МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.01 Радиотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Микроволновая техника и антенны**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **1**
Семестр: **1**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	1 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	36	36	часов
2	Практические занятия	24	24	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	76	76	часов
5	Самостоятельная работа	104	104	часов
6	Всего (без экзамена)	180	180	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	216	216	часов
		6.0	6.0	З.Е.

Экзамен: 1 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 37265

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 9 от «24» 5 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.01 Радиотехника, утвержденного 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СВЧиКР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

профессор каф. СВЧиКР	_____	Г. Г. Гошин
доцент каф. СВЧиКР	_____	А. Ю. Попков

Заведующий обеспечивающей каф. СВЧиКР	_____	С. Н. Шарангович

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ	_____	К. Ю. Попова
Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР	_____	С. Н. Шарангович

Эксперты:

Доцент кафедры сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)	_____	А. Ю. Попков
Заведующий кафедрой сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)	_____	С. Н. Шарангович

Согласована на портале № 37265

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства» является подготовка специалистов в области создания и обеспечения функционирования антенно-фидерных устройств в системах радиосвязи с учётом особенностей распространения радиоволн различных диапазонов и с учётом влияния подстилающей поверхности, тропосферы и ионосферы.

1.2. Задачи дисциплины

– Задачами дисциплины является изучение:
– • основных типов фидерных линий и элементов фидерного тракта;
– • основных конструкций и параметров передающих и приёмных антенн,
– • распространения радиоволн в свободном пространстве и в земных условиях с учётом влияние среды на характеристики систем радиосвязи.
–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства» (Б1.В.ДВ.1.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Активные и пассивные микроволновые устройства.

Последующими дисциплинами являются: Автоматизированное проектирование антенных систем, Микроволновая техника, Микроволновые измерения.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-5 готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы;
– ПК-2 способностью выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ;
– ПК-4 способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** принципы действия, основные параметры и характеристики различных типов передающих и приёмных антенн в системах радиосвязи с учётом влияния земной поверхности и свойств среды распространения;
– **уметь** • разрабатывать и обосновывать соответствующие техническому заданию и современному уровню развития теории и техники конструкции антенно-фидерных устройств систем радиосвязи;
– **владеть** • основными методами расчёта и математического моделирования, включая САПР, параметров и характеристик антенно-фидерных устройств систем радиосвязи; • методами расчёта напряжённости поля в точке приёма для радиолиний систем радиосвязи и телерадиовещания с учётом влияния земной поверхности и свойств среды распространения.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		1 семестр
Аудиторные занятия (всего)	76	76
Лекции	36	36

Согласована на портале № 37265

Практические занятия	24	24
Лабораторные работы	16	16
Самостоятельная работа (всего)	104	104
Оформление отчетов по лабораторным работам	24	24
Проработка лекционного материала	50	50
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	30	30
Всего (без экзамена)	180	180
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	216	216
Зачетные Единицы	6.0	6.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1 семестр						
1 Регулярные линии передачи	2	4	0	8	14	ОПК-5, ПК-2, ПК-4
2 Линии передачи конечной длины. Согласование	4	4	0	14	22	ОПК-5, ПК-2, ПК-4
3 Пассивные устройства на основе линий передачи	4	0	16	10	30	ОПК-5, ПК-2, ПК-4
4 Параметры передающих и приёмных антенн	4	4	0	8	16	ОПК-5, ПК-2, ПК-4
5 Линейные антенны	4	4	0	14	22	ОПК-5, ПК-2, ПК-4
6 Апертурные антенны	4	4	0	18	26	ОПК-5, ПК-2, ПК-4
7 Антенные решётки	4	4	0	12	20	ОПК-5, ПК-2, ПК-4
8 Общие вопросы теории распространения радиоволн. Распространение земных радиоволн	4	0	0	4	8	ОПК-5, ПК-2, ПК-4
9 Распространение радиоволн в тропосфере	2	0	0	6	8	ОПК-5, ПК-2, ПК-4
10 Распространение радиоволн в ионосфере и на космических трассах	4	0	0	10	14	ОПК-5, ПК-2, ПК-4
Итого за семестр	36	24	16	104	180	
Итого	36	24	16	104	180	

