**Министерство образования и науки Российской Федерации**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

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

**АЮ**
**оте**
**_____ П.Е. Троян**
**«___» _____ 2017г.**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

# «Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства»

**Уровень основной образовательной программы** _____Магистратура_____

**Направление подготовки** 11.04.01. – Радиотехника

**Профиль** «Микроволновая техника и антенны»

**Форма обучения**_____очная_____

**Факультет** ___Радиотехнический_____

**Кафедра** ____Сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники_____

**Курс** ___1___ **Семестр** __1__

**Учебный план набора 2015 года и последующих лет**

**Распределение рабочего времени:**

| № | Виды учебной работы | Семестр 1 | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Лекции | 36 | 36 | часов |
| 2. | Лабораторные работы | 16 | 16 | часов |
| 3. | Практические занятия | 24 | 24 | часов |
| 4. | Всего аудиторных занятий | 76 | 76 | часов |
| 5. | Из них в интерактивной форме | 18 | 18 | часов |
| 6. | Самостоятельная работа студентов (СРС) | 104 | 104 | часов |
| 7. | Всего (без экзамена) | 180 | 180 | часов |
| 8. | Экзамен | 36 | 36 | часов |
| 9. | Общая трудоёмкость | 216 | 216 | часов |
| | (в зачётных единицах) | 6 | 6 | |

**Экзамен** 1 **семестр**

**Томск 2017**

Согласована на портале № 12215

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 5 от « 22 » 12 2016 г.

**Лист согласований**

Рабочая программа составлена с учётом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.04.01 «Радиотехника», утверждённого 11.03.2015, № 174, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры СВЧиКР
«22» декабря 2016 г., протокол № 5.

Разработчик профессор каф. СВЧиКР _____ ГошинГ.Г.
(должность, кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

Зав. кафедрой СВЧиКР _____ Шарангович С.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа согласована с факультетом и выпускающей кафедрой.

Декан РТФ _____ Попова К.Ю.
(подпись) (Ф.И.О.)

Зав. выпускающей
кафедрой СВЧиКР _____ Шарангович С.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

Эксперты:

ТУСУР, каф. ТОР доцент _____ С.И. Богомолов
(место работы) (анимаемая должность) (подпись) (инициалы, фамилия)

ТУСУР, каф. СВЧиКР профессор _____ А.Е. Мандель
(место работы) (занимаемая должность) (подпись) (инициалы, фамилия)



Согласована на портале № 12215

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью** преподавания дисциплины «Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства» является подготовка магистров в области создания и обеспечения функционирования антенно-фидерных устройств в радиотехнических системах с учётом особенностей распространения радиоволн различных диапазонов и с учётом влияния подстилающей поверхности, тропосферы и ионосферы.

**Задачами** дисциплины является изучение:

- основных типов фидерных линий и элементов фидерного тракта;
- основных конструкций и параметров передающих и приёмных антенн;
- распространения радиоволн в свободном пространстве и в земных условиях с учётом влияние среды на их характеристики.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

**Б1.В.ДВ.1.2 –**дисциплина по выбору вариативной части.

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:

- **ОПК-2** способность использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры;
- **ОПК-4** способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области;
- **ОПК-5** готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы;
- **ПК-2** способность выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ;
- **ПК-4** способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов;
- **ПК-5** готовность к составлению обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований, подготовке научных публикаций и заявок на изобретения, разработке рекомендаций по практическому использованию полученных результатов.

В результате изучения дисциплины студенты должны:

***знать:***

**-** сущность физических процессов, происходящих при распространении радиоволн в земных условиях с учётом влияния подстилающей поверхности, тропосферы и ионосферы (ОПК-2, ОПК-4);

- принципы действия, основные параметры и характеристики различных типов передающих и приёмных антенн, включая фидерные тракты (ОПК-2, ОПК-4);

***уметь:***

- применять на практике методы расчёта и анализа напряжённости поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн (ОПК-4, ПК-2);

**-** оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы (ОПК-5);

**-** составлять обзоры и отчёты по результатам проводимых исследований, подготовке научных публикаций и разработке рекомендаций по практическому использованию полученных результатов (ПК-5);



Согласована на портале № 12215

***владеть:***

- методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования (ОПК-4, ПК-2);
- методами и средствами измерений параметров и характеристик антенно-фидерных устройств (ОПК-4, ПК-4).

.

## 4. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет **6** зачётных единиц.

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестр |
|---|---|---|
| | | **1** |
| **Аудиторные занятия (всего)** | **76** | **76** |
| в том числе: | | |
| Лекции | 36 | 36 |
| Лабораторные работы | 16 | 16 |
| Практические занятия | 24 | 24 |
| **Самостоятельная работа (всего)** | **104** | **104** |
| в том числе: | | |
| Проработка лекционного материала. | 36 | 36 |
| Подготовка к практическим занятиям, контрольным работам, тестированию. | 48 | 48 |
| Подготовка к лабораторным работам и составление отчётов | 20 | 20 |
| Подготовка и сдача экзамена | **36** | **36** |
| **Общая трудоёмкость** | **216** | **216** |
| **Зачётные единицы трудоёмкости** | **6** | **6** |

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**5.1. Разделы дисциплины и виды занятий**

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Лекции | Лаб. раб. | Практ. занят. | СРС | Всего час. | Формируемые компетенции (ОПК, ПК) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Фидерные линии и пассивные устройства | 12 | 4 | 12 | 36 | 64 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4, ПК-5 |
| 1 | Регулярные линии передачи | 4 | - | 6 | 12 | 22 | |
| 2 | Линии передачи конечной длины. Согласование | 4 | - | 4 | 12 | 20 | |
| 3 | Пассивные устройства на основе линий передачи | 4 | 4 | 2 | 12 | 22 | |



Согласована на портале № 12215

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Антенны | 12 | 12 | 12 | 36 | 72 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4, ПК-5 |
| 4 | Параметры передающих и приёмных антенн | 2 | - | 2 | 4 | 8 | |
| 5 | Линейные антенны | 4 | 4 | 4 | 10 | 22 | |
| 6 | Апертурные антенны | 4 | 8 | 4 | 14 | 30 | |
| 7 | Антенные решётки | 2 | - | 2 | 8 | 12 | |
| | Распространение радиоволн | 12 | - | - | 32 | 44 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4, ПК-5 |
| 8 | Общие вопросы теории. Распространение земных радиоволн | 4 | - | - | 10 | 14 | |
| 9 | Распространение радиоволн в тропосфере | 4 | - | - | 10 | 14 | |
| 10 | Распространение радиоволн в ионосфере и на космических трассах | 4 | - | - | 12 | 16 | |
| | Итого: | **36** | **16** | **24** | **104** | **180** | |

