



УТВЕРЖДАЮ

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Владелец: Семенов Павел Васильевич

Действителен: с 17.09.2019 по 16.09.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ АНТЕННЫХ СИСТЕМ**

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки / специальность: **11.04.01 Радиотехника**

Направленность (профиль) / специализация: **Радиотехнические системы**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **Передовая инженерная школа «Электронное приборостроение и системы связи» (ПИШ)**

Кафедра: **передовая инженерная школа (ПИШ)**

Курс: **1**

Семестр: **2**

Учебный план набора 2025 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Самостоятельная работа	72	72	часов
Общая трудоемкость	108	108	часов
(включая промежуточную аттестацию)	3	3	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Зачет с оценкой	2

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

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

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Получение необходимых знаний по физическим основам построения и функционирования антенных систем.

2. Получение необходимых знаний по методам расчёта основных параметров и характеристик антенных систем, по основам их автоматизированного проектирования с использованием современных пакетов прикладных программ.

3. Получение необходимых знаний по методам измерения электрических параметров и характеристик антенных систем.

4. Приобретение навыков работы с современной измерительной аппаратурой СВЧ диапазона.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Индекс дисциплины: Б1.В.1.01.ДВ.02.03.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Универсальные компетенции</b>		
-	-	-
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
-	-	-
<b>Профессиональные компетенции</b>		

ПК-4. Способен использовать методы исследования и управления процессом разработки и создания объектов профессиональной деятельности	ПК-4.1. Знает математические методы для анализа, описания и исследования объектов профессиональной деятельности	Знает методики проектирования антенных систем.
	ПК-4.2. Умеет использовать методы проведения теоретических исследований в профессиональной деятельности	Умеет применять средства автоматизированной разработки при проектировании антенных систем.
	ПК-4.3. Владеет математическим аппаратом и пакетами прикладных программ для анализа, описания и исследования объектов профессиональной деятельности	Владеет технологиями автоматизированного проектирования антенных систем.

**4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		2 семестр
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	36	36
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
<b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	72	72
Подготовка к зачету с оценкой	40	40
Подготовка к тестированию	32	32
<b>Общая трудоемкость (в часах)</b>	108	108
<b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>	3	3

**5. Структура и содержание дисциплины**

**5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности**

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1 Технические параметры и характеристики антенн	4	-	18	22	ПК-4

2 Линейные антенные системы	4	-	18	22	ПК-4
3 Апертурные антенны	4	-	18	22	ПК-4
4 Электродинамическое моделирование антенн и автоматизированные измерения их параметров и характеристик	6	18	18	42	ПК-4
Итого за семестр	18	18	72	108	
Итого	18	18	72	108	

## 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
<b>2 семестр</b>			
1 Технические параметры и характеристики антенн	Поле излучающей системы в дальней, промежуточной и ближней зонах, их границы и свойства полей. Параметры и характеристики антенн в передающем и приёмном режимах. Диаграмма направленности, поляризационная характеристика, мощность излучения, коэффициент направленного действия, коэффициент усиления, входные параметры антенн, частотные свойства.	4	ПК-4
	Итого	4	
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.	4	ПК-4
	Итого	4	
3 Апертурные антенны	Апертурный метод расчёта характеристик излучения. Волноводные и рупорные антенны. Зеркальные антенны. Конструкции, применения.	4	ПК-4
	Итого	4	

4 Электродинамическое моделирование антенн и автоматизированные измерения их параметров и характеристик	САПР антенных систем – Keysight Electromagnetic Professional. Автоматизированны проектирование антенн и антенных систем.	6	ПК-4
	Итого	6	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
<b>2 семестр</b>			
4 Электродинамическое моделирование антенн и автоматизированные измерения их параметров и характеристик	Моделирования коаксиально-волноводного перехода	4	ПК-4
	Расчёт E-секториальной антенны	4	ПК-4
	Моделирование резонатора	4	ПК-4
	Моделирования антенной решетки	6	ПК-4
	Итого	18	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

### 5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

### 5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
<b>2 семестр</b>				
1 Технические параметры и характеристики антенн	Подготовка к зачету с оценкой	10	ПК-4	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	8	ПК-4	Тестирование
	Итого	18		
2 Линейные антенные системы	Подготовка к зачету с оценкой	10	ПК-4	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	8	ПК-4	Тестирование
	Итого	18		

3 Апертурные антенны	Подготовка к зачету с оценкой	10	ПК-4	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	8	ПК-4	Тестирование
	Итого	18		
4 Электродинамическое моделирование антенн и автоматизированные измерения их параметров и характеристик	Подготовка к зачету с оценкой	10	ПК-4	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	8	ПК-4	Тестирование
	Итого	18		
Итого за семестр		72		
Итого		72		

### 5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности			Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ПК-4	+	+	+	Зачёт с оценкой, Тестирование

### 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

#### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	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
<b>2 семестр</b>				
Зачёт с оценкой	0	0	40	40
Тестирование	15	15	30	60
Итого максимум за период	15	15	70	100
Нарастающим итогом	15	30	100	100

#### 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

#### 6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	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	E (посредственно)
	60 – 64	
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Сверхширокополосные микроволновые устройства/ под ред. А. П. Креницкого, В. П. Мещанова. – М.: Радио и связь, 2001. – 560 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 33 экз.).

