

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего образования
**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
 УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)**



УТВЕРЖДАЮ

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

«__» _____ 2017г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«Антенны и распространение радиоволн»

Уровень основной образовательной программы _____ Специалитет _____

Специальность 10.05.02 – Информационная безопасность телекоммуникационных систем

Направленность «Безопасность телекоммуникационных систем информационного взаимодействия»

Форма обучения _____ очная _____

Факультет _____ Радиотехнический (РТФ) _____

Кафедра _____ Радиоэлектроники и защиты информации (РЗИ) _____

Курс _____ третий _____ Семестр _____ шестой _____

Учебный план набора 2012 года

Распределение рабочего времени:

| № | Виды учебной работы | Семестр 6 | Всего | Единицы |
|----|--|-----------|-------|---------|
| 1. | Лекции | 20 | 20 | часов |
| 2. | Лабораторные работы | 16 | 16 | часов |
| 3. | Практические занятия | 18 | 18 | часов |
| 4. | Всего аудиторных занятий | 54 | 54 | часов |
| 5. | Из них в интерактивной форме | 14 | 14 | часов |
| 6. | Самостоятельная работа студентов (СРС) | 18 | 18 | часов |
| 7. | Всего (без экзамена) | 72 | 72 | часов |
| 8. | Экзамен | 36 | 36 | часов |
| 9. | Общая трудоёмкость | 108 | 108 | часов |
| | (в зачётных единицах) | 3 | 3 | ЗЕ |

Экзамен _____ шестой _____ семестр

Томск 2017

Лист согласований

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем, утвержденного 16 ноября 2016 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры СВЧиКР «30» марта 2017 г., протокол № 7.

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 РЗИ _____ Задорин А.С.
(подпись) (Ф.И.О.)

Эксперты:

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

ТУСУР, каф. РЗИ доцент _____ М.Ю. Покровский
(место работы) (занимаемая должность) (подпись) (инициалы, фамилия)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью преподавания данной дисциплины является подготовка специалистов в области безопасности телекоммуникационных систем информационного взаимодействия. По окончании курса у студентов должно составить целостное представление о методах расчёта антенн и фидерных трактов СВЧ, которые являются необходимыми элементами радиосистем передачи информации, о методах измерения их параметров и характеристик.

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, в условиях Земли и атмосферы и влияние среды распространения на характеристики радиолиний.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина **Б1.Б.28** «Антенны и распространение радиоволн» относится к блоку 1 базовой части.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– **ОПК-3** способностью применять положения теорий электрических цепей, радиотехнических сигналов, распространения радиоволн, цифровой обработки сигналов, информации и кодирования, электрической связи для решения профессиональных задач;

– **ПК-2** способностью формулировать задачи, планировать и проводить исследования, в том числе эксперименты и математическое моделирование, объектов, явлений и процессов телекоммуникационных систем, включая обработку и оценку достоверности их результатов;

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- принципы функционирования антенн и устройств СВЧ в различных телекоммуникационных системах с учётом влияния условий распространения радиоволн и характера подстилающей поверхности (ОПК-3, ПК-2).

Уметь:

- правильно выбрать антенну и фидерную линию, оценить их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта для обеспечения работы телекоммуникационных систем (ОПК-3, ПК-2).

Владеть:

- инженерными методами и проведением расчётов параметров и характеристик антенн, фидерных трактов и входящих в них устройств (ОПК-3);
- основными методами математического моделирования и экспериментального исследования параметров и характеристик антенн, фидерных трактов и входящих в них устройств. (ПК-2).

4. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет **3** зачётных единицы.

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестры |
|-----------------------------------|-------------|-----------|
| | | 6 |
| Аудиторные занятия (всего) | 54 | 54 |
| в том числе: | | |

| | | |
|---------------------------------------|------------|------------|
| Лекции | 20 | 20 |
| Лабораторные работы | 16 | 16 |
| Практические занятия | 18 | 18 |
| Из них в интерактивной форме | 14 | 14 |
| Самостоятельная работа (всего) | 18 | 18 |
| Всего (без экзамена) | 72 | 72 |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 |
| Общая трудоёмкость | 108 | 108 |
| Зачётные единицы | 3 | 3 |