Согласована на портале № 37265

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Регулярные линии передачи	Линии: двухпроводные, коаксиальные, полые волноводы, волоконно-оптические линии. Структуры полей, технические характеристики, применения.	2	ОПК-5, ПК-2, ПК-4
	Итого	2	
2 Линии передачи конечной длины. Согласование	Формула трансформация сопротивлений. Круговая диаграмма Вольперта-Смита. Согласованные и реактивные нагрузки, шлейфы. Узкополосное согласование. Четвертьволновый трансформатор. Метод компенсирующих реактивностей согласования произвольных нагрузок. Широкополосное согласование.	4	ОПК-5, ПК-2, ПК-4
	Итого	4	
3 Пассивные устройства на основе линий передачи	Волновой и классический подходы. Матрица рассеяния. Ограничения на элементы матриц, налагаемые условиями взаимности, симметрии и недиссипативности. Примеры составления матриц для четырёх-, шести- и восьмиполюсников. Каскадные соединения многополюсников. Принцип декомпозиции. Алгоритм объединения устройств в общий тракт.	4	ОПК-5, ПК-2, ПК-4
	Итого	4	
4 Параметры передающих и приёмных антенн	Дальняя, промежуточная и ближняя зоны излучения антенн. Комплексная векторная диаграмма направленности, поляризация, КНД, коэффициент усиления, эффективная длина и площадь антенн. Шумовая температура.	4	ОПК-5, ПК-2, ПК-4
	Итого	4	
5 Линейные антенны	Симметричный вибратор, его диаграмма направленности, входное сопротивление. Петлеобразный вибратор Пистолькорса. Широкополосные вибраторы. Несимметричные штыревые вибраторы. Связанные вибраторы. Применения.	4	ОПК-5, ПК-2, ПК-4
	Итого	4	
6 Апертурные антенны	Внешняя и внутренняя задачи теории апертурных антенн и методы их решения. Коэффициент использования поверхности антенны. Волноводные и рупорные антенны. Линзовые и зеркальные антенны. Антенны с вынесенным облучателем. Спутниковые передающие антенны с контурными зонами обслуживания. Конструкции, применения.	4	ОПК-5, ПК-2, ПК-4

Согласована на портале № 37265

	Итого	4	
7 Антенные решётки	Линейные непрерывные и дискретные антенные системы. Теорема о перемножении диаграмм направленности. Анализ множителя решётки. Волноводно-щелевые антенные решётки. Директорные и логопериодические антенны. Фазированные антенные решётки.	4	ОПК-5, ПК-2, ПК-4
	Итого	4	
8 Общие вопросы теории распространения радиоволн. Распространение земных радиоволн	Состав и строение атмосферы Земли. Физические явления при распространении волн. Классификация радиоволн по диапазону и способу распространения. Формулы идеальной радиопередачи и множитель ослабления. Определение области пространства, существенной при распространении радиоволн. Расчёт поля при поднятых антеннах в зоне прямой видимости. Интерференционные формулы. Зона, существенная при отражении. Диаграммы направленности поднятых антенн. Учет сферичности Земли при распространении радиоволн в освещённой зоне. Расчёт поля при низко расположенных антеннах. Распространение радиоволн в городских условиях.	4	ОПК-5, ПК-2, ПК-4
	Итого	4	
9 Распространение радиоволн в тропосфере	Строение тропосферы, её электрические параметры. Распространение радиоволн в неоднородной тропосфере. Явление рефракции. Эквивалентный радиус Земли. Сверхрефракция. Рассеяние радиоволн на тропосферных неоднородностях. Дальнее тропосферное распространение (ДТР). Поглощение радиоволн в тропосфере.	2	ОПК-5, ПК-2, ПК-4
	Итого	2	
10 Распространение радиоволн в ионосфере и на космических трассах	Строение ионосферы. Физические причины образования ионосферы. Диэлектрическая проницаемость ионосферы. Характеристика ионосферных слоев. Критические и максимальные частоты. Влияние магнитного поля Земли на распространение радиоволн в ионосфере. Особенности распространение коротких волн, прогноз максимально применимых частот на ионосферных станциях, МПЧ и НПЧ, замирания и зоны молчания. Распространение радиоволн на космических трассах.	4	ОПК-5, ПК-2, ПК-4
	Итого	4	
Итого за семестр		36	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин

Согласована на портале № 37265

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Предшествующие дисциплины										
1 Активные и пассивные микроволновые устройства	+	+	+							
Последующие дисциплины										
1 Автоматизированное проектирование антенных систем	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Микроволновая техника	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3 Микроволновые измерения	+	+	+	+	+	+	+			

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-5	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Тест
ПК-2	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Тест
ПК-4	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции

Согласована на портале № 37265

1 семестр			
3 Пассивные устройства на основе линий передачи	Исследование параметров объёмного резонатора прямоугольного сечения	6	ОПК-5, ПК-2, ПК-4
	Исследование характеристик полосковых направленных ответвителей	6	
	Исследование характеристик полосковых делителей мощности	4	
	Итого	16	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Регулярные линии передачи	Основные теоретические сведения и расчетные соотношения. Двухпроводные линии передачи. Коаксиальные линии передачи. Полосковые линии передачи. Волноводы прямоугольного сечения. Волноводы круглого сечения.	4	ОПК-5, ПК-2, ПК-4
	Итого	4	
2 Линии передачи конечной длины. Согласование	Основные теоретические сведения и расчетные соотношения/ Нагруженные отрезки фидеров. Узкополосное и широкополосное согласование.	4	ОПК-5, ПК-2, ПК-4
	Итого	4	
4 Параметры передающих и приёмных антенн	Основные теоретические сведения и расчетные соотношения. Передающая антенна. Приемная антенна. Электрически малые (элементарные) излучатели.	4	ОПК-5, ПК-2, ПК-4
	Итого	4	
5 Линейные антенны	Основные теоретические сведения и расчетные соотношения. Симметричный электрический вибратор. Линейная щелевая антенна. Вертикальный заземленный вибратор. Рамочные антенны. Линейные непрерывные системы. Цилиндирическая и коническая спиральные антенны. Диэлектрические стержневые антенны.	4	ОПК-5, ПК-2, ПК-4
	Итого	4	
6 Апертурные антенны	Основные теоретические сведения и расчетные соотношения. Плоские излучающие раскрывы. Волноводные излучатели и рупорные антенны. Зеркальные антенны. Линзовые антенны.	4	ОПК-5, ПК-2, ПК-4
	Итого	4	

Согласована на портале № 37265

7 Антенные решётки	Основные теоретические сведения и расчетные соотношения. Теорема о перемножении диаграмм направленности. Система из двух вибраторов. Линейные эквидистантные решетки. Директорные и логопериодические антенны. Волноводные щелевые антенные решетки. Плоские решетки.	4	ОПК-5, ПК-2, ПК-4
	Итого	4	
Итого за семестр		24	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
1 семестр				
1 Регулярные линии передачи	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-5, ПК-2, ПК-4	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
2 Линии передачи конечной длины. Согласование	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-5, ПК-2, ПК-4	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	14		
3 Пассивные устройства на основе линий передачи	Проработка лекционного материала	4	ОПК-5, ПК-2, ПК-4	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	10		
4 Параметры передающих и приёмных антенн	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-5, ПК-2, ПК-4	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
5 Линейные антенны	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-5, ПК-2, ПК-4	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Контрольная работа,

