МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ 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 и устройства сверхвысокой частоты

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Направленность (профиль) / специализация: **Проектирование и технология радиоэлектронных средств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **КИПР, Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры**
Курс: **4**
Семестр: **8**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	8 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	32	32	часов
2	Практические занятия	36	36	часов
3	Лабораторные работы	24	24	часов
4	Всего аудиторных занятий	92	92	часов
5	Самостоятельная работа	88	88	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: 8 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 20.12.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск

Согласована на портале № 47421

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 4/2019 от « 6 » 6 2019 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, утвержденного 12.11.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КИПР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

профессор каф. КИПР	_____	А. С. Шостак
Заведующий обеспечивающей каф. КИПР	_____	В. М. Карабан

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РКФ	_____	Д. В. Озеркин
Заведующий выпускающей каф. КИПР	_____	В. М. Карабан

Эксперты:

Профессор кафедры конструирования и производства радиоаппаратуры (КИПР)	_____	Е. В. Масалов
Доцент кафедры конструирования и производства радиоаппаратуры (КИПР)	_____	Н. Н. Кривин

Согласована на портале № 47421

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

дать студентам теоретическую базу для изучения принципов действия, методов анализа, способов построения и основ эксплуатации антенн и СВЧ устройств, применяемых в ГА.

1.2. Задачи дисциплины

– привить способность к разработке проектов, технических условий, требований,

– технологий, программ решения производственных задач и нормативной документации для новых объектов профессиональной деятельности;

– привить готовность к участию в выполнении научно-исследовательских работ и опытно-

– конструкторских разработок транспортного радиооборудования, способность решения проблем монтажа и наладки авиационного радиоэлектронного оборудования

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Антенны и устройства сверхвысокой частоты» (Б1.В.ОД.13) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Научно-исследовательская работа.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-5 готовностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчёта и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств;

– ПК-6 готовностью выполнять расчёт и проектирование деталей, узлов и модулей электронных средств, в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** знать принципы действия и характеристики антенн и СВЧ устройств, область их применения, способы формирования необходимых распределений полей излучения, основы антенных измерений; инженерные методы расчета излучающих систем и устройств СВЧ.

– **уметь** уметь работать с научно-технической литературой и измерительной аппаратурой при исследовании характеристик антенн и СВЧ устройств; оценивать соответствие эксплуатируемых устройств современному развитию техники; ориентироваться в современных представлениях о методах расчетах излучающих устройств и фидеров, принципах их работы.

– **владеть** владеть навыками анализа процессов в антенных системах, и технически грамотно эксплуатировать излучающие системы и фидерные тракты.

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
		8 семестр
Аудиторные занятия (всего)	92	92
Лекции	32	32
Практические занятия	36	36
Лабораторные работы	24	24
Самостоятельная работа (всего)	88	88
Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16
Проработка лекционного материала	34	34

Согласована на портале № 47421

Подготовка к практическим занятиям, семинарам	38	38
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
8 семестр						
1 Введение. Линии передачи СВЧ в радиосистемах и устройствах. Основные параметры линии передачи. Математическая модель регулярной линии передачи. Режимы работы линии передачи. КПД; КБВ, КСВ. Трансформация сопротивлений в линиях передачи.	4	8	0	18	30	ПК-5, ПК-6
2 Теория направляемых волн. Прямоугольный волновод. Круглый металлический волновод. Волноводы с квази -Т - волнами. Коаксиальный волновод. Микрополосковый волновод. Диэлектрические волноводы. Резонатор на прямо-угольном волноводе. Резонатор на круглом волноводе. Коаксиальный резонатор. Полосковый резонатор.	4	22	6	29	61	ПК-5, ПК-6
3 Элементы устройств СВЧ. Согласованные нагрузки. Изоляторы. Реактивные нагрузки. Разъемы и сочленения в трактах СВЧ. Повороты линий передачи	4	6	6	12	28	ПК-5, ПК-6
4 Интегральные схемы СВЧ . Генераторы. Усилители. Фильтры. Линии задержки. Устройства на коммутационных диодах. Управляющие устройства СВЧ. Устройства на ферритах.	5	0	0	5	10	ПК-5, ПК-6
5 Основные характеристики пере-дающих и приемных антенн . Структурная схема антенны. Век-торная комплексная диаграмма направленности. Вторичные пара-метры. Передающая антенна как четырехполюсник. Эквивалентная схема приемной антенны. Поляризационные соотношения при ра-	5	0	6	4	15	ПК-5, ПК-6