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Лекции | Лаб. Раб. | Практ Зан. | СРС | Всего час. | Формируемые компетенции (ОК, ПК) |
|-------|--|-----------|-----------|------------|-----------|------------|----------------------------------|
| | Фидерные тракты | 4 | 4 | 8 | 6 | 22 | ОПК-3, ПК-2 |
| 1 | Фидерные линии. Согласование | 2 | - | 6 | 3 | 11 | |
| 2 | Пассивные устройства | 2 | 4 | 2 | 3 | 11 | |
| | Антенны | 10 | 12 | 8 | 8 | 38 | ОПК-3, ПК-2 |
| 3 | Параметры передающих и приёмных антенн | 2 | - | 2 | 1 | 5 | |
| 4 | Линейные антенны | 2 | 4 | 2 | 2 | 10 | |
| 5 | Апертурные антенны | 2 | 8 | 2 | 3 | 15 | |
| 6 | Антенные решётки | 2 | - | 2 | 1 | 5 | |
| 7 | Тенденции и перспективы развития антенной техники | 2 | - | - | 1 | 3 | |
| | Распространение радиоволн | 6 | - | 2 | 4 | 12 | ОПК-3, ПК-2 |
| 8 | Общие вопросы теории. Распространение земных радиоволн | 2 | - | 2 | 2 | 6 | |
| 9 | Распространение радиоволн в тропосфере | 2 | - | - | 1 | 3 | |
| 10 | Распространение радиоволн в ионосфере | 2 | - | - | 1 | 3 | |
| | Итого: | 20 | 16 | 18 | 18 | 72 | |

5.2. Содержание разделов лекционного курса

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела | Трудоёмкость (час.) | Формируемые компетенции (ОК, ПК) |
|-------|--|---|---------------------|----------------------------------|
| | Фидерные тракты | | 4 | ОПК-3, ПК-2 |
| 1 | Фидерные линии. Согласование | Линии с Т-волнами (двухпроводные, коаксиальные, полосковые), волноводы и ВОЛС. Структура полей, технические характеристики, применение. Распределение амплитуд напряжений и токов при различных нагрузках, входное сопротивление отрезка линии. Диаграмма Вольперта - Смита. Узкополосное согласование. Широкополосное согласование. | 2 | |
| 2 | Пассивные устройства | Волновые матрицы рассеяния и передачи. Соответствие физических свойств многополюсников и математических свойств их матриц рассеяния. Характерные четырёх-, шести- и восьмиполосники: скачки волновых сопротивлений, тройники, направленные ответвители и мосты. Ферритовые вентили, циркуляторы и фазовращатели. | 2 | |
| | Антенны | | 10 | ОПК-3, ПК-2 |
| 3 | Параметры передающих и приёмных антенн | Дальняя, промежуточная и ближняя зоны излучения антенн. Комплексная векторная диаграмма направленности антенн, КНД, коэффициент усиления, входное сопротивление, рабочий диапазон. ЭДС в цепи приёмной антенны, мощность в нагрузке. Эффективная длина и поверхность. Шумовая температура. | 2 | |
| 4 | Линейные антенны | Симметричный вибратор: распределение тока, диаграмма направленности, КНД, входное сопротивление. Другие типы вибраторов: петлевой, щелевой, несимметричный (штыревой), схемы их питания. Связанные вибраторы, уравнения Кирхгофа для токов. Директорные и логопериодические антенны. | 2 | |
| 5 | Апертурные антенны | Внешняя и внутренняя задачи анализа апертурных антенн и методы их решения. Коэффициент использования поверхности антенны. Волноводные и рупорные антенны. Линзовые и зеркальные антенны. Разновидности апертурных антенн. Методы снижения бокового излучения апертурных антенн. | 2 | |
| 6 | Антенные решетки | Линейные дискретные антенные решётки. Теорема о перемножении диаграмм направленности. Линейные непрерывные решётки. Анализ множителя решётки. Волноводно-щелевые антенны, антенны бегущей волны, спиральные и диэлектрические антенны. Фазированные антенные решетки. | 2 | |
| 7 | Тенденции и перспективы развития антенной техники | Антенны для обслуживания контурных зон. Антенны с синтезированной апертурой. Активные антенны. Вопросы миниатюризации антенн. Интегрированные антенны. Многолучевые ФАР. Проблема электромагнитной совместимости. | 2 | |
| | Распространение радиоволн | | 6 | ОПК-3, ПК-2 |
| 8 | Общие вопросы теории. Распространение земных радиоволн | Основные явления при распространении радиоволн. Расчёт поля при поднятых антеннах в зоне прямой видимости. Интерференционные формулы. Диаграммы направленности поднятых антенн. Учёт сферичности Земли при распространении радиоволн в зоне освещённости. Расчёт поля при низко расположенных антеннах. Структура поля вблизи поверхности Земли. Формула Шулейкина-Ван-дер-Поля, береговая рефракция. | 2 | |

