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

Устройства сверхвысокой частоты и антенны

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Микроволновая техника и антенны**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	24	24	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные работы	18	18	часов
4	Всего аудиторных занятий	60	60	часов
5	Самостоятельная работа	48	48	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е.

Экзамен: 6 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 28226

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) 11.03.01 Радиотехника, утвержденного 06.03.2015 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 № 28226

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Устройства СВЧ и антенны» является подготовка бакалавров в области разработки и обеспечения функционирования устройств СВЧ и антенн в радиотехнических системах.

1.2. Задачи дисциплины

- Задачами дисциплины являются изучение:
- основных типов фидерных линий, устройств СВЧ и антенн, их параметров и характеристик;
- конструкций элементов фидерного тракта, устройств СВЧ и антенн;
- способов согласования устройств СВЧ и антенн в фидерном тракте;
- описания устройств СВЧ посредством матричного аппарата;
- методов расчёта основных типов антенн.
-

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Устройства сверхвысокой частоты и антенны» (Б1.В.ОД.6) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Основы теории цепей, Электродинамика и распространение радиоволн.

Последующими дисциплинами являются: Проектирование радиотехнических систем, Проектирование устройств приема и обработки сигналов.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-3 способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей;
- ПК-6 готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- **знать** основные методы решения задач анализа и расчёта параметров и характеристик фидерных линий, устройств СВЧ и антенн (ОПК-3);
- **уметь** в соответствии с техническим заданием выполнять расчёт и математическое моделирование устройств СВЧ и антенн с использованием стандартных пакетов прикладных программ (ПК-6);
- **владеть** основными методами расчёта, математического моделирования и экспериментальных исследований параметров и характеристик фидерных линий, устройств СВЧ и антенн (ОПК-3, ПК-6).

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		6 семестр
Аудиторные занятия (всего)	60	60
Лекции	24	24
Практические занятия	18	18
Лабораторные работы	18	18
Самостоятельная работа (всего)	48	48

Согласована на портале № 28226

Оформление отчетов по лабораторным работам	18	18
Проработка лекционного материала	13	13
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	17	17
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	4.0

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
6 семестр						
1 Электромагнитные волны в направляющих системах	2	0	0	1	3	ОПК-3
2 Линии передачи с Т-волной, волноводные и оптоволоконные линии	2	3	0	3	8	ОПК-3, ПК-6
3 Линии передачи конечной длины. Согласование	2	3	0	5	10	ОПК-3, ПК-6
4 Многополюсники СВЧ и волновые матрицы	3	0	4	5	12	ОПК-3, ПК-6
5 Пассивные устройства СВЧ	2	0	4	5	11	ОПК-3, ПК-6
6 Параметры передающих и приёмных антенн	2	2	0	3	7	ОПК-3, ПК-6
7 Вибраторные антенны	2	0	0	1	3	ОПК-3
8 Линейные непрерывные и дискретные системы, антенны бегущей волны	2	3	4	8	17	ОПК-3, ПК-6
9 Апертурные антенны	2	3	6	9	20	ОПК-3, ПК-6
10 Антенные решётки	3	4	0	7	14	ОПК-3, ПК-6
11 Особенности антенн различного назначения и диапазонов	2	0	0	1	3	ОПК-3
Итого за семестр	24	18	18	48	108	
Итого	24	18	18	48	108	

