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

Документ подписан электронной подписью
Сертификат: 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Владелец: Троян Павел Ефимович
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Автоматизированное проектирование антенных систем

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: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	30	30	часов
2	Практические занятия	16	16	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	62	62	часов
5	Самостоятельная работа	82	82	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: 3 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 38457

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. В. Фатеев

доцент каф. СВЧиКР _____ А. Ю. Попков

Заведующий обеспечивающей каф. СВЧиКР _____ С. Н. Шарангович

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ _____ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР _____ С. Н. Шарангович

Эксперты:

Заведующий кафедрой сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР) _____ С. Н. Шарангович

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

Согласована на портале № 38457

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 «Автоматизированное проектирование антенных систем» (Б1.В.ДВ.2.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Микроволновая техника, Микроволновые антенно-фидерные системы, Микроволновые измерения, Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства, Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем, Устройства генерирования и формирования цифровых сигналов.

Последующими дисциплинами являются: Преддипломная практика.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

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

– ПК-2 способностью выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ;

– ПК-19 способностью разрабатывать учебно-методические материалы для обучающихся по отдельным видам учебных занятий;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основы автоматизированного проектирования антенных систем; принципы работы и назначение антенн, используемых в современных радиотехнических системах; основные принципы оформления, представления, доклада и аргументированной защиты результатов выполненной работы; особенности антенных измерений в диапазоне СВЧ; основные принципы моделирования антенных систем с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся пакетов прикладных программ; основные принципы разработки и обеспечения программных реализаций эффективных алгоритмов решения задач автоматизированного проектирования антенных систем с использованием современных языков программирования; основные принципы составления обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований, подготовки научных публикаций и разработки рекомендаций по практическому использованию полученных результатов автоматизированного проектирования антенных систем;

– **уметь** использовать знания, полученные в ходе изучения автоматизированного проектирования антенных систем; приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в области автоматизированного проектирования антенных систем; применять действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации; осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана его реализации, выбор методов исследования антенных измерений и обработку результатов исследования; применять современные

Согласована на портале № 38457

аналитические и численные методы расчета антенных устройств и систем; разрабатывать и обеспечивать программную реализацию эффективных алгоритмов решения задач автоматизированного проектирования антенных систем с использованием современных языков программирования; составлять обзоры и отчеты по результатам проводимых исследований, подготавливать научные публикации и разрабатывать рекомендации по практическому использованию полученных результатов автоматизированного проектирования антенных систем;

– **владеть** навыками, полученными в ходе изучения автоматизированного проектирования антенных систем; навыками использования в практической деятельности новых знаний и умений в области автоматизированного проектирования антенных систем; навыками оформления, представления и аргументированной защиты результатов выполненной работы; навыками постановки задачи исследования, формирования плана его реализации, выбора методов исследования антенных измерений и обработки результатов исследования; навыками моделирования антенных систем с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся пакетов прикладных программ; навыками разработки и обеспечения программной реализации эффективных алгоритмов решения задач автоматизированного проектирования антенных систем с использованием современных языков программирования; навыками составления обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований, подготавливать научные публикации и разрабатывать рекомендации по практическому использованию полученных результатов автоматизированного проектирования антенных систем;

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
		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	62	62
Лекции	30	30
Практические занятия	16	16
Лабораторные работы	16	16
Самостоятельная работа (всего)	82	82
Оформление отчетов по лабораторным работам	28	28
Проработка лекционного материала	18	18
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	36	36
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

Согласована на портале № 38457

3 семестр						
1 Технические параметры и характеристики антенн	8	4	0	12	24	ПК-1, ПК-19, ПК-2
2 Линейные антенные системы	7	2	0	16	25	ПК-1, ПК-19, ПК-2
3 Апертурные антенны	7	2	0	24	33	ПК-1, ПК-19, ПК-2
4 Электродинамическое моделирование антенн и автоматизированные измерения их параметров и характеристик	8	8	16	30	62	ПК-1, ПК-19, ПК-2
Итого за семестр	30	16	16	82	144	
Итого	30	16	16	82	144	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

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

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
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.	8	ПК-1, ПК-19, ПК-2
	Итого	8	
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.	7	ПК-1, ПК-19, ПК-2
	Итого	7	
3 Апертурные антенны	Апертурный метод расчёта характеристик излучения. Волноводные и рупорные антенны. Зеркальные антенны. Конструкции, применения.	7	ПК-1, ПК-19, ПК-2
	Итого	7	
4 Электродинамическое моделирование антенн и автоматизированные измерения их параметров и	САПР антенных систем – Keysight Electromagnetic Professional. Автоматизированны проектирование антенн и антенных систем..	8	ПК-1, ПК-19, ПК-2
	Итого	8	

Согласована на портале № 38457

характеристик			
Итого за семестр		30	

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
Предшествующие дисциплины				
1 Микроволновая техника	+	+	+	+
2 Микроволновые антенно-фидерные системы	+	+	+	+
3 Микроволновые измерения	+	+	+	+
4 Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства	+	+	+	+
5 Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем	+	+	+	+
6 Устройства генерирования и формирования цифровых сигналов	+	+	+	+
Последующие дисциплины				
1 Преддипломная практика	+	+	+	+

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.	
ПК-1	+	+	+	+	Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Тест, Реферат
ПК-2	+	+	+	+	Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Тест, Реферат
ПК-19	+	+		+	Экзамен, Конспект самоподготовки, Тест, Реферат

