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

Микроволновые антенно-фидерные системы

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.01 Радиотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Микроволновая техника и антенны**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **1**
Семестр: **1**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	1 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	32	32	часов
2	Практические занятия	22	22	часов
3	Лабораторные работы	12	12	часов
4	Всего аудиторных занятий	66	66	часов
5	Самостоятельная работа	78	78	часов
6	Всего (без экзамена)	144	144	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е.

Экзамен: 1 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 36445

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

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

Разработчики:

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

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 № 36445

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины является подготовка магистров в области разработки микроволновых антенно-фидерных устройств и систем.

1.2. Задачи дисциплины

– Основными задачами изучения дисциплины являются:

– • получение необходимых знаний по физическим основам построения, функционирования и назначения микроволновых антенно-фидерных устройств и систем;

– • получение знаний по методам расчёта параметров и характеристик микроволновых антенно-фидерных устройств и систем, по основам их проектирования.

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Микроволновые антенно-фидерные системы» (Б1.В.ОД.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

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

Последующими дисциплинами являются: Автоматизированное проектирование антенных систем, Микроволновая техника, Микроволновые измерения, Схемотехника аналоговых радиоэлектронных функциональных устройств.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-4 способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области;

– ОПК-5 готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы;

– ПК-1 способностью самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана его реализации, выбор методов исследования и обработку результатов;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** - физические основы построения и функционирования микроволновых антенно-фидерных устройств и систем; - основные методы расчёта параметров и характеристик микроволновых антенно-фидерных устройств и систем.

– **уметь** - оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы; - самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана его реализации, выбор методов исследования и обработку результатов.

– **владеть** - методами расчёта параметров и характеристик микроволновых антенно-фидерных устройств и систем, основами их разработки и проектирования.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		1 семестр
Аудиторные занятия (всего)	66	66
Лекции	32	32
Практические занятия	22	22
Лабораторные работы	12	12
Самостоятельная работа (всего)	78	78
Оформление отчетов по лабораторным работам	12	12

Согласована на портале № 36445

Проработка лекционного материала	36	36
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	30	30
Всего (без экзамена)	144	144
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	180	180
Зачетные Единицы	5.0	5.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1 семестр						
1 Микроволновые линии передачи, трансформация сопротивлений и способы согласования с нагрузкой.	6	7	6	15	34	ОПК-4, ОПК-5, ПК-1
2 Матричное описание и методы расчёта пассивных микроволновых устройств и их соединений.	4	3	0	7	14	ОПК-4, ОПК-5, ПК-1
3 Основы электродинамической теории антенн.	2	0	0	4	6	ОПК-4, ОПК-5, ПК-1
4 Параметры и характеристики антенн в передающем и приёмном режимах.	2	2	0	8	12	ОПК-4, ОПК-5, ПК-1
5 Вибраторные, щелевые, печатные антенны и решётки, конструкции и назначения.	4	2	0	8	14	ОПК-4, ОПК-5, ПК-1
6 Теория линейных непрерывных и дискретных антенных систем.	4	2	0	7	13	ОПК-4, ОПК-5, ПК-1
7 Сверхширокополосные антенны круговой и линейной поляризации микроволнового диапазона.	2	2	0	7	11	ОПК-4, ОПК-5, ПК-1
8 Апертурные антенны, методы расчёта, конструкции и применения.	4	2	6	12	24	ОПК-4, ОПК-5, ПК-1
9 Фазированные антенные решётки, схемы питания, конструкции и назначения.	4	2	0	10	16	ОПК-4, ОПК-5, ПК-1
Итого за семестр	32	22	12	78	144	
Итого	32	22	12	78	144	