Согласована на портале № 47421

диоприеме. Мощность в нагрузке приемной антенны. Эффективная поверхность. Шумовая температура.						
6 Согласование антенн с фидерной линией Узкополосное согласование. Плавные переходы. Ступенчатые переходы для широкополосного согласования. Вибраторные и щелевые антенны. Слабонаправленные и частотно-независимые ан-тенны.	5	0	6	13	24	ПК-5, ПК-6
7 Антенны СВЧ. Излучающие раскрывы и решетки. Особенности антенн радиорелейных линий и космической радиосвязи. Антенные решетки с обработкой сигналов. Электромагнитная совместимость антенн.	5	0	0	7	12	ПК-5, ПК-6
Итого за семестр	32	36	24	88	180	
Итого	32	36	24	88	180	

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
8 семестр			
1 Введение. Линии передачи СВЧ в радиосистемах и устройствах. Основные параметры линии передачи. Математическая модель регулярной линии передачи. Режимы работы линии передачи. КПД; КБВ, КСВ. Трансформация сопротивлений в линиях передачи.	Линии передачи СВЧ в радиосистемах и устройствах. Основные параметры линии передачи. Математическая модель регулярной линии передачи. Режимы работы линии передачи. КПД; КБВ, КСВ. Трансформация сопротивлений в линиях передачи.	4	ПК-5, ПК-6
	Итого	4	
2 Теория направляемых волн. Прямоугольный волновод. Круглый металлический волновод. Волноводы с квази -Т - волнами. Коаксиальный волновод. Микрополосковый волновод.	Прямоугольный волновод. Круглый металлический волновод. Волноводы с квази -Т - волнами. Коаксиальный волновод. Микрополосковый волновод. Диэлектрические волноводы. Резонатор на прямоугольном волноводе. Резонатор на круглом волноводе. Коаксиальный резонатор. Полосковый резонатор.	4	ПК-5, ПК-6
	Итого	4	

Согласована на портале № 47421

Диэлектрические волноводы. Резонатор на прямо-угольном волноводе. Резонатор на круглом волноводе. Коаксиальный резонатор. Полосковый резонатор.			
3 Элементы устройств СВЧ. Согласованные нагрузки. Изоляторы. Реактивные нагрузки. Разъемы и сочленения в трактах СВЧ. Повороты линий передачи	Согласованные нагрузки. Изоляторы. Реактивные нагрузки. Разъемы и сочленения в трактах СВЧ. Изгибы и скрутки линий передачи СВЧ, Переходы между линиями передачи СВЧ.	4	ПК-5, ПК-6
	Итого	4	
4 Интегральные схемы СВЧ . Генераторы. Усилители. Фильтры. Линии задержки. Устройства на коммутационных диодах. Управляющие устройства СВЧ. Устройства на ферритах.	Генераторы. Усилители. Фильтры. Управляющие устройства СВЧ. Устройства на коммутационных диодах. Устройства на ферритах. Линии задержки СВЧ.	5	ПК-5, ПК-6
	Итого	5	
5 Основные характеристики передающих и приемных антенн . Структурная схема антенны. Векторная комплексная диаграмма направленности. Вторичные параметры. Передающая антенна как четырехполюсник. Эквивалентная схема приемной антенны. Поляризационные соотношения при радиоприеме. Мощность в нагрузке приемной антенны. Эффективная поверхность. Шумовая температура.	Структурная схема антенны. Векторная комплексная диаграмма направленности. Вторичные параметры. Передающая антенна как четырехполюсник. Эквивалентная схема приемной антенны. Поляризационные соотношения при радиоприеме.	5	ПК-5, ПК-6
	Итого	5	

Согласована на портале № 47421

6 Согласование антенн с фидерной линией Узкополосное согласование. Плавные переходы. Ступенчатые переходы для широкополосного согласования. Вибраторные и щелевые антенны. Слабонаправленные и частотно-независимые антенны.	Узкополосное согласование. Плавные переходы. Ступенчатые переходы для широкополосного согласования. Вибраторные и щелевые антенны. Слабонаправленные и частотно-независимые антенны	5	ПК-5, ПК-6
	Итого	5	
7 Антенны СВЧ. Излучающие раскрывы и решетки. Особенности антенн радиорелейных линий и космической радиосвязи. Антенные решетки с обработкой сигналов. Электромагнитная совместимость антенн.	Излучающие раскрывы и решетки. Апертурные антенны. Рупорные антенны. Зеркальные антенны. СВЧ- антенны бегущей волны. Особенности антенн радиорелейных линий и космической радиосвязи. Антенные решетки с обработкой сигналов. Электромагнитная совместимость антенн.	5	ПК-5, ПК-6
	Итого	5	
Итого за семестр		32	

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
Предшествующие дисциплины							
1 Научно-исследовательская работа		+			+		

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.	