Согласована на портале № 28226

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
6 семестр			
1 Электромагнитные волны в направляющих системах	Направляющие системы и направляемые волны, типы волн, критические частоты, характеристики.	2	ОПК-3
	Итого	2	
2 Линии передачи с Т-волной, волноводные и оптоволоконные линии	Линии с Т-волнами (двухпроводные, коаксиальные, полосковые), металлические и диэлектрические волноводы, оптоволоконные линии. Структуры полей, технические характеристики, применения.	2	ОПК-3
	Итого	2	
3 Линии передачи конечной длины. Согласование	Коэффициент отражения, распределение амплитуд напряжений и токов при различных нагрузках, входное сопротивление отрезка линии. Диаграмма Вольперта-Смита. Узкополосное и широкополосное согласование	2	ОПК-3
	Итого	2	
4 Многополюсники СВЧ и волновые матрицы	Волновые матрицы рассеяния и передачи. Свойства взаимности, симметрии и недиссипативности. Соответствие физических свойств многополюсников и математических свойств их матриц рассеяния.	3	ОПК-3
	Итого	3	
5 Пассивные устройства СВЧ	Характеристики двух-, четырёх-, шести-, восьмиполюсников и их свойства, описываемые ими устройства. Принцип декомпозиции и каскадные соединения. Нагрузки согласованные и фиксированные, аттенюаторы, фазовращатели, согласованные переходы, делители мощности, ферритовые вентили и циркуляторы, направленные ответвители.	2	ОПК-3
	Итого	2	
6 Параметры передающих и приёмных антенн	Дальняя, промежуточная и ближняя зоны поля излучения антенн. Комплексная векторная диаграмма направленности, КНД, коэффициент усиления, действующая высота антенны. Теорема взаимности применительно к приёмным антеннам. Цепь приёмной антенны и мощность, поступающая в нагрузку. Шумовая температура.	2	ОПК-3
	Итого	2	
7 Вибраторные антенны	Распределение тока и заряда в симметричном виб-	2	ОПК-3

Согласована на портале № 28226

	раторе. Диаграмма направленности, сопротивление излучения и КНД симметричного вибратора. Входное сопротивление. Типы вибраторов: петлеобразный, щелевой, штыревой, способы их питания. Способы расширения рабочего диапазона вибраторов. Связанные вибраторы. Печатные слабонаправленные антенны. Применения.		
	Итого	2	
8 Линейные непрерывные и дискретные системы, антенны бегущей волны	Линейные непрерывные и дискретные системы. Множитель направленности. Способы подавления дифракционных максимумов. Директорные и логопериодические антенны. Диэлектрические и спиральные антенны. Применения.	2	ОПК-3
	Итого	2	
9 Апертурные антенны	Внешняя и внутренняя задачи анализа апертурных антенн и методы их решения. Волноводные и рупорные антенны. Линзовые и зеркальные антенны, их разновидности. Конструкции и характеристики, применения.	2	ОПК-3
	Итого	2	
10 Антенные решётки	Антенные решётки. Теорема о перемножении диаграмм направленности однотипных элементов решётки. Анализ множителя решетки. Поверхностные антенные решётки. Фазированные антенные решётки, сканирующие и многолучевые. Схемы питания. Применения.	3	ОПК-3
	Итого	3	
11 Особенности антенн различного назначения и диапазонов	Спутниковые антенны для обслуживания зон с контурными границами. Передающие и приёмные антенны для телерадиовещания. Вопросы миниатюризации антенн, активные антенны. Расчёт дальности передачи радиоканала. Проблема электромагнитной совместимости применительно к антеннам.	2	ОПК-3
	Итого	2	
Итого за семестр		24	

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										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Предшествующие дисциплины											
1 Основы теории цепей		+		+							
2 Электродинамика и	+	+			+						

Согласована на портале № 28226

распространение радиоволн											
Последующие дисциплины											
1 Проектирование радиотехнических систем		+	+		+	+			+	+	+
2 Проектирование устройств приема и обработки сигналов					+	+				+	+

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-3	+	+		+	Контрольная работа, Домашнее задание, Экзамен, Конспект самоподготовки, Тест
ПК-6		+	+	+	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
6 семестр			
4 Многополюсники СВЧ и волновые матрицы	Скалярный анализатор параметров цепей Р2М	4	ПК-6
	Итого	4	
5 Пассивные устройства СВЧ	Исследование ферритовых вентилей и циркуляторов	4	ПК-6
	Итого	4	
8 Линейные непрерывные и дискретные системы, антенны бегущей волны	Исследование диэлектрических антенн	4	ПК-6
	Итого	4	

Согласована на портале № 28226

9 Апертурные антенны	Исследование диаграммы направленности параболической антенны по измерениям поля в дальней и ближней зонах	6	ПК-6
	Итого	6	
Итого за семестр		18	