## 5.2. Содержание разделов лекционного курса (36 часов)

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела | Трудоём-кость (час.) | Формируемые компетенции (ОК, ПК) |
|---|---|---|---|---|
| | Фидерные линии и пассивные устройства | | **12** | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-5 |
| 1 | Регулярные линии передачи | Линии: двухпроводные, коаксиальные, полые волноводы, волоконно-оптические линии. Структуры полей, технические характеристики, применения. | 4 | |
| 2 | Линии передачи конечной длины. Согласование | Формула трансформация сопротивлений. Круговая диаграмма Вольперта-Смита. Согласованные и реактивные нагрузки, шлейфы. Узкополосное согласование. Четвертьволновый трансформатор. Метод компенсирующих реактивностей согласования произвольных нагрузок. Широкополосное согласование. | 4 | |
| 3 | Пассивные устройства на основе линий передачи | Волновой и классический подходы. Матрица рассеяния. Ограничения на элементы матриц, налагаемые условиями взаимности, симметрии и недиссипативности. Примеры составления матриц для четырёх-, шести- и восьмиполюсников. Каскадные соединения многополюсников. Принцип декомпозиции. Алгоритм объединения устройств в общий тракт. | 4 | |
| | Антенны | | **12** | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-5 |
| 4 | Параметры передающих и | Дальняя, промежуточная и ближняя зоны излучения антенн. Комплексная векторная | 3 | |



Согласована на портале № 12215

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | приёмных антенн | диаграмма направленности, поляризация, КНД, коэффициент усиления, эффективная длина и площадь антенн. Шумовая температура. | | |
| 5 | Линейные антенны | Симметричный вибратор, его диаграмма направленности, входное сопротивление. Петлеобразный вибратор Пистолькорса. Широкополосные вибраторы. Несимметричные штыревые вибраторы. Связанные вибраторы. Применения. | 3 | |
| 6 | Апертурные антенны | Внешняя и внутренняя задачи теории апертурных антенн и методы их решения. Коэффициент использования поверхности антенны. Волноводные и рупорные антенны. Линзовые и зеркальные антенны. Антенны с вынесенным облучателем. Спутниковые передающие антенны с контурными зонами обслуживания. Конструкции, применения. | 4 | |
| 7 | Антенные решётки | Линейные непрерывные и дискретные антенные системы. Теорема о перемножении диаграмм направленности. Анализ множителя решётки. Волноводно-щелевые антенные решётки. Директорные и логопериодические антенны. Фазированные антенные решётки. | 2 | |
| | Распространение радиоволн | | **12** | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-5 |
| 8 | Общие вопросы теории. Распространение земных радиоволн | Состав и строение атмосферы Земли. Физические явления при распространении волн. Классификация радиоволн по диапазону и способу распространения. Формулы идеальной радиопередачи и множитель ослабления. Определение области пространства, существенной при распространении радиоволн. Расчёт поля при поднятых антеннах в зоне прямой видимости. Интерференционные формулы. Зона, существенная при отражении. Диаграммы направленности поднятых антенн. Учет сферичности Земли при распространении радиоволн в освещённой зоне. Расчёт поля при низко расположенных антеннах. Распространение радиоволн в городских условиях. | 4 | |
| 9 | Распространение радиоволн в тропосфере | Строение тропосферы, её электрические параметры. Распространение радиоволн в неоднородной тропосфере. Явление рефракции. Эквивалентный радиус Земли. Сверхрефракция. Рассеяние радиоволн на тропосферных неоднородностях. Дальнее тропосферное распространение (ДТР). Поглощение радиоволн в тропосфере. | 4 | |
| 10 | Распространение радиоволн в ионосфере и на космических трассах | Строение ионосферы. Физические причины образования ионосферы. Диэлектрическая проницаемость ионосферы. Характеристика ионосферных слоев. Критические и максимальные частоты. Влияние магнитного поля Земли на распространение радиоволн в | 4 | |



Согласована на портале № 12215

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | ионосфере. Особенности распространение коротких волн, прогноз максимально применимых частот на ионосферных станциях, МПЧ и НПЧ, замирания и зоны молчания. Распространение радиоволн на космических трассах. | | |

### 5.3 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

| № п/п | Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин | № № разделов данной дисциплины из табл.5.1, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| **Предшествующие дисциплины** | | | | | | | | | | | | |
| | нет | | | | | | | | | | | |
| **Последующие дисциплины** | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем | - | - | - | + | + | + | + | + | + | + | |
| 2 | Автоматизированное проектирование антенных систем | + | + | + | + | + | + | + | - | - | - | |

### 5.4 Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Компетенции | Л | ЛР | П | СРС | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4, ПК-5 | + | + | + | + | Опрос на лекциях, лабораторных работах и практических занятиях. Контрольные работы, тесты, экзамен |
| ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4, ПК-5 | | + | + | + | Выполнение заданий по практическим занятиям, защита отчётов по лабораторным работам |
| ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4, ПК-5 | + | + | + | + | Активность на занятиях и своевременное выполнение заданий |

Л – лекция, ЛР – лабораторная работа, П – практика, СРС – самостоятельная работа студента.

## 6. МЕТОДЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ. ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРАКТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной образовательной программе и с учётом требований к объёму занятий в интерактивной форме.

| **Формы** / **Методы** | Лекции | Лабораторные работы | Практические занятия | Всего |
|---|---|---|---|---|
| Обратная связь (опросы на лекциях, на практических занятиях, при проведении лабораторных работ) | 4 | 4 | 4 | 12 |



Согласована на портале № 12215

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Работа в команде (выполнение лабораторных работ, составление и защита отчётов) | – | 6 | – | 6 |
| Итого интерактивных занятий | 4 | 10 | 4 | **18** |

## 7. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ (16 часов)

| № раздела дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудо-ёмкость (час.) | ОПК, ПК |
|---|---|---|---|
| 2, 3 | Исследование ферритовых вентилей и циркуляторов | 4 | ОПК-2, ОПК-5, ПК- 4 |
| 5 | Исследование диэлектрических антенн | 4 | |
| 6 | Исследование диаграммы направленности параболической антенны по измерениям поля в дальней и ближней зонах | 4 | |
| 6 | Исследование влияния распределения поля в раскрыве антенны на её диаграмму направленности | 4 | |

## 8. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (24 часа)

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование практических занятий | Кол-во часов | ОПК, ПК |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | Линии передачи с Т-волнами Волноводы. | 4 | ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-5 |
| 2 | 2 | Нагруженные отрезки фидеров. Узкополосное и широкополосное согласование. | 4 | |
| 3 | 1-3 | Контрольная работа «Фидерные тракты» | 2 | |
| 4 | 4 | Параметры и характеристики антенн | 2 | |
| 5 | 5 | Линейные антенны | 4 | |
| 6 | 6 | Апертурные антенны | 4 | |
| 7 | 4-7 | Тест «Антенны». Обсуждение результатов | 2 | |
| 8 | 8-10 | Контрольная работа «Распространение радиоволн» | 2 | |

## 9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА (104 часа)

| № п/п | Разделы дисциплины из табл. 5.1 | Тематика самостоятельной работы *(детализация)* | Трудо-ёмкость (час.) | Компетенции | Контроль выполнения работы |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 1 - 10 | Проработка лекционного материала. | 36 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-5 | Конспект, опрос. |
| 2. | 1-10 | Подготовка к практическим занятиям, контрольным работам, тестированию. | 48 | ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-5 | Проверка домашних заданий по практикам, контрольных работ, тестов. |
| 3. | 2, 3, 5, 6 | Подготовка к лабораторным работам и составление отчётов | 20 | ОПК-2, ОПК-5, ПК-4, | Проверка отчётов по лабораторным работам |
| **Всего:** | | | **104** | | |

## 10. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)

Не предусмотрены учебным планом.