Согласована на портале № 47421

ПК-5	+	+	+	+	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов / курсовых работ, Тест, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе, Отчет по практическому занятию
ПК-6	+	+	+	+	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов / курсовых работ, Тест, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе, Отчет по практическому занятию

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
8 семестр			
2 Теория направляемых волн. Прямоугольный волновод. Круглый металлический волновод. Волноводы с квази -Т - волнами. Коаксиальный волновод. Микрополосковый волновод. Диэлектрические волноводы. Резонатор на прямо-угольном волноводе. Резонатор на круглом волноводе. Коаксиальный резонатор. Полосковый резонатор.	Измерение параметров взаимных и невзаимных коакси-альных четырехполюсников,	6	ПК-5, ПК-6
	Итого	6	
3 Элементы устройств СВЧ. Согласованные нагрузки. Изоляторы. Реактивные нагрузки. Разъемы и	Измерение параметров четырехполюсников металлических волноводных конструкций	6	ПК-5, ПК-6
	Итого	6	

Согласована на портале № 47421

сочленения в трактах СВЧ. Повороты линий передачи			
5 Основные характеристики передающих и приемных антенн . Структурная схема антенны. Векторная комплексная диаграмма направленности. Вторичные параметры. Передающая антенна как четырехполюсник. Эквивалентная схема приемной антенны. Поляризационные соотношения при радиоприеме. Мощность в нагрузке приемной антенны. Эффективная поверхность. Шумовая температура.	Измерение коэффициентов отражения от плоских объек-тов в свободном пространстве	6	ПК-5, ПК-6
	Итого	6	
6 Согласование антенн с фидерной линией Узкополосное согласование. Плавные переходы. Ступенчатые переходы для широкополосного согласования. Вибраторные и щелевые антенны. Слабонаправленные и частотно-независимые антенны.	Исследование поляризационной характеристики антенны	6	ПК-5, ПК-6
	Итого	6	
Итого за семестр		24	

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
8 семестр			
1 Введение. Линии передачи СВЧ в радиосистемах и	Линии передач в виде проволочных и коаксиальных фидеров	8	ПК-5, ПК-6
	Итого	8	

Согласована на портале № 47421

устройствах. Основные параметры линии передачи. Математическая модель регулярной линии передачи. Режимы работы линии передачи. КПД; КБВ, КСВ. Трансформация сопротивлений в линиях передачи.			
2 Теория направляемых волн. Прямоугольный волновод. Круглый металлический волновод. Волноводы с квази -Т - волнами. Коаксиальный волновод. Микрополосковый волновод. Диэлектрические волноводы. Резонатор на прямо-угольном волноводе. Резонатор на круглом волноводе. Коаксиальный резонатор. Полосковый резонатор.	Расчет параметров прямоугольных волно-водов	6	ПК-5, ПК-6
	Расчет параметров круглых волноводов	4	
	Расчет параметров П- и Н- волноводов	2	
	Расчет параметров полосковых волново-дов	4	
	Объемные резонаторы, полосковые резо-наторы	6	
	Итого	22	
3 Элементы устройств СВЧ. Согласованные нагрузки. Изоляторы. Реактивные нагрузки. Разъемы и сочленения в трактах СВЧ. Повороты линий передачи	Энергетические соотношения в линиях передач	6	ПК-5, ПК-6
	Итого	6	
Итого за семестр		36	

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
8 семестр				
1 Введение. Линии	Подготовка к практиче-	6	ПК-5, ПК-6	Конспект самопод-

