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

Антенны

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиоэлектронные системы передачи информации**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **3**
Семестр: **5, 6**
Учебный план набора 2013 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	5 семестр	6 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	0	18	часов
2	Практические занятия	18	16	34	часов
3	Лабораторные работы	18	0	18	часов
4	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	0	8	8	часов
5	Всего аудиторных занятий	54	24	78	часов
6	Самостоятельная работа	18	48	66	часов
7	Всего (без экзамена)	72	72	144	часов
8	Общая трудоемкость	72	72	144	часов
		2.0	2.0	4.0	З.Е.

Зачет: 5 семестр
Курсовой проект / курсовая работа: 6 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 37802

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) 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утвержденного 11.08.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СВЧиКР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент каф. СВЧиКР _____ А. В. Фатеев

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. РТС _____ С. В. Мелихов

Эксперты:

Доцент кафедры сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР) _____ А. Ю. Попков

Доцент кафедры радиотехнических систем (РТС) _____ В. А. Громов

Согласована на портале № 37802

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Антенны» является подготовка специалистов в области создания и обеспечения функционирования антенн в радиоэлектронных системах и комплексах различного назначения.

1.2. Задачи дисциплины

- • основных классов антенн, их параметров и характеристик;
- • основных конструкций антенн;
- • методов моделирования антенн;
- • различных способов согласования антенн в фидерном тракте,
- • методов измерений основных параметров и характеристик антенн.
-

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Антенны» (Б1.Б.21.2) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Антенны, Устройства СВЧ, Физика, Электродинамика.

Последующими дисциплинами являются: Антенны, Распространение радиоволн.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-9 способностью собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии;
- ПК-5 способностью использовать современные пакеты прикладных программ для схемотехнического моделирования аналоговых и цифровых устройств, устройств сверхвысоких частот (СВЧ) и антенн;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- **знать** принципы действия, основные параметры и характеристики, конструкции и назначение типовых антенн для радиоэлектронных систем и комплексов различного назначения; физическую сущность волновых процессов, происходящих в антенн, их математическое описание;
- **уметь** осуществлять с учётом технико-экономической оптимизации схемотехническое проектирование разрабатываемых антенн с использованием современных универсальных пакетов прикладных программ; проводить натурный эксперимент по измерению основных параметров и характеристик антенн; решать задачи анализа и расчёта характеристик антенн; разрабатывать и обосновывать соответствующие техническому заданию и современному уровню развития теории и техники антенн для радиоэлектронных систем и комплексов; выбирать антенны с учётом требований миниатюризации, электромагнитной совместимости и технологичности;
- **владеть** первичными навыками настройки и регулировки антенн при их производстве, установке и технической эксплуатации; навыками разработки типовых антенн.

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	
		5 семестр	6 семестр
Аудиторные занятия (всего)	78	54	24
Лекции	18	18	0
Практические занятия	34	18	16
Лабораторные работы	18	18	0

Согласована на портале № 37802

Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	8	0	8
Самостоятельная работа (всего)	66	18	48
Оформление отчетов по лабораторным работам	7	7	0
Проработка лекционного материала	9	9	0
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	50	2	48
Всего (без экзамена)	144	72	72
Общая трудоемкость, ч	144	72	72
Зачетные Единицы	4.0	2.0	2.0

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	КП/КР, ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
5 семестр							
1 Технические параметры и характеристики передающих и приёмных антенн	4	4	0	0	1	9	ОПК-9, ПК-5
2 Линейные непрерывные и дискретные системы, антенны бегущей волны	2	0	4	0	4	10	ОПК-9, ПК-5
3 Вибраторные антенны	2	4	0	0	1	7	ОПК-9, ПК-5
4 Апертурные антенны	2	4	4	0	3	13	ОПК-9, ПК-5
5 Антенные решётки	4	4	0	0	1	9	ОПК-9, ПК-5
6 Измерения параметров и характеристик антенн	2	0	4	0	3	9	ОПК-9, ПК-5
7 Электродинамическое моделирование антенн и автоматизированные измерения их параметров и характеристик	2	2	6	0	5	15	ОПК-9, ПК-5
Итого за семестр	18	18	18	0	18	72	
6 семестр							
8 Электродинамическое моделирование антенн и автоматизированные измерения их параметров и характеристик	0	16	0	8	48	64	ОПК-9, ПК-5

