устройства СВЧ с применением ферритов	Исследование невзаимных СВЧ устройств	2	ОПК-1, УК-1
	Итого	2	
9 Управляющие устройства СВЧ	Исследование характеристик полосковых устройств	2	ОПК-1, УК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		20	
Итого		20	

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
8 семестр			
3 Характеристики основных типов линий передачи СВЧ	Скалярный анализатор параметров цепей Р2М	4	ОПК-1, УК-1
	Итого	4	
5 Устройства СВЧ	Исследование диэлектрических антенн	4	ОПК-1, УК-1
	Итого	4	
6 Методы анализа устройств СВЧ	Исследование диаграммы направленности параболической антенны по измерениям поля в дальней и ближней зонах	4	ОПК-1, УК-1
	Итого	4	

Согласована на портале № 76618

7 Элементы тракта СВЧ	Исследование ферритовых вентилей и циркуляторов	4	ОПК-1, УК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

5.5. Курсовой проект

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

Таблица 5.5 – Содержание контактной аудиторной работы и ее трудоемкость

Содержание контактной аудиторной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр		
Аудиторная контактная работа включает в себя занятия лекционного и семинарского типов и групповые консультации	14	ОПК-1, УК-1
Итого за семестр	14	
Итого	14	

Примерная тематика курсовых проектов:

1. Расчет микрополосковой антенной решетки
2. Расчет транснаправленного ответвителя
3. Расчет делителя мощности
4. Расчет зеркальной параболической антенны
5. Расчет волноводно-щелевой антенны

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
8 семестр				
1 Основные характеристики антенн и устройств СВЧ	Написание отчета по курсовому проекту	4	ОПК-1, УК-1	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Выполнение практического задания	2	ОПК-1, УК-1	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-1, УК-1	Тестирование
	Итого	8		
2 Основы теории линий передач СВЧ	Написание отчета по курсовому проекту	3	ОПК-1, УК-1	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Выполнение практического задания	2	ОПК-1, УК-1	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-1, УК-1	Тестирование
	Итого	7		

Согласована на портале № 76618

3 Характеристики основных типов линий передачи СВЧ	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ОПК-1, УК-1	Лабораторная работа
	Написание отчета по курсовому проекту	3	ОПК-1, УК-1	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Написание отчета по лабораторной работе	1	ОПК-1, УК-1	Отчет по лабораторной работе
	Выполнение практического задания	2	ОПК-1, УК-1	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-1, УК-1	Тестирование
	Итого	9		
4 Принципы согласования линии передачи с нагрузкой	Написание отчета по курсовому проекту	3	ОПК-1, УК-1	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Выполнение практического задания	2	ОПК-1, УК-1	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-1, УК-1	Тестирование
	Итого	7		
5 Устройства СВЧ	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ОПК-1, УК-1	Лабораторная работа
	Написание отчета по курсовому проекту	3	ОПК-1, УК-1	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ОПК-1, УК-1	Отчет по лабораторной работе
	Выполнение практического задания	1	ОПК-1, УК-1	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-1, УК-1	Тестирование
	Итого	9		

Согласована на портале № 76618

6 Методы анализа устройств СВЧ	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ОПК-1, УК-1	Лабораторная работа
	Написание отчета по курсовому проекту	3	ОПК-1, УК-1	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ОПК-1, УК-1	Отчет по лабораторной работе
	Выполнение практического задания	1	ОПК-1, УК-1	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-1, УК-1	Тестирование
	Итого	9		
7 Элементы тракта СВЧ	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ОПК-1, УК-1	Лабораторная работа
	Написание отчета по курсовому проекту	3	ОПК-1, УК-1	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ОПК-1, УК-1	Отчет по лабораторной работе
	Выполнение практического задания	1	ОПК-1, УК-1	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-1, УК-1	Тестирование
	Итого	9		
8 Устройства СВЧ с применением ферритов	Написание отчета по курсовому проекту	3	ОПК-1, УК-1	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Выполнение практического задания	2	ОПК-1, УК-1	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-1, УК-1	Тестирование
	Итого	7		