Согласована на портале № 47421

передачи СВЧ в радиосистемах и устройствах. Основные параметры линии передачи. Математическая модель регулярной линии передачи. Режимы работы линии передачи. КПД; КБВ, КСВ. Трансформация сопротивлений в линиях передачи.	ским занятиям, семинарам			готовки, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	7		
	Проработка лекционного материала	5		
	Итого	18		
2 Теория направляемых волн. Прямоугольный волновод. Круглый металлический волновод. Волноводы с квази -Т - волнами. Коаксиальный волновод. Микрополосковый волновод. Диэлектрические волноводы. Резонатор на прямо-угольном волноводе. Резонатор на круглом волноводе. Коаксиальный резонатор. Полосковый резонатор.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-5, ПК-6	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	5		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	5		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	5		
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	29		
3 Элементы устройств СВЧ. Согласованные нагрузки. Изоляторы. Реактивные нагрузки. Разъемы и сочленения в трактах СВЧ. Повороты линий передачи	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-5, ПК-6	Опрос на занятиях, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	12		
4 Интегральные схемы СВЧ .	Проработка лекционного материала	5	ПК-5, ПК-6	Опрос на занятиях, Отчет по курсово-

Согласована на портале № 47421

Генераторы. Усилители. Фильтры. Линии задержки. Устройства на коммутационных диодах. Управляющие устройства СВЧ. Устройства на ферритах.	Итого	5		му проекту / курсовой работе, Тест
5 Основные характеристики пере-дающих и приемных антенн . Структурная схема антенны. Векторная комплексная диаграмма направленности. Вторичные параметры. Передающая антенна как четырехполюсник. Эквивалентная схема приемной антенны. Поляризационные соотношения при радиоприеме. Мощность в нагрузке приемной антенны. Эффективная поверхность. Шумовая температура.	Оформление отчетов по лабораторным работам	4	ПК-5, ПК-6	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Итого	4		
6 Согласование антенн с фидерной линией Узкополосное согласование. Плавные переходы. Ступенчатые переходы для широкополосного согласования. Вибраторные и щелевые антенны. Слабонаправленны	Проработка лекционного материала	4	ПК-5, ПК-6	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	5		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	13		

Согласована на портале № 47421

е и частотно-независимые антенны.				
7 Антенны СВЧ. Излучающие раскрывы и решетки. Особенности антенн радиорелейных линий и космической радиосвязи. Антенные решетки с обработкой сигналов. Электромагнитная совместимость антенн.	Проработка лекционного материала	7	ПК-5, ПК-6	Защита курсовых проектов / курсовых работ, Опрос на занятиях, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе, Тест
	Итого	7		
Итого за семестр		88		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		124		

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
8 семестр				
Защита курсовых проектов / курсовых работ			10	10
Опрос на занятиях	4	4	4	12
Отчет по курсовому проекту / курсовой работе	4	4	4	12
Отчет по лабораторной работе	6	6	6	18
Отчет по практическому занятию	6	6	6	18
Итого максимум за период	20	20	30	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	20	40	70	100

Согласована на портале № 47421

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 и устройства СВЧ. Часть 1. Устройства СВЧ [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Шостак А. С. - 2012. 124 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1219 (дата обращения: 02.06.2019).

2. Антенны и устройства СВЧ. Часть 2. Антенны. [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Шостак А. С. - 2012. 169 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1285 (дата обращения: 02.06.2019).

12.2. Дополнительная литература

1. Устройства СВЧ и антенны / Под ред. Д.И. Воскресенского. Изд 2-е доп. и перераб. – М.: Радиотехника, 2006, 376 с.. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

2. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ. – М. : Высшая школа, 1988, 432 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 12 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Антенны и устройства СВЧ [Электронный ресурс]: Методическое пособие по курсовому проектированию / Шостак А. С. - 2012. 61 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1204 (дата обращения: 02.06.2019).

2. Антенны и устройства СВЧ [Электронный ресурс]: Методическое пособие по самостоятельной работе студентов / Шостак А. С. - 2012. 13 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2268 (дата обращения: 02.06.2019).

3. Техническая электродинамика, Основы электродинамики и распространение радиоволн, Антенны и устройства СВЧ [Электронный ресурс]: Лабораторный практикум / Корогодов В. С., Козлов В. Г., Шостак А. С. - 2012. 137 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1319

Согласована на портале № 47421

(дата обращения: 02.06.2019).

4. Антенны и устройства СВЧ [Электронный ресурс]: Учебный практикум / Козлов В. Г. - 2012. 68 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1433 (дата обращения: 02.06.2019).

5. Техническая электродинамика [Электронный ресурс]: Учебный практикум / Корогодов В. С., Козлов В. Г., Шостак А. С. - 2012. 159 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1320 (дата обращения: 02.06.2019).

