

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
Высшего профессионального образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**
(ВлГУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УМР

А.А. Панфилов

« 31 »

03

2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

УСТРОЙСТВА СВЧ И АНТЕННЫ

(наименование дисциплины)

Направление подготовки: 11.03.01 - Радиотехника

Профиль/программа подготовки

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

| Семестр | Трудоемкость зач. ед./ час. | Лекции, час. | Практич. занятия, час. | Лаборат. работы, час. | СРС, час. | Форма промежуточного контроля (экз./зачет) |
|---------|--------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------------------|--------------|---|
| 5 | 4/144 | 36 | 18 | 18 | 27 | Экз.(45)/КП |
| Итого | 4/144 | 36 | 18 | 18 | 27 | Экз.(45)/КП |

Владимир 2015

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины "Устройства СВЧ и антенны" являются:

1. Приобретение знания, умения и навыков, обеспечивающих достижение целей основной образовательной программы по направлению «Радиотехника».
2. Подготовку в области радиотехники и инфотелекоммуникаций для решения задач создания новой и совершенствования существующей устройств связи и антенн.
3. Ознакомления с современной методологией научно-технического творчества.
4. Подготовка для использования радиотехнических знаний при решении практических задач по разработке и эксплуатации систем, устройств и комплексов радиотехнического профиля.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Устройства СВЧ и антенны» относится к дисциплинам базовой части. Обязательные дисциплины (Б1.Б.20).

Взаимосвязь с другими дисциплинами

Для успешного усвоения студентами курса «Устройства СВЧ и антенны» необходимо знание основных курсов высшей математики, физики, электромагнитные поля и волны. Из курса высшей математики используются элементы дифференциального и интегрального исчисления. Из курса физики при изучении данной дисциплины используются следующие разделы: электродинамика, электростатика. Из курса «Электромагнитные поля и волны»- основные уравнения электродинамики, граничные условия.

Знания и навыки, полученные при изучении данного курса, широко применяются студентами при изучении курсов профессионального цикла: методы и устройства приёма сигналов, методы и средства передачи сигналов, современные системы подвижной связи и др..

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины «Устройства СВЧ и антенны» обучающийся должен обладать следующими **профессиональными компетенциями (ОК и ПК)**:

- способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ (ПК-1);

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

Знать: основные приемы обработки и представления экспериментальных данных (ОПК-5). Осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-6).

Уметь: работать в коллективе толерантно воспринимая социальные и культурные различия (ОК-6). Выявлять естественную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующих

физико-математический аппарат (ОПК-2). Решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей (ОПК-3). Выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ (ПК-1). Реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов (ПК-2). **Владеть:** навыками работы с компьютером, методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности (ОПК-9). Правилами и методами монтажа, настройки и регулировки узлов радиотехнических устройств и систем (ПК-18). Владеть методами проверки технического состояния и остаточного ресурса оборудования, организовывать профилактические осмотры с текущий ремонт (ПК-20).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа.

Таблица 2.