Согласована на портале № 37265

	Проработка лекционного материала	4		Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	14		
6 Апертурные антенны	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОПК-5, ПК-2, ПК-4	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	18		
7 Антенные решётки	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-5, ПК-2, ПК-4	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	12		
8 Общие вопросы теории распространения радиоволн. Распространение земных радиоволн	Проработка лекционного материала	4	ОПК-5, ПК-2, ПК-4	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Итого	4		
9 Распространение радиоволн в тропосфере	Проработка лекционного материала	6	ОПК-5, ПК-2, ПК-4	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Итого	6		
10 Распространение радиоволн в ионосфере и на космических трассах	Проработка лекционного материала	10	ОПК-5, ПК-2, ПК-4	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Итого	10		
Итого за семестр		104		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		140		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	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
1 семестр				

Согласована на портале № 37265

Домашнее задание	6	6	4	16
Конспект самоподготовки	2	2	2	6
Контрольная работа	8	8		16
Отчет по лабораторной работе		8	8	16
Тест	4	6	6	16
Итого максимум за период	20	30	20	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	20	50	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	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)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства: Учебное пособие / Буянов Ю. И., Гошин Г. Г. - 2013. 300 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3608 (дата обращения: 05.07.2018).

2. Антенны: Учебное пособие / Гошин Г. Г. - 2012. 145 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2794 (дата обращения: 05.07.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Устройства СВЧ и антенны: Учебное пособие / Шангина Л. И., Замотринский В. А. - 2012. 223 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/712 (дата об-

Согласована на портале № 37265

ращения: 05.07.2018).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Устройства СВЧ и антенны: учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов / Гошин Г. Г. - 2010. 42 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7 (дата обращения: 05.07.2018).
2. Гошин Г.Г. Антенны и фидеры. Сборник задач с формулами и решениями [Электронный ресурс]: Учебное пособие. – Томск: ТУСУР. – 2012. – 237с. (учебно-методическое пособие по практическим занятиям) [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/2795 (дата обращения: 05.07.2018).
3. Исследование параметров объёмного резонатора прямоугольного сечения: Руководство к лабораторной работе для бакалавров направлений подготовки 210700.62 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», 210400.62 «Радиотехника», и специалистов направления подготовки 210601.65 «Радиоэлектронные системы и комплексы» / Мандель А. Е., Фатеев А. В., Никифоров А. Н., Соколова Ж. М. - 2013. 30 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3656 (дата обращения: 05.07.2018).
4. Исследование характеристик полосковых направленных ответвителей: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Кравченко А. И., Фатеев А. В. - 2013. 25 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3744 (дата обращения: 05.07.2018).
5. Исследование характеристик полосковых делителей мощности: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Фатеев А. В. - 2013. 21 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3743 (дата обращения: 05.07.2018).

12.3.2. 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.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. 1. Интернет библиотека с доступом к реферативным и полнотекстовым статьям и материалам конференций IEEE Explore www.ieeexplore.ieee.org
2. 2. Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования. www.elibrary.ru

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. 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 количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

Согласована на портале № 37265

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория Микроволновой техники

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

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 328 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютерные рабочие станции (14 шт.);
- Демонстрационное оборудование для презентаций (проек-тор 1 шт., экран 1 шт.);
- Осциллограф GDS – 71022 (1 шт.);
- Измеритель Р2М-18 (1 шт.);
- Генератор сигнала 33522А (1 шт.);
- Вольтметр циф. GDM 8145 (1 шт.);
- Измеритель Р2М-04 (1 шт.);
- Анализатор спектра СК4М-04 (1 шт.);
- Осциллограф цифровой MS07104 (1 шт.);
- Мультиметр цифровой 34405А (1 шт.);
- Источник питания GPD-73303S (1 шт.);
- Генератор Г3-14 (2 шт.);
- Генератор Г4-126 (1 шт.);
- Измеритель Р2-60 (2 блока);
- Измеритель Р5-12 (1 шт.);
- Измерительная линия Р1-27 (1 шт.);
- Векторный анализатор сигналов Р4М-18 (1 шт.);
- Опорно-поворотное устройство (1 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Google Chrome
– Microsoft Office 2010 и ниже
– PTC Mathcad 15