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. Профессиональные базы данных, доступ к которым оформлен библиотекой ТУСУРа в текущий момент времени. Список доступных баз данных см. по ссылке: 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, 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.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория проектирования микроволновых устройств

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 405 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Панорамные измерители КСВН;
- Генератор сигналов высокочастотный;
- Измерительные линии Р1-36, Р1-3;
- Направленные детекторы коаксиальные;
- Комплект рупорных антенн;
- Ферритовые вентили: волноводные, коаксиальные;

Согласована на портале № 47421

- Комплект волноводных и коаксиальных нагрузок;
- Аттенюаторы, переходы, разъёмы и др. пассивные устройства СВЧ;
- Измеритель комплексных коэффициентов передачи Р4-23;
- Генераторы сигналов высокочастотные: Г4-80, Г4-81, Г4-82;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория проектирования микроволновых устройств

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 405 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Панорамные измерители КСВН;
- Генератор сигналов высокочастотный;
- Измерительные линии Р1-36, Р1-3;
- Направленные детекторы коаксиальные;
- Комплект рупорных антенн;
- Ферритовые вентили: волноводные, коаксиальные;
- Комплект волноводных и коаксиальных нагрузок;
- Аттенюаторы, переходы, разъёмы и др. пассивные устройства СВЧ;
- Измеритель комплексных коэффициентов передачи Р4-23;
- Генераторы сигналов высокочастотные: Г4-80, Г4-81, Г4-82;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

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.

Согласована на портале № 47421

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** 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 Линия передачи называется регулярной, если в продольном направлении: а) поперечное сечение удовлетворяет условию S=const; б) ε , μ = const; в) S=const, ε = const, μ = const ; г) ε = const.

2. Линии передачи СВЧ энергии бывают открытые и в виде волноводов. А к какому виду вы отнесете микрополосковую линию передачи?: а) открытой; б) закрытой; в) определяется конструкцией; г) определяется конструкцией и диэлектрической проницаемостью.

3. Различают следующие типы волн: Т – волны, Е – волны, Н – волны и гибридные ЕН и НЕ волны. А к какому типу волн вы отнесете волну, имеющую продольные составляющие ? а) гибридная волна; б) Т – волна; в) Е – или г) Н – волны.

4. Известно, что фазовая скорость волны равна скорости света в материальной среде, заполняющей волновод. Какой тип волны распространяется по волноводу?: а) гибридная волна; б) Е – или в) Н – волна; г) Т – волна.

5. Полые волноводы с Е - или Н – волнами относятся к дисперсионным линиям передачи, поскольку фазовая скорость зависит от величины: а) ε ; б) μ ; в) σ и г) отношения λ0/ λКР.

6. Длина волны в волноводе с Е - или Н – волнами определяется а) ε ; б)μ ; в) σ и г) отношения λ0/ λКР.

7. Режим смешанных волн имеет место в волноводе при: а) наличии отраженной от нагрузки волны; б) наличии несогласованной нагрузки; в) появлении высших типов колебаний; г) наличие активной нагрузки.

8. Коэффициент бегущей волны не зависит от продольной координаты, если: а) отсутствует излучение из волновода; б) отсутствуют омические потери; в) линия передачи однородна; с) погонная реактивность равна нулю.

9. Коэффициент полезного действия линии передачи максимален, если: а) отсутствуют омические потери; б) реактивная часть нагрузки равна нулю ; в) линия нагружена на согласованное сопротивление.

10. Для достижения максимальной электрической прочности необходим: а) согласованный режим работы линии передачи; б) частотно независимый коэффициент отражения от нерегулярностей; в) по возможности минимальный КБВ; с) по возможности минимальная реактивность.

11. Различают фильтры нижней частоты , фильтры верхней частоты, полоснопропускающие фильтры и полоснозапирающие фильтры . А какой фильтр обозначает значок на схемах?: а) ПЗФ; б) ППФ; в) ФВЧ; с) ФНЧ.

Согласована на портале № 47421

12. Широкополосно согласующие цепи обеспечивают: а) полосу частот при максимально достижимом КБВ; б) максимально высокий КБВ в заданной полосе частот; в) максимальную полосу согласования при заданном КБВ.

13. Схема замещения (прототипа) фильтра содержит: а) R, C – цепочки; б) R, L – цепочки; в) L, C – цепочки; г) L, C, R – цепочки.