Согласована на портале № 36445

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

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

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Микроволновые линии передачи, трансформация сопротивлений и способы согласования с нагрузкой.	Роль и назначение антенно-фидерных устройств. Параметры и режимы в линиях передачи (дис-персионная характеристика, затухание, электрическая прочность, волновое сопротивление, КБВ и др.). Математическая модель линий передачи. Линии – двухпроводные, коаксиальные, полоско-вые, щелевые, полые волноводные, волноводные диэлектрические, линии с поверхностной волной, волоконно-оптические. Согласованные и реактивные нагрузки, шлейфы. Формула трансформация сопротивлений. Круговая диаграмма Вольперта-Смита. Узкополосное согласование. Четвертьволновый трансформатор. Метод ком-пенсирующих реактивностей согласования произвольных нагрузок.	6	ОПК-4, ОПК-5, ПК-1
	Итого	6	
2 Матричное описание и методы расчёта пассивных микроволновых устройств и их соединений.	Волновой и классический подходы. Виды матриц (рассеяния, сопротивлений, проводимостей, передачи) и соотношения между ними. Ограничения на элементы матриц, налагаемые условиями взаимности, симметрии и недиссипативности. Примеры составления матриц для четырёх-, шести- и восьмиполюсников. Каскадные соединения многополюсников. Принцип декомпозиции. Алгоритм объединения устройств в общий тракт.Объёмные резонаторы. Фильтры с распределёнными параметрами и способы их реализации. Аттенюаторы, фазовращатели, поляризаторы, делители мощности, направленные ответвители. Широкополосное согласование. Ступенчатые и плавные согласующие переходы.	4	ОПК-4, ОПК-5, ПК-1
	Итого	4	
3 Основы электродинамической теории антенн.	Классификация антенн. Фундаментальные ограничения в области антенн. Электромагнитное поле излучающей системы в дальней, промежуточной и ближней зонах. Альтеративный самосогласованный подход. Использование принципов взаимности и двойственности в теории антенн. Принципы построения сверхширокополосных антенн. Принцип электродинамического подобия. Электромагнитная совместимость антенн, пути решения проблемы.	2	ОПК-4, ОПК-5

Согласована на портале № 36445

	Итого	2	
4 Параметры и характеристики антенн в передающем и приёмном режимах.	Диаграмма направленности, её ширина, уровень бокового излучения. Поляризационные и фазовые характеристики. Мощность излучения, коэффициент направленного действия, коэффициент усиления. Действующая длина линейной антенны. Взаимосвязь между параметрами. Входные параметры антенны. Частотные свойства. Эквивалентная схема приёмной антенны. Энергетические соотношения в цепи приёмной антенны на низких и высоких частотах. Эффективная площадь и шумовая температура приёмной антенны. Формула идеальной радиопередачи.	2	ОПК-4, ОПК-5, ПК-1
	Итого	2	
5 Вибраторные, щелевые, печатные антенны и решётки, конструкции и назначения.	Распределение тока в вибраторе. Симметричный вибратор, его диаграмма направленности, сопротивление излучения, КНД. Расчёт входного сопротивления вибратора методом эквивалентных схем. Петлеобразный вибратор Пистолькорса. Широкополосные вибраторы. Несимметричные штыревые вибраторы. Связанные вибраторы. Щелевая антенна в экране. Диаграмма направленности и проводимость излучения щели. Щелевой излучатель в стенке прямоугольного волновода. Типы полосковых печатных антенн и способы их возбуждения. Применения.	4	ОПК-4, ОПК-5, ПК-1
	Итого	4	
6 Теория линейных непрерывных и дискретных антенных систем.	Линейный излучатель с бегущей волной тока. Режимы излучения – поперечный, наклонный, осевой. Ширина луча, КНД. Влияние амплитудно-фазового распределения тока на параметры линейной антенны. Равномерная линейная антенная решётка. Подавление дифракционных максимумов. Антенны бегущей волны – диэлектрические, директорные. Волноводно-щелевые антенные решётки. Конструкции, применения.	4	ОПК-4, ОПК-5, ПК-1
	Итого	4	
7 Сверхширокополосные антенны круговой и линейной поляризации микроволнового диапазона.	Цилиндрические спиральные и конические логоспиральные антенны круговой поляризации: режимы излучения, характеристики направленности, диапазоны частот, входные сопротивления. Плоские логарифмические и арифметические спиральные антенны с резонатором на основе самодополнительных структур, способы возбуждения. Логопериодические антенны и антенны Вивальди линейной поляризации. Антенны на основе фракталов. Конструкции, характеристики.	2	ОПК-4, ОПК-5, ПК-1
	Итого	2	
8 Апертурные антенны, методы расчёта,	Диаграмма направленности, КНД, эффективная поверхность плоского раскрыва. Апертурный ме-	4	ОПК-4, ОПК-5,