Согласована на портале № 12215

## 11. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА

**МЕТОДИКА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Осуществляется в соответствии с **Положением о порядке использования рейтинговой системы для оценки успеваемости студентов** (приказ ректора 25.02.2010 № 1902) и основана на балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости, которая включает **текущий** контроль выполнения элементов объема дисциплины по элементам контроля с подведением текущего рейтинга.

**Правила формирования пятибалльных оценок** за каждую контрольную точку (КТ1, КТ2) осуществляется путем округления величины, рассчитанной по формуле:

$$KTx\big|_{x=1,2} = \frac{(Сумма_баллов, _набранная_к_KTx)*5}{Требуемая_сумма_баллов_по_балльной_раскладке}.$$

**Итоговый контроль освоения** дисциплины осуществляется на экзамене по традиционной пятибалльной шкале. Обязательным условием перед сдачей экзамена является выполнение студентом необходимых по рабочей программе для дисциплины видов занятий: выполнение и защита результатов лабораторных работ, выполнение контрольных работ и заданий на практических занятиях.

Экзаменационный билет содержит три вопроса. Максимальная оценка за каждый вопрос составляет 10 баллов. Максимальная экзаменационная оценка составляет 30 баллов. Экзаменационная составляющая менее 10 баллов – экзамен не сдан.

**Формирование итоговой суммы баллов** осуществляется путем суммирования семестровой (до 70 баллов) и экзаменационной составляющих (до 30 баллов).

**Таблица 11.1 Распределение баллов в семестре**

| Элементы учебной деятельности | Максимальный балл на 1-ую контрольную точку с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| Посещение занятий | 4 | 3 | 3 | **10** |
| Контрольные работы и тестирование на практических занятиях | 8 | 8 | | **16** |
| Расчётные практические задания | 6 | 6 | 4 | **16** |
| Выполнение и защита лабораторных работ | | 8 | 8 | **16** |
| Компонент своевременности | 4 | 4 | 4 | **12** |
| **Итого максимум за период:** | **22** | **29** | **19** | **70** |
| Сдача экзамена (максимум) | | | | **30** |
| **Нарастающим итогом** | **22** | **51** | **70** | **100** |

**Таблица 11.2 Пересчёт баллов в оценки за контрольные точки**

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

**Таблица 11.3 Пересчёт суммы баллов в традиционную и международную оценки**

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



Согласована на портале № 12215

| | | |
|---|---|---|
| 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. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства [Электронный ресурс]: Учебное пособие с грифом СибРОУМО / Буянов Ю.И., Гошин Г.Г.; Томск: ТУСУР, 2013. – 300 с. – Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/3608
2. Антенны [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Гошин Г. Г.; Томск: ТУСУР, 2012. – 145 с. – Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/2794

### 12.2 Дополнительная литература:

3. Устройства СВЧ и антенны [Электронный ресурс]: Учебное пособие / В. А. Замотринский, Л.И. Шангина; Томск: ТУСУР, 2012. – 223 с. – Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/712
4. Устройства СВЧ и антенны: Учебник для вузов/ Д.И. Воскресенский и др. – М.: Радиотехника, 2006. – 375с. (**20** экз.)
5. Г.А. Ерохин и др. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн. М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 491 с. (**42**)

### 12.3 Учебно-методические пособия и программное обеспечение

#### 12.3.1 Обязательные учебно-методические пособия:

6. Устройства СВЧ и антенны [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов / Г. Г. Гошин – Томск: ТУСУР, 2010. – 42 с. Режим доступа:http://edu.tusur.ru/training/publications/7
7. Скалярный анализатор параметров цепей P2M [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г.Г., Фатеев А.В. Томск: ТУСУР, 2012. – 36 с. – Режим доступа :http://edu.tusur.ru/training/publications/3729
8. Исследование диаграммы направленности параболической антенны по измерениям поля в дальней и ближней зонах [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г.Г., Фатеев А.В. – Томск: ТУСУР, 2013. – 18 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/3700
9. Исследование диэлектрических антенн [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г.Г., Фатеев А.В. – Томск: ТУСУР, 2013. – 23 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/3722
10. Исследование ферритовых вентилей и циркуляторов [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе // Падусова Е. В., Соколова Ж. М., Никифоров А.Н., Фатеев А.В. – Томск: ТУСУР, 2013. – 27 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/3730
11. Исследование влияния распределения поля в раскрыве антенны на её диаграмму направленности [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г.Г., Фатеев А.В., Шангина Л.И.– Томск: ТУСУР, 2013. – 28 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/3699
12. Гошин Г.Г. Антенны и фидеры. Сборник задач с формулами и решениями [Электронный ресурс]: Учебное пособие. – Томск: ТУСУР. – 2012. – 237с. (учебно-методическое пособие по практическим занятиям) Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/2795



Согласована на портале № 12215

**12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

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

**Для лиц с нарушениями зрения**:

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

**Для лиц с нарушениями слуха**:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**12.4 Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение**

1. Springer Journals – полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Springer. [Электронный ресурс]. URL: **http://link.springer.com/**
2. Образовательный портал в свободном доступе: «Физика, химия, математика студентам и школьникам. Образовательный проект А.Н. Варгина». [Электронный ресурс]. URL **http://www.ph4s.ru/**; (дата обращения 14.01.2017)
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. [Электронный ресурс]. URL **http://elibrary.ru/defaultx.asp**; (дата обращения 14.01.2017)
4. Университетская информационная система Россия. [Электронный ресурс]. URL: **http://uisrussia.msu.ru/is4/-main.jsp**; (дата обращения 14.01.2017)

## 13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 13.1 Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

Для проведения **занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации** используются учебные аудитории, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованные доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

Для проведения **лабораторных занятий** используется учебно-исследовательская лаборатория «Микроволновая техника», расположенная по адресу 634034, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 3 этаж, ауд. 328 РТК. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже Intel Pentium G3220 (3.0GHz/4Mb)/4GB RAM/ 500GB с широкополосным доступом в Internet,– 12 шт; лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft SQL-Server 2005; Matlab v6.5; измерительные приборы и устройства СВЧ диапазона (скалярные и векторные измерители параметров цепей, осциллографы, генераторы и приёмники, измерительные линии).

Автоматизированные рабочие места для расчёта, моделирования и экспериментального исследования устройств СВЧ и антенн расположены в лаборатории ГПО «СВЧ электроника» (ауд. 324, РТК).

Для **самостоятельной работы** используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 3 этаж, ауд.337-Б. Состав оборудования: Учебная мебель; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Ce1егоп D336 2.8ГГц. - 10 шт.; Компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и



Согласована на портале № 12215

обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

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

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

При обучении студентов с нарушениями зрениями предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

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

## 14 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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 контрольной работе или коллоквиуму. 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 применяются интерактивные методы обучения для увеличения заинтересованности студентов и повышения их компетенций.