Согласована на портале № 37802

Итого за семестр	0	16	0	8	48	72	
Итого	18	34	18	8	66	144	

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
5 семестр			
1 Технические параметры и характеристики передающих и приёмных антенн	Дальняя, промежуточная и ближняя зоны поля из-луче-ния антенн. Комплексная векторная диаграм-ма направленности, КНД, коэффициент усиления, дей-ствующая высота антенны. Теорема взаимно-сти при-менительно к приёмным антеннам. Цепь приёмной ан-тенны и мощность, поступающая в нагрузку. Шумовая температура.	4	ОПК-9, ПК-5
	Итого	4	
2 Линейные непрерывные и дискретные системы, антенны бегущей волны	Линейные непрерывные и дискретные системы. Множитель направленности. Способы подавления дифракционных максимумов. Директорные и ло-гопериодические антенны. Диэлектрические и спиральные антенны. Применения.	2	ОПК-9, ПК-5
	Итого	2	
3 Вибраторные антенны	Распределение тока и заряда в симметричном вибрато-ре. Диаграмма направленности, сопротивле-ние излучения и КНД симметричного вибратора. Входное со-противление. Типы вибраторов: петлеобразный, щелевой, штыревой, способы их питания. Способы расширения рабочего диапазона вибраторов. Связанные вибраторы. Печатные сла-бонаправленные антенны. Применения.	2	ОПК-9, ПК-5
	Итого	2	
4 Апертурные антенны	Внешняя и внутренняя задачи анализа апертурных антенн и методы их решения. Волноводные и ру-порные антенны. Линзовые и зеркальные антенны, их разновидности. Конструкции и характеристики, применения.	2	ОПК-9, ПК-5
	Итого	2	
5 Антенные решётки	Антенные решётки. Теорема о перемножении диа-грамм направленности однотипных элементов решётки. Анализ множителя решётки. Поверх-ностные антенные решётки. Фазированные антен-ные решётки, сканирующие и многолучевые. Схе-мы питания. Применения.	4	ОПК-9, ПК-5
	Итого	4	

Согласована на портале № 37802

6 Измерения параметров и характеристик антенн	Оборудование и условия измерений антенн. Измерения амплитудной, фазовой и поляризационных диаграмм. Методы измерения коэффициента усиления. Измерения параметров и характеристик антенн в ближней и дальней донах.	2	ОПК-9, ПК-5
	Итого	2	
7 Электродинамическое моделирование антенн и автоматизированные измерения их параметров и характеристик	Моделирование антенн и антенных систем в системе автоматизированного проектирования CST MW Studio.	2	ОПК-9, ПК-5
	Итого	2	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

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
Предшествующие дисциплины								
1 Антенны	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Устройства СВЧ	+	+	+	+	+	+	+	+
3 Физика	+	+	+	+	+	+	+	+
4 Электродинамика	+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины								
1 Антенны	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Распространение радиоволн	+	+	+	+	+	+	+	+

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.	КСР (КП/КР)	Сам. раб.	