Согласована на портале № 76618

9 Управляющие устройства СВЧ	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ОПК-1, УК-1	Лабораторная работа
	Написание отчета по курсовому проекту	3	ОПК-1, УК-1	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ОПК-1, УК-1	Отчет по лабораторной работе
	Выполнение практического задания	1	ОПК-1, УК-1	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-1, УК-1	Тестирование
	Итого	9		
Итого за семестр		74		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
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.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Курс. пр.	Сам. раб.	
ОПК-1	+	+	+	+	+	Курсовой проект, Лабораторная работа, Отчет по курсовому проекту, Отчет по лабораторной работе, Практическое задание, Тестирование, Экзамен
УК-1	+	+	+	+	+	Курсовой проект, Лабораторная работа, Отчет по курсовому проекту, Отчет по лабораторной 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

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
8 семестр				
Лабораторная работа	0	5	5	10
Практическое задание	10	10	10	30
Тестирование	5	5	5	15

Согласована на портале № 76618

Отчет по лабораторной работе	0	5	10	15
Экзамен				30
Итого максимум за период	15	25	30	100
Нарастающим итогом	15	40	70	100

Балльные оценки для курсового проекта представлены в таблице 6.1.1.

Таблица 6.1.1 – Балльные оценки для курсового проекта

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
8 семестр				
Отчет по курсовому проекту	15	25	60	100
Итого максимум за период	15	25	60	100
Нарастающим итогом	15	40	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

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

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

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

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 – 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)
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. Кузьмин, С. В. Конструирование устройств СВЧ диапазона : учебное пособие / С. В. Кузьмин. — Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2021. — 83 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/279392.

Согласована на портале № 76618

2. Устройства СВЧ и антенны: Учебник для вузов/ Д.И. Воскресенский и др. – М.: Радиотехника, 2006. – 375 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.).

3. Сверхширокополосные микроволновые устройства/ под ред. А. П. Креницкого, В. П. Мещанова. – М.: Радио и связь, 2001. – 560 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 32 экз.).

7.2. Дополнительная литература

1. Терминологический словарь по антенно-фидерным устройствам / И. А. Зеленин, Д. В. Журавлёв, Ю. Г. Пастернак, С. М. Федоров. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 292 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/328517.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. 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.

2. Антенны и устройства СВЧ. Микроволновые антенны и устройства СВЧ: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и курсовому проектированию / А. С. Шостак, И. И. Горелкин, В. П. Зайцев - 2018. 119 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7274.

3. 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.

4. Исследование взаимных четырехполюсников: Руководство к лабораторной работе / А. С. Шостак, И. И. Горелкин, Д. Е. Понамарев - 2018. 16 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8935.

5. Исследование параметров двухполюсника на СВЧ: Руководство к лабораторной работе / А. С. Шостак, Д. Е. Понамарев, И. И. Горелкин - 2018. 14 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8936.

6. Измерение параметров слоистых сред: Руководство к лабораторной работе / А. С. Шостак, И. И. Горелкин, Д. Е. Понамарев - 2018. 18 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8865.

7. Гошин, Геннадий Георгиевич. Антенны и фидеры. Сборник задач с формулами и решениями : учебное пособие для вузов / Г. Г. Гошин ; Министерство образования Российской Федерации (Томск), Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2003. - 242 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 39 экз.).

8. Федорова, Л. А. Расчет и проектирование авиационных антенн сверхвысоких частот : учебное пособие / Л. А. Федорова. — Санкт-Петербург : ГУАП, 2019. — 145 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/165243.

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 № 76618

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 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);
- Micran Graphit;
- Microsoft Office 2010;
- Microsoft Windows 8;
- PTC Mathcad 15;
- Qucs;
- Scilab;

8.3. 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

Согласована на портале № 76618

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);
- Micran Graphit;
- Microsoft Office 2010;
- Microsoft Windows 8;
- PTC Mathcad 15;
- Qucs;
- Scilab;

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для курсового проекта

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;

Согласована на портале № 76618

- 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);
- Micran Graphit;
- Microsoft Office 2010;
- Microsoft Windows 8;
- PTC Mathcad 15;
- Qucs;
- Scilab;

8.5. 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.