| | | | | |
|----|--|---|---|--|
| 9 | Распространение радиоволн в тропосфере | Строение тропосферы, её электрические параметры. Распространение радиоволн в неоднородной среде. Явление рефракции. Эквивалентный радиус Земли. Сверхрефракция. Рассеяние радиоволн на тропосферных неоднородностях. Дальнее тропосферное распространение (ДТР). Особенности распространения УКВ на наземных трассах и в пределах города. Поглощение радиоволн в тропосфере. | 2 | |
| 10 | Распространение радиоволн в ионосфере | Строение ионосферы. Физические причины образования ионосферы. Диэлектрическая проницаемость и проводимость ионосферы. Характеристика ионосферных слоев. Критические и максимальные частоты. Влияние магнитного поля Земли на распространение радиоволн в ионосфере. Особенности распространения коротких волн, прогноз максимально применимых частот на ионосферных станциях, МПЧ и НПЧ, замирания и зоны молчания. | 2 | |

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 | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Теория электрических цепей | + | + | + | + | + | + | + | - | - | - | |
| 2 | Физика волновых процессов | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | |
| Последующие дисциплины | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром | + | + | + | + | + | + | + | + | + | - | |
| 2 | Системы радиосвязи и сети телерадиовещания | + | + | + | + | + | + | + | + | + | - | |

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

| Компетенции | Л | ЛР | П | СРС | Формы контроля |
|--------------|---|----|---|-----|--|
| ОПК-3 | + | + | + | + | Опрос на лекциях, лабораторные работы, практические занятия, экзамен |
| ПК-2 | + | + | + | + | Опрос на лекциях, лабораторные работы, практические занятия, экзамен |

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

6. ИНТЕРАКТИВНЫЕ МЕТОДЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах.

| Методы | Формы | Лекции | Лабораторные работы | Практические занятия | Всего часов |
|---|-------|--------|---------------------|----------------------|-------------|
| Обратная связь (опросы на лекциях, на практических занятиях, при проведении лабораторных работ) | | 4 | 2 | 4 | 10 |
| Работа в команде (выполнение лабораторных работ, составление и защита отчётов) | | – | 4 | – | 4 |
| Итого интерактивных занятий | | 4 | 6 | 4 | 14 |

7. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ (16 час.)

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

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (18 час.)

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование практических занятий (по 2 час.) | ОК, ПК |
|-------|----------------------|---|----------------|
| 1 | 1 | Линии передачи с Т-волнами | ОПК-3, ПК-2 |
| 2 | 1 | Волноводные линии передачи | |
| 3 | 1 | Нагруженные отрезки фидеров | |
| 4 | 2 | Узкополосное и широкополосное согласование | |
| 5 | 3 | Параметры и характеристики антенн | |
| 6 | 4 | Линейные антенны | |
| 7 | 5 | Апертурные антенны | |
| 8 | 6 | Антенные решётки | |
| 9 | 8 | Расчёт энергетика канала связи | |

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

| № п/п | Разделы дисциплины из табл. 5.1 | Виды самостоятельной работы (детализация) | Трудоёмкость (час.) | Компетенции ОК, ПК | Формы контроля |
|-------|---------------------------------|---|---------------------|--------------------|-----------------------------------|
| 1. | 1 - 10 | Проработка теоретического материала. | 4 | ОПК-3, ПК-2 | Конспект, опрос. |
| 2. | 1, 3, 4, 5, 6, 8 | Подготовка к практическим занятиям, тестированию и контрольным работам. | 6 | ОПК-3, ПК-2 | Опрос. Проверка контрольных работ |

| | | | | | |
|--------------|---------|---|-----------|-------------|-------------------------------------|
| | | Темы: Фидерные тракты. Распространение радиоволн. Антенны. | | | |
| 3. | 2, 4, 5 | Подготовка к лабораторным работам и составление отчётов Фидерные тракты 2. | 8 | ОПК-3, ПК-2 | Допуск к работам, проверка отчётов. |
| Всего | | | 18 | | |
| | | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| | | | | | |

10. КУРСОВОЙ ПРОЕКТ (РАБОТА)

Не предусмотрено РУП.