| № п/п | Раздел дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) | | | | | | | Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %) | Формы текущего контроля успеваемости и (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам) | |
|-------|--|---------|-----------------|--|--------------|----------|----------------------|---------------------|---------------------------------|-----|--|---|---------|
| | | | | Лекции | Консультации | Семинары | Практические занятия | Лабораторные работы | Контрольные работы, коллоквиумы | СРС | | | КП / КР |
| | Раздел 1 | | | | | | | | | | | | |
| 1. | Линии передачи. Основные параметры. Типы линий передачи. Общность их рассмотрения. Математическая модель регулярной линии передачи (ЛП). Нормированные напряжения и токи. Коэффициент отражения. | 5 | 1 | 2 | | | 1 | | | | 2 | 1/50 | |
| 2. | Напряжения и токи в произвольном сечении ЛП. Векторные диаграммы. Различные режимы работы. Трансформация сопротивлений. Круговая диаграмма сопротивлений (диаграмма Вольперта). | 5 | 2 | 2 | | | 1 | 2 | | | 2 | | |
| 3. | Согласование ЛП. Необходимость согласования. Постановка задачи. Узкополосное согласование, алгоритмы и расчет схем согласования. | 5 | 3 | 2 | | | 2 | 2 | | 2 | | 2/29 | |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|---|---|---|---|--|---|---|---|--|--|--------|---------------------|
| | Согласование в тракте со многими нерегулярностями | | | | | | | | | | | |
| 4. | Понятие многополюсника и матрицы. Виды матриц. Матрица рассеяния. Достоинства. Применение для описания работы устройств. Идеальные и реальные матрицы. | 5 | 4 | 2 | | 2 | 2 | 2 | | | 2/29 | |
| 5. | Взаимность, отсутствие потерь и симметрия многополюсников. Следствия из унитарности матрицы рассеяния. Составные многополюсные устройства | 5 | 5 | 2 | | | 2 | 2 | | | | |
| 6. | Примеры простых многополюсников СВЧ от двухполюсников до восьмиполусников | 5 | 6 | 2 | | | 2 | 2 | | | | Рейтинг-контроль №1 |
| Раздел 2 | | | | | | | | | | | | |
| 7. | Основы теории антенн. Назначение и структурная схема антенны. Поле излучения антенны в дальней, ближней и промежуточной областях. | 5 | 7 | 2 | | 2 | | 2 | | | 2/66,6 | |
| 8. | Векторная комплексная диаграмма направленности (ДН). Вторичные параметры, характеризующие направленность. Антенна как четырехполюсник. Антенны в режиме радиоприема | 5 | 8 | 2 | | | 2 | 2 | | | 2/40 | |
| 9. | Простые антенны. Электрический вибратор. Поле | 5 | 9 | 2 | | 2 | | 1 | | | 2/66,6 | |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|---|----|---|--|---|---|--|---|--|-------|---------------------|
| | излучения вибратора, сопротивление излучения, КНД. Входное сопротивление вибратора. | | | | | | | | | | | |
| 10. | Щелевые антенны. Конструкции вибраторных и щелевых антенн. Способы их возбуждения. Полосковые и микрополосковые антенны. Сверхширокополосные антенны. Связанные вибраторы. Метод наводимых ЭДС | 5 | 10 | 2 | | | | | 1 | | 1/100 | |
| 11. | Линейные антенны и решетки. Диаграмма направленности системы одинаковых одинаково ориентированных излучателей. Теорема перемножения диаграмм.. | 5 | 11 | 2 | | 2 | 2 | | 1 | | 2/29 | |
| 12. | Идеальный линейный излучатель. Анализ ДН. Коэффициент направленного действия. Влияние амплитудного и фазового распределения на параметры линейной антенны. Анализ направленности линейной равномерной антенной решетки. Подавление побочных главных максимумов. | 5 | 12 | 2 | | | | | 1 | | | Рейтинг-контроль №2 |
| 13. | КНД. Влияние амплитудного и фазового распределения на параметры | 5 | 13 | 2 | | 2 | | | 2 | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|---|----|---|--|---|---|--|---|--|--------|--|
| | линейной антенны. Антенны бегущей волны: диэлектрические, спиральные, импедансные, директорные | | | | | | | | | | | |
| 14. | Излучающие раскрывы и решетки. Способы расчета полей плоских раскрывов и решеток. КНД и эффективная поверхность плоского синфазного раскрыва. Излучение плоских раскрывов круглой и прямоугольной формы. Управление положение главного максимума. Плоские фазированные антенные решетки. Размещение элементов. Рассогласование при сканировании | 5 | 14 | 2 | | 2 | | | 1 | | 2/66,6 | |
| 15. | Вопросы синтеза линейных антенных систем. Постановка задачи синтеза. Синтез методом интеграла Фурье. Синтез методом парциальных диаграмм. | 5 | 15 | 2 | | | | | 1 | | | |
| 16. | Апертурные антенны. Рупорные антенны. Линзовые антенны. | 5 | 16 | 2 | | 2 | 4 | | 1 | | 4/36,4 | |
| 17. | Зеркальные параболические антенны (ПА). Виды зеркал. Облучатели ПА. Разновидности антенн. | 5 | 17 | 2 | | | | | 1 | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|----------|-----------|-----------|--|--|-----------|-----------|-----------|--|--------------|---------------------|
| 18. | Антенные решетки (АР). Фазированные антенные решетки. Управление положением луча. Многолучевые АР. | 5 | 18 | 2 | | | | | 1 | | | Рейтинг-контроль №3 |
| Всего | | 5 | 18 | 36 | | | 18 | 18 | 27 | | 20/30 | Экзамен |

ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

Лабораторные занятия проводятся в 5 семестре в объеме 36 часов и должны способствовать закреплению и углублению теоретических знаний и получению практических навыков работы. Лабораторные работы носят исследовательский характер, т.к. во время домашней подготовки студенты составляют план экспериментальных исследований, программу работы, проводят предварительные расчеты, используя пакет прикладных программ.

Перечень лабораторных работ

| № | Тема лабораторных занятий | Кол-во часов |
|----|---|-----------------|
| 1 | Изучение элементов волноводных трактов | 4 часа |
| 2. | Исследование ферритовых устройств на прямоугольных волноводах | 2 часа |
| 3 | Многополюсники СВЧ | 2 часа |
| 4 | Узкополосное согласование | 2 часа |
| 5 | Изучение рупорных антенн | 2 часа |
| 6 | Измерение коэффициента усиления рупорных антенн | 2 часа |
| 7 | Изучение линзовых антенн | 2 часа |
| 8 | Линейные антенные решетки | 2 часа |
| | Всего | 18 часов |

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

При проведении практических занятий основными задачами являются:

1. Закрепление теоретического курса путём расширения задач расчета параметров устройств СВЧ антенны .
2. Приобретение практических навыков определения характеристик устройств, обработки результатов измерений, освоение программ компьютерного моделирования.