### 14.1 Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

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

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

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.



Согласована на портале № 12215

**Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью**

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

### 14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

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

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

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

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

**Для лиц с нарушениями зрения:**

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

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.



Согласована на портале № 12215

**Приложение к рабочей программе**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

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

**УТВЕРЖДАЮ**
**Проректор по учебной работе**
**_____ П.Е. Троян**
**«___» _____ 2017г.**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

# «Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства»

**Уровень основной образовательной программы** _____Магистратура_____

**Направление подготовки** 11.04.01. – Радиотехника

**Профиль** «Микроволновая техника и антенны»

**Форма обучения**_____очная_____

**Факультет** ___Радиотехнический_____

**Кафедра** ____Сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники_____

**Курс** ___1___ **Семестр** __1__

**Экзамен** 1 **семестр**

**Учебный план набора 2015 года и последующих лет**

**Томск 2017**



Согласована на портале № 12215

# 1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины «Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства» и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи, контрольные работы, тесты) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов. Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций приведён в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закреплённых за дисциплиной компетенций

| Код | Формулировка компетенции | Этапы формирования компетенции |
|---|---|---|
| **ОПК-2** | способность использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры; | **Должен знать** сущность физических процессов, происходящих при распространении радиоволн в земных условиях с учётом влияния подстилающей поверхности, тропосферы и ионосферы. **Должен уметь** правильно выбрать антенну и фидерную линию, оценить их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта. **Должен владеть** основными инженерными методами расчёта параметров и характеристик антенн, фидерных трактов и входящих в них устройств. |
| **ОПК-4** | способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области; | **Должен знать** принципы действия, основные параметры и характеристики различных типов передающих и приёмных антенн, включая фидерные тракты. **Должен уметь** применять на практике методы расчёта и анализа напряжённости поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн. **Должен владеть** основными методами учёта влияния поверхности и атмосферы Земли на параметры и характеристики антенных систем. |
| **ОПК-5** | готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы; | **Должен знать** основные методики сбора и анализа информации для представления и защиты результаты выполненной работы. **Должен уметь** оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты работы. **Должен владеть** основными техническими средствами и программными продуктами для оформления и представления результатов выполненной работы. |
| **ПК-2** | способность выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ; | **Должен знать** основные принципы и подходы к моделированию антенно-фидерных устройств, включая стандартные пакеты прикладных программ.. **Должен уметь** применять на практике методы расчёта и анализа напряжённости поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн. **Должен владеть** методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования. |
| **ПК-4** | способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов; | **Должен знать** основные методики организации и проведения экспериментальных исследований с применением современных средств и методов. **Должен уметь** для проведения экспериментальных исследований правильно выбрать антенну и фидерную линию, оценить их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта. **Должен владеть** основными методами и средствами |



Согласована на портале № 12215

| | | |
|---|---|---|
| | | измерений параметров и характеристик антенно-фидерных устройств. |
| **ПК-5** | готовность к составлению обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований, подготовке научных публикаций и заявок на изобретения, разработке рекомендаций по практическому использованию полученных результатов. | **Должен знать** основные методики сбора и анализа информации для формирования исходных данных к составлению обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований<br>**Должен уметь** составлять обзоры и отчёты по результатам проводимых исследований, подготовке научных публикаций и разработке рекомендаций по практическому использованию полученных результатов;<br>**Должен владеть** основными техническими средствами и программными продуктами для оформления и представления результатов выполненной работы. |

## 2. Формирование и реализация компетенций

**2.1. Компетенция ОПК-2:** способность использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1.– Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| **Состав** | **Знать** | **Уметь** | **Владеть** |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | сущность физических процессов, происходящих при распространении радиоволн в земных условиях с учётом влияния подстилающей поверхности, тропосферы и ионосферы | правильно выбрать антенну и фидерную линию, оценить их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта | основными инженерными методами расчёта параметров и характеристик антенн, фидерных трактов и входящих в них устройств |
| Виды занятий | Лекции.<br>Групповые консультации.<br>Самостоятельная работа студентов . | Лекции.<br>Практические занятия.<br>Контрольные работы.<br>Тестирование.<br>Самостоятельная работа студентов. | Практические занятия.<br>Контрольные работы.<br>Коллоквиум.<br>Самостоятельная работа студентов. |
| Используемые средства оценивания | Контроль самостоятельной работы студентов.<br>Экзамен. | Проверка домашних заданий по практикам..<br>Проверка контрольных работ. Проверка тестов.<br>Контроль самостоятельной работы студентов.<br>Экзамен. | Проверка домашних заданий по практикам.<br>Проверка контрольных работ. Активность на коллоквиуме. Контроль самостоятельной работы студентов. Экзамен. |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1. Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | сущность физических процессов, происходящих при распространении | правильно выбрать антенну и фидерную линию, оценить их | основными инженерными методами расчёта |



Согласована на портале № 12215

| | | | |
|---|---|---|---|
| | радиоволн в земных условиях с учётом влияния подстилающей поверхности, тропосферы и ионосферы | параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта | параметров и характеристик антенн, фидерных трактов и входящих в них устройств |
| Хорошо (базовый уровень) | сущность некоторых физических процессов, происходящих при распространении радиоволн в земных условиях с учётом влияния подстилающей поверхности, тропосферы и ионосферы | правильно выбрать антенну и фидерную линию, оценить ряд их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта | рядом инженерных методов расчёта параметров и характеристик антенн, фидерных трактов и входящих в них устройств |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | представление о некоторых физических процессах, происходящих при распространении радиоволн в земных условиях с учётом влияния подстилающей поверхности, тропосферы и ионосферы. | выбрать антенну и фидерную линию, оценить некоторые их параметры, затрудняется выполнить согласование антенно-фидерного тракта | некоторыми инженерными методами расчёта параметров и характеристик антенн и фидерных трактов |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.1.

Таблица 4.1. Формулировка показателей и критериев оценивания компетенции

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | сущность физических процессов, происходящих при распространении радиоволн в земных условиях с учётом влияния подстилающей поверхности, тропосферы и ионосферы | правильно выбрать антенну и фидерную линию, оценить их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта | основными инженерными методами расчёта параметров и характеристик антенн, фидерных трактов и входящих в них устройств |
| Хорошо (базовый уровень) | сущность некоторых физических процессов, происходящих при распространении радиоволн в земных условиях с учётом влияния подстилающей поверхности, тропосферы и ионосферы | правильно выбрать антенну и фидерную линию, оценить ряд их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта | рядом инженерных методов расчёта параметров и характеристик антенн, фидерных трактов и входящих в них устройств |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | представление о некоторых физических процессах, происходящих при распространении радиоволн в земных условиях с учётом влияния подстилающей поверхности, тропосферы и ионосферы. | выбрать антенну и фидерную линию, оценить некоторые их параметры, затрудняется выполнить согласование антенно-фидерного тракта | некоторыми инженерными методами расчёта параметров и характеристик антенн и фидерных трактов |

