МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы проектирования интегральных СВЧ антенн

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **09.04.01 Информатика и вычислительная техника**
Направленность (профиль): **Автоматизация проектирования микро- и наноэлектронных устройств для радиотехнических систем**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**
Кафедра: **КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	6	6	часов
2	Практические занятия	16	16	часов
3	Лабораторные работы	20	20	часов
4	Всего аудиторных занятий	42	42	часов
5	Из них в интерактивной форме	10	10	часов
6	Самостоятельная работа	30	30	часов
7	Всего (без экзамена)	72	72	часов
8	Общая трудоемкость	72	72	часов
		2.0	2.0	З.Е

Дифференцированный зачет: 3 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 21472

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 8 от «25» 5 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного 30 октября 2014 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:
доцент каф. СВЧиКР _____ А. В. Фатеев

Заведующий обеспечивающей каф.
СВЧиКР _____ С. Н. Шарангович

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ФВС _____ Л. А. Козлова

Заведующий выпускающей каф.
КСУП _____ Ю. А. Шурыгин

Эксперт:

профессор ТУСУР, каф. СВЧиКР _____ А. Е. Мандель

Согласована на портале № 21472

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

подготовка магистров в области автоматизированного проектирования антенных систем, предназначенных для передачи и приёма информации.

1.2. Задачи дисциплины

– • получение необходимых знаний по физическим основам построения и функционирования антенных систем;

– • получение необходимых знаний по методам расчёта основных параметров и характеристик антенных систем, по основам их автоматизированного проектирования с использованием современных пакетов прикладных программ;

– • получение необходимых знаний по методам измерения электрических параметров и характеристик антенных систем;

– • приобретение навыков работы с современной измерительной аппаратурой СВЧ диапазона.

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Основы проектирования интегральных СВЧ антенн» (Б1.В.ДВ.5.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Автоматизация проектирования СВЧ интегральных схем и систем на кристалле , Анализ и синтез СВЧ полупроводниковых устройств , Зондовые методы измерения СВЧ интегральных схем, Измерение СВЧ устройств и интегральных схем , Построение приемо-передающих модулей на основе СВЧ интегральных схем и систем на кристалле, СВЧ цепи, элементы и модели , Схемотехника СВЧ интегральных схем и систем на кристалле , Физические и технологические основы микро- и наноэлектроники.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-6 способностью анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями;

– ПК-5 владением существующими методами и алгоритмами решения задач цифровой обработки сигналов;

– ПСК-3 умением разрабатывать модели элементов СВЧ МИС и выполнять моделирование характеристик СВЧ МИС на основе применения современных САПР;

– ПСК-5 умением разрабатывать конструкторскую документацию для производства СВЧ МИС;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** основные методы исследования интегральных СВЧ антенн; существующие методы и алгоритмы решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн.

– **уметь** использовать существующие методы и алгоритмы решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн; обучаться новым методам исследования интегральных СВЧ антенн;

– **владеть** навыками самостоятельного обучения новым методам исследования интегральных СВЧ антенн; навыками применения существующих методов и алгоритмов решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн;

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Согласована на портале № 21472

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	42	42
Лекции	6	6
Практические занятия	16	16
Лабораторные работы	20	20
Из них в интерактивной форме	10	10
Самостоятельная работа (всего)	30	30
Оформление отчетов по лабораторным работам	14	14
Проработка лекционного материала	7	7
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	9	9
Всего (без экзамена)	72	72
Общая трудоемкость ч	72	72
Зачетные Единицы	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	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр						
1 Технические параметры и характеристики антенн	2	4	0	3	9	ОПК-6, ПК-5
2 Линейные антенные системы	1	2	8	8	19	ОПК-6, ПК-5, ПСК-3, ПСК-5
3 Апертурные антенны	1	2	8	6	17	ОПК-6, ПК-5, ПСК-3, ПСК-5
4 Электродинамическое моделирование интегральных антенн и автоматизированные измерения их параметров и характеристик	2	8	4	13	27	ОПК-6, ПК-5, ПСК-3, ПСК-5
Итого за семестр	6	16	20	30	72	
Итого	6	16	20	30	72	

