**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П.Е. Троян
«19» 12 2018 г.

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: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2019 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 2 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 18 | 18 | часов |
| Лабораторные занятия | 36 | 36 | часов |
| Самостоятельная работа | 126 | 126 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 180 | 180 | часов |
| | 5 | 5 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|---|---|
| Зачет с оценкой | 2 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 19.12.2018
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск

Согласована на портале № 62282

## 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.ДВ.02.01.

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 |
|---|---|---|
| **Универсальные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Общепрофессиональные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Профессиональные компетенции** | | |
| ПКР-1. Способен самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана его реализации, выбор методов исследования и обработку результатов | ПКР-1.1. Знает принципы подготовки и проведения научных исследований и технических разработок. | Знает принципы подготовки и проведения научных исследований антенных систем |
| | ПКР-1.2. Умеет планировать порядок проведения научных исследований. | Умеет планировать порядок проведения научных исследований антенных систем |
| | ПКР-1.3. Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования. | Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования антенных систем |

Согласована на портале № 62282

| | | |
|---|---|---|
| ПКР-2. Способен выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ | ПКР-2.1. Знает физические и математические модели и методы моделирования сигналов, процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и систем. | Знает физические и математические модели и методы моделирования антенных систем |
| | ПКР-2.2. Умеет формулировать и решать задачи, использовать математический аппарат и численные методы для анализа, синтеза и моделирования радиотехнических устройств и систем. | Умеет формулировать и решать задачи, использовать математический аппарат и численные методы для анализа, синтеза и моделирования антенных систем. |
| | ПКР-2.3. Владеет математическим аппаратом для решения задач теоретической и прикладной радиотехники, методами исследования и моделирования объектов радиотехники. | Владеет математическим аппаратом для решения задач теоретической и прикладной радиотехники, методами исследования и моделирования антенных систем |
| ПКР-3. Способен разрабатывать и обеспечивать программную реализацию эффективных алгоритмов решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования | ПКР-3.1. Знает методы разработки эффективных алгоритмов решения научно-исследовательских задач. | Знает методы разработки эффективных алгоритмов решения научно-исследовательских задач. |
| | ПКР-3.2. Умеет применять алгоритмы решения исследовательских задач с использованием современных языков программирования. | Умеет применять алгоритмы проектирования антенных систем с использованием современных языков программирования. |
| | ПКР-3.3. Владеет навыками разработки стратегии и методологии исследования радиотехнических устройств и систем. | Владеет навыками разработки стратегии и методологии исследования 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 5 зачетных единиц, 180 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 |

Согласована на портале № 62282

| | | |
|---|---|---|
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 54 | 54 |
| Лекционные занятия | 18 | 18 |
| Лабораторные занятия | 36 | 36 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 126 | 126 |
| Подготовка к зачету с оценкой | 16 | 16 |
| Подготовка к тестированию | 16 | 16 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 74 | 74 |
| Написание отчета по лабораторной работе | 20 | 20 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 180 | 180 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 5 | 5 |

## 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 | Лаб. раб. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | | | |
| 1 Технические параметры и характеристики антенн | 4 | - | 8 | 12 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 |
| 2 Линейные антенные системы | 4 | - | 8 | 12 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 |
| 3 Апертурные антенны | 4 | - | 8 | 12 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 |
| 4 Электродинамическое моделирование антенн и автоматизированные измерения их параметров и характеристик | 6 | 36 | 102 | 144 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 |
| Итого за семестр | 18 | 36 | 126 | 180 | |
| Итого | 18 | 36 | 126 | 180 | |

### 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 |
|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | |

Согласована на портале № 62282

| | | | |
|---|---|---|---|
| 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 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 |
| | 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 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Апертурные антенны | Апертурный метод расчёта характеристик излучения. Волноводные и рупорные антенны. Зеркальные антенны. Конструкции, применения. | 4 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 |
| | 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 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 |
| | Итого | 6 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 18 | |

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Не предусмотрено учебным планом

### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | |

Согласована на портале № 62282

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 Электродинамическое моделирование антенн и автоматизированные измерения их параметров и характеристик | Влияние амплитудного распределения в линейных АР | 8 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 |
| | Печатный излучатель | 8 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 |
| | Волноводные антенны | 8 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 |
| | Линейная антенная решётка | 12 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 |
| | Итого | 36 | |
| Итого за семестр | | 36 | |
| Итого | | 36 | |

### 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 |
|---|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | | |
| 1 Технические параметры и характеристики антенн | Подготовка к зачету с оценкой | 4 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Тестирование |
| | Итого | 8 | | |
| 2 Линейные антенные системы | Подготовка к зачету с оценкой | 4 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Тестирование |
| | Итого | 8 | | |
| 3 Апертурные антенны | Подготовка к зачету с оценкой | 4 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Тестирование |
| | Итого | 8 | | |