**2.2. Компетенция ОПК-4:** способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые



Согласована на портале № 12215

средства оценивания представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2–Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| **Состав** | **Знать** | **Уметь** | **Владеть** |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | принципы действия, основные параметры и характеристики различных типов передающих и приёмных антенн, включая фидерные тракты | применять на практике методы расчёта и анализа напряжённости поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн | основными методами учёта влияния поверхности и атмосферы Земли на параметры и характеристики антенных систем |
| Виды занятий | Лекции. Групповые консультации. Самостоятельная работа студентов. | Лекции. Практические занятия. Контрольные работы. Тестирование. Самостоятельная работа студентов. | Практические занятия. Контрольные работы. Коллоквиум. Самостоятельная работа студентов. |
| Используемые средства оценивания | Контроль самостоятельной работы студентов. Экзамен. | Проверка домашних заданий по практикам Проверка контрольных работ. Проверка тестов. Контроль самостоятельной работы студентов. Экзамен. | Проверка домашних заданий по практикам. Проверка контрольных работ. Активность на коллоквиуме. Контроль самостоятельной работы студентов. Экзамен. |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2. Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | принципы действия, основные параметры и характеристики различных типов передающих и приёмных антенн, включая фидерные тракты | применять на практике методы расчёта и анализа напряжён-ности поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн | основными методами учёта влияния поверхности и атмосферы Земли на параметры и характеристики антенных систем |
| Хорошо (базовый уровень) | некоторые принципы действия, основные параметры и характеристики различных типов передающих и приёмных антенн, включая фидерные тракты | применять на практике методы расчёта и анализа напряжённости поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн | некоторыми методами учёта влияния поверхности и атмосферы Земли на параметры и характеристики антенных систем |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | имеет представление о некоторых принципах действия, основных параметрах и характерис-тиках различных типов передающих и приёмных антенн | применять на практике методы расчёта и анализа напряжён-ности поля в земных условиях | Имеет представление о некоторых методах учёта влияния поверх-ности и атмосферы Земли на параметры и характеристики антенн |



Согласована на портале № 12215

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.2.

Таблица 4.2. Формулировка показателей и критериев оценивания компетенции

| | | | |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | принципы действия, основные параметры и характеристики различных типов передающих и приёмных антенн, включая фидерные тракты | применять на практике методы расчёта и анализа напряжённости поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн | основными методами учёта влияния поверхности и атмосферы Земли на параметры и характеристики антенных систем |
| Хорошо (базовый уровень) | некоторые принципы действия, основные параметры и характеристики различных типов передающих и приёмных антенн, включая фидерные тракты | применять на практике методы расчёта и анализа напряжённости поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн | некоторыми методами учёта влияния поверхности и атмосферы Земли на параметры и характеристики антенных систем |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | имеет представление о некоторых принципах действия, основных параметрах и характеристиках различных типов передающих и приёмных антенн | применять на практике методы расчёта и анализа напряжённости поля в земных условиях | Имеет представление о некоторых методах учёта влияния поверхности и атмосферы Земли на параметры и характеристики антенн |

**2.3. Компетенция ОПК-5:** готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3.– Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| **Состав** | **Знать** | **Уметь** | **Владеть** |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | основные методики сбора и анализа информации для представления и защиты результаты выполненной работы | оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты работы | основными техническими средствами и программными продуктами для оформления и представления результатов выполненной работы |
| Виды занятий | Лекции.<br>Групповые консультации.<br>Самостоятельная работа студентов . | Лекции.<br>Практические занятия.<br>Контрольные работы.<br>Тестирование.<br>Самостоятельная работа студентов. | Практические занятия.<br>Контрольные работы.<br>Коллоквиум.<br>Самостоятельная работа студентов. |
| Используемые средства оценивания | Контроль самостоятельной работы студентов.<br>Экзамен. | Проверка домашних заданий по практикам..<br>Проверка контрольных работ. Проверка тестов.<br>Контроль самостоятельной работы студентов. | Проверка домашних заданий по практикам.<br>Проверка контрольных работ. Активность на коллоквиуме. Контроль самостоятельной работы |



Согласована на портале № 12215

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | Экзамен. | студентов. Экзамен. |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3. Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | основные методики сбора и анализа информации для представления и защиты результаты выполненной работы | оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты работы | основными техническими средствами и программными продуктами для оформления и представления результатов работы |
| Хорошо (базовый уровень) | некоторые методики сбора и анализа информации для представления и защиты результаты выполненной работы | оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты работы | некоторыми техническими средствами и программными продуктами для оформления и представления результатов работы |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | о некоторых методиках сбора и анализа информации для представления и защиты результаты выполненной работы | оформлять, представлять, докладывать и защищать результаты работы | некоторыми техническими средствами и программными продуктами для оформления результатов работы |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.3.

Таблица 4.3. Формулировка показателей и критериев оценивания компетенции

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | основные методики сбора и анализа информации для представления и защиты результаты выполненной работы | оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты работы | основными техническими средствами и программными продуктами для оформления и представления результатов выполненной работы |
| Хорошо (базовый уровень) | некоторые методики сбора и анализа информации для представления и защиты результаты выполненной работы | оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты работы | некоторыми техническими средствами и программными продуктами для оформления и представления результатов работы |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | о некоторых методиках сбора и анализа информации для представления и защиты результаты выполненной работы | оформлять, представлять, докладывать и защищать результаты работы | некоторыми техническими средствами и программными продуктами для оформления результатов работы |



Согласована на портале № 12215

**2.4. Компетенция ПК-2:** способность выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4.– Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| **Состав** | **Знать** | **Уметь** | **Владеть** |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | основные принципы и подходы к моделированию антенно-фидерных устройств, включая стандартные пакеты прикладных программ. | применять на практике методы расчёта и анализа напряжённости поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн. | методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования. |
| Виды занятий | Лекции.<br>Групповые консультации.<br>Самостоятельная работа студентов . | Лекции.<br>Практические занятия.<br>Контрольные работы.<br>Тестирование.<br>Самостоятельная работа студентов. | Практические занятия.<br>Контрольные работы.<br>Коллоквиум.<br>Самостоятельная работа студентов. |
| Используемые средства оценивания | Контроль самостоятельной работы студентов.<br>Экзамен. | Проверка домашних заданий по практикам..<br>Проверка контрольных работ. Проверка тестов.<br>Контроль самостоятельной работы студентов.<br>Экзамен. | Проверка домашних заданий по практикам.<br>Проверка контрольных работ. Активность на коллоквиуме. Контроль самостоятельной работы студентов. Экзамен. |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.4.

Таблица 3.4. Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | основные принципы и подходы к моделированию антенно-фидерных устройств, включая стандартные пакеты прикладных программ. | применять на практике методы расчёта и анализа напряжённости поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн. | методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования. |
| Хорошо (базовый уровень) | некоторые принципы и подходы к моделированию антенно-фидерных устройств, включая стандартные пакеты прикладных программ. | применять на практике некоторые методы расчёта и анализа напряжённости поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн. | методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования. |



Согласована на портале № 12215

| | | | |
|---|---|---|---|
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | некоторые принципы и подходы к моделированию антенно-фидерных устройств, включая стандартные пакеты прикладных программ. | затрудняется применять на практике методы расчёта и анализа напряжённости поля в земных условиях | некоторыми методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования. |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.4.