Согласована на портале № 21472

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
3 семестр			
1 Технические параметры и характеристики антенн	Поле излучающей системы в дальней, промежуточной и ближней зонах, их гра-ницы и свойства полей. Параметры и ха-рактеристики антенн в передающем и приёмном режимах. Диаграмма направ-ленности, поляризационная характери-стика, мощность излучения, коэффициент направленного действия, коэффициент усиления, входные параметры антенн, ча-стотные свойства.	2	ОПК-6, ПК-5
	Итого	2	
2 Линейные антенные системы	Симметричный вибратор. Петлеобразный вибратор Пистолькорса. Конструкции широкополосных вибраторов. Равномерная линейная антенная решётка. Подавление дифракционных максимумов. Антенны бегущей волны – спиральные, диэлектрические, директорные. Применения.	1	ОПК-6, ПК-5
	Итого	1	
3 Апертурные антенны	Апертурный метод расчёта характеристик излучения. Волноводные и рупорные антенны. Зеркальные антенны. Конструкции, применения.	1	ОПК-6, ПК-5
	Итого	1	
4 Электродинамическое моделирование интегральных антенн и автоматизированные измерения их параметров и характеристик	САПР интегральных антенных систем – MMANA, CST MW Studio, Antenna Magus. Автоматизированные измерения диаграмм направленности, входного сопротивления и коэффициента усиления антенн.	2	ОПК-6, ПК-5
	Итого	2	
Итого за семестр		6	

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.

Согласована на портале № 21472

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
Предшествующие дисциплины				
1 Автоматизация проектирования СВЧ интегральных схем и систем на кристалле	+	+	+	+
2 Анализ и синтез СВЧ полупроводниковых устройств	+	+	+	+
3 Зондовые методы измерения СВЧ интегральных схем	+	+	+	+
4 Измерение СВЧ устройств и интегральных схем	+	+	+	+
5 Построение приемо-передающих модулей на основе СВЧ интегральных схем и систем на кристалле	+	+	+	+
6 СВЧ цепи, элементы и модели	+	+	+	+
7 Схемотехника СВЧ интегральных схем и систем на кристалле	+	+	+	+
8 Физические и технологические основы микро- и наноэлектроники	+	+	+	+

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 и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
ОПК-6	+	+		+	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Реферат, Дифференцированный зачет
ПК-5	+	+	+	+	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Реферат, Дифференцированный зачет

Согласована на портале № 21472

ПСК-3		+	+		Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Реферат
ПСК-5		+	+		Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Реферат

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Интерактивные лабораторные занятия	Интерактивные лекции	Всего
3 семестр				
Презентации с использованием интерактивной доски с обсуждением	4	4	2	10
Итого за семестр:	4	4	2	10
Итого	4	4	2	10

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
3 семестр			
2 Линейные антенные системы	Исследование диэлектрических антенн	4	ПК-5, ПСК-3, ПСК-5
	Скалярный анализатор цепей Р2М	4	
	Итого	8	
3 Апертурные антенны	Исследование коэффициента усиления рупорных антенн	4	ПК-5, ПСК-3, ПСК-5
	Исследование диаграммы направленности параболической антенны по измерениям поля в дальней и ближней зонах	4	
	Итого	8	
4 Электродинамическое моделирование интегральных антенн и автоматизированные измерения их параметров и характеристик	Измерения диаграмм направленности и входного сопротивления антенн в частотной области	4	ПК-5, ПСК-3, ПСК-5
	Итого	4	

Согласована на портале № 21472

Итого за семестр		20	

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
3 семестр			
1 Технические параметры и характеристики антенн	Параметры и характеристики антенн	2	ОПК-6, ПК-5
	Защита рефератов в форме презентации	2	
	Итого	4	
2 Линейные антенные системы	Линейные антенные системы	2	ОПК-6, ПК-5
	Итого	2	
3 Апертурные антенны	Апертурные антенны	2	ОПК-6, ПК-5
	Итого	2	
4 Электродинамическое моделирование интегральных антенн и автоматизированные измерения их параметров и характеристик	Расчеты характеристик антенн в программе MMANA	2	ПК-5, ПСК-3, ПСК-5
	САПР CST MW Studio и Antenna Magus	2	
	Проектирование линейных антенн в программе Antenna Magus	2	
	Проектирование апертурных антенн в программе Antenna Magus	2	
	Итого	8	
Итого за семестр		16	