Согласована на портале № 36445

конструкции и применения.	тод расчета характеристик излучения. Волноводные и рупорные антенны. Линзовые антенны на замедляющих и ускоряющих линзах. Одно- и двухзеркальные антенны, оптимизация их характеристик. Антенны с вынесенным облучателем. Спутниковые передающие антенны с контурными зонами обслуживания. Конструкции, применения.		ПК-1
	Итого	4	
9 Фазированные антенные решётки, схемы питания, конструкции и назначения.	Плоские фазированные антенные решетки (ФАР). Способы размещения излучателей в апертуре ФАР и условия отсутствия дифракционных максимумов. Коэффициент усиления и характеристика согласования излучателя в составе ФАР. Многолучевые и сканирующие ФАР. Ограничения на сектор сканирования и полосу рабочих частот ФАР из-за взаимной связи излучателей. Схемы питания. Конформные ФАР. Применения.	4	ОПК-4, ОПК-5, ПК-1
	Итого	4	
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	8	9
Предшествующие дисциплины									
1 Активные и пассивные микроволновые устройства	+	+							
Последующие дисциплины									
1 Автоматизированное проектирование антенных систем			+	+	+	+	+	+	+
2 Микроволновая техника	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3 Микроволновые измерения	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4 Схемотехника аналоговых радиоэлектронных функциональных устройств	+	+							

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

	Виды занятий	Формы контроля

Согласована на портале № 36445

Компетенции	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-4	+	+	+	+	Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Тест
ОПК-5	+	+	+	+	Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Тест
ПК-1	+	+	+	+	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
1 семестр			
1 Микроволновые линии передачи, трансформация сопротивлений и способы согласования с нагрузкой.	Исследование элементов волноводного тракта и согласование сопротивлений нагрузок	6	ОПК-4, ОПК-5, ПК-1
	Итого	6	
8 Апертурные антенны, методы расчёта, конструкции и применения.	Исследование коэффициента усиления рупорных антенн	6	ОПК-4, ОПК-5, ПК-1
	Итого	6	
Итого за семестр		12	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Микроволновые линии передачи,	Микроволновые линии передачи. Трансформация сопротивлений. Круговая диаграмма Вольперта-	7	ОПК-4, ОПК-5,

Согласована на портале № 36445

трансформация сопротивлений и способы согласования с нагрузкой.	Смита. Узкополосное и широкополосное согласование.		ПК-1
	Итого	7	
2 Матричное описание и методы расчёта пассивных микроволновых устройств и их соединений.	Матричное описание микроволновых устройств. Матрица рассеяния. Коэффициент отражения. Методы расчёта микроволновых устройств и их соединений.	3	ОПК-4, ОПК-5, ПК-1
	Итого	3	
4 Параметры и характеристики антенн в передающем и приёмном режимах.	Расчёт параметров антенн. Диаграмма направленности. Коэффициент направленного действия. Коэффициент усиления.	2	ОПК-4, ОПК-5, ПК-1
	Итого	2	
5 Вибраторные, щелевые, печатные антенны и решётки, конструкции и назначения.	Вибраторные, щелевые и печатные антенны. Расчёт основных параметров и характеристик	2	ОПК-4, ОПК-5, ПК-1
	Итого	2	
6 Теория линейных непрерывных и дискретных антенных систем.	Линейные антенны и системы	2	ОПК-4, ОПК-5, ПК-1
	Итого	2	
7 Сверхширокополосные антенны круговой и линейной поляризации микроволнового диапазона.	Сверхширокополосные антенны	2	ОПК-4, ОПК-5, ПК-1
	Итого	2	
8 Апертурные антенны, методы расчёта, конструкции и применения.	Апертурные антенны	2	ОПК-4, ОПК-5, ПК-1
	Итого	2	
9 Фазированные антенные решётки, схемы питания, конструкции и назначения.	Плоские антенные решётки	2	ОПК-4, ОПК-5, ПК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		22	

9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
1 семестр				

Согласована на портале № 36445

1 Микроволновые линии передачи, трансформация сопротивлений и способы согласования с нагрузкой.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	7	ОПК-4, ОПК-5, ПК-1	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	15		
2 Матричное описание и методы расчёта пассивных микроволновых устройств и их соединений.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ОПК-4, ОПК-5, ПК-1	Конспект самоподготовки, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	7		
3 Основы электродинамической теории антенн.	Проработка лекционного материала	4	ОПК-4, ОПК-5, ПК-1	Конспект самоподготовки, Тест, Экзамен
	Итого	4		
4 Параметры и характеристики антенн в передающем и приёмном режимах.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-4, ОПК-5, ПК-1	Конспект самоподготовки, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
5 Вибраторные, щелевые, печатные антенны и решётки, конструкции и назначения.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-4, ОПК-5, ПК-1	Конспект самоподготовки, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
6 Теория линейных непрерывных и дискретных антенных систем.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ОПК-4, ОПК-5, ПК-1	Конспект самоподготовки, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	7		
7 Сверхширокополосные антенны круговой и линейной поляризации микроволнового диапазона.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ОПК-4, ОПК-5, ПК-1	Конспект самоподготовки, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	7		
8 Апертурные антенны, методы расчёта, конструкции и применения.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-4, ОПК-5, ПК-1	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного	4		