8.6. 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

Согласована на портале № 76618

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 Основные характеристики антенн и устройств СВЧ	ОПК-1, УК-1	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Основы теории линий передач СВЧ	ОПК-1, УК-1	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Характеристики основных типов линий передачи СВЧ	ОПК-1, УК-1	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ

Согласована на портале № 76618

4 Принципы согласования линии передачи с нагрузкой	ОПК-1, УК-1	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 Устройства СВЧ	ОПК-1, УК-1	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
6 Методы анализа устройств СВЧ	ОПК-1, УК-1	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ

Согласована на портале № 76618

7 Элементы тракта СВЧ	ОПК-1, УК-1	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
8 Устройства СВЧ с применением ферритов	ОПК-1, УК-1	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
9 Управляющие устройства СВЧ	ОПК-1, УК-1	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ

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

Согласована на портале № 76618

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

1. По какому закону при изменении частоты изменяются потери в металлах?
   а) при увеличении частоты уменьшаются по линейному закону
   б) при увеличении частоты растут пропорционально корню квадратному из частоты
   в) при увеличении частоты растут линейно
   г) уменьшаются при увеличении частоты пропорционально корню квадратному из частоты
2. Толщина скин-слоя – это
   а) толщина оксидной плёнки, образующейся на поверхности металла
   б) глубина проникновения поля в металл с увеличением его амплитуды в раз

Согласована на портале № 76618

в) глубина проникновения поля в металл с уменьшением его амплитуды в е раз
г) глубина проникновения поля в металл с уменьшением его амплитуды в 2 раза

3. Резонансные сечения в ЛП – это сечения, в которых
   а) компоненты напряженности полей имеют вещественные значения
   б) компоненты напряженности полей принимают максимальные или минимальные значения
   в) сопротивление линии равно сопротивлению нагрузки
   г) сопротивление линии является вещественным
4. Эквивалентные сечения в ЛП – это сечения, в которых
   а) компоненты напряженности полей имеют вещественные значения
   б) компоненты напряженности полей принимают максимальные или минимальные значения
   в) сопротивление линии равно сопротивлению нагрузки
   г) сопротивление линии является вещественным
5. Каким в общем случае является полное сопротивление линии?
   а) вещественным
   б) постоянным
   в) переменным
   г) комплексным
6. Каким является волновое сопротивление линии?
   а) реактивным
   б) вещественным
   в) постоянным
   г) переменным
7. Шлейф – это отрезок фидера
   а) разомкнутый на конце
   б) короткозамкнутый на конце
   в) нагруженный на активное сопротивление
   г) нет верного ответа
8. К четырехполюсникам относятся
   а) фильтры
   б) нагрузки
   в) делители мощности
   г) направленные ответвители
9. В закрытых резонаторах возможны только такие колебания, для которых по длине резонатора укладывается целое число
   а)λ
   б) $\lambda/2$
   в) $\lambda/4$
   г) 2λ
10. К диссипативным устройствам относятся
    а) фазовращатели
    б) переходы
    в) аттенюаторы
    г) направленные ответвители
11. С помощью какого поля можно изменить направление циркуляции в Y-циркуляторе?
    а) постоянного магнитного
    б) переменного магнитного
    в) электрического
    г) электромагнитного
12. Внутренняя задача теории антенн применительно к линейным антеннам означает нахождение
    а) распределения поля внутри проводника
    б) запасённой в антенне энергии
    в) распределения тока вдоль проводника
    г) температуры внутренних шумов
13. Какую поляризацию называют вращающейся?

Согласована на портале № 76618

а) горизонтальную
б) наклонную
в) круговую
г) эллиптическую

14. У каких поляризаций вектор сохраняет свою ориентацию в пространстве?
    а) у вертикальной
    б) у горизонтальной
    в) у наклонной
    г) у эллиптической
15. 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
16. Шумовая температура антенны – это температура:
    а) среды, в которой находится антенна
    б) до которой разогревается антенна в режиме передачи
    в) собственных шумов антенны в режиме приёма
    г) собственных и внешних шумов приемной антенны
17. У какой из антенн в осевом режиме излучения шире рабочий диапазон?
    а) у трёхвитковой цилиндрической спиральной антенны
    б) у шестивитковой цилиндрической спиральной антенны
    в) у трёхвитковой конической спиральной антенны
    г) у шестивитковой конической спиральной антенны
18. Какую поляризацию в осевом режиме излучения имеют спиральные антенны в направлении максимума ДН?
    а) вертикальную
    б) наклонную
    в) круговую
    г) эллиптическую.
19. Какие типы апертурных антенн в радиодиапазон пришли из оптики?
    а) рупорные антенны
    б) антенны на замедляющих линзах
    в) антенны на ускоряющих линзах
    г) зеркальные антенны.
20. Какой профиль имеет малое зеркало в классической схеме Кассегрена?
    а) сферический
    б) параболический
    в) гиперболический
    г) эллиптический.