Согласована на портале № 37802

ОПК-9	+	+	+	+	+	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Защита курсовых проектов / курсовых работ, Зачет, Тест, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе
ПК-5	+	+	+	+	+	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Защита курсовых проектов / курсовых работ, Зачет, Тест, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе

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
5 семестр			
2 Линейные непрерывные и дискретные системы, антенны бегущей волны	Исследование диэлектрических антенн	4	ОПК-9, ПК-5
	Итого	4	
4 Апертурные антенны	Исследование коэффициента усиления рупор-ных антенн	4	ОПК-9, ПК-5
	Итого	4	
6 Измерения параметров и характеристик антенн	Исследование диаграммы направленности параболической антенны по измерениям поля в дальней и ближней зонах	4	ОПК-9, ПК-5
	Итого	4	
7 Электродинамическое моделирование антенн и автоматизированные измерения их параметров и характеристик	Исследование влияния распределения поля в раскрыве антенны на её диаграмму направленности	6	ОПК-9, ПК-5
	Итого	6	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 37802

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Технические параметры и характеристики передающих и приёмных антенн	Характеристики и параметры передающих и приёмных антенн. Электрически малые излучатели.	4	ОПК-9, ПК-5
	Итого	4	
3 Вибраторные антенны	Симметричные и несимметричные вибраторы, антенны бегущих волн	4	ОПК-9, ПК-5
	Итого	4	
4 Апертурные антенны	Открытый конец волновода, рупорные антенны, линзовые и зеркальные антенны	4	ОПК-9, ПК-5
	Итого	4	
5 Антенные решётки	Системы двух вибраторов. Линейные эквидистантные решётки. Директорные и логопериодические антенны. Волноводные щелевые решётки. Плоские решётки.	4	ОПК-9, ПК-5
	Итого	4	
7 Электродинамическое моделирование антенн и автоматизированные измерения их параметров и характеристик	Основы автоматизированного проектирования разрабатываемых антенн с использованием современных универсальных пакетов прикладных программ и систем автоматизированного проектирования	2	ОПК-9, ПК-5
	Итого	2	
Итого за семестр		18	
6 семестр			
8 Электродинамическое моделирование антенн и автоматизированные измерения их параметров и характеристик	Основы автоматизированного проектирования разрабатываемых антенн с использованием современных универсальных пакетов прикладных программ и систем автоматизированного проектирования	16	ОПК-9, ПК-5
	Итого	16	
Итого за семестр		16	
Итого		34	

9. Самостоятельная работа

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

Согласована на портале № 37802

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
5 семестр				
1 Технические параметры и характеристики передающих и приёмных антенн	Проработка лекционного материала	1	ОПК-9, ПК-5	Зачет, Конспект самоподготовки, Тест
	Итого	1		
2 Линейные непрерывные и дискретные системы, антенны бегущей волны	Проработка лекционного материала	2	ОПК-9, ПК-5	Зачет, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	4		
3 Вибраторные антенны	Проработка лекционного материала	1	ОПК-9, ПК-5	Зачет, Конспект самоподготовки, Тест
	Итого	1		
4 Апертурные антенны	Проработка лекционного материала	1	ОПК-9, ПК-5	Зачет, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	1		
	Итого	3		
5 Антенные решётки	Проработка лекционного материала	1	ОПК-9, ПК-5	Зачет, Конспект самоподготовки, Тест
	Итого	1		
6 Измерения параметров и характеристик антенн	Проработка лекционного материала	1	ПК-5, ОПК-9	Зачет, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	3		
7 Электродинамическое моделирование антенн и автоматизированные измерения их параметров и характеристик	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-9, ПК-5	Зачет, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	5		
Итого за семестр		18		
6 семестр				

Согласована на портале № 37802

8 Электродинамическое моделирование антенн и автоматизированные измерения их параметров и характеристик	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	48	ОПК-9, ПК-5	Защита курсовых проектов / курсовых работ, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе, Тест
	Итого	48		
Итого за семестр		48		
Итого		66		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта / курсовой работы представлены таблице 10.1.

