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

Автоматизация проектирования антенных систем

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **09.04.01 Информатика и вычислительная техника**
Направленность (профиль) / специализация: **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 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	10	10	часов
2	Практические занятия	8	8	часов
3	Лабораторные работы	18	18	часов
4	Всего аудиторных занятий	36	36	часов
5	Самостоятельная работа	36	36	часов
6	Всего (без экзамена)	72	72	часов
7	Общая трудоемкость	72	72	часов
		2.0	2.0	З.Е.

Зачет: 3 семестр

Томск 2018

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

Согласована на портале № 40821

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 12 от «22» 5 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КСУП «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент каф. СВЧиКР	_____	А. В. Фатеев
доцент каф. СВЧиКР	_____	А. Ю. Попков

Заведующий обеспечивающей каф. КСУП	_____	Ю. А. Шурыгин

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФВС	_____	Л. А. Козлова
Заведующий выпускающей каф. КСУП	_____	Ю. А. Шурыгин

Эксперты:

Доцент кафедры сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)	_____	А. Ю. Попков
Профессор кафедры компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП)	_____	В. М. Зюзьков

Согласована на портале № 40821

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 «Автоматизация проектирования антенных систем» (Б1.В.ДВ.5.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Аналоговые радиоприемные устройства, Основы проектирования излучающих систем, Радиотехнические системы на основе СВЧ интегральных схем, Физические и технологические основы микро- и наноэлектроники.

Последующими дисциплинами являются: Проектирование радиотехнических систем на основе СВЧ интегральных схем.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-1 способностью воспринимать математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания, умением самостоятельно приобретать, развивать и применять их для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте;

– ПК-3 знанием методов оптимизации и умение применять их при решении задач профессиональной деятельности;

– ПСК-1 умением разрабатывать техническое задание на опытно-конструкторскую работу по созданию СВЧ МИС;

– ПСК-2 умением разрабатывать структурные и принципиальные схемы СВЧ МИС, выполнять оптимизацию их параметров с учетом существующих технологических маршрутов производства и технологических ограничений;

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

– ПСК-4 умением разрабатывать схемы и топологии тестовых структур и СВЧ МИС, а также конструкторскую документацию для их производства;

В результате изучения дисциплины обучающийся 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;

Согласована на портале № 40821

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

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

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	36	36
Лекции	10	10
Практические занятия	8	8
Лабораторные работы	18	18
Самостоятельная работа (всего)	36	36
Оформление отчетов по лабораторным работам	14	14
Проработка лекционного материала	9	9
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	13	13
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	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр						
1 Технические параметры и характеристики антенн	2	2	0	6	10	ОПК-1, ПК-3, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-3, ПСК-4
2 Линейные антенные системы	2	1	0	10	13	ОПК-1, ПК-3, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-3, ПСК-4
3 Апертурные антенны	3	1	0	7	11	ОПК-1, ПК-3, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-3, ПСК-4
4 Электродинамическое моделирование интегральных антенн и автоматизированные измерения их параметров и характеристик	3	4	18	13	38	ОПК-1, ПК-3, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-3, ПСК-4
Итого за семестр	10	8	18	36	72	
Итого	10	8	18	36	72	

Согласована на портале № 40821

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-1, ПК-3, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-3, ПСК-4
	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.	2	ОПК-1, ПК-3, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-3, ПСК-4
	Итого	2	
3 Апертурные антенны	Апертурный метод расчёта характеристик излучения. Волноводные и рупорные антенны. Зеркальные антенны. Конструкции, применения.	3	ОПК-1, ПК-3, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-3, ПСК-4
	Итого	3	
4 Электродинамическое моделирование интегральных антенн и автоматизированные измерения их параметров и характеристик	САПР интегральных антенных систем – EMPro. Автоматизированное проектирование антенн и антенных систем.	3	ОПК-1, ПК-3, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-3, ПСК-4
	Итого	3	
Итого за семестр		10	

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				

Согласована на портале № 40821

1 Аналоговые радиоприемные устройства	+			
2 Основы проектирования излучающих систем	+	+	+	+
3 Радиотехнические системы на основе СВЧ интегральных схем	+	+	+	+
4 Физические и технологические основы микро- и наноэлектроники	+	+	+	+
Последующие дисциплины				
1 Проектирование радиотехнических систем на основе СВЧ интегральных схем	+	+	+	+