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория Микроволновой техники

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

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 328 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютерные рабочие станции (14 шт.);
- Демонстрационное оборудование для презентаций (проек-тор 1 шт., экран 1 шт.);
- Осциллограф GDS – 71022 (1 шт.);
- Измеритель Р2М-18 (1 шт.);
- Генератор сигнала 33522А (1 шт.);
- Вольтметр циф. GDM 8145 (1 шт.);
- Измеритель Р2М-04 (1 шт.);
- Анализатор спектра СК4М-04 (1 шт.);
- Осциллограф цифровой MS07104 (1 шт.);

Согласована на портале № 37265

- Мультиметр цифровой 34405A (1 шт.);
- Источник питания GPD-73303S (1 шт.);
- Генератор Г3-14 (2 шт.);
- Генератор Г4-126 (1 шт.);
- Измеритель Р2-60 (2 блока);
- Измеритель Р5-12 (1 шт.);
- Измерительная линия Р1-27 (1 шт.);
- Векторный анализатор сигналов Р4М-18 (1 шт.);
- Опорно-поворотное устройство (1 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Google Chrome
- Micran Graphit
- Microsoft Office 2010 и ниже
- PTC Mathcad 15
- Tracker PDF-XChange Viewer

13.1.4. 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, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. 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 зрениями** 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** исполь-

Согласована на портале № 37265

зуются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. Явление огибания радиоволнами препятствий называют
-рефракцией
-дифракцией
-интерференцией
-отражением

2. Сложение в пространстве двух или нескольких волн называют
-дифракцией
-рефракцией
-интерференцией
-отражением

3. Явление искривления траектории хода лучей в неоднородной (слоистой в поперечном направлении) среде называют
-дифракцией
-рефракцией
-интерференцией
-отражением

4. Основными потерями при РРВ в свободном пространстве называют
-потери в тропосфере за счёт поглощения молекулами воды
-поглощение в ионосфере
-потери за счёт естественного убывания амплитуды волны с расстоянием
-такого понятия не может быть

5. Область свободного пространства, существенная при РРВ, имеет форму сплюснотого
-тороида
-сфероида
-эллипсоида вращения вокруг большой оси
-эллипсоида вращения вокруг малой оси

6. В случае приподнятых антенн область земной поверхности, существенная при отражении радиоволн, имеет форму
-круга
-прямоугольника
-равностороннего треугольника
-эллипса

7. Как поляризованы волны, излучаемые горизонтально расположенным вибратором?
-не поляризованы
-горизонтально
-вертикально
-параллельно земной поверхности

Согласована на портале № 37265

8. Основные способы борьбы с замираниями радиоволн
-частотный разнос
-применение двух антенн
-разнос антенн по вертикали
-разнос антенн по горизонтали

9. Резонансные сечения в ЛП – это сечения, в которых
-компоненты напряженности полей имеют вещественные значения,
-компоненты напряженности полей принимают максимальные или минимальные значения,
-сопротивление линии равно сопротивлению нагрузки,
-сопротивление линии является вещественным.

10. Эквивалентные сечения в ЛП – это сечения, в которых
-компоненты напряженности полей имеют вещественные значения,
-компоненты напряженности полей принимают максимальные или минимальные значения,
-сопротивление линии равно сопротивлению нагрузки,
-сопротивление линии является вещественным.

11. Каким в общем случае является полное сопротивление линии?
-вещественным,
-постоянным,
-переменным,
-комплексным.