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
6 семестр			
2 Линии передачи с Т-волной, волноводные и оптоволоконные линии	Основные теоретические сведения и расчетные соотношения. Двухпроводные линии передачи. Коаксиальные линии передачи. Полосковые линии передачи. Волноводы прямоугольного сечения. Волноводы круглого сечения.	3	ОПК-3, ПК-6
	Итого	3	
3 Линии передачи конечной длины. Согласование	Основные теоретические сведения и расчетные соотношения/ Нагруженные отрезки фидеров. Узкополосное и широкополосное согласование.	3	ОПК-3, ПК-6
	Итого	3	
6 Параметры передающих и приёмных антенн	Основные теоретические сведения и расчетные соотношения. Передающая антенна. Приемная антенна. Электрически малые (элементарные) излучатели.	2	ОПК-3, ПК-6
	Итого	2	
8 Линейные непрерывные и дискретные системы, антенны бегущей волны	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.	3	ОПК-3, ПК-6
	Итого	3	
9 Апертурные антенны	Основные теоретические сведения и расчетные соотношения. Плоские излучающие раскрывы. Волноводные излучатели и рупорные антенны. Зеркальные антенны. Линзовые антенны.	3	ОПК-3, ПК-6
	Итого	3	
10 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 щеле-	4	ОПК-3, ПК-6

Согласована на портале № 28226

	вые антенные решетки. Плоские решетки.		
	Итого	4	
Итого за семестр		18	

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
6 семестр				
1 Электромагнитные волны в направляющих системах	Проработка лекционного материала	1	ОПК-3	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Итого	1		
2 Линии передачи с Т-волной, волноводные и оптоволоконные линии	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-3, ПК-6	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
3 Линии передачи конечной длины. Согласование	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ОПК-3, ПК-6	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	5		
4 Многополюсники СВЧ и волновые матрицы	Проработка лекционного материала	1	ОПК-3, ПК-6	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	5		
5 Пассивные устройства СВЧ	Проработка лекционного материала	1	ОПК-3, ПК-6	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	5		
6 Параметры передающих и приёмных антенн	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-3, ПК-6	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		

Согласована на портале № 28226

7 Вибраторные антенны	Проработка лекционного материала	1	ОПК-3	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Итого	1		
8 Линейные непрерывные и дискретные системы, антенны бегущей волны	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-3, ПК-6	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	8		
9 Апертурные антенны	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-3, ПК-6	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	9		
10 Антенные решётки	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОПК-3, ПК-6	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	7		
11 Особенности антенн различного назначения и диапазонов	Проработка лекционного материала	1	ОПК-3	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Итого	1		
Итого за семестр		48		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		84		

10. Курсовая работа (проект)

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
6 семестр				
Домашнее задание	6	6	6	18
Конспект самоподготов-	4	4	4	12

Согласована на портале № 28226

ки				
Контрольная работа	6			6
Отчет по лабораторной работе		18	6	24
Тест		5	5	10
Итого максимум за период	16	33	21	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	16	49	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. Антенны: Учебное пособие / Гошин Г. Г. - 2012. 145 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2794, дата обращения: 29.05.2018.

2. 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 обращения: 29.05.2018.

12.2. Дополнительная литература

1. Сверхширокополосные микроволновые устройства/ под ред. А. П. Креницкого, В. П. Мещанова. – М.: Радио и связь, 2001. – 560 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 33 экз.)

2. Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток/ под ред. Д.И. Воскресенского. – М.: Радиотехника, 2003. – 632с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 21 экз.)

Согласована на портале № 28226

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

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Гошин Г.Г. Антенны и фидеры. Сборник задач с формулами и решениями [Электронный ресурс]: Учебное пособие (учебно-методическое пособие по практическим занятиям). – Томск: ТУСУР, – 2012, – 237с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/2795, дата обращения: 29.05.2018.
2. 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: 29.05.2018.
3. Исследование диаграммы направленности параболической антенны по измерениям поля в дальней и ближней зонах: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Никифоров А. Н., Фатеев А. В., Замотринский В. А. - 2013. 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3700, дата обращения: 29.05.2018.
4. Скалярный анализатор параметров цепей р2м: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Фатеев А. В. - 2013. 47 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3729, дата обращения: 29.05.2018.
5. Исследование диэлектрических антенн: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Никифоров А. Н., Фатеев А. В., Замотринский В. А. - 2013. 23 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3722, дата обращения: 29.05.2018.
6. Исследование ферритовых вентилей и циркуляторов: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Никифоров А. Н., Фатеев А. В., Замотринский В. А., Соколова Ж. М., Падусова Е. В. - 2013. 27 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3730, дата обращения: 29.05.2018.