14. По конструкции волноводные аттенюаторы внешне не отличаются от волноводного фазовращателя. А в чем состоит отличие?: а) по форме пластины диэлектрика; б) диэлектрическая пластина имеет большой тангенс угла диэлектрической проницаемости; в) используется пластина из поглощающего материала; г) используется магнитный материал.

15. Магнитная проницаемость намагниченного феррита имеет резонансный характер для: а) левополяризованной волны (наблюдатель смотрит по полю); б) правополяризованной волны; в) обоих видов поляризации; г) H0 и H взаимно перпендикулярны.

16. Устройства с ферритами могут быть: а) взаимные; б) невзаимные; в) управляющие; с) показывающие.

17 Эффект Фарадея имеет место: а) при совпадении направления распространения волны с направлением поля подмагничивания б) при нормальном распространении волны; в) при наклонном падении волны на магнитодиэлектрик; г) независимо от ориентации.

18. В вентиле с резонансным поглощением на прямоугольном волноводе используется: а) продольно намагниченный ферритовый вкладыш; б) поперечно намагниченный ферритовый вкладыш; в) произвольно намагниченный ферритовый вкладыш; г) ферритовый вкладыш располагают по центру волновода.

19. В дециметровом СВЧ диапазоне, с учетом масса – габаритных размеров ферритового фильтра, предпочтение следует отдать фильтру на: а) прямоугольных волноводах; б) микрополосковых волноводах; в) коаксиальных волноводах; г) круглых волноводах.

20. По определению к линейным антенным решеткам относятся рассмотренные выше: а) протяженная щель в металлическом экране; б) директорная антенна; в) логопериодическая антенна;г) спиральная антенна.

21. Линейная излучающая система (антенная решетка) полностью определяется: а) диаграммой направленности элементов системы; б) законом размещения центров излучателей вдоль оси; в) законом распределения комплексных амплитуд возбуждения по отдельным элементам; с) законом поляризации элементов.

22 В соответствии с теоремой перемножения, диаграмма направленности линейной (ДН) излучающей системы определяется: а) ДН элементарных излучателей; б) множителем направленности; в) коэффициентом замедления фазовой скорости волны; г)видом модуляции сигнала.

23 Для снижения уровня боковых лепестков необходимо: а) использовать неравномерное амплитудное возбуждение системы, спадающее к краям антенны; б) использовать случайное фазовое искажение возбуждения; в) использовать направленные элементы решетки; г) использовать неравномерное амплитудное возбуждение системы, спадающее к центру антенн.

24 Для излучения круговой поляризации волноводно – щелевой антенной используют: а) продольную щель; б) поперечную щель; в) крестообразную щель; г) круглую щель.

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Линии передачи энергии в радиосистемах и устройствах.
2. Основные параметры линии передачи.
3. Основные типы линий передачи.
4. Влияние режима линии передачи на коэффициент полезного действия и пропускающую мощность.
5. Коэффициент отражения, определение КСВ и КБВ.
6. Трансформация сопротивлений в линиях передачи.
7. Узкополосное согласование в линиях передачи.
8. Согласованные нагрузки.
9. Изоляторы для коаксиального тракта.
10. Реактивные нагрузки.
11. Разъемы и сочленения в трактах СВЧ.
12. Повороты линий передачи.