2. Антенны и устройства (СВЧ): расчет и измерение характеристик : учебное пособие для вузов / Ю. Е. Мительман, Р. Р. Абдуллин, С. Г. Сычугов, С. Н. Шабунин ; под общей редакцией Ю. Е. Мительмана. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 138 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/492640>.

### 7.2. 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.).

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Организация самостоятельной работы: Учебно-методическое пособие / Д. О. Ноздреватых, Б. Ф. Ноздреватых - 2018. 23 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/7867>.

2. Применение ПО CST Microwave Studio для расчёта микроволновых антенн и устройств СВЧ: Учебное пособие / А. В. Фатеев - 2017. 115 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/7145>.

#### 7.3.2. 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.

## **7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh>.

### **8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

#### **8.1. 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 достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

#### **8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий**

Учебно-научная лаборатория микроволновых устройств и антенн: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 225/2 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

Источник питания постоянного тока DP831A.Rigol 16 шт.

Панель интерактивная LMP7502ELN Lumien 75EL

Монитор 27" 20 шт.

Монитор MSI 27" Pro MP271 12 шт.

Системный блок 1 8 шт.

Системный блок 2 8 шт.

- Комплект специализированной учебной мебели;

- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Comsol 6.1.0.282;

- PTC Mathcad 14;

#### **8.3. 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, 101 ауд.;

- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;

- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;

- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;

- компьютеры;

- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;

- OpenOffice;

- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;

- 7-Zip;

- Google Chrome.

#### **8.4. 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 зрения** 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.

## 9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Технические параметры и характеристики антенн	ПК-4	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Линейные антенные системы	ПК-4	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Апертурные антенны	ПК-4	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Электродинамическое моделирование антенн и автоматизированные измерения их параметров и характеристик	ПК-4	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть

2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне <b>ориентирования</b> , представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на <b>репродуктивном</b> уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на <b>аналитическом</b> уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на <b>системном</b> уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

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 в антенне
    - в) характеристики излучения антенны
    - г) распределение тока в антенне
  3. К какому типу антенн относятся рамочные антенны?:
    - а) линейные
    - б) апертурные
    - в) антенные решетки
    - г) антенные системы
  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
    - г) относительно антенны
  5. Какую поляризацию называют вращающейся?:
    - а) вертикальную
    - б) горизонтальную
    - в) наклонную
    - 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 максимума 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:
- 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
  - г) симметричный вибратор
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
  - г) симметричный вибратор
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 трёхвитковой конической спиральной антенны
  - г) у четырёхвитковой конической спиральной антенны
17. У какой из антенн в осевом режиме излучения шире рабочий диапазон?:
- а) у трёхвитковой цилиндрической спиральной антенны
  - б) у шестивитковой цилиндрической спиральной антенны
  - в) у трёхвитковой конической спиральной антенны
  - г) у четырёхвитковой 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 свободным 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) Н-секториального

- б) Е-секториального
  - в) пирамидального
  - г) конического
21. Какая из апертурных антенн на волне основного типа в среднем имеет наибольшую направленность?:
- 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

### 9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

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 исследовании 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.

## 9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль

в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает

работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими

научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами

из

практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров.

Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

### **9.3. 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 9.4.

Таблица 9.4 – 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, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

### **9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

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

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

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

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

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

**Для лиц с нарушениями зрения:**

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

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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



## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПИШ  
протокол № 10 от « 7 » 12 2024 г.

### СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ПИШ	А.С. Перин	Согласовано, a0f1668d-d020-4ff4- 9a8a-4ff4e15b36fe
Заведующий обеспечивающей каф. ПИШ	А.С. Перин	Согласовано, a0f1668d-d020-4ff4- 9a8a-4ff4e15b36fe
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972- a7c6-ab6ee1f21e73

### ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. Передовая инженерная школа "Электронное приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева	А.В. Фатеев	Согласовано, 595be322-a579-4ae5- 8d93-e5f4ee9ceb7d
Заместитель директора по образованию, каф. Передовая инженерная школа "Электронное приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева	Ю.В. Шульгина	Согласовано, ea49db22-c3de-481e- 88a5-479145e4aa44

### РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. Передовая инженерная школа "Электронное приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева	А.В. Фатеев	Разработано, 595be322-a579-4ae5- 8d93-e5f4ee9ceb7d
--	-------------	--