Согласована на портале № 62282

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 4 Электродинамическое моделирование антенн и автоматизированные измерения их параметров и характеристик | Подготовка к зачету с оценкой | 4 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 74 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по лабораторной работе | 20 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Отчет по лабораторной работе |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Тестирование |
| | Итого | 102 | | |
| Итого за семестр | | 126 | | |
| Итого | | 126 | | |

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности 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. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ПКР-1 | + | + | + | Зачёт с оценкой, Лабораторная работа, Тестирование, Отчет по лабораторной работе |
| ПКР-2 | + | + | + | Зачёт с оценкой, Лабораторная работа, Тестирование, Отчет по лабораторной работе |
| ПКР-3 | + | + | + | Зачёт с оценкой, Лабораторная работа, Тестирование, Отчет по лабораторной работе |

## 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 |
|---|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | | |
| Зачёт с оценкой | 0 | 0 | 30 | 30 |
| Лабораторная работа | 15 | 15 | 15 | 45 |
| Тестирование | 0 | 0 | 10 | 10 |
| Отчет по лабораторной работе | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Итого максимум за период | 20 | 20 | 60 | 100 |
| Нарастающим итогом | 20 | 40 | 100 | 100 |

Согласована на портале № 62282

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

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

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

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

### 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.).

4. 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. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08002-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/492640.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

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

2. Антенны: Лабораторный практикум / А. В. Фатеев, А. С. Запасной, А. В. Клоков - 2018. 66 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8227.

Согласована на портале № 62282

### 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

1. 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 лабораторных работ

Учебно-исследовательская лаборатория "Микроволновая техника": 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, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 328 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Проектор;
- Проекционный экран;
- Осциллограф GDS–71022;
- Измеритель Р2М-18;
- Генератор сигнала 33522А;
- Вольтметр циф. GDM 8145;
- Измеритель Р2М-04;
- Анализатор спектра СК4М-04;
- Осциллограф цифровой MS07104;
- Мультиметр цифровой 34405А;
- Источник питания GPD-73303S;
- Генератор Г4-126;
- Измеритель Р2-60 - 2 блока;
- Измеритель Р5-12;
- Измерительная линия Р1-27;
- Векторный анализатор сигналов Р4М-18;
- Опорно-поворотное устройство;

Согласована на портале № 62282

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Adobe Acrobat Reader;
- Google Chrome;
- Keysight Electromagnetic Professional (EMPro);
- Microsoft Office 2010;
- Microsoft Windows 8;
- PTC Mathcad 15;

### 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, 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.

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

Согласована на портале № 62282

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля | Оценочные материалы (ОМ) |
|---|---|---|---|
| 1 Технические параметры и характеристики антенн | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 2 Линейные антенные системы | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 3 Апертурные антенны | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | 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 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ |

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 |

Согласована на портале № 62282

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 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<br>или<br>Знать на уровне **ориентирования**, 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 **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |
| 4 (хорошо) | Знать, уметь, владеть на **аналитическом** 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 **системном** 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 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 № 62282

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
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

Согласована на портале № 62282

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?:
    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

Согласована на портале № 62282

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.

### 9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Влияние амплитудного распределения в линейных АР
2. Печатный излучатель
3. Волноводные антенны
4. Линейная антенная решётка

### 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

Согласована на портале № 62282

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 9.2.

Таблица 9.2 – 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

Согласована на портале № 62282

подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;

– набор ответов на компьютере;

– набор ответов с использованием услуг ассистента;

– представление ответов устно.

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

**Для лиц с нарушениями зрения:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

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

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

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

Согласована на портале № 62282

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СВЧиКР
протокол № 4 от «28» 11 2018 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР | С.Н. Шарангович | Согласовано, b7d1ae21-2df2-4bc3-9352-43aa04a5b956 |
| Заведующий обеспечивающей каф. СВЧиКР | С.Н. Шарангович | Согласовано, b7d1ae21-2df2-4bc3-9352-43aa04a5b956 |
| Начальник учебного управления | Е.В. Саврук | Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. СВЧиКР | А.С. Перин | Согласовано, a0f1668d-d020-4ff4-9a8a-4ff4e15b36fe |
| Заведующий кафедрой, каф. СВЧиКР | С.Н. Шарангович | Согласовано, b7d1ae21-2df2-4bc3-9352-43aa04a5b956 |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. СВЧиКР | А.Ю. Попков | Разработано, 52ae2e71-055b-4e34-bcfc-4f3ea312644e |
| Заведующий кафедрой, каф. РСС | А.В. Фатеев | Разработано, 595be322-a579-4ae5-8d93-e5f4ee9ceb7d |

Согласована на портале № 62282