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 по-

Согласована на портале № 28226

садочных 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.

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:

– Adobe Acrobat Reader
– 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.);

Согласована на портале № 28226

- Вольтметр циф. GDM 8145 (1 шт.);
- Измеритель Р2М-04 (1 шт.);
- Анализатор спектра СК4М-04 (1 шт.);
- Осциллограф цифровой MS07104 (1 шт.);
- 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:
- Adobe Acrobat Reader
- Google Chrome
- Micran Graphit
- Microsoft Office 2010 и ниже
- PTC Mathcad 15

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.

Согласована на портале № 28226

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** используются 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. По какому закону при изменении частоты изменяются потери в металлах?
-при увеличении частоты уменьшаются по линейному закону,
-при увеличении частоты растут пропорционально корню квадратному из частоты,
-при увеличении частоты растут линейно,
-уменьшаются при увеличении частоты пропорционально корню квадратному из частоты.

2. Толщина скин-слоя – это
-толщина оксидной плёнки, образующейся на поверхности металла,
-глубина проникновения поля в металл с увеличением его амплитуды в раз,
-глубина проникновения поля в металл с уменьшением его амплитуды в е раз,
-глубина проникновения поля в металл с уменьшением его амплитуды в 2 раза.

3. 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.

4. 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.

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

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

7. Шлейф – это отрезок фидера,
-разомкнутый на конце,
-короткозамкнутый на конце,
-нагруженный на активное сопротивление,

Согласована на портале № 28226

-имеющий чисто реактивное входное сопротивление.

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

9. В закрытых резонаторах возможны только такие колебания, для которых по длине резонатора укладывается целое число
-λ
-λ/2
-λ/4
-2λ

10. К диссипативным устройствам относятся
-фазовращатели
-переходы
-аттенюаторы
-направленные ответвители

11. С помощью какого поля можно изменить направление циркуляции в Y-циркуляторе?
-постоянного магнитного
-переменного магнитного
-электрического
-электромагнитного

12. 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.

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

14. У каких поляризаций вектор сохраняет свою ориентацию в пространстве?
-у вертикальной,
-у горизонтальной,
-у наклонной,
-у эллиптической.

15. Правильные соотношения между коэффициентами усиления, направленного действия и полезного действия:
-КНД = КПД * КУ
-КУ = КПД*КНД
-КПД = КНД / КУ
- КПД = КУ / КНД

Согласована на портале № 28226

16. 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 приемной антенны.

17. 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.

18. Какую поляризацию в осевом режиме излучения имеют спиральные антенны в направлении максимума ДН?
-вертикальную,
-наклонную,
-круговую,
-эллиптическую.

19. Какие типы апертурных антенн в радиодиапазон пришли из оптики?
-рупорные антенны,
-антенны на замедляющих линзах,
-антенны на ускоряющих линзах,
-зеркальные антенны.

20. Какой профиль имеет малое зеркало в классической схеме Кассегрена?
-сферический,
-параболический,
-гиперболический,
-эллиптический.

14.1.2. Экзаменационные вопросы

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 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 основного

Согласована на портале № 28226

типа, 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. Эквивалентные схемы. Пояснения на круговой диаграмме Вольперта – Смита.

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, коаксиально-волноводные переходы и переходы с прямоугольного волновода на круглый.

21. Объемный резонатор: устройство, разновидности, применения. Сравнение с колебательным контуром. Включение в тракт, связь с внешними цепями.

22. Объемные резонаторы: типы колебаний, резонансные длины волн, добротности. Устройство и применение коаксиального резонатора.

23. Ступенчатые и плавные согласующие переходы. Классификация управляющих устройств. Механические аттенюаторы и фазовращатели.

24. Многополюсники СВЧ: плоскости отсчета фаз, волновой и классический подходы описания, нормировка токов и напряжений, падающие и отраженные волны.