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:

$$КТx|_{x=1,2} = \frac{(Сумма _ баллов, _ набранная _ к _ КТx) * 5}{Требуемая _ сумма _ баллов _ по _ балльной _ раскладке}$$

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 два вопроса. Максимальная оценка за каждый вопрос составляет 15 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 Распределения баллов в течение семестра

| 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 | 3 | 3 | 4 | 10 |
| Контрольные работы на практических занятиях | 4 | 8 | 4 | 16 |
| Решение задач по темам практических занятий | 4 | 4 | 8 | 16 |

| | | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|------------|
| Выполнение и защита лабораторных работ | | 10 | 10 | 20 |
| Компонент своевременности | 2 | 3 | 3 | 8 |
| Итого максимум за период: | 13 | 28 | 29 | 70 |
| Сдача экзамена (максимум) | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 13 | 41 | 70 | 100 |

Таблица 11.2 Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

Таблица 11.3 Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценки

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

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 вентилях 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. Режим доступа: (учебно-методическое пособие по практическим занятиям) <http://edu.tusur.ru/training/publications/2795>

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 и практических 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 также 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 Celeron D336 2.8ГГц. - 10 шт.; Компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и 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 зрения** 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 приёма-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.

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.

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
«АНТЕННЫ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН»

Уровень основной образовательной программы _____ специалитет _____
Направление подготовки **10.05.02** «Информационная безопасность телекоммуникационных систем»
Специализация Безопасность телекоммуникационных систем информационного взаимодействия
Форма обучения _____ очная _____
Факультет _____ Радиотехнический _____
Кафедра _____ Радиоэлектроники и защиты информации (РЗИ)
Курс 3 Семестр 6

Учебный план набора 2012 года

Разработчик:
Проф. каф. СВЧ и КР Гошин Г.Г.

Экзамен 6 семестр

Томск 2017

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины «Антенны и распространение радиоволн» 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 приведен в таблице 1

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

| Код | Формулировка компетенции | Этапы формирования компетенции |
|-------|--|---|
| ОПК-3 | способностью применять положения теорий электрических цепей, радиотехнических сигналов, распространения радиоволн, цифровой обработки сигналов, информации и кодирования, электрической связи для решения профессиональных задач | <p>знать:</p> <p>принципы функционирования антенн и устройств СВЧ в различных телекоммуникационных системах с учётом влияния условий распространения радиоволн и характера подстилающей поверхности;</p> <p>уметь:</p> <p>правильно выбрать антенну и фидерную линию, рассчитать их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта;</p> <p>владеть:</p> <p>инженерными методами и проведением расчётов параметров и характеристик антенн, фидерных трактов и входящих в них устройств.</p> |
| ПК-2 | способностью формулировать задачи, планировать и проводить исследования, в том числе эксперименты и математическое моделирование, объектов, явлений и процессов телекоммуникационных систем, включая обработку и оценку достоверности их результатов | <p>знать:</p> <p>принципы функционирования антенн и устройств СВЧ в различных телекоммуникационных системах с учётом влияния условий распространения радиоволн и характера подстилающей поверхности;</p> <p>уметь:</p> <p>правильно выбрать антенну и фидерную линию, рассчитать их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта;</p> <p>владеть:</p> <p>основными методами математического моделирования и экспериментального исследования параметров и характеристик антенн, фидерных трактов и входящих в них устройств.</p> |

2. Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОПК-3

ОПК-3: способностью применять положения теорий электрических цепей, радиотехнических сигналов, распространения радиоволн, цифровой обработки сигналов, информации и кодирования, электрической связи для решения профессиональных задач.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий, и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|-------------------|---|---|---|
| Содержание этапов | принципы функционирования антенн и устройств СВЧ в различных телекоммуникационных системах с учётом влияния условий | правильно выбрать антенну и фидерную линию, рассчитать их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта | инженерными методами и проведением расчётов параметров и характеристик антенн, фидерных трактов и |