Таблица 10.1 – Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта / курсовой работы

Наименование аудиторных занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр		
Выдача заданий на курсовой проект/работу	2	ОПК-9, ПК-5
Консультации	4	
Защита курсового проекта/работы	2	
Итого за семестр	8	

10.1. Темы курсовых проектов / курсовых работ

Примерная тематика курсовых проектов / курсовых работ:

- 1. Волноводно-щелевая антенная решётка резонансного типа
- 2. Волноводно-щелевая антенная решётка с частотным сканированием
- 3. Микрополосковая антенная решётка
- 4. Многолучевая микрополосковая антенная решётка
- 5. Параболическая зеркальная антенна РЛС обнаружения воздушных целей
- 6. Логопериодическая вибраторная антенна станций контроля электромагнитной обстановки

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
5 семестр				
Зачет			30	30
Конспект самоподготовки	7	7	6	20
Отчет по лабораторной работе	10	10	10	30
Тест			20	20

Согласована на портале № 37802

Итого максимум за период	17	17	66	100
Нарастающим итогом	17	34	100	100
6 семестр				
Защита курсовых проектов / курсовых работ			30	30
Отчет по курсовому проекту / курсовой работе	20	20	30	70
Итого максимум за период	20	20	60	100
Нарастающим итогом	20	40	100	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 [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Гошин Г. Г. - 2012. 145 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2794 (дата обращения: 07.07.2018).

12.2. Дополнительная литература

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

2. 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 № 37802

3. Техническая электродинамика: Учебное пособие для вузов/ Ю.В. Пименов и др. – М.: Радио и связь, 2002. – 536 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 22 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Антенны и фидеры [Электронный ресурс]: Сборник задач с формулами и решениями / Гошин Г. Г. - 2012. 237 с. (УМП по практическим работам) - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2795 (дата обращения: 07.07.2018).
2. Антенны и устройства СВЧ [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по курсовой работе для студентов, обучающихся по направлениям подготовки специалистов 210601.65 "Радиоэлектронные системы и комплексы" / Гошин Г. Г., Буянов Ю. И., Фатеев А. В. - 2013. 77 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3745 (дата обращения: 07.07.2018).
3. Исследование влияния распределения поля в раскрыве антенны на её диаграмму направленности [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Никифоров А. Н., Фатеев А. В., Шангина Л. И., Замотринский В. А. - 2013. 28 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3699 (дата обращения: 07.07.2018).
4. Исследование диаграммы направленности параболической антенны по измерениям поля в дальней и ближней зонах [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Никифоров А. Н., Фатеев А. В., Замотринский В. А. - 2013. 18 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3700 (дата обращения: 07.07.2018).
5. Исследование коэффициента усиления рупорных антенн [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Никифоров А. Н., Фатеев А. В., Замотринский В. А. - 2013. 27 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3723 (дата обращения: 07.07.2018).
6. Исследование диэлектрических антенн [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Никифоров А. Н., Фатеев А. В., Замотринский В. А. - 2013. 23 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3722 (дата обращения: 07.07.2018).
7. Устройства СВЧ и антенны [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов / Гошин Г. Г. - 2010. 42 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/7 (дата обращения: 07.07.2018).

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. Рекомендуется использовать информационные, справочные и нормативные базы данных, к которым у ТУСУРа имеется доступ https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

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, те-

Согласована на портале № 37802

кущего 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.

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
– Keysight Electromagnetic Professional (EMPro)
– Microsoft Office 2010 и ниже
– PTC Mathcad 15
– Tracker PDF-XChange Viewer

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.);

Согласована на портале № 37802

- 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
– Keysight Electromagnetic Professional (EMPro)
– 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

Согласована на портале № 37802

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** 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. Внутренняя задача теории антенн применительно к линейным антеннам означает нахождение:

а) распределения поля внутри проводника
б) температуры внутренних шумов
в) запасенной в антенне энергии
г) распределение тока вдоль проводника
д) входного сопротивления антенны

2. Решение внешней задачи теории антенн определяет:

а) входные параметры антенны
б) распределение поля или тока в антенне
в) характеристики излучения антенны

3. К какому типу антенн относятся рамочные антенны?:

а) линейные
б) апертурные
в) антенные решетки

4. Чему равен коэффициент A в формуле для оценки минимального расстояния до границы дальней зоны, если максимальная фазовая погрешность составляет r/λ = A*(a + b)^2/λ^2 ?:

а) A=1
б) A=2
в) A=3
г) A=4

5. Наклонная поляризация – это такая, у которой вектор составляет некоторый угол:

а) с осью линейной антенны, расположенной наклонно к плоскости земли
б) с направлением распространения волны
в) относительно плоскости земли

6. Какую поляризацию называют вращающейся?:

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

Согласована на портале № 37802

7. У каких поляризаций вектор сохраняет свою ориентацию в пространстве?:
а) у вертикальной
б) у горизонтальной
в) у наклонной
г) у круговой
д) у эллиптической

8. 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 приема
г) внешних шумов, воздействующих на приемную антенну
д) собственных и внешних шумов приемной антенны

9. Множитель направленности антенной системы – это диаграмма направленности:
а) линейного проводника, по которому протекает постоянный ток
б) совокупности направленных излучателей, образующих решетку
в) системы точечных излучателей, находящихся в узлах решетки
г) или множитель, на который необходимо умножить ДН элемента, чтобы получить ДН решетки

10. Как влияют при равноамплитудном распределении линейные фазовые изменения на ДН линейной антенны?:
а) приводят к смещению направления максима излучения
б) приводят к увеличению уровня боковых лепестков
в) приводят к асимметрии уровней боковых лепестков относительно главного
г) приводят к уширению главного лепестка ДН
д) приводят к заплыванию нулей в ДН

11. Как влияют при равноамплитудном распределении квадратичные фазовые изменения на ДН линейной антенны?:
а) приводят к асимметрии уровней боковых лепестков относительно главного
б) приводят к заплыванию нулей в ДН
в) приводят к исчезновению боковых лепестков
г) приводят к увеличению ширины главного лепестка

12. Как влияют при равноамплитудном распределении кубические фазовые изменения на ДН линейной антенны?:
а) приводят к смещению направления максима излучения
б) приводят к увеличению уровня боковых лепестков
в) приводят к асимметрии уровней боковых лепестков относительно главного
г) приводят к уширению главного лепестка ДН
д) могут приводить к заплыванию нулей в ДН

13. Как влияет спадающее амплитудное распределение (при отсутствии фазовых искажений) на ДН линейной антенны?:
а) никак не влияет на форму ДН
б) приводит к смещению максимума ДН
в) приводит к возрастанию уровня боковых лепестков
г) приводит к исчезновению боковых лепестков
д) приводит к заплыванию нулей в ДН

14. Способы подавления побочных (дифракционных) максимумов ДН в линейных решетках:

Согласована на портале № 37802

а) применение направленных элементов
б) увеличение шага решетки
в) уменьшение шага решетки
г) применение ненаправленных элементов
д) не эквидистантное расположение элементов

15. У каких настроенных вибраторов входное сопротивление больше по сравнению с входным сопротивлением тонкого полуволнового линейного вибратора?:
а) вибратор Наденeнко
б) вибратор Пистолькорса
в) вибратор Брауде

16. У каких настроенных вибраторов волновое сопротивление меньше по сравнению с волновым сопротивлением тонкого полуволнового линейного вибратора?:
а) вибратор Наденeнко
б) вибратор Пистолькорса
в) вибратор Брауде

17. У какой из антенн в осевом режиме излучения выше направленность?:
а) у трёхвитковой цилиндрической спиральной антенны
б) у шестивитковой цилиндрической спиральной антенны
в) у трехвитковой конической спиральной антенны

18. У какой из антенн в осевом режиме излучения шире рабочий диапазон?:
а) у трехвитковой цилиндрической спиральной антенны
б) у шестивитковой цилиндрической спиральной антенны
в) у трехвитковой конической спиральной антенны

19. Какую поляризацию в осевом режиме излучения имеют спиральные антенны в направлении максимума ДН?:
а) вертикальную
б) наклонную
в) круговую
г) эллиптическую
д) горизонтальную