Таблица 4.4. Формулировка показателей и критериев оценивания компетенции

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | основные принципы и подходы к моделированию антенно-фидерных устройств, включая стандартные пакеты прикладных программ. | применять на практике методы расчёта и анализа напряжённости поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн. | методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования. |
| Хорошо (базовый уровень) | некоторые принципы и подходы к моделированию антенно-фидерных устройств, включая стандартные пакеты прикладных программ. | применять на практике некоторые методы расчёта и анализа напряжённости поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн. | методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования. |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | некоторые принципы и подходы к моделированию антенно-фидерных устройств, включая стандартные пакеты прикладных программ. | затрудняется применять на практике методы расчёта и анализа напряжённости поля в земных условиях | некоторыми методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования. |

**2.5. Компетенция ПК-4:** способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.5.– Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| **Состав** | **Знать** | **Уметь** | **Владеть** |
|---|---|---|---|



Согласована на портале № 12215

| | | | |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | основные методики организации и проведения экспериментальных исследований с применением современных средств и методов | для проведения экспериментальных исследований правильно выбрать антенну и фидерную линию, оценить их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта | основными методами и средствами измерений параметров и характеристик антенно-фидерных устройств |
| Виды занятий | Лекции.<br>Групповые консультации.<br>Самостоятельная работа студентов . | Лекции.<br>Практические занятия.<br>Контрольные работы.<br>Тестирование.<br>Самостоятельная работа студентов. | Практические занятия.<br>Контрольные работы.<br>Коллоквиум.<br>Самостоятельная работа студентов. |
| Используемые средства оценивания | Контроль самостоятельной работы студентов.<br>Экзамен. | Проверка домашних заданий по практикам..<br>Проверка контрольных работ. Проверка тестов.<br>Контроль самостоятельной работы студентов.<br>Экзамен. | Проверка домашних заданий по практикам.<br>Проверка контрольных работ. Активность на коллоквиуме. Контроль самостоятельной работы студентов. Экзамен. |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5. Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | основные методики организации и проведения экспериментальных исследований с применением современных средств и методов | для проведения экспериментальных исследований правильно выбрать антенну и фидерную линию, оценить их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта | основными методами и средствами измерений параметров и характеристик антенно-фидерных устройств |
| Хорошо (базовый уровень) | некоторые методики организации и проведения экспериментальных исследований с применением современных средств и методов | для проведения экспериментальных исследований может выбрать антенну и фидерную линию, оценить их параметры и выполнить согласование | основными методами и средствами измерений параметров и характеристик антенно-фидерных устройств |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | некоторые методики организации и проведения экспериментальных исследований | для проведения экспериментальных исследований может выбрать антенну и фидерную линию, оценить их параметры | некоторыми методами и средствами измерений параметров и характеристик антенно-фидерных устройств |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.5.

Таблица 4.5. Формулировка показателей и критериев оценивания компетенции

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|



Согласована на портале № 12215

| | | | |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | основные методики организации и проведения экспериментальных исследований с применением современных средств и методов | для проведения экспериментальных исследований правильно выбрать антенну и фидерную линию, оценить их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта | основными методами и средствами измерений параметров и характеристик антенно-фидерных устройств |
| Хорошо (базовый уровень) | некоторые методики организации и проведения экспериментальных исследований с применением современных средств и методов | для проведения экспериментальных исследований может выбрать антенну и фидерную линию, оценить их параметры и выполнить согласование | основными методами и средствами измерений параметров и характеристик антенно-фидерных устройств |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | некоторые методики организации и проведения экспериментальных исследований | для проведения экспериментальных исследований может выбрать антенну и фидерную линию, оценить их параметры | некоторыми методами и средствами измерений параметров и характеристик антенно-фидерных устройств |

**2.6. Компетенция ПК-5:** готовность к составлению обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований, подготовке научных публикаций и заявок на изобретения, разработке рекомендаций по практическому использованию полученных результатов.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.6.

Таблица 2.6.– Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| **Состав** | **Знать** | **Уметь** | **Владеть** |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | основные методики сбора и анализа информации для формирования исходных данных к составлению обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований | составлять обзоры и отчёты по результатам проводимых исследований, подготовке научных публикаций и разработке рекомендаций по практическому использованию полученных результатов | основными техническими средствами и программными продуктами для оформления и представления результатов выполненной работы |
| Виды занятий | Лекции. Групповые консультации. Самостоятельная работа студентов. | Лекции. Практические занятия. Контрольные работы. Тестирование. Самостоятельная работа студентов. | Практические занятия. Контрольные работы. Коллоквиум. Самостоятельная работа студентов. |
| Используемые средства оценивания | Контроль самостоятель-ной работы студентов. Экзамен. | Проверка домашних заданий по практикам. Проверка контрольных работ. Проверка тестов. Контроль самостоятельной работы студентов. Экзамен. | Проверка домашних заданий по практикам. Проверка контрольных работ. Активность на коллоквиуме. Контроль самостоятельной работы студентов. Экзамен. |



Согласована на портале № 12215

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.6.

Таблица 3.6. Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | основные методики сбора и анализа информации для формирования исходных данных к составлению обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований | составлять обзоры и отчёты по результатам проводимых исследований, подготовке научных публикаций и разработке рекомендаций по практическому использованию полученных результатов | основными техническими средствами и программными продуктами для оформления и представления результатов выполненной работы |
| Хорошо (базовый уровень) | некоторые методики сбора и анализа информации для формирования исходных данных к составлению обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований | составлять обзоры и отчёты по результатам проводимых исследований, подготовке научных публикаций | основными техническими средствами и программными продуктами для оформления и представления результатов работы |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | некоторые методики сбора и анализа информации к составлению обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований | составлять обзоры по результатам проводимых исследований | некоторыми техническими средствами и программными продуктами для оформления результатов работы |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.6.

Таблица 4.6. Формулировка показателей и критериев оценивания компетенции

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | основные методики сбора и анализа информации для формирования исходных данных к составлению обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований | составлять обзоры и отчёты по результатам проводимых исследований, подготовке научных публикаций и разработке рекомендаций по практическому использованию полученных результатов | основными техническими средствами и программными продуктами для оформления и представления результатов выполненной работы |
| Хорошо (базовый уровень) | некоторые методики сбора и анализа информации для формирования исходных данных к составлению обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований | составлять обзоры и отчёты по результатам проводимых исследований, подготовке научных публикаций | основными техническими средствами и программными продуктами для оформления и представления результатов работы |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | некоторые методики сбора и анализа информации к составлению обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований | составлять обзоры по результатам проводимых исследований | некоторыми техническими средствами и программными продуктами для |



Согласована на портале № 12215

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | оформления результатов работы |

## 3. Типовые контрольные задания

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

### 3.1. Тесты «Антенны».

В каждом тесте необходимо отметить правильные ответы.