Темы практических занятий

| № | ТЕМА | Кол-во часов |
|----|--|--------------|
| 1. | Линии передачи. Основные параметры. Типы линий передачи. Общность их рассмотрения. Математическая модель регулярной линии передачи (ЛП). | 2 |

| | | |
|----|---|---|
| | <p>Нормированные напряжения и токи.</p> <p>Коэффициент отражения. Напряжения и токи в произвольном сечении ЛП.</p> <p>Векторные диаграммы. Различные режимы работы. Трансформация сопротивлений.</p> <p>Круговая диаграмма сопротивлений(диаграмма Вольперта</p> | |
| 2. | <p>Согласование ЛП. Необходимость согласования. Постановка задачи.</p> <p>Узкополосное согласование, алгоритмы и расчет схем согласования. Согласование в тракте со многими нерегулярностями.</p> | 2 |
| 3. | <p>Понятие многополюсника и матрицы. Виды матриц. Матрица рассеяния. Достоинства.</p> <p>Применение для описания работы устройств.</p> <p>Идеальные и реальные матрицы.</p> <p>Взаимность, отсутствие потерь и симметрия многополюсников. Следствия из унитарности матрицы рассеяния. Составные многополюсные устройства</p> | 2 |
| 4. | <p>Основы теории антенн. Назначение и структурная схема антенны.</p> <p>Поле излучения антенны в дальней, ближней и промежуточной областях.</p> <p>Векторная комплексная диаграмма направленности (ДН). Вторичные параметры, характеризующие направленность. Антенна как четырехполюсник. Антенны в режиме радиоприема.</p> | 2 |
| 5. | <p>Простые антенны. Электрический вибратор. Поле излучения вибратора, сопротивление излучения, КНД. Входное сопротивления вибратора. Щелевые антенны. Конструкции вибраторных и щелевых антенн. Способы их возбуждения. Полосковые и микрополосковые антенны.</p> <p>Сверхширокополосные антенны. Связанные вибраторы. Метод наводимых ЭДС.</p> | 2 |
| 6. | <p>Линейные антенны и решетки. Диаграмма направленности системы одинаковых одинаково ориентированных излучателей.</p> <p>Теорема перемножения диаграмм.</p> <p>Идеальный линейный излучатель. Анализ ДН.</p> | 2 |
| 7. | <p>Коэффициент направленного действия.</p> <p>Влияние амплитудного и фазового распределения на параметры линейной антенны. Анализ направленности линейной</p> | 2 |

| | | |
|----|---|----|
| | равномерной антенной решетки. Подавление побочных главных максимумов. КНД. Антенны бегущей волны: диэлектрические, спиральные, импедансные, директорные | |
| 8. | Излучающие раскрывы и решетки. Способы расчета полей плоских раскрывов и решеток. КНД и эффективная поверхность плоского синфазного раскрыва. Излучение плоских раскрывов круглой и прямоугольной формы. Управление положение главного максимума. Плоские фазированные антенные решетки. Размещение элементов. Рассогласование при сканировании | 2 |
| 9. | Апертурные антенны. Рупорные антенны. Линзовые антенны. Зеркальные параболические антенны (ПА). Виды зеркал. Облучатели ПА. Разновидности антенн. | 2 |
| | Всего | 18 |

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

5.1. Активные и интерактивные формы обучения

С целью формирования и развития профессиональных навыков студентов в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой: (лабораторные и практические занятия, контрольные аудиторские работы, индивидуальные домашние работы). Объем занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 20 часов или 30%.

5.2. Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов включает закрепление теоретического материала при подготовке к выполнению и защите лабораторных заданий, а также при выполнении курсового проекта и индивидуальной домашней работы. Основа самостоятельной работы - изучение литературы по рекомендованным источникам и конспекту лекций, анализ теоретических положений применительно к заданию на курсовой проект.

5.3. Мультимедийные технологии обучения

Все лекционные занятия проводятся в виде презентаций в мультимедийной аудитории с использованием компьютерного проектора и представлением от 10 до 15 слайдов по каждой лекции. Студентам предоставляется компьютерный курс лекций.

5.4. Лекции приглашенных специалистов

В рамках учебного курса предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний, выступления и лекции специалистов, в частности:

- Доктора физико-математических наук, профессора РАНХиГС (г.Владимир), В.Г. Рау
- Доктора технических наук, профессора, зав. Кафедрой МЭИ (г.Москва) В.Г. Карташева

5.5. Рейтинговая система обучения

Рейтинг-контроль проводится три раза за семестр. Он предполагает оценку суммарных баллов по следующим составляющим: активность на контрольных занятиях; качество выполнения домашних рейтинговых заданий и лабораторных работ.