Согласована на портале № 36445

	материала			
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	12		
9 Фазированные антенные решётки, схемы питания, конструкции и назначения.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-4, ОПК-5, ПК-1	Конспект самоподготовки, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	6		
	Итого	10		
Итого за семестр		78		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		114		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
1 семестр				
Конспект самоподготовки	6	7	7	20
Отчет по лабораторной работе		15	15	30
Тест		10	10	20
Итого максимум за период	6	32	32	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	6	38	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

Согласована на портале № 36445

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. 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: 02.07.2018).
2. Антенны: Учебное пособие / Гошин Г. Г. - 2012. 145 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2794 (дата обращения: 02.07.2018).

12.2. Дополнительная литература

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

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Устройства СВЧ и антенны: учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов / Гошин Г. Г. - 2010. 42 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7 (дата обращения: 02.07.2018).
2. Антенны и фидеры: Сборник задач с формулами и решениями для практических работ / Гошин Г. Г. - 2012. 237 с. (пособие для проведения практических занятий) [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2795 (дата обращения: 02.07.2018).
3. Иследование элементов волноводного тракта и согласование сопротивлений нагрузок: Руководство к лабораторной работе / Соколова Ж. М. - 2011. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/132 (дата обращения: 02.07.2018).
4. Исследование коэффициента усиления рупорных антенн: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Никифоров А. Н., Фатеев А. В., Замотринский В. А. - 2013. 27 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3723 (дата обращения: 02.07.2018).

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.

Согласована на портале № 36445

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, ук которым у ТУСУРа есть 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, 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 Микроволновой техники

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций

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

Описание имеющегося оборудования:

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

Программное обеспечение:

- Google Chrome
- Microsoft Office 2010 и ниже
- PTC Mathcad 15
- Tracker PDF-XChange Viewer

Согласована на портале № 36445

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория Микроволновой техники

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций

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

Описание имеющегося оборудования:

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

Согласована на портале № 36445

- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** 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. 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.

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

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

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

5. В закрытых резонаторах возможны только такие колебания, для которых по длине резонатора укладывается целое число
-λ

Согласована на портале № 36445

-λ/2
-λ/4
-2λ

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

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

8. 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.

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

10. 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

11. Чему равен коэффициент А в формуле для оценки минимального расстояния до границы дальней зоны r/λ >= (A*(a^2+b^2))/λ^2, (где a и b – максимальные размеры антенн), если максимальная фазовая погрешность составляет ?
-1
-2
-3
-4

12. 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.

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

Согласована на портале № 36445

-круговую,
-эллиптическую.

14. У какой из антенн в осевом режиме излучения выше направленность?
-у трёхвитковой цилиндрической спиральной антенны,
-у шестивитковой цилиндрической спиральной антенны,
-у трёхвитковой конической спиральной антенны,
-у шестивитковой конической спиральной антенны.

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

16. Какова размерность матрицы рассеяния для делителя на два канала?:
-1x1
-2x2
-3x3
-4x4

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

18. У каких настроенных вибраторов волновое сопротивление меньше по сравнению с волновым сопротивлением тонкого полуволнового линейного вибратора?
- вибратор Наденeнко
-вибратор Пистолькорса
-вибратор Брауде
- одноволновый линейный вибратор

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

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

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Многолучевые и сканирующие ФАР. Ограничения на сектор сканирования и полосу рабочих частот
2. ФАР из-за взаимной связи излучателей. Схемы питания.
3. Конформные ФАР. Применения.

Согласована на портале № 36445

4. Роль и назначение антенно-фидерных устройств. Параметры и режимы в линиях передачи (дисперсионная характеристика, затухание, электрическая прочность, волновое сопротивление, КБВ и др.).

5. Математическая модель линий передачи. Линии – двухпроводные, коаксиальные, полосковые, щелевые, полые волноводные, волноводные диэлектрические, линии с поверхностной волной, волоконно-оптические.

6. Согласованные и реактивные нагрузки, шлейфы. Формула трансформация сопротивлений. Круговая диаграмма Вольперта-Смита.

7. Узкополосное согласование. Четвертьволновый трансформатор. Метод компенсирующих реактивностей согласования произвольных нагрузок.