12. Каким является волновое сопротивление линии?
-реактивным,
-вещественным,
-постоянным,
-переменным,

13. Шлейф – это отрезок фидера,
-разомкнутый на конце,
-короткозамкнутый на конце,
-нагруженный на активное сопротивление,
-имеющий чисто реактивное входное сопротивление.

14. К четырехполюсникам относятся
-фильтры
-нагрузки
-делители мощности
- направленные ответвители

15. Внутренняя задача теории антенн применительно к линейным антеннам означает нахождение
-распределения поля внутри проводника,
-запасённой в антенне энергии,
-распределения тока вдоль проводника,
-температуры внутренних шумов.

16. Какую поляризацию называют вращающейся? горизонтальную,
-наклонную,
-круговую,
-эллиптическую.

Согласована на портале № 37265

17. Правильные соотношения между коэффициентами усиления , направленного действия и полезного действия :

-КНД = КПД * КУ

-КУ = КПД*КНД

-КПД = КНД / КУ

- КПД = КУ / КНД

18. Шумовая температура антенны – это температура:

-среды, в которой находится антенна,

-до которой разогревается антенна в режиме передачи,

-собственных шумов антенны в режиме приёма,

-собственных и внешних шумов приёмной антенны.

19. У какой из антенн в осевом режиме излучения шире рабочий диапазон?

-у трёхвитковой цилиндрической спиральной антенны,

-у шестивитковой цилиндрической спиральной антенны,

-у трёхвитковой конической спиральной антенны.

-у шестивитковой конической спиральной антенны.

20. Какую поляризацию в осевом режиме излучения имеют спиральные антенны в направлении максимума ДН?

-вертикальную,

-наклонную,

-круговую,

-эллиптическую.

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Состав и строение атмосферы Земли: тропосфера, стратосфера, ионосфера. Их свойства и параметры. Ход зависимости температуры и давления от высоты.

2. Физические явления при распространении радиоволн: интерференция, дифракция, рефракция, рассеяние, поглощение.

3. Распространение радиоволн в свободном пространстве. Область, существенная при распространении, и основные потери в радиолинии.

4. Факторы, влияющие на распространение радиоволн: земная поверхность, тропосфера, ионосфера. Функция ослабления.

5. Расстояние прямой видимости. Интерференционные формулы в случае плоской земной поверхности.

6. Участок поверхности, существенный при отражении волн. Отражение радиоволн от неровной земной поверхности. Критерий Релея. Роль концевых участков трассы.

7. Учет сферичности Земли в интерференционных формулах. Приведенные высоты антенн.

8. Рефракция радиоволн. Виды тропосферной рефракции. Эквивалентный радиус Земли. Тропосферные волноводы.

9. Электрические параметры ионосферы. Влияние магнитного поля Земли. Ионосферные и магнитные бури. Распространение вертикально направленных волн. Критическая частота.

10. Распространение наклонных волн в ионосфере. Закон секанса. Зоны молчания. Максимально применимая частота.

11. Особенности распространения УКВ в городских условиях.

12. Замирания: типы и параметры. Разнесение: назначение и виды.

21. Линии передачи СВЧ. Классификация, технические требования, основные параметры и характеристики. Волновое сопротивление, дисперсия. Радиолиния.

22. Закрытые линии передачи СВЧ: коаксиальные и волноводные различных типов. Критические длины волн. Волна основного типа и высшие типы волн.

23. Линии передачи открытого типа: двухпроводные, полосковые, с поверхностной волной, волоконно-оптические.

24. Математическая модель линии передачи СВЧ. Волновой и классический подходы, связь

Согласована на портале № 37265

между ними. Распределения Е и Н, резонансные и эквивалентные сечения. Г, КСВ, КБВ, режимы. Поведение модуля Г в идеальных и реальных линиях.

25. Трансформация сопротивления в линии передачи. Понятие шлейфов, их входные сопротивления, применения. Круговая диаграмма Вольперта –Смита, её построение и применения.