**6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ
УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ
ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

6.1. Рейтинг – контроль №1

1. Режимы работы ЛП
2. Параметры, характеризующие режимы работы ЛП
3. Трансформация сопротивлений в ЛП
4. Четвертьволновый и полуволновый трансформаторы сопротивлений
5. Диаграмма полных сопротивлений и проводимостей
6. Узкополосное согласование в ЛП. Основные принципы. Примеры
7. Согласование параллельным шлейфом
8. Согласование последовательным шлейфом
9. Согласование четвертьволновым трансформатором
10. Матрица рассеяния S
11. Взаимность, симметрия и недиссипативность устройств СВЧ
12. Методы измерения диагональных элементов матрицы S
13. Методы измерения недиагональных элементов матрицы S

Рейтинг-контроль №2

1. Измерение больших и малых КСВ
2. Классификация антенн;
3. Входное сопротивление антенны
4. Диаграмма направленности антенны по полю и мощности
5. Ширина диаграммы направленности по уровням
6. КНД антенны, связь КНД с размерами антенны, амплитудным и фазовым распределением
7. Излучение элементарного электрического диполя
8. Элемент Гюйгенса
9. ДН симметричного вибратора и ее свойства
10. Сопротивление излучения симметричного вибратора в широком диапазоне частот
11. Входное сопротивление симметричного вибратора в широком диапазоне частот
12. Два излучателя при разных фазовых соотношениях и расстояниях между элементами
13. Свойства синфазной системы ненаправленных излучателей

14. Система направленных излучателей

Рейтинг-контроль №3

1. Взаимное сопротивление параллельных полуволновых вибраторов
2. Схемы питания полуволновых вибраторов
3. Несимметричные вибраторы и способы их питания
4. Диполь Надененко
5. Диаграммы направленной синфазной прямоугольной и круглой площадок при разном АР
6. Влияние фазовых искажений на излучение площадки
7. Оптимальный рупор
8. Е-секториальный и Н-секториальный рупор
9. Состав ЛА, назначение элементов, типы
10. Кубические и квадратичные фазовые искажения в ЛА
11. Типы параболических антенн, их свойства. Уравнения параболоида вращения
12. ДН апертурной антенны, ее связь с АР
13. КИП рассеяния ПА.
14. Измерение ДН антенн.
15. Измерение поляризационных характеристик антенн
16. Методы измерения коэффициента усиления антенн

6.2. Вопросы к экзамену

Таблица 3.

| | |
|---|---|
| 1 | Назначение и основные свойства антенн. |
| 2 | Классический и волновой подход к описанию свойств многополюсников СВЧ. |
| | |
| 1 | Классификация антенн. |
| 2 | Матрица рассеяния S. |
| | |
| 1 | Входное сопротивление антенны. |
| 2 | Связь между матрицами S,Z,Y. |
| | |
| 1 | Сопротивление излучения, мощность излучения, мощность потерь, полная мощность, КПД антенны. |
| 2 | Взаимность, симметрия и недиссипативность устройств СВЧ. |
| | |
| 1 | Зоны излучения. |

| | |
|---|--|
| 2 | Перенумерация входов устройств. Матрица перенумераций. |
| | |
| 1 | Диаграмма направленности антенны по полю и мощности |
| 2 | Методы измерения диагональных элементов матрицы S. |
| | |
| 1 | Фазовая характеристика направленности, поляризация характеристика |
| 2 | Методы измерения недиагональных элементов матрицы S |
| | |
| 1 | Ширина диаграммы направленности по уровням |
| 2 | Измерение больших и малых КСВ |
| | |
| 1 | КНД антенны, связь КНД с размерами антенны, амплитудным и фазовым распределением. |
| 2 | Метод 3-х эталонных нагрузок |
| | |
| 1 | Коэффициент усиления (КУ) антенны. Способы измерения КУ |
| 2 | Метод замещения. |
| | |
| 1 | Действующая длина и эффективная площадь (поверхность) антенны. КИП антенны |
| 2 | Измерение элементов матрицы S на автоматическом измерителе в полосе частот |
| | |
| 1 | Максимально-допустимая мощность, рабочий частотный диапазон антенны. |
| 2 | Двойной T-мост |
| | |
| 1 | Роль теории элементарных излучателей при определении поля излучения антенны |
| 2 | Волноводно-щелевой направленный ответвитель |
| | |
| 1 | Принцип эквивалентных токов |
| 2 | Квадратный мост |
| | |
| 1 | Излучение элементарного электрического диполя |
| 2 | Гибридное кольцо |
| | |
| 1 | Излучение тонкого провода |
| 2 | Направленный ответвитель на связанных ЛП |
| | |
| 1 | Элементарный магнитный диполь |
| 2 | Ферритовый вентиль на эффекте смещения поля |
| | |
| 1 | Элементарная электрическая рамка |
| 2 | Ферритовый Y-циркулятор |
| | |
| 1 | Элемент Гюйгенса |
| 2 | Регулируемый ферритовый фазовращатель |
| | |
| 1 | Распределение тока и заряда на тонком вибраторе |
| 2 | Математическая модель регулярной линии передачи (ЛП) |
| | |
| 1 | ДН симметричного вибратора и её свойства |
| 2 | Нормированное напряжение и ток в ЛП. Векторная диаграмма токов и напряжений, распределение токов и напряжений в ЛП |
| | |