8. Волновой и классический подходы. Виды матриц (рассеяния, сопротивлений, проводимостей, передачи) и соотношения между ними. Ограничения на элементы матриц, налагаемые условиями взаимности, симметрии и недиссипативности.

9. Примеры составления матриц для четырёх-, шести- и восьмиполюсников. Каскадные соединения многополюсников.

10. Принцип декомпозиции. Алгоритм объединения устройств в общий тракт.

11. Объёмные резонаторы. Фильтры с распределёнными параметрами и способы их реализации.

12. Аттенюаторы, фазовращатели, поляризаторы, делители мощности, направленные ответвители.

13. Широкополосное согласование. Ступенчатые и плавные согласующие переходы.

14. Классификация антенн. Фундаментальные ограничения в области антенн.

15. Электромагнитное поле излучающей системы в дальней, промежуточной и ближней зонах. Альтеративный самосогласованный подход.

16. Использование принципов взаимности и двойственности в теории антенн.

17. Принципы построения сверхширокополосных антенн. Принцип электродинамического подобия. Электромагнитная совместимость антенн, пути решения проблемы.

18. Диаграмма направленности, её ширина, уровень бокового излучения.

19. Поляризационные и фазовые характеристики. Мощность излучения, коэффициент направленного действия, коэффициент усиления. Действующая длина линейной антенны.

20. Взаимосвязь между параметрами. Входные параметры антенны. Частотные свойства. Эквивалентная схема приёмной антенны. Энергетические соотношения в цепи приёмной антенны на низких и высоких частотах.

21. Эффективная площадь и шумовая температура приёмной антенны. Формула идеальной радиопередачи.

22. Распределение тока в вибраторе. Симметричный вибратор, его диаграмма направленности, сопротивление излучения, КНД.

23. Расчёт входного сопротивления вибратора методом эквивалентных схем. Петлеобразный вибратор Пистолькорса.

24. Широкополосные вибраторы. Несимметричные штыревые вибраторы. Связанные вибраторы. Щелевая антенна в экране.

25. Диаграмма направленности и проводимость излучения щели. Щелевой излучатель в стенке прямоугольного волновода.

26. Типы полосковых печатных антенн и способы их возбуждения. Применения.

27. Линейный излучатель с бегущей волной тока. Режимы излучения – поперечный, наклонный, осевой. Ширина луча, КНД.

28. Влияние амплитудно-фазового распределения тока на параметры линейной антенны.

29. Равномерная линейная антенная решётка. Подавление дифракционных максимумов.

30. Антенны бегущей волны – диэлектрические, директорные.

31. Волноводно-щелевые антенные решётки. Конструкции, применения.

32. Цилиндрические спиральные и конические логоспиральные антенны круговой поляризации: режимы излучения, характеристики направленности, диапазоны частот, входные сопротивления.

33. Плоские логарифмические и арифметические спиральные антенны с резонатором на

Согласована на портале № 36445

основе самодополнительных структур, способы возбуждения.

34. Логопериодические антенны и антенны Вивальди линейной поляризации.

35. Антенны на основе фракталов. Конструкции, характеристики.

36. Диаграмма направленности, КНД, эффективная поверхность плоского раскрыва. Апертурный метод расчета характеристик излучения.

37. Волноводные и рупорные антенны. Линзовые антенны на замедляющих и ускоряющих линзах.

38. Одно- и двухзеркальные антенны, оптимизация их характеристик.

39. Антенны с вынесенным облучателем.

40. Спутниковые передающие антенны с контурными зонами обслуживания. Конструкции, применения.

41. Плоские фазированные антенные решетки (ФАР). Способы размещения излучателей в апертуре ФАР и условия отсутствия дифракционных максимумов.

42. Коэффициент усиления и характеристика согласования излучателя в составе ФАР.

14.1.3. Вопросы на самоподготовку

1. Микроволновые линии передачи
2. Трансформация сопротивлений. Круговая диаграмма
3. Матричное описание микроволновых устройств
4. Расчёт параметров антенн
5. Вибраторные, щелевые и печатные антенны
6. Линейные антенны и системы
7. Сверхширокополосные антенны
8. Апертурные антенны
9. Плоские антенные решётки

14.1.4. Темы лабораторных работ

Исследование коэффициента усиления рупорных антенн

Исследование элементов волноводного тракта и согласование сопротивлений нагрузок

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:

Согласована на портале № 36445

– 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 № 36445