26. Узкополосное согласование активных и реактивных нагрузок: четвертьволновые трансформаторы, последовательные и параллельные компенсирующие реактивности. Их реализация в волноводной технике и схемы замещения.

27. Типовые элементы для коаксиальных и волноводных ЛП СВЧ: активные и реактивные нагрузки, четвертьволновые изоляторы, повороты, коаксиально-волноводные переходы.

28. Объёмные резонаторы, их включения в тракт. Типы колебаний, нагруженная и ненагруженная добротности. Применения.

29. Многополюсники СВЧ. Матрицы [S], [Z], [Y]. Испытательные режимы, нахождение элементов матриц, их физический смысл.

30. Многополюсники СВЧ. Свойства взаимности, симметрии, недиссипативности. Идеальные матрицы.

31. Принцип декомпозиции при анализе составных многополюсников.

Матрица [A] , физический смысл её элементов, связь с матрицей [S].

32. Идеальные вентиль, циркулятор и направленный ответвитель, их матрицы [S], свойства и назначение.

41. Дальняя, промежуточная и ближняя зоны антенны. Их границы и свойства полей.

42. Назначение и классификация антенн. Амплитудная ДН, нормировка, её форма и ширина, графическое изображение. Фазовый центр. Центр излучения.

43. Мощность и сопротивление излучения антенны. Входное сопротивление.

44. Поляризация, её виды, необходимость учёта при приёме. Принцип электродинамического подобия и его использование при исследовании антенн.

45. КНД, КПД и КУ антенны. Действующая длина. Диапазон рабочих частот.

46. Приёмные антенны. Эквивалентная схема. Формула Неймана для ЭДС.

Принцип взаимности и его использование при исследовании антенн.

47. Эффективная площадь антенны, связь с КНД и действующей длиной. Шумовая температура, пути её снижения.

48. Режим сильного сигнала в радиолинии на НЧ и СВЧ. Энергетические соотношения

на СВЧ в цепи приёмной антенны в согласованном и рассогласованном режимах.

49. Симметричный электрический вибратор. Распределение тока, ДН, сопротивление излучения, действующая длина, КНД, входное сопротивление.

50. Конструкции симметричных и несимметричных вибраторов. Способы их питания посредством двухпроводной и коаксиальной линий.

51. Способы расширения рабочего диапазона вибраторных антенн. Щелевые излучатели. Принцип двойственности и его использование при исследовании антенн.

52. Антенны бегущей волны: спиральные, диэлектрические, директорные. Устройство, принцип действия, применения.

53. Волноводные излучатели и рупорные антенны. Апертурный метод расчёта. Устройство, принцип действия, применения.

54. Линзовые антенны на замедляющих и ускоряющих линзах. Линзы Люнеберга. Устройство, принцип действия, применения.

55. Параболические зеркальные антенны, однозеркальная и двухзеркальная схемы. Апертурный метод расчёта. Устройство, принцип действия, применения.

14.1.3. Темы контрольных работ

1. Фидерные тракты
2. Антенны
3. Распространение радиоволн

14.1.4. Темы домашних заданий

1. Линии передачи с Т-волнами
2. Волноводные линии передачи
3. Нагруженные отрезки фидеров

Согласована на портале № 37265

4. Узкополосное и широкополосное согласование
5. Параметры и характеристики антенн
6. Линейные антенны
7. Волноводные излучатели и рупорные антенны
8. Линзовые антенны
9. Зеркальные антенны

14.1.5. Вопросы на самоподготовку

Совпадают с темами контрольных работ и домашних заданий.

14.1.6. Темы лабораторных работ

Исследование параметров объёмного резонатора прямоугольного сечения
Исследование характеристик полосковых направленных ответвителей
Исследование характеристик полосковых делителей мощности

14.2. 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 14.

Таблица 14 – 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 исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. 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, адапти-

Согласована на портале № 37265

рованных 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 № 37265