| | |
|---|---|
| 1 | Входное сопротивление антенны |
| 2 | Связь между матрицами S, Z, Y |
| | |
| 1 | Действующая длина симметричного вибратора |
| 2 | Режимы работы ЛП |
| | |
| 1 | Сопротивление излучения симметричного вибратора в широком диапазоне частот |
| 2 | Параметры, характеризующие режимы работы ЛП |
| | |
| 1 | Входное сопротивление симметричного вибратора в широком диапазоне частот |
| 2 | Влияние режима работы на КПД |
| | |
| 1 | Поле излучателей, одинаково направленных в пространстве. Теорема перемножения |
| 2 | Трансформация сопротивлений в ЛП |
| | |
| 1 | Линейные системы идентичных излучателей |
| 2 | Входное сопротивление и проводимость короткозамкнутого и разомкнутого отрезков ЛП |
| | |
| 1 | Два излучателя при разных фазовых соотношениях и расстояниях между элементами |
| 2 | Четвертьволновый и полуволновый трансформаторы сопротивлений |
| | |
| 1 | Свойства синфазной системы ненаправленных излучателей |
| 2 | Диаграмма полных сопротивлений и проводимостей |
| | |
| 1 | Система ненаправленных излучателей со сдвигом фаз между токами |
| 2 | Узкополосное согласование в ЛП. Основные принципы. Примеры |
| | |
| 1 | Система направленных излучателей |
| 2 | Согласование параллельным шлейфом |
| | |
| 1 | Комплексное сопротивление системы вибраторов |
| 2 | Согласование последовательным шлейфом |
| | |
| 1 | Взаимное сопротивление параллельных полуволновых вибраторов |
| 2 | Согласование четвертьволновым трансформатором |
| | |
| 1 | Учет влияния земли на параметры вибраторов |
| 2 | Согласованные нагрузки |
| | |
| 1 | ДН вибратора над землей |
| 2 | Короткозамыкатели и реактивные нагрузки |
| | |
| 1 | ДН вибраторов над землей с конечной проводимостью |
| 2 | Изоляторы коаксиальных трактов |
| | |
| 1 | Настроенные вибраторы. Полуволновый вибратор и его свойства |
| 2 | Разъемы и сочленения. Вращающиеся сочленения |
| | |
| 1 | Схемы питания полуволновых вибраторов |
| 2 | Переходы между ЛП |
| | |
| 1 | Полуволновый вибратор с плоским рефлектором |

| | |
|---|---|
| 2 | Классический и волновой подход к описанию свойств многополюсников СВЧ |
| | |
| 1 | Шлейф-вибратор Пистолькорса |
| 2 | Матрица рассеяния S |
| | |
| 1 | Схемы питания вибраторов гибким коаксиалом |
| 2 | Связь между матрицами S,Z,Y |
| | |
| 1 | Схемы питания вибраторов жестким коаксиалом |
| 2 | Взаимность, симметрия и недиссипативность устройств СВЧ |
| | |
| 1 | Несимметричные вибраторы и способы их питания |
| 2 | Перенумерация входов устройств. Матрица перенумераций |
| | |
| 1 | Несимметричные вибраторы с расширенной полосой |
| 2 | Методы измерения диагональных элементов матрицы S |
| | |
| 1 | Директорные антенны типа волновой канал |
| 2 | Методы измерения недиагональных элементов матрицы S |
| | |
| 1 | Антенны обратного излучения |
| 2 | Измерение больших и малых КСВ |
| | |
| 1 | Диполь Надененко |
| 2 | Метод 3-х эталонных нагрузок |
| | |
| 1 | Биконическая и коническая антенна |
| 2 | Метод замещения |
| | |
| 1 | Диско-конусная антенна |
| 2 | Измерение элементов матрицы S на автоматическом измерителе в полосе частот |
| | |
| 1 | Угловая антенна |
| 2 | Двойной T-мост |
| | |
| | |
| 1 | Частотно-независимая антенна. Принципы построения и свойства |
| 2 | Волноводно-щелевой направленный ответвитель |
| | |
| 1 | Плоские логопереодические антенны |
| 2 | Квадратный мост |
| | |
| 1 | Основные свойства апертурных антенн. КНД. Ширина главного лепестка ДН |
| 2 | Гибридное кольцо |
| | |
| 1 | Излучение прямоугольной и круглой площадок при разном амплитудном распределении поля (AP) |
| 2 | Направленный ответвитель на связанных ЛП |
| | |
| 1 | Диаграммы направленной синфазной прямоугольной и круглой площадок при разном AP |
| 2 | Ферритовый вентиль на эффекте смещения поля |
| | |
| 1 | Влияние фазовых искажений на излучение площадки |