25. Волновая матрица рассеяния: физический смысл элементов, испытательные режимы. Применения.

26. Матрицы сопротивлений и проводимостей: физический смысл элементов, испытательные режимы. Применения.

27. Идеальные и реальные матрицы. Матрица рассеяния идеального вентиля, физический смысл ее элементов.

28. Фундаментальные свойства матриц: взаимности, симметрии, недиссипативности; понятия, математические формулировки, необходимость учета.

29. Недиссипативный четырехполюсник: матрицы сопротивлений и рассеяния. Реактивный многополюсник.

30. Ферриты и их свойства. Невзаимные устройства на основе эффекта Фарадея и с поперечно-подмагниченным ферритом (вентили). Фазовращатели.

31. Циркулятор: понятие, матрицы рассеяния, устройство, назначение и применения.

32. Направленный ответвитель: понятие, матрица рассеяния, устройство, назначение и применения.

Согласована на портале № 28226

33. Дальняя, промежуточная и ближняя зоны антенны. Их границы и свойства полей
34. Назначение и классификация антенн, понятия, определения.
35. Внутренняя и внешняя задачи теории антенн.
36. Амплитудная ДН, ее форма и ширина, графическое изображение.
37. Теорема о перемножении ДН однотипных облучателей.
38. Фазовая диаграмма антенны. Фазовый центр и центр излучения.
39. Мощность и сопротивление излучения антенны.
40. Входное сопротивление антенны, связь с сопротивлением излучения.
41. Электрическая прочность. Предельная и допустимая мощности.
42. Поляризация, ее виды, необходимость учета при приеме.
43. КНД, КПД и КУ антенны, определения, взаимосвязи.
44. Действующая длина и диапазон рабочих частот антенны.
45. Принцип электродинамического подобия и его использование при исследовании антенн.
46. Принципы построения сверхширокополосных антенн.
47. Фундаментальные ограничения в области антенн.
48. Приемные антенны. Эквивалентная схема. Формулы Неймана для ЭДС.
49. Приемные антенны. Условия приема максимальной мощности.
50. Принцип взаимности и его использование применительно к расчету характеристик приемных антенн.
51. Эффективная площадь антенны, связь с КНД и действующей длиной линейной антенны.
52. Шумовая температура антенны, связь с КПД, пути ее снижения.
53. Особенности работы антенн на низких и высоких частотах.
54. Энергетические соотношения в приемных антеннах на СВЧ в согласованном и рассогласованном режимах.
55. Формула идеальной радиопередачи с пояснениями.
56. Общие свойства антенн малых электрических размеров. Элементарные излучатели линейной и круговой поляризации.
57. Симметричный электрический вибратор. Распределение тока, ДН, сопротивление излучения, КНД.
58. Симметричный электрический вибратор. Распределение тока, действующая длина, эффект укорочения длины вибратора, входное сопротивление.
59. Конструкции симметричных линейных вибраторных антенн. Способы питания посредством двухпроводной и коаксиальной линий. Применения.
60. Петлеобразный вибратор Пистолькорса. Способы питания посредством двух-проводной и коаксиальной линий, ДН, применения.
61. Конструкции несимметричных вибраторов. Способы возбуждения, ДН, применения.

14.1.3. Вопросы на самоподготовку

Совпадают с темами контрольных работ и домашних заданий.

14.1.4. Темы домашних заданий

1. Линии передачи с Т-волнами
2. Волноводные линии передачи
3. Нагруженные отрезки фидеров
4. Узкополосное и широкополосное согласование
5. Многополюсники СВЧ и волновые матрицы
6. Параметры и характеристики антенн
7. Вибраторные антенны
8. Апертурные антенны
9. Антенные решётки

14.1.5. Темы контрольных работ

1. Линии передачи.
2. Устройства СВЧ.
3. Антенны.

Согласована на портале № 28226

14.1.6. Темы лабораторных работ

Исследование диаграммы направленности параболической антенны по измерениям поля в дальней и ближней зонах

Скалярный анализатор параметров цепей P2M

Исследование ферритовых вентилей и циркуляторов

Исследование диэлектрических антенн

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, 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;

Согласована на портале № 28226

– 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 № 28226