20. Какая из апертурных антенн на волне основного типа в среднем имеет наилучшее согласование со свободном пространством?:
а) круглый волновод
б) прямоугольный волновод
в) секториальный рупор
г) пирамидальный рупор
д) конический рупор

21. У какого из оптимальных рупоров при одинаковых максимальных размерах на волне основного типа выше направленность?:
а) у Н-секториального
б) у Е-секториального

22. Какая из апертурных антенн на волне основного типа в среднем имеет наибольшую направленность?:
а) секториальный рупор
б) пирамидальный рупор
в) конический рупор

Согласована на портале № 37802

г) ребристый рупор

23. Какие типы апертурных антенн в радиодиапазон пришли из оптики?:
а) волноводные излучатели
б) рупорные антенны
в) антенны на замедляющих линзах
г) антенны на ускоряющих линзах
д) зеркальные антенны

24. Какие типы апертурных антенн в радиодиапазон пришли из акустики?:
а) волноводные излучатели
б) рупорные антенны
в) антенны на замедляющих линзах
г) антенны на ускоряющих линзах
д) зеркальные антенны

25. Какой профиль имеет малое зеркало в классической схеме Кассегрена?:
а) сферический
б) параболический
в) гиперболический
г) эллиптический

26. Какой профиль имеет малое зеркало в классической схеме Грегори?:
а) сферический
б) параболический
в) гиперболический
г) эллиптический

27. Квадратичные фазовые искажения в апертурных антеннах приводят к:
а) отклонению главного лепестка ДН относительно оси антенны
б) уширению главного лепестка ДН
в) заплыванию нулей
г) провалу в направлении максимума ДН

28. Кубические фазовые искажения в апертурных антеннах приводят к:
а) отклонению главного лепестка ДН относительно оси антенны
б) асимметрии боковых лепестков относительно главного
в) повышению уровня боковых лепестков
г) провалу в направлении максимума ДН

14.1.2. Зачёт

1. Приемные антенны. Условия приема максимальной мощности.
2. Принцип взаимности и его использование применительно к расчету характеристик приемных антенн.
3. Эффективная площадь антенны, связь с КНД и действующей длиной линейной антенны.
4. Шумовая температура антенны, связь с КПД, пути ее снижения.
5. Особенности работы антенн на низких и высоких частотах.
6. Энергетические соотношения в приемных антеннах на СВЧ в согласованном и рассогласованном режимах.
7. Формула идеальной радиопередачи с пояснениями.
8. Общие свойства антенн малых электрических размеров. Элементарные излучатели линейной и круговой поляризации.
9. Симметричный электрический вибратор. Распределение тока, ДН, сопротив-ление излучения, КНД.
10. Симметричный электрический вибратор. Распределение тока, действующая длина, эф-

Согласована на портале № 37802

фект укорочения длины вибратора, входное сопротивление.

11. Конструкции симметричных линейных вибраторных антенн. Способы питания посредством двухпроводной и коаксиальной линий. Применения.

12. Петлеобразный вибратор Пистолькорса. Способы питания посредством двух-проводной и коаксиальной линий, ДН, применения.

13. Конструкции несимметричных вибраторов. Способы возбуждения, ДН, при-менения.

14.1.3. Вопросы на самоподготовку

Параметры и характеристики антенн

Вибраторные антенны

Апертурные антенны

Антенные решётки

14.1.4. Темы лабораторных работ

Исследование диэлектрических антенн

Исследование коэффициента усиления рупор-ных антенн

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

Исследование влияния распределения поля в раскрыве антенны на её диаграмму направленности

14.1.5. Темы курсовых проектов / курсовых работ

1. Волноводно-щелевая антенная решётка резонансного типа 2. Волноводно-щелевая антенная решётка с частотным сканированием 3. Микрополосковая антенная решётка 4. Многолучевая микрополосковая антенная решётка 5. Параболическая зеркальная антенна РЛС обнаружения воздушных целей 6. Логопериодическая вибраторная антенна станций контроля электромагнитной обстановки

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;

Согласована на портале № 37802

– 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 № 37802