| | |
|---|--|
| 2 | Ферритовый Y-циркулятор |
| | |
| 1 | Излучение открытого конца волновода |
| 2 | Регулируемый ферритовый фазовращатель |
| | |
| 1 | Оптимальный рупор |
| 2 | Математическая модель регулярной линии передачи (ЛП) |
| | |
| 1 | Е-секториальный и Н-секториальный рупор |
| 2 | Нормированное напряжение и ток в ЛП. Векторная диаграмма токов и напряжений, распределение токов и напряжений в ЛП |
| | |
| 1 | Пирамидальный рупор |
| 2 | Связь между матрицами S, Z, Y |
| | |
| 1 | Конический рупор |
| 2 | Режимы работы ЛП |
| | |
| 1 | Рупор с ассиметричной ДН |
| 2 | Параметры, характеризующие режимы работы ЛП |
| | |
| 1 | Состав ЛА, назначение элементов, типы |
| 2 | Влияние режима работы на КПД |
| | |
| 1 | Уравнение, определяющее профиль линзы |
| 2 | Трансформация сопротивлений в ЛП |
| | |
| 1 | Влияние линз на амплитудные распределения в апертуре ЛА |
| 2 | Входное сопротивление и проводимость короткозамкнутого и разомкнутого отрезков ЛП |
| | |
| 1 | Кубические и квадратичные фазовые искажения в ЛА |
| 2 | Четвертьволновый и полуволновый трансформаторы сопротивлений |
| | |
| 1 | Типы параболических антенн, их свойства. Уравнения параболоида вращения |
| 2 | Диаграмма полных сопротивлений и проводимостей |
| | |
| 1 | Расчет параболических антенн |
| 2 | Узкополосное согласование в ЛП. Основные принципы. Примеры |
| | |
| 1 | Облучатели параболических антенн. Связь амплитудного распределения в апертуре с ДН облучателя |
| 2 | Согласование параллельным шлейфом |
| | |
| 1 | ДН апертурной антенны, её связь с АР |
| 2 | Согласование последовательным шлейфом |
| | |
| 1 | Составное АР и апертурный КИП ПА |
| 2 | Согласование четвертьволновым трансформатором |
| | |
| 1 | Учет затенения раскрыва облучателя. КИП тени |
| 2 | Согласованные нагрузки |
| | |

| | |
|---|--|
| 1 | КИП рассеяния ПА |
| 2 | Короткозамыкатели и реактивные нагрузки |
| | |
| 1 | Измерение ДН антенн |
| 2 | Изоляторы коаксиальных трактов |
| | |
| 1 | Измерение поляризационных характеристик антенн |
| 2 | Разъемы и сочленения. Вращающиеся сочленения |
| | |
| 1 | Методы измерения коэффициента усиления антенн |
| 2 | Переходы между ЛП. |
| | |
| 1 | Измерение коэффициента усиления антенн по методу плоского экрана |
| 2 | Разъемы и сочленения. Вращающиеся сочленения |
| | |
| 1 | Определение входного сопротивления антенн путем измерения модуля и фазы коэффициента отражения |
| 2 | Переходы между ЛП |

6.3. Задания и тесты контроля СРС по дисциплине

6.3.1. Задания

Задание 1. Рассчитать и построить в декартовой и полярной системах координат в нормированном и ненормированном виде диаграмму направленности симметричного электрического вибратора длиной $2l = \lambda/4 * n$, где n - порядковый номер студентов группы. Полученные результаты сравнить с результатами расчета соседних вариантов. Первый вариант сравниваем с элементарным электрическим вибратором, а последний сравнивает с вариантом, который имеет номер $n+1$.

Задание 2. Рассчитать и построить в декартовой и полярной системах координат в нормированном и ненормированном виде диаграмму направленности линейной антенной решетки системы полуволновых вибраторов в плоскости вектора E . Данные приведены в таблице.

| Варианты | Число излучателей | Расстояние между излучателями | Сдвиг | | | |
|-------------|-------------------|-------------------------------|-------|---------|-------|----------|
| | | | 0 | $\pi/2$ | π | $3\pi/2$ |
| 1,2,3,4 | 2 | $\lambda/2$ | 0 | $\pi/2$ | π | $3\pi/2$ |
| 4,6,7,8 | 2 | λ | 0 | $\pi/2$ | π | $3\pi/2$ |
| 9,10,11,12 | 2 | $3\lambda/2$ | 0 | $\pi/2$ | π | $3\pi/2$ |
| 13,14,15,16 | 2 | 2λ | 0 | $\pi/2$ | π | $3\pi/2$ |
| 17,18,19,20 | 3 | $\lambda/2$ | 0 | $\pi/2$ | π | $3\pi/2$ |
| 21,22,23,24 | 3 | λ | 0 | $\pi/2$ | π | $3\pi/2$ |
| 25,26,27,28 | 3 | $3\lambda/2$ | 0 | $\pi/2$ | π | $3\pi/2$ |
| 29,30,31,32 | 3 | 2λ | 0 | $\pi/2$ | π | $3\pi/2$ |

Продемонстрировать при выполнении работы теорему перемножения.