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

1) распределения поля внутри проводника,
2) температуры внутренних шумов,
3) запасённой в антенне энергии,
4) распределение тока вдоль проводника,
5) входного сопротивления антенны.

**2.** Решение внешней задачи теории антенн определяет:

1) входные параметры антенны,
2) распределение поля или тока в антенне,
3) характеристики излучения антенны.

**3.** Какие из антенн относятся к линейным антеннам бегущей волны?:

1) излучатель в виде открытого конца волновода,
2) петлеобразный вибратор Пистолькорса,
3) штыревая антенна движущегося транспортного средства,
4) цилиндрическая спиральная антенна.

**4.** К какому типу антенн относятся рамочные антенны?:

1) линейные,
2) апертурные,
3) антенные решетки.

**5.** Чему равен коэффициент $A$ в формуле для оценки минимального расстояния до границы дальней зоны $r/\lambda \geq A(a+b)^2/\lambda^2$, если максимальная фазовая погрешность составляет $\pi/4$?:

1) $A$=1, 2) $A$=2, 3) $A$=3, 4) $A$=4.

**6.** Наклонная поляризация – это такая, у которой вектор $\vec{A}$ составляет некоторый угол:

1) с осью линейной антенны, расположенной наклонно к плоскости земли,
2) с направлением распространения волны,
3) относительно плоскости земли.

**7.** Какую поляризацию называют вращающейся?:

1) вертикальную,
2) горизонтальную,
3) наклонную,
4) круговую,
5) эллиптическую.

**8.** У каких поляризаций вектор $\vec{A}$ сохраняет свою ориентацию в пространстве?:

1) у вертикальной,
2) у горизонтальной,



Согласована на портале № 12215

3) у наклонной,
4) у круговой,
5) у эллиптической.

**9.** Правильные соотношения между коэффициентами усиления, направленного действия и полезного действия:

1) $D_0 = \eta G_0$
2) $G_0 = \eta D_0$
3) $\eta = D_0 / G_0$
4) $\eta = G_0 / D_0$ .

**10.** Шумовая температура антенны – это температура:

1) среды, в которой находится антенна,
2) до которой разогревается антенна в режиме передачи,
3) собственных шумов антенны в режиме приема,
4) внешних шумов, воздействующих на приемную антенну,
5) собственных и внешних шумов приемной антенны.

**11.** Множитель направленности антенной системы – это диаграмма направленности:

1) линейного проводника, по которому протекает постоянный ток,
2) совокупности направленных излучателей, образующих решетку,
3) системы точечных излучателей, находящихся в узлах решетки,
4) множитель, на который необходимо умножить ДН элемента, чтобы получить ДН решетки.

**12.** Как влияют при равноамплитудном распределении линейные фазовые изменения на ДН линейной антенны?:

1) приводят к смещению направления максима излучения,
2) приводят к увеличению уровня боковых лепестков,
3) приводят к асимметрии уровней боковых лепестков относительно главного,
4) приводят к уширению главного лепестка ДН,
5) приводят к заплыванию нулей в ДН.

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

1) применение направленных элементов,
2) увеличение шага решетки,
3) уменьшение шага решетки,
4) применение ненаправленных элементов,
5) не эквидистантное расположение элементов.

**14.** У каких настроенных вибраторов входное сопротивление больше по сравнению с входным сопротивлением тонкого полуволнового линейного вибратора?:

1) вибратор Наденeнко,
2) вибратор Пистолькорса,
3) вибратор Брауде.

**15.** У каких настроенных вибраторов волновое сопротивление меньше по сравнению с волновым сопротивлением тонкого полуволнового линейного вибратора?:

1) вибратор Наденeнко,
2) вибратор Пистолькорса,
3) вибратор Брауде.

**16.** У какой из антенн в осевом режиме излучения выше направленность?:

1) у трёхвитковой цилиндрической спиральной антенны,
2) у шестивитковой цилиндрической спиральной антенны,
3) у трёхвитковой конической спиральной антенны.

**17.** У какой из антенн в осевом режиме излучения шире рабочий диапазон?:

1) у трёхвитковой цилиндрической спиральной антенны,
2) у шестивитковой цилиндрической спиральной антенны,
3) у трёхвитковой конической спиральной антенны.

**18.** Какую поляризацию в осевом режиме излучения имеют спиральные антенны в направлении максимума ДН?:



Согласована на портале № 12215

1) вертикальную,
2) наклонную,
3) круговую,
4) эллиптическую,
5) горизонтальную.

**19.** Какая из апертурных антенн на волне основного типа в среднем имеет наилучшее согласование со свободном пространством?:

1) круглый волновод,
2) прямоугольный волновод,
3) секториальный рупор,
4) пирамидальный рупор,
5) конический рупор.

**20.** У какого из оптимальных рупоров при одинаковых максимальных размерах на волне основного типа выше направленность?:

1) у Н-секториального,
2) у Е-секториального.

**21.** Какие типы апертурных антенн в радиодиапазон пришли из оптики?:

1) волноводные излучатели,
2) рупорные антенны,
3) антенны на замедляющих линзах,
4) антенны на ускоряющих линзах,
5) зеркальные антенны.

**22.** Какие типы апертурных антенн в радиодиапазон пришли из акустики?:

1) волноводные излучатели,
2) рупорные антенны,
3) антенны на замедляющих линзах,
4) антенны на ускоряющих линзах,
5) зеркальные антенны.

**23.** Какой профиль имеет малое зеркало в классической схеме Кассегрена?:

1) сферический,
2) параболический,
3) гиперболический,
4) эллиптический.

**24.** Какой профиль имеет малое зеркало в классической схеме Грегори?:

1) сферический,
2) параболический,
3) гиперболический,
4) эллиптический.

### 3.2. Темы контрольных работ

1. Фидерные тракты
2. Антенны
3. Распространение радиоволн

### 3.3. Темы практических занятий и домашних заданий

1. Линии передачи с Т-волнами
2. Волноводные линии передачи
3. Нагруженные отрезки фидеров
4. Узкополосное и широкополосное согласование
5. Параметры и характеристики антенн
6. Линейные антенны
7. Волноводные излучатели и рупорные антенны
8. Линзовые антенны
9. Зеркальные антенны



Согласована на портале № 12215

### 3.4. Темы самостоятельной работы

Совпадают с приведёнными в пунктах 3.2. и 3.3. темами контрольных работ и домашних заданий.