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
3 семестр				
1 Технические параметры и характеристики антенн	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОПК-6, ПК-5	Дифференцированный зачет, Конспект самоподготовки, Реферат
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1		

Согласована на портале № 21472

	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
2 Линейные антенные системы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОПК-6, ПК-5	Дифференцированный зачет, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Реферат
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	8		
3 Апертурные антенны	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОПК-6, ПК-5	Дифференцированный зачет, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Реферат
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	6		
4 Электродинамическое моделирование интегральных антенн и автоматизированные измерения их параметров и характеристик	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-5	Дифференцированный зачет, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Реферат
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	13		
Итого за семестр		30		
Итого		30		

Согласована на портале № 21472

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

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
3 семестр				
Дифференцированный зачет			30	30
Конспект самоподготовки	4	4	4	12
Опрос на занятиях	4	4	4	12
Отчет по лабораторной работе	6	10	10	26
Реферат		20		20
Итого максимум за период	14	38	48	100
Нарастающим итогом	14	52	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)

Согласована на портале № 21472

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Применение ПО CST Microwave Studio для расчёта микроволновых антенн и устройств СВЧ: Учебное пособие / Фатеев А. В. - 2014. 121 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4877, дата обращения: 07.06.2017.

12.2. Дополнительная литература

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

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Антенны и фидеры: Сборник задач с формулами и решениями для практических работ / Гошин Г. Г. - 2012. 237 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2795, дата обращения: 07.06.2017.
2. Устройства СВЧ и антенны: учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов / Гошин Г. Г. - 2010. 42 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/7, дата обращения: 07.06.2017.
3. Скалярный анализатор параметров цепей р2м: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Фатеев А. В. - 2013. 47 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3729, дата обращения: 07.06.2017.
4. Исследование диэлектрических антенн: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Никифоров А. Н., Фатеев А. В., Замотринский В. А. - 2013. 23 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3722, дата обращения: 07.06.2017.
5. 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: http://edu.tusur.ru/publications/3723, дата обращения: 07.06.2017.
6. Измерения диаграмм направленности и входного сопротивления антенн: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Фатеев А. В. - 2012. 19 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2796, дата обращения: 07.06.2017.
7. Исследование диаграммы направленности параболической антенны по измерениям поля в дальней и ближней зонах: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Никифоров А. Н., Фатеев А. В., Замотринский В. А. - 2013. 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3700, дата обращения: 07.06.2017.

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа 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. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. http://www.cst.com
2. http://www.keysight.com

Согласована на портале № 21472

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Учебно-исследовательская лаборатория «Микроволновая техника», ауд. 328 РК. Рабочие места оборудованы измерительными приборами и компьютерами с выходом в Интернет. Лабораторные работы обеспечены методическими пособиями, в том числе в электронном виде.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Учебно-исследовательская лаборатория «Микроволновая техника», ауд. 328 РК. Рабочие места оборудованы компьютерами с выходом в Интернет и пакетом прикладных программ..

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Учебно-исследовательская лаборатория «Микроволновая техника», ауд. 328 РК. Рабочие места оборудованы компьютерами с выходом в Интернет. Лабораторные работы обеспечены методическими пособиями, в том числе в электронном виде.

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 47, 3 этаж, ауд. 324. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры, подключенные к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **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 удаленного просмотра.