Задание 3. Решить задачу узкополосного согласования с применением круговой диаграммы нормированных сопротивлений и проводимостей Вольперта, при следующих исходных данных.

| Вариант N | Сопротивление нагрузки $R_H, \text{ Ом}$ $jX_H,$ Ом | | Волновое сопротивление $Z_B, \text{ Ом}$ | Устройство согласования |
|--------------|--|-------|--|--------------------------------|
| 1 | 20 | +j20 | 50 | Параллельный К.З. шлейф |
| 2 | 30 | -j40 | 50 | Параллельный К.З. шлейф |
| 3 | 40 | +j40 | 50 | Параллельный Х.Х. шлейф |
| 4 | 10 | -j50 | 50 | Последовательный Х.Х. шлейф |
| 5 | 60 | +j70 | 50 | Четвертьволновый трансформатор |
| 6 | 70 | -j10 | 50 | Параллельный К.З. шлейф |
| 7 | 80 | +j20 | 50 | Последовательный. К.З шлейф |
| 8 | 90 | -j30 | 50 | Параллельный К.З. шлейф |
| 9 | 100 | +j40 | 50 | Последовательный Х.Х. шлейф |
| 10 | 110 | -j60 | 50 | Четвертьволновый трансформатор |
| 11 | 120 | +j70 | 50 | Четвертьволновый трансформатор |
| 12 | 130 | +j10 | 50 | Последовательный. К.З шлейф |
| 13 | 140 | -j20 | 50 | Четвертьволновый трансформатор |
| 14 | 150 | -j150 | 100 | Четвертьволновый трансформатор |
| 15 | 20 | -j170 | 100 | Последовательный Х.Х. шлейф |
| 16 | 30 | +j70 | 100 | Последовательный. К.З шлейф |
| 17 | 40 | -j110 | 100 | Параллельный К.З. шлейф |
| 18 | 50 | +j50 | 50 | Параллельный К.З. шлейф |
| 19 | 10 | -j10 | 50 | Параллельный К.З. шлейф |
| 20 | 20 | +j100 | 100 | Последовательный Х.Х. шлейф |
| 21 | 30 | -j120 | 50 | Последовательный. К.З шлейф |
| 22 | 40 | +j150 | 50 | Последовательный. К.З шлейф |
| 23 | 60 | -j10 | 100 | Параллельный К.З. |

| | | | | |
|----|----|-------|-----|-----------------------------------|
| | | | | шлейф |
| 24 | 70 | +j20 | 50 | Последовательный. К.3 шлейф |
| 25 | 80 | -j160 | 100 | Четвертьволновый трансформатор |

По всем заданиям необходимо написать выводы в которых приводятся результаты работы.

6.3.2 Тесты проверки знаний по дисциплине

1. Между какими величинами устанавливает связь матрица рассеяния?
 1. Между токами и напряжениями
 2. Между комплексными амплитудами падающих и отраженных волн
 3. Между напряжениями на входе и выходе
2. Какой физический смысл свойства унитарности[S]?
 1. Отсутствие потерь в устройстве
 2. Равенство напряжений на входе и выходе
 3. Симметричность входов
3. Что называется коэффициентом стоячей волны?
 1. Отношение напряжения на входе к напряжению на выходе
 2. Отношение максимума и минимума электрического поля в линии передачи
 3. Отношение $U_{\text{обрат}}$ и $U_{\text{пад}}$
4. Как точнее измерить координату минимума?
 1. Метод вилки
 2. Метод замещения
 3. Метод трех эталонных нагрузок
5. Дает ли оставленный открытым (без нагрузок) конец волноводной измерительной линии режим холостого хода?
 1. Да
 2. Нет
 3. Это согласованная нагрузка
6. Чем отличаются взаимный и невзаимный фазовращатели?
 1. Значением коэффициентов отражения
 2. Равенством всех элементов матрицы
 3. Значением коэффициента передачи
7. Чем полностью описывается внешнее поведение устройства?
 1. Значение элементов матрицы [S]
 2. Количеством элементов матрицы
 3. Числом ходов устройства