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

Согласована на портале № 38457

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			
4 Электродинамическое моделирование антенн и автоматизированные измерения их параметров и характеристик	Влияние амплитудного распределения в линейных АР	4	ПК-1, ПК-2
	Печатный излучатель	4	
	Волноводные антенны	4	
	Линейная антенная решётка	4	
	Итого	16	
Итого за семестр		16	

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	ПК-1, ПК-19, ПК-2
	Защита рефератов в форме презентации	2	
	Итого	4	
2 Линейные антенные системы	Линейные антенные системы	2	ПК-1, ПК-19, ПК-2
	Итого	2	
3 Апертурные антенны	Апертурные антенны	2	ПК-1, ПК-19, ПК-2
	Итого	2	
4 Электродинамическое моделирование антенн и автоматизированные измерения их параметров и характеристик	САПР Electromagnetic Professional	4	ПК-1, ПК-19, ПК-2
	Проектирование антенн в САПР Electromagnetic Professional	4	
	Итого	8	
Итого за семестр		16	

9. Самостоятельная работа

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

Согласована на портале № 38457

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	4	ПК-1, ПК-2, ПК-19	Конспект самоподготовки, Реферат, Тест, Экзамен
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	12		
2 Линейные антенные системы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-1, ПК-19, ПК-2	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Реферат, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	16		
3 Апертурные антенны	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-1, ПК-2, ПК-19	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Реферат, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	24		
4 Электродинамическое моделирование антенн и автоматизированные измерения их параметров и характеристик	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1, ПК-2, ПК-19	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Реферат, Тест, Экзамен
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		

Согласована на портале № 38457

	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	10		
	Итого	30		
Итого за семестр		82		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		118		

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
3 семестр				
Конспект самоподготовки	2	4	4	10
Отчет по лабораторной работе	10	10	10	30
Реферат		10		10
Тест			20	20
Итого максимум за период	12	24	34	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	12	36	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)

Согласована на портале № 38457

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. Приборы и устройства СВЧ, КВЧ и ГВЧ диапазонов [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Соколова Ж. М. - 2012. 283 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/634 (дата обращения: 09.07.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Устройства СВЧ и антенны: Учебник для вузов/ Д.И. Воскресенский и др. – М.: Радиотехника, 2006. – 375с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)
2. Радиоизмерительная аппаратура СВЧ и КВЧ. Узловая и элементная базы./под ред.: А. М. Кудрявцева. – М.: Радиотехника, 2006. - 205 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)
3. 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. Сверхширокополосные микроволновые устройства/ под ред. А. П. Креницкого, В. П. Мещанова. – М.: Радио и связь, 2001. – 560 с. (Рекомендовано для проведения практичекских занятий в части разделов 1 - 3) (наличие в библиотеке ТУСУР - 33 экз.)
2. Устройства СВЧ и антенны [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов / Гошин Г. Г. - 2010. 42 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/7 (дата обращения: 09.07.2018).
3. Антенны [Электронный ресурс]: Лабораторный практикум / А. В. Фатеев, А. С. Запасной, А. В. Клоков - 2018. 66 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8227 (дата обращения: 09.07.2018).
4. Антенны и фидеры [Электронный ресурс]: Сборник задач с формулами и решениями для практических работ / Г. Г. Гошин - 2012. 237 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2795 (дата обращения: 09.07.2018).

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Согласована на портале № 38457

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, 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 33522A (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 34405A (1 шт.);
- Источник питания GPD-73303S (1 шт.);
- Генератор Г3-14 (2 шт.);
- Генератор Г4-126 (1 шт.);
- Измеритель Р2-60 (2 блока);
- Измеритель Р5-12 (1 шт.);
- Измерительная линия Р1-27 (1 шт.);
- Векторный анализатор сигналов Р4М-18 (1 шт.);
- Опорно-поворотное устройство (1 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Google Chrome
– Keysight Electromagnetic Professional (EMPro)
– Microsoft Office 2010 и ниже
– Tracker PDF-XChange Viewer

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория Микроволновой техники

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для прове-

Согласована на портале № 38457

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

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

Описание имеющегося оборудования:

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

Программное обеспечение:

– Google Chrome
– Keysight Electromagnetic Professional (EMPro)
– Microsoft Office 2010 и ниже
– Tracker PDF-XChange Viewer

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

Согласована на портале № 38457

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

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

2. Решение внешней задачи теории антенн определяет:

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

3. К какому типу антенн относятся рамочные антенны?:

а) линейные
б) апертурные
в) антенные решетки

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

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

5. Какую поляризацию называют вращающейся?:

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

Согласована на портале № 38457

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

7. Шумовая температура антенны – это температура:
а) среды, в которой находится антенна
б) до которой разогревается антенна в режиме передачи
в) собственных шумов антенны в режиме приема
г) внешних шумов, воздействующих на приемную антенну
д) собственных и внешних шумов приемной антенны

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

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

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

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

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

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

Согласована на портале № 38457

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Согласована на портале № 38457

г) ребристый рупор

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

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

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

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

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

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

14.1.2. Экзаменационные вопросы

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

Согласована на портале № 38457

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.

14.1.3. 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

14.1.4. 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.

14.1.5. Темы лабораторных работ

Влияние амплитудного распределения в линейных АР

Печатный излучатель

Волноводные антенны

Линейная антенная решётка

14.1.6. Методические рекомендации

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

Согласована на портале № 38457

интерактивные методы обучения для увеличения заинтересованности студентов и повышения их компетенций.

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Согласована на портале № 38457

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.