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.	
ОПК-1	+	+	+	+	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Тест, Реферат
ПК-3	+	+	+	+	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Тест, Реферат
ПСК-1	+	+	+	+	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Тест, Реферат
ПСК-2	+	+	+	+	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Тест, Реферат
ПСК-3	+	+	+	+	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Тест, Реферат
ПСК-4	+	+	+	+	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Тест, Реферат

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Согласована на портале № 40821

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
4 Электродинамическое моделирование интегральных антенн и автоматизированные измерения их параметров и характеристик	Влияние амплитудного распределения в линейных АР	4	ОПК-1, ПК-3, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-3, ПСК-4
	Линейная антенная решётка	6	
	Волноводные антенны	4	
	Печатный излучатель	4	
	Итого	18	
Итого за семестр		18	

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	1	ОПК-1, ПК-3, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-3, ПСК-4
	Защита рефератов в форме презентации	1	
	Итого	2	
2 Линейные антенные системы	Линейные антенные системы	1	ОПК-1, ПК-3, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-3, ПСК-4
	Итого	1	
3 Апертурные антенны	Апертурные антенны	1	ОПК-1, ПК-3, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-3, ПСК-4
	Итого	1	
4 Электродинамическое моделирование интегральных антенн и автоматизированные измерения их параметров и	САПР Keysight Electromagnetic Professional	2	ОПК-1, ПК-3, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-3, ПСК-4
	Проектирование линейных антенн в САПР Keysight Electromagnetic Professional	2	
	Итого	4	

Согласована на портале № 40821

характеристик			
Итого за семестр		8	

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	2	ОПК-1, ПК-3, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-3, ПСК-4	Зачет, Конспект самоподготовки, Реферат, Тест
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		
2 Линейные антенные системы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-1, ПК-3, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-3, ПСК-4	Зачет, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Реферат, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	10		
3 Апертурные антенны	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-1, ПК-3, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-3, ПСК-4	Зачет, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Реферат, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	7		
4 Электродинамическое моделирование интегральных антенн и автоматизированные	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-1, ПК-3, ПСК-1, ПСК-2,	Зачет, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Реферат, Тест
	Подготовка к практиче-	1		

Согласована на портале № 40821

измерения их параметров и характеристик	ским занятиям, семинарам		ПСК-3, ПСК-4	
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1		
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	13		
Итого за семестр		36		
Итого		36		

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				
Зачет			30	30
Конспект самоподготовки	3	3	3	9
Опрос на занятиях	2	2	2	6
Отчет по лабораторной работе	5	5	5	15
Реферат		10		10
Тест			30	30
Итого максимум за период	10	20	70	100
Нарастающим итогом	10	30	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

Согласована на портале № 40821

< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Приборы и устройства СВЧ, КВЧ и ГВЧ диапазонов [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Ж. М. Соколова - 2012. 283 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/634 (дата обращения: 26.07.2018).

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 [Электронный ресурс]: Сборник задач с формулами и решениями для практических работ / Гошин Г. Г. - 2012. 237 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2795 (дата обращения: 26.07.2018).
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: 26.07.2018).
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: 26.07.2018).

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:

Согласована на портале № 40821

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

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

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, 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
– Keysight Electromagnetic Professional (EMPro)
– Microsoft Office 2010 и ниже
– PTC Mathcad 15
– Tracker PDF-XChange Viewer

Согласована на портале № 40821

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
– Keysight Electromagnetic Professional (EMPro)
– 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 № 40821

- 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. 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

Согласована на портале № 40821

г) круговую
д) эллиптическую

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

Согласована на портале № 40821

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

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 Наденeнко
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 Наденeнко
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?:

Согласована на портале № 40821

а) секториальный рупор
б) пирамидальный рупор
в) конический рупор
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. Зачёт

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.

Согласована на портале № 40821

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.

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 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.

14.1.6. Темы лабораторных работ

Влияние амплитудного распределения в линейных АР

Линейная антенная решётка

Волноводные антенны

Печатный излучатель

Согласована на портале № 40821

14.1.7. 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 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, адапти-

Согласована на портале № 40821

рованных 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 № 40821