При обучении студентов **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

Объём часов, предусмотренных учебным планом для изучения дисциплины, позволяет осветить только наиболее важные моменты и раскрыть базовые понятия при чтении лекций. Поэтому при реализации программы студенты должны работать самостоятельно как при повторении лекционного материала, так и при подготовке к лабораторным и практическим занятиям, к написанию реферата. Для обеспечения эффективного усвоения студентами материалов дисциплины необходимо на первом занятии познакомить их с основными положениями и требованиями рабочей программы, с подлежащими изучению темами, списком основной и дополнительной литературы, с положениями балльно-рейтинговой системы оценки успеваемости. На лекциях необходимо обращать внимание на особенности применения рассматриваемого материала в последующих курсах, а также в будущей профессиональной деятельности. В учебном процессе следует применять интерактивные методы обучения для увеличения заинтересованности студентов и повышения их

Согласована на портале № 21472

компетенций.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	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 средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ 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.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов 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 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 обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 21472

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Основы проектирования интегральных СВЧ антенн

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **09.04.01 Информатика и вычислительная техника**
Направленность (профиль): **Автоматизация проектирования микро- и наноэлектронных устройств для радиотехнических систем**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**
Кафедра: **КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании**
Курс: **2**
Семестр: **3**

Учебный план набора 2015 года

Разработчик:
- доцент каф. СВЧиКР А. В. Фатеев

Дифференцированный зачет: 3 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 21472

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ОПК-6	способностью анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями	Должен знать основные методы исследования интегральных СВЧ антенн; существующие методы и алгоритмы решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн.; Должен уметь использовать существующие методы и алгоритмы решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн; обучаться новым методам исследования интегральных СВЧ антенн;; Должен владеть навыками самостоятельного обучения новым методам исследования интегральных СВЧ антенн; навыками применения существующих методов и алгоритмов решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн;;
ПК-5	владением существующими методами и алгоритмами решения задач цифровой обработки сигналов	
ПСК-3	умением разрабатывать модели элементов СВЧ МИС и выполнять моделирование характеристик СВЧ МИС на основе применения современных САПР	
ПСК-5	умением разрабатывать конструкторскую документацию для производства СВЧ МИС	

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

Согласована на портале № 21472

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОПК-6

ОПК-6: способностью анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	приемы анализа профессиональной информации, способы структурирования, оформления и представления в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.	анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.	методами анализа профессиональной информации, а также развивать способности выделять в ней главное, уметь структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Конспект самоподготовки; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Дифференцированный зачет;	• Конспект самоподготовки; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Дифференцированный зачет;	• Реферат; • Дифференцированный зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Полностью знает приемы анализа профессиональной информации, способы структурирования, оформления и представления в виде аналитических об-	• Умеет свободно анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитиче-	• Свободно владеет методами анализа профессиональной информации, а также развивать способности выделять в ней главное, уметь структурировать,

Согласована на портале № 21472

	зоров с обоснованными выводами и рекомендациями. ;	ских обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями. ;	оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает основные приемы анализа профессиональной информации, способы структурирования, оформления и представления в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями. ;	• Умеет анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями. ;	• Свободно владеет основными методами анализа профессиональной информации, а также развивать способности выделять в ней главное, уметь структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями. ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знает некоторые приемы анализа профессиональной информации, способы структурирования, оформления и представления в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями. ;	• Умеет анализировать по шаблонам профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями. ;	• Владеет некоторыми методами анализа профессиональной информации, а также развивать способности выделять в ней главное, уметь структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями. ;

2.2 Компетенция ПК-5

ПК-5: владением существующими методами и алгоритмами решения задач цифровой обработки сигналов.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	существующие методы и алгоритмы решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн.	использовать существующие методы и алгоритмы решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн.	навыками применения существующих методов и алгоритмов решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы;

Согласована на портале № 21472

	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Конспект самоподготовки; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Дифференцированный зачет;	• Конспект самоподготовки; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Дифференцированный зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Реферат; • Дифференцированный зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Знает основные существующие методы и алгоритмы решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн.;	• Умеет свободно использовать существующие методы и алгоритмы решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн.;	• Владеет навыками применения существующих методов и алгоритмов решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн.;
Хорошо (базовый уровень)	• Имеет представление об основных существующие методы и алгоритмы решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн.;	• Умеет самостоятельно использовать существующие методы и алгоритмы решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн.;	• Частично владеет навыками применения существующих методов и алгоритмов решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Дает определения существующим методам и алгоритмам решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн.;	• Показывает неполное, недостаточное умение использовать существующие методы и алгоритмы решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн.;	• Демонстрирует неполное, недостаточное владение навыками применения существующих методов и алгоритмов решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн.;