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Линии передачи: определение; регулярные, нерегулярные, однородные, не однородные. Открытые, закрытые – их достоинства и недостатки, применения. Примеры.
2. Радиолиния: понятие, структурная схема, примеры. Достоинства и недостатки по сравнению с фидерными линиями. Принцип электродинамического подобия и его использование при расчетах и экспериментальных исследованиях.
3. Основные параметры и характеристики фидеров: типы волн, дисперсионная характеристика, затухание, электрическая прочность, предельная и допустимая мощности, волновое сопротивление, погонные параметры.
4. Математическая модель линий передачи СВЧ. Основные требования, предъявляемые к фидерным линиям. Частотные зависимости затухания в проводниках и диэлектриках.
5. Объясните, почему обычно работают на волне одного типа, в частности основного. В каких случаях работают на волнах высших типов? В каких линиях имеет место дисперсия и в чем проявляется? Как она влияет на распространение сигналов?
6. Двухпроводная и коаксиальная линии: волна основного типа, ее длина и фазовая

Согласована на портале № 76618

скорость, волновое сопротивление, погонные параметры. Условие работы на волне основного типа в коаксиальной линии. Маркировка коаксиальных кабелей.

7. Полосковые и микрополосковые линии: разновидности, волна основного типа, ее длина и фазовая скорость, волновое сопротивление, погонные параметры, структура поля.
8. Волноводы прямоугольного сечения. Типы волн, критические длины волн. Волна основного типа, условие ее существования, структура поля, характеристическое и волновое сопротивления, передаваемая мощность. Технология изготовления и стандарты. Применения.
9. Волноводы круглого сечения. Типы волн, критические длины волн. Волна основноготипа, условие ее существования, структура поля, характеристическое и волновое сопротивления, передаваемая мощность. Технология изготовления. Применения.
10. Линии передачи с поверхностной волной. Понятие поверхностной волны, ее длина и фазовая скорость, структура поля. Примеры реализаций ЛП с поверхностной волной и применения.
11. Диапазоны длин волн. Понятие СВЧ. Типы применяемых в различных диапазонах фидеров. Понятия эквивалентных линий и схем. Волновой и классический подходы, связь между ними.
12. Коэффициент отражения от нагрузки, КБВ, КСВ, сопротивление линии и соотношение между ними. Поведение модуля коэффициента отражения в идеальных и реальных ЛП. Резонансные сечения, значения в них напряженностей полей и сопротивлений.
13. Коэффициент отражения от нагрузки, КБВ, КСВ, сопротивление линии и соотношение между ними. Поведение модуля коэффициента отражения в идеальных и реальных линиях. Режимы в ЛП и их связь с сопротивлением нагрузки.
14. Формула трансформации сопротивлений с пояснениями. Эквивалентные сечения и расстояния между ними. Входное сопротивление отрезка фидера, значения в случае реактивных нагрузок. Понятие шлейфов, их входные сопротивления, применения.
15. Формула трансформации сопротивлений с пояснениями. Резонансные сечения и расстояния между ними. Поведение в них компонент напряженности электрического и магнитного полей, связь с модулем коэффициента отражения от нагрузки. Сопротивление линии в резонансных сечениях и связь их с КСВ и КБВ.
16. Узкополосное согласование активных нагрузок. Четвертьволновые понижающие и повышающие трансформаторы, их включения в ЛП и выбор значений сопротивлений. Эквивалентные схемы, распределения напряжения, КБВ или КСВ вдоль ЛП при согласовании.
17. Узкополосное согласование комплексных нагрузок. Метод компенсирующих реактивностей, последовательное и параллельное включения их в ЛП.
18. Узкополосное согласование комплексных нагрузок. Метод компенсирующих реактивностей, их реализация в волноводной технике, эквивалентные схемы.
19. Типовые элементы трактов СВЧ: эквиваленты антенн, реактивные нагрузки, четвертьволновые металлические изоляторы.
20. Типовые элементы трактов СВЧ: волноводные соединения, повороты, коаксиальноволноводные переходы и переходы с прямоугольного волновода на круглый.
21. Ступенчатые и плавные согласующие переходы. Классификация управляющих устройств. Механические аттенюаторы и фазовращатели.
22. Многополюсники СВЧ: плоскости отсчета фаз, волновой и классический подходы описания, нормировка токов и напряжений, падающие и отраженные волны.
23. Волновая матрица рассеяния: физический смысл элементов, испытательные режимы. Применения.
24. Идеальные и реальные матрицы. Матрица рассеяния идеального вентиля, физический смысл ее элементов.
25. Фундаментальные свойства матриц: взаимности, симметрии, недиссипативности; понятия, математические формулировки, необходимость учета.
26. Недиссипативный четырехполюсник: матрицы сопротивлений и рассеяния. Реактивный многополюсник.
27. Ферриты и их свойства. Невзаимные устройства на основе эффекта Фарадея и с поперечно-подмагниченным ферритом (вентили). Фазовращатели.
28. Циркулятор: понятие, матрицы рассеяния, устройство, назначение и применения.