Согласована на портале № 47421

13. Направлены ответвители. Кольцевые направленные ответвители.
14. Применение отрезков линий передачи в фильтрах СВЧ.
15. Ступенчатые переходы для широкополосного согласования активных нагрузок.
16. Плавные переходы для широкополосного согласования активных нагрузок.
17. Классификация управляющих устройств СВЧ.
18. Механические коммутаторы, фазовращатели и аттенюаторы.
19. Антенные переключатели на газовых разрядниках.
20. Коммутационные диоды СВЧ.
21. Выключатели СВЧ на коммутационных диодах.
22. Дискретные фазовращатели на коммутационных диодах.
23. Классификация ферритовых устройств СВЧ.
24. Невзаимные и управляющие устройства с ферритами.
25. Устройства на основе эффекта Фарадея.
26. Устройства с поперечно – намагниченными ферритами.
27. Ферритовые фазовращатели.
28. Поляризаторы СВЧ, их применение.
29. Назначение и классификация антенн.
30. Элементарный излучатель, диаграмма направленности.
31. Векторная комплексная диаграмма направленности антенны.
32. Рабочая полоса частот и предельная мощность антенны.
33. Эквивалентная схема приемной антенны.
34. Шумовая температура приемной антенны.
35. Взаимное сопротивление антенн.
36. Электрический вибратор. Распределение тока и заряда.
37. Диаграмма направленности, сопротивление излучения, КНД вибратора.
38. Теорема перемножения ДН при анализе системы одинаковых параллельных вибраторов.
39. Конструкции вибраторных антенн.
40. Турникетные антенны.
41. Щелевые антенны.
42. Полосковые и микрополосковые антенны.
43. Принципы построения частотно-независимых антенн.
44. Частотно-независимые спиральные антенны.
45. Логопериодические антенны.
46. Линейные излучающие системы (решетки), КНД решетки.
47. Антенны бегущей волны.
48. Волноводно-щелевые антенны.
49. КНД и эффективная поверхность плоского синфазного раскрыва.
50. Множитель направленности синфазного раскрыва.
51. Сканирование луча в плоском раскрыве.
52. Плоские фазированные антенные решетки (ФАР).
53. Апертурные антенны. Рупорные антенны. Зеркальные антенны.
54. Активные антенны. Активные фазированные решетки (АФАР).
55. Особенности антенн летательных аппаратов.
56. Влияние подстилающей среды на работу низко расположенных антенн.
57. Метод зеркальных изображений.

14.1.3. Вопросы на самоподготовку

Самостоятельная работа студентов регламентируется “Учебным методическим пособием по самостоятельной работе студентов” в перечне методических указаний.

14.1.4. Темы опросов на занятиях

Линии передачи СВЧ в радиосистемах и устройствах. Основные параметры линии передачи. Математическая модель регулярной линии передачи. Режимы работы линии передачи.

КПД; КБВ, КСВ. Трансформация сопротивлений в линиях передачи.

– Прямоугольный волновод. Круглый металлический волновод. Волноводы с квази -Т -

Согласована на портале № 47421

волнами. Коаксиальный волновод. Микрополосковый волновод. Диэлектрические волноводы.

Резонатор на прямоугольном волноводе. Резонатор на круглом волноводе. Коаксиальный резонатор. Полосковый резонатор.

– Согласованные нагрузки. Изоляторы. Реактивные нагрузки. Разъемы и сочленения в трактах СВЧ. Изгибы и скрутки линий передачи СВЧ, Переходы между линиями передачи СВЧ.

– Генераторы. Усилители. Фильтры. Управляющие устройства СВЧ. Устройства на коммутационных диодах. Устройства на ферритах. Линии задержки СВЧ.

– Структурная схема антенны. Векторная комплексная диаграмма направленности. Вторичные параметры. Передающая антенна как четырехполюсник. Эквивалентная схема приемной антенны. Поляризационные соотношения при радиоприеме.

– Узкополосное согласование. Плавные переходы. Ступенчатые переходы для широкополосного согласования. Вибраторные и щелевые антенны. Слабонаправленные и частотно-независимые антенны

– Излучающие раскрывы и решетки. Апертурные антенны. Рупорные антенны. Зеркальные антенны. СВЧ- антенны бегущей волны. Особенности антенн радиорелейных линий и

космической радиосвязи. Антенные решетки с обработкой сигналов. Электромагнитная совместимость антенн.

14.1.5. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

Особенности бортовой и наземной антенны
Реактивные и согласованные нагрузки
Типы линий передачи
Структурная схема приемной антенны
Принципы согласования
Коммутаторы СВЧ
Экранированные линии передачи

14.1.6. Темы лабораторных работ

Измерение параметров взаимных и невзаимных коаксиальных четырехполюсников,
Измерение параметров четырехполюсников металлических волноводных конструкций
Измерение коэффициентов отражения от плоских объектов в свободном пространстве
Исследование поляризационной характеристики антенны

14.1.7. Темы курсовых проектов / курсовых работ

- рупорная антенна;
- зеркальная параболическая антенна;
- антенна волновой канал;
- кольцевая щелевая антенна;
- диэлектрическая стержневая антенна;
- спиральная антенна с осевым излучением;
- резонансная волноводно-щелевая антенна с круговой поляризацией;
- антенная решетка;
- микрополосковая круглая антенна с линейной поляризацией;
- микрополосковая прямоугольная антенна с круговой поляризацией;
- спиральная антенна с осевым излучением.

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.

Согласована на портале № 47421

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;
- 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 № 47421