2.3 Компетенция ПСК-3

ПСК-3: умением разрабатывать модели элементов СВЧ МИС и выполнять моделирование характеристик СВЧ МИС на основе применения современных САПР.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Согласована на портале № 21472

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	основы работы прикладных программ для проектирования СВЧ МИС антенн	разрабатывать модели элементов СВЧ МИС антенн и выполнять моделирование характеристик СВЧ МИС на основе применения современных САПР	навыками использования средств автоматизированного проектирования СВЧ МИС антенн
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Конспект самоподготовки; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Дифференцированный зачет;	• Конспект самоподготовки; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Дифференцированный зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Реферат; • Дифференцированный зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• основные модели СВЧ МИС антенн, алгоритмы моделирования характеристик СВЧ МИС антенн;	• разрабатывать модели СВЧ МИС антенн, рассчитывать и анализировать характеристики СВЧ МИС антенн;	• навыками разработки моделей СВЧ МИС антенн, навыками моделирования характеристик СВЧ МИС антенн на основе применения современных САПР. ;
Хорошо (базовый уровень)	• основные модели СВЧ МИС антенн;	• разрабатывать модели СВЧ МИС антенн, рассчитывать характеристики СВЧ МИС антенн;	• навыками моделирования СВЧ МИС антенн и анализа характеристик СВЧ МИС антенн на основе применения современных САПР. ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• основы моделирования характеристик СВЧ МИС антенн;	• разрабатывать модели СВЧ МИС антенн;	• основоами моделирования СВЧ МИС антенн;

Согласована на портале № 21472

2.4 Компетенция ПСК-5

ПСК-5: умением разрабатывать конструкторскую документацию для производства СВЧ МИС.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	конструкторскую документацию для производства СВЧ МИС антенн	самостоятельно осуществлять разработку конструкторской документации для производства СВЧ МИС антенн	навыками использования нормативного обеспечения конструкторской документации для производства СВЧ МИС антенн
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Конспект самоподготовки; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Дифференцированный зачет;	• Конспект самоподготовки; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Дифференцированный зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Реферат; • Дифференцированный зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 10.

Таблица 10 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• состав и содержание основных разделов конструкторской документации для производства СВЧ МИС антенн;	• разрабатывать и оформлять конструкторско-технологическую документацию (графическую и текстовую) согласно требованиям ЕСКД ;	• современными программными средствами для разработки и оформления конструкторско-технологической документации ;
Хорошо (базовый уровень)	• состав и содержание основных разделов конструкторской документации для произ-	• применять действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению техниче-	• современными программными средствами для оформления конструкторско-техно-

Согласована на портале № 21472

	водства СВЧ МИС антенн;	ской документации ;	логической документации на хорошем уровне ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• правила оформления конструкторской документации согласно требований ЕСКД и ГОСТ ;	• применять действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации. ;	• современными программными средствами для разработки и оформления конструкторско-технологической документации на базовом уровне ;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Вопросы на самоподготовку

- Параметры и характеристики антенн.
- Линейные антенные системы.
- Апертурные антенны.
- Расчеты характеристик антенн в программе MMANA.
- САПР CST MW Studio и Antenna Magus.
- Проектирование линейных антенн в программе Antenna Magus.
- Проектирование апертурных антенн в программе Antenna Magus.
- Исследование диэлектрических антенн.
- Исследование коэффициента усиления рупорных антенн.
- Исследование диаграммы направленности параболической антенны по измерениям поля в дальней и ближней зонах.
- Измерения диаграмм направленности и входного сопротивления антенн в частотной области.