Согласована на портале № 76618

29. Направленный ответвитель: понятие, матрица рассеяния, устройство, назначение и применения.
30. Дальняя, промежуточная и ближняя зоны антенны. Их границы и свойства полей
31. Назначение и классификация антенн, понятия, определения.
32. Амплитудная ДН, ее форма и ширина, графическое изображение.
33. Мощность и сопротивление излучения антенны.
34. Входное сопротивление антенны, связь с сопротивлением излучения.
35. Электрическая прочность. Предельная и допустимая мощности.
36. Поляризация, ее виды, необходимость учета при приеме.
37. КНД, КПД и КУ антенны, определения, взаимосвязи.
38. Действующая длина и диапазон рабочих частот антенны.
39. Принцип электродинамического подобия и его использование при исследовании антенн.
40. Фундаментальные ограничения в области антенн.
41. Приемные антенны. Условия приема максимальной мощности.
42. Принцип взаимности и его использование применительно к расчету характеристик приемных антенн.
43. Эффективная площадь антенны, связь с КНД и действующей длиной линейной антенны.
44. Шумовая температура антенны, связь с КПД, пути ее снижения.
45. Особенности работы антенн на низких и высоких частотах.
46. Общие свойства антенн малых электрических размеров. Элементарные излучатели линейной и круговой поляризации.
47. Симметричный электрический вибратор. Распределение тока, ДН, сопротивление излучения, КНД, действующая длина, эффект укорочения длины вибратора, входное сопротивление.
48. Конструкции симметричных линейных вибраторных антенн. Способы питания посредством двухпроводной и коаксиальной линий. Применения.
49. Петлеобразный вибратор Пистолькорса. Способы питания посредством двухпроводной и коаксиальной линий, ДН, применения.
50. Конструкции несимметричных вибраторов. Способы возбуждения, ДН, применения.

9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты курсового проекта

1. Типовые значения параметров разрабатываемой антенны
2. Типовые качественные характеристики разрабатываемой антенны
3. Типовые значения параметров разрабатываемого устройства
4. Типовые качественные характеристики разрабатываемого устройства
5. Процесс моделирования разрабатываемого устройства в САПР

9.1.4. Примерный перечень тематик курсовых проектов

1. Расчет микрополосковой антенной решетки
2. Расчет транснаправленного ответвителя
3. Расчет делителя мощности
4. Расчет зеркальной параболической антенны
5. Расчет волноводно-щелевой антенны

9.1.5. Темы практических заданий

1. Особенности расчета и конструирования антеннофидерных устройств;
2. Вывод дифференциальных уравнений длинной линии;
3. Расчет основных типов линий передачи СВЧ;
4. Расчет устройств СВЧ;
5. Применение принципа декомпозиции в задачах анализа устройств СВЧ

9.1.6. Темы лабораторных работ

1. Скалярный анализатор параметров цепей Р2М
2. Исследование диэлектрических антенн
3. Исследование диаграммы направленности параболической антенны по измерениям поля в дальней и ближней зонах

Согласована на портале № 76618

4. Исследование ферритовых вентилей и циркуляторов

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
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

Согласована на портале № 76618

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 № 76618

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КИПР
протокол № 24 от «20» 1 2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. КИПР	Н.Н. Кривин	Согласовано, 61bb81d6-898a-4d50-b92b-bf79399fcfac
Заведующий обеспечивающей каф. КИПР	Н.Н. Кривин	Согласовано, 61bb81d6-898a-4d50-b92b-bf79399fcfac
И.О. начальника учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. КИПР	Н.Н. Кривин	Согласовано, 61bb81d6-898a-4d50-b92b-bf79399fcfac
Доцент, каф. КИПР	А.А. Чернышев	Согласовано, 72a81577-12a0-4023-8fe9-e3b84d6716fc

РАЗРАБОТАНО:

Заведующий кафедрой, каф. КИПР	Н.Н. Кривин	Разработано, 61bb81d6-898a-4d50-b92b-bf79399fcfac

Согласована на портале № 76618