| | | | |
|---|--|---|---|
| | распространения радиоволн и характера подстилающей поверхности | | входящих в них устройств |
| Виды занятий | <ul style="list-style-type: none"> • Лекции • Практические занятия. • Самостоятельная работа. | <ul style="list-style-type: none"> • Лекции • Практические занятия. • Лабораторные занятия • Самостоятельная работа. | <ul style="list-style-type: none"> • Лекции • Практические занятия. • Лабораторные занятия • Самостоятельная работа. |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> • Контроль самостоятельной работы студентов. • Экзамен. | <ul style="list-style-type: none"> • Проверка домашних заданий по практикам • Проверка контрольных работ. • Проверка тестов. • Контроль самостоятельной работы студентов. • Экзамен. | <ul style="list-style-type: none"> • Проверка домашних заданий по практикам • Проверка контрольных работ. • Проверка тестов. • Контроль самостоятельной работы студентов. • Экзамен. |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|--|---|---|--|
| Отлично (высокий уровень) | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы |
| Хорошо (базовый уровень) | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | Обладает базовыми общими знаниями | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач | Работает при прямом наблюдении |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Показатель и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|----------------------------------|--|--|---|
| Отлично / (90-100 баллов) | Знает принципы функционирования антенн и устройств СВЧ в различных телекоммуникационных системах | Умеет свободно правильно выбрать антенну и фидерную линию, рассчитать их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта | Владеет основными методами расчёта параметров и характеристик антенн, фидерных трактов и входящих в них устройств |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Хорошо / (70-89 баллов) | Имеет представление о принципах функционирования антенн и устройств СВЧ в различных телекоммуникационных системах | Самостоятельно правильно выбрать антенну и фидерную линию, рассчитать их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта | Частично владеет основными методами расчёта параметров и характеристик антенн, фидерных трактов и входящих в них устройств |
| Удовлетворительно / (60-69 баллов) | Дает определения принципов функционирования антенн и устройств СВЧ в различных телекоммуникационных системах | Показывает неполное, недостаточное умение правильно выбрать антенну и фидерную линию, рассчитать их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта | Демонстрирует неполное, недостаточное владение методами расчета и анализа характеристик основных оптических и оптоэлектронных элементов оптических устройств обработки информации |

Примечание: количество баллов и перевод в традиционную оценку указано в соответствии с пунктом 11 Рабочей программы.

2.2 Компетенция ПК-2

ПК-2: способностью формулировать задачи, планировать и проводить исследования, в том числе эксперименты и математическое моделирование, объектов, явлений и процессов телекоммуникационных систем, включая обработку и оценку достоверности их результатов.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов.

Этапы формирования компетенции, применяемые для этого вида занятий, и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 - Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|--|---|---|
| Содержание этапов | принципы функционирования антенн и устройств СВЧ в различных телекоммуникационных системах с учётом влияния условий распространения радиоволн и характера подстилающей поверхности | правильно выбрать антенну и фидерную линию, рассчитать их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта | основными методами математического моделирования и экспериментального исследования параметров и характеристик антенн, фидерных трактов и входящих в них устройств |
| Виды занятий | <ul style="list-style-type: none"> • Лекции • Практические занятия. • Самостоятельная работа. | <ul style="list-style-type: none"> • Лекции • Практические занятия. • Лабораторные занятия • Самостоятельная работа. | <ul style="list-style-type: none"> • Лекции • Практические занятия. • Лабораторные занятия • Самостоятельная работа. |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> • Контроль самостоятельной работы студентов. • Экзамен. | <ul style="list-style-type: none"> • Проверка домашних заданий по практикам • Проверка контрольных работ. • Проверка тестов. • Контроль самостоятельной работы студентов. • Экзамен. | <ul style="list-style-type: none"> • Проверка домашних заданий по практикам • Проверка контрольных работ. • Проверка тестов. • Контроль самостоятельной работы студентов. • Экзамен. |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|--|---|---|--|
| Отлично (высокий уровень) | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы |
| Хорошо (базовый уровень) | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | Обладает базовыми общими знаниями | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач | Работает при прямом наблюдении |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 7.

Таблица 7 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Показатель и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично / (90-100 баллов) | Знает принципы функционирования антенн и устройств СВЧ в различных телекоммуникационных системах | Умеет свободно правильно выбрать антенну и фидерную линию, рассчитать их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта | Владеет основными методами расчёта параметров и характеристик антенн, фидерных трактов и входящих в них устройств |
| Хорошо / (70-89 баллов) | Имеет представление о принципах функционирования антенн и устройств СВЧ в различных телекоммуникационных системах | Самостоятельно правильно выбрать антенну и фидерную линию, рассчитать их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта | Частично владеет основными методами расчёта параметров и характеристик антенн, фидерных трактов и входящих в них устройств |
| Удовлетворительно / (60-69 баллов) | Дает определения принципов функционирования антенн и устройств СВЧ в различных телекоммуникационных системах | Показывает неполное, недостаточное умение правильно выбрать антенну и фидерную линию, рассчитать их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта | Демонстрирует неполное, недостаточное владение методами расчета и анализа характеристик основных оптических элементов оптических устройств обработки информации |

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,
- 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 Надененко,
- 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 Надененко,
- 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?:

- 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 свободным 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. 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

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. Γ , КСВ, КБВ, режимы. Поведение модуля Γ 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.
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.

Методические материалы для подготовки к экзамену приведены в учебных пособиях [1,2].

4. 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 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 вентилялей 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 раскрыте 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. Режим доступа: (учебно-методическое пособие по практическим занятиям) <http://edu.tusur.ru/training/publications/2795>