3.2 Темы рефератов

- 1. Программа HFSS Ansoft проектирования антенных систем
- 2. Программа FEKO проектирования большеразмерных антенных систем
- 3. Программа TALGAT проектирования антенных систем
- 4. Расчёт параболической зеркальной антенны апертурным методом
- 5. Расчёт двухзеркальной антенны Кассегрена
- 6. Формирования диаграмм для зеркальных антенн с контурными зонами обслуживания
- 7. Сверхширокополосные спиральные антенны круговой поляризации
- 8. Фрактальные антенны

3.3 Темы опросов на занятиях

- Параметры и характеристики антенн.
- Линейные антенные системы.
- Апертурные антенны.
- Расчеты характеристик антенн в программе MMANA.
- САПР CST MW Studio и Antenna Magus.
- Проектирование линейных антенн в программе Antenna Magus.
- Проектирование апертурных антенн в программе Antenna Magus.

3.4 Вопросы дифференцированного зачета

- 1. Дальняя, промежуточная и ближняя зоны антенны. Их границы и свойства полей
- 2. Назначение и классификация антенн, понятия, определения.

Согласована на портале № 21472

– 3. Внутренняя и внешняя задачи теории антенн.
– 4. Амплитудная ДН, ее форма и ширина, графическое изображение.
– 5. Теорема о перемножении ДН однотипных облучателей.
– 6. Фазовая диаграмма антенны. Фазовый центр и центр излучения.
– 7. Мощность и сопротивление излучения антенны.
– 8. Входное сопротивление антенны, связь с сопротивлением излучения.
– 9. Электрическая прочность. Предельная и допустимая мощности.
– 10. Поляризация, ее виды, необходимость учета при приеме.
– 11. КНД, КПД и КУ антенны, определения, взаимосвязи.
– 12. Действующая длина и диапазон рабочих частот антенны.
– 13. Принцип электродинамического подобия и его использование при исследо-вании антенн.
– 14. Принципы построения сверхширокополосных антенн.
– 15. Фундаментальные ограничения в области антенн.
– 16. Приемные антенны. Эквивалентная схема. Формулы Неймана для ЭДС.
– 17. Приемные антенны. Условия приема максимальной мощности.
– 18. Принцип взаимности и его использование применительно к расчету характеристик приемных антенн.
– 19. Эффективная площадь антенны, связь с КНД и действующей длиной линейной антенны.
– 20. Шумовая температура антенны, связь с КПД, пути ее снижения.
– 21. Особенности работы антенн на низких и высоких частотах.
– 22. Энергетические соотношения в приемных антеннах на СВЧ в согласованном и рассогласованном режимах.
– 23. Формула идеальной радиопередачи с пояснениями.
– 24. Общие свойства антенн малых электрических размеров. Элементарные излучатели линейной и круговой поляризации.

3.5 Темы лабораторных работ

– Исследование диэлектрических антенн
– Исследование коэффициента усиления рупорных антенн
– Исследование диаграммы направленности параболической антенны по измерениям поля в дальней и ближней зонах
– Измерения диаграмм направленности и входного сопротивления антенн в частотной области
– Скалярный анализатор цепей P2M

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Применение ПО CST Microwave Studio для расчёта микроволновых антенн и устройств СВЧ: Учебное пособие / Фатеев А. В. - 2014. 121 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4877, свободный.

4.2. Дополнительная литература

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

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Антенны и фидеры: Сборник задач с формулами и решениями для практических работ /

Согласована на портале № 21472

Гошин Г. Г. - 2012. 237 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2795, свободный.

2. Устройства СВЧ и антенны: учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов / Гошин Г. Г. - 2010. 42 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/7, свободный.

3. Скалярный анализатор параметров цепей р2м: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Фатеев А. В. - 2013. 47 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3729, свободный.

4. Исследование диэлектрических антенн: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Никифоров А. Н., Фатеев А. В., Замотринский В. А. - 2013. 23 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3722, свободный.

5. 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: http://edu.tusur.ru/publications/3723, свободный.

6. Измерения диаграмм направленности и входного сопротивления антенн: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Фатеев А. В. - 2012. 19 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2796, свободный.

7. Исследование диаграммы направленности параболической антенны по измерениям поля в дальней и ближней зонах: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Никифоров А. Н., Фатеев А. В., Замотринский В. А. - 2013. 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3700, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. http://www.cst.com
2. http://www.keysight.com

Согласована на портале № 21472