### 3.5. Экзаменационные вопросы

1. Состав и строение атмосферы Земли: тропосфера, стратосфера, ионосфера. Их свойства и параметры. Ход зависимости температуры и давления от высоты.
2. Физические явления при распространении радиоволн: интерференция, дифракция, рефракция, рассеяние, поглощение.
3. Распространение радиоволн в свободном пространстве. Область, существенная при распространении, и основные потери в радиолинии.
4. Факторы, влияющие на распространение радиоволн: земная поверхность, тропосфера, ионосфера. Функция ослабления.
5. Расстояние прямой видимости. Интерференционные формулы в случае плоской земной поверхности.
6. Участок поверхности, существенный при отражении волн. Отражение радиоволн от неровной земной поверхности. Критерий Релея. Роль концевых участков трассы.
7. Учет сферичности Земли в интерференционных формулах. Приведенные высоты антенн.
8. Рефракция радиоволн. Виды тропосферной рефракции. Эквивалентный радиус Земли. Тропосферные волноводы.
9. Электрические параметры ионосферы. Влияние магнитного поля Земли. Ионосферные и магнитные бури. Распространение вертикально направленных волн. Критическая частота.
10. Распространение наклонных волн в ионосфере. Закон секанса. Зоны молчания. Максимально применимая частота.
11. Особенности распространения УКВ в городских условиях.
12. Замирания: типы и параметры. Разнесение: назначение и виды.

21. Линии передачи СВЧ. Классификация, технические требования, основные параметры и характеристики. Волновое сопротивление, дисперсия. Радиолиния.
22. Закрытые линии передачи СВЧ: коаксиальные и волноводные различных типов. Критические длины волн. Волна основного типа и высшие типы волн.
23. Линии передачи открытого типа: двухпроводные, полосковые, с поверхностной волной, волоконно-оптические.
24. Математическая модель линии передачи СВЧ. Волновой и классический подходы, связь между ними. Распределения E и H, резонансные и эквивалентные сечения. Г, КСВ, КБВ, режимы. Поведение модуля Г в идеальных и реальных линиях.
25. Трансформация сопротивления в линии передачи. Понятие шлейфов, их входные сопротивления, применения. Круговая диаграмма Вольперта –Смита, её построение и применения.
26. Узкополосное согласование активных и реактивных нагрузок: четвертьволновые трансформаторы, последовательные и параллельные компенсирующие реактивности. Их реализация в волноводной технике и схемы замещения.
27. Типовые элементы для коаксиальных и волноводных ЛП СВЧ: активные и реактивные нагрузки, четвертьволновые изоляторы, повороты, коаксиально-волноводные переходы.
28. Объёмные резонаторы, их включения в тракт. Типы колебаний, нагруженная и ненагруженная добротности. Применения.
29. Многополюсники СВЧ. Матрицы [S], [Z], [Y]. Испытательные режимы, нахождение элементов матриц, их физический смысл.
30. Многополюсники СВЧ. Свойства взаимности, симметрии, недиссипативности. Идеальные матрицы.
31. Принцип декомпозиции при анализе составных многополюсников. Матрица [A] , физический смысл её элементов, связь с матрицей [S].
32. Идеальные вентиль, циркулятор и направленный ответвитель, их матрицы [S], свойства и назначение.

41. Дальняя, промежуточная и ближняя зоны антенны. Их границы и свойства полей.
42. Назначение и классификация антенн. Амплитудная ДН, нормировка, её форма и ширина, графическое изображение. Фазовый центр. Центр излучения.



Согласована на портале № 12215

43. Мощность и сопротивление излучения антенны. Входное сопротивление.
44. Поляризация, её виды, необходимость учёта при приёме. Принцип электродинамического подобия и его использование при исследовании антенн.
45. КНД, КПД и КУ антенны. Действующая длина. Диапазон рабочих частот.
46. Приёмные антенны. Эквивалентная схема. Формула Неймана для ЭДС.
Принцип взаимности и его использование при исследовании антенн.
47. Эффективная площадь антенны, связь с КНД и действующей длиной. Шумовая температура, пути её снижения.
48. Режим сильного сигнала в радиолинии на НЧ и СВЧ. Энергетические соотношения на СВЧ в цепи приёмной антенны в согласованном и рассогласованном режимах.
49. Симметричный электрический вибратор. Распределение тока, ДН, сопротивление излучения, действующая длина, КНД, входное сопротивление.
50. Конструкции симметричных и несимметричных вибраторов. Способы их питания посредством двухпроводной и коаксиальной линий.
51. Способы расширения рабочего диапазона вибраторных антенн. Щелевые излучатели. Принцип двойственности и его использование при исследовании антенн.
52. Антенны бегущей волны: спиральные, диэлектрические, директорные. Устройство, принцип действия, применения.
53. Волноводные излучатели и рупорные антенны. Апертурный метод расчёта. Устройство, принцип действия, применения.
54. Линзовые антенны на замедляющих и ускоряющих линзах. Линзы Люнеберга. Устройство, принцип действия, применения.
55. Параболические зеркальные антенны, однозеркальная и двухзеркальная схемы. Апертурный метод расчёта. Устройство, принцип действия, применения.

## 4. Методические материалы

Для обеспечения учебного процесса и решения задач обучения используются совпадающие с пунктом 12 рабочей программы по дисциплине следующие методические материалы:

**4.1 Основная литература:**

1. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства [Электронный ресурс]: Учебное пособие с грифом СибРОУМО / Буянов Ю.И., Гошин Г.Г.; Томск: ТУСУР, 2013. – 300 с. – Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/3608
2. Антенны [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Гошин Г. Г.; Томск: ТУСУР, 2012. – 145 с. – Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/2794

**4.2 Дополнительная литература:**

3. Устройства СВЧ и антенны [Электронный ресурс]: Учебное пособие / В. А. Замотринский, Л.И. Шангина; Томск: ТУСУР, 2012. – 223 с. – Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/712
4. Устройства СВЧ и антенны: Учебник для вузов/ Д.И. Воскресенский и др. – М.: Радиотехника, 2006. – 375с. (**20** экз.)
5. Г.А. Ерохин и др. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн. М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 491 с. (**42**)

**4.3 Обязательные учебно-методические пособия:**

6. Устройства СВЧ и антенны [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов / Г. Г. Гошин – Томск: ТУСУР, 2010. – 42 с. Режим доступа:http://edu.tusur.ru/training/publications/7
7. Скалярный анализатор параметров цепей P2M [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г.Г., Фатеев А.В. Томск: ТУСУР, 2012. – 36 с. – Режим доступа :http://edu.tusur.ru/training/publications/3729
8. Исследование диаграммы направленности параболической антенны по измерениям поля в дальней и ближней зонах [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной



Согласована на портале № 12215

работе / Гошин Г.Г., Фатеев А.В. – Томск: ТУСУР, 2013. – 18 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/3700
9. Исследование диэлектрических антенн [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г.Г., Фатеев А.В. – Томск: ТУСУР, 2013. – 23 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/3722
10. Исследование ферритовых вентилей и циркуляторов [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе // Падусова Е. В., Соколова Ж. М., Никифоров А.Н., Фатеев А.В. – Томск: ТУСУР, 2013. – 27 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/3730
11. Исследование влияния распределения поля в раскрыве антенны на её диаграмму направленности [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г.Г., Фатеев А.В., Шангина Л.И.– Томск: ТУСУР, 2013. – 28 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/3699
12. Гошин Г.Г. Антенны и фидеры. Сборник задач с формулами и решениями [Электронный ресурс]: Учебное пособие. – Томск: ТУСУР. – 2012. – 237с. (учебно-методическое пособие по практическим занятиям) Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/2795



Согласована на портале № 12215