8. Как измерить большое значение КСВ?
1. Метод замещения
 2. Метод удвоенного минимума
 3. Метод эталонной нагрузки
9. Какой вентиль является более диапазонным?
1. На эффекте смещения поля
 2. На эффекте ферромагнитного резонанса
10. В чем состоит отличие матриц рассеяния идеальных и реальных вентилях, циркуляторов, фазовращателей?
1. Все нули в первых строках матрицы [S]
 2. Все единицы по главной диагонали
 3. Наличием нулей и единиц в идеальной матрице [S]
11. Как определяется число полюсов многополюсника?
1. Число входов, умноженное на два
 2. Равно числу входов
 3. Число входов и независимых токов волн по входам, умноженное на два
12. Какова МР короткозамыкателя?
1. $\rho_n = -1$
 2. $[S] = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$
 3. $[S] = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
13. Как изменяются элементы МР многополюсника при перемещении плоскостей отсчета?
1. Изменяются модули коэффициентов передачи
 2. Изменяются фазы всех элементов
 3. Изменяются модули и фазы всех элементов
14. Как сказывается на МР недиссипативность устройства?
1. Одинаковы коэффициенты передачи
 2. Нули на главной диагонали
 3. Сумма квадратов элементов любой строки
15. Какова периодичность в распределении $U'(z)$ и $I'(z)$?
1. Длина волны
 2. Половина длины волны
 3. Четверть длины волны
16. Какова связь Z' и Y' на диаграмме импедансов?

1. Это одна и та же точка
 2. Это диаметрально противоположные точки
 3. Это точки на линии $|r|=1$
17. Каким элементом выполняется согласование точек В и D?
1. Трансформатор сопротивлений
 2. Реактивный шлейф
18. Насколько отличаются длины разомкнутого и короткозамкнутого шлейфов?
1. на $\lambda/8$
 2. на $\lambda/4$
 3. на $\lambda/2$
19. От чего зависит положение главного максимума ДН решетки?
1. От сдвига фазы между элементами
 2. От амплитудного распределения
 3. От формы отдельных излучателей
20. Как влияет число элементов решетки на число боковых лепестков?
1. Увеличивается с увеличением n
 2. Уменьшается с увеличением n
 3. Не изменяется
21. Какие антенны называются резонансными?
1. $d=\lambda/4$
 2. $d=\lambda/d$
 3. $d=\lambda/8$
22. Какое амплитудное распределение дает наибольший коэффициент направленного действия?
1. Равномерное
 2. Спадающее к краю
 3. Квадратичное
23. Из-за чего в линзовой антенне возникает квадратичное фазовое распределение?
1. Смещение облучателя вдоль фокальной оси из фокуса
 2. Смещение облучателя поперек фокальной оси
24. от чего зависит коэффициент преломления маталлопластинчатой линзы?
1. От расстояния между пластинами
 2. От толщины пластин
 3. От диаметра линзы
25. Каково АР в рупорных антеннах?

1. Равномерное
2. Косинусоидальное
3. Квадратичное

26. Какова ФР в рупорных антеннах?

1. Равномерное
2. Косинусоидальное
3. Квадратичное

27. Как влияет квадратичное ФР на ДН?

1. Расширяет главный лепесток и увеличивает боковые
2. Расширяет главный лепесток и уменьшает боковые
3. Сужает главный лепесток

6.4. Типовое задание на курсовой проект включает в себя:

При курсовом проектировании студент решает инженерную задачу по разработке устройства с заданными характеристиками. В процессе проектирования он должен:

- рационально спланировать выполняемую работу;
- освоить инженерные методы разработки устройства;
- выполнить расчеты параметров и характеристик устройства современными методами с достаточной точностью;
- логично и грамотно изложить результаты работы в пояснительной записке.

Значительная часть тем связана с разработкой и расчетом характеристик направленных антенн различных типов: параболических, линзовых, рупорно-линзовых, антенных решеток, многовибраторных антенн поверхностных волн и др.

Курсовой проект состоит из пояснительной записки объемом 25-30 страниц формата А4 и 1-1,5 листа чертежей формата А1.

Пояснительная записка должна включать в себя:

1. Техническое задание на разработку (1 с.).
2. Введение (1 – 2 с.), в нем кратко определяется место разрабатываемого устройства в ряду других.
3. Анализ технического задания (3 - 5 с.), где рассматриваются возможные варианты решения задачи, принципы действия и назначение основных частей устройства, формируются требования к ним и обосновывается выбранный вариант.
4. Расчетная часть устройства (5 – 7 с.), где определяются основные геометрические размеры конструкции и рассчитываются электрические характеристики.
Выполняется необходимое число коррекций данных исходного варианта до достижения требуемых характеристик.

5. Конструктивная разработка узла (3 – 5 с.) (если задана), в которой рассчитываются и обосновываются все размеры, материалы и элементы.
6. Описание конструкции (2 – 3 с.), где показывается взаимодействие основных частей, указаны особенности конструкции.
7. Заключение (1 – 2 с.) с выводами о результатах и возможных путях улучшения конструкции.
8. Список использованной литературы.
9. Содержание.

Типовые задания на проектирование

Варианты заданий к курсовому проекту по теме “Параболические антенны”

| Вариант | $\lambda, \text{см}$ | Требования к ДН | | | Р, кВт | Поляризация | Другие указания (тип антенны, сканирование); Узел для разработки. |
|---------|----------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|--------|-------------|---|
| | | КНД | $\Delta\theta_e$, град | $\Delta\theta_n$, град | | | |
| 1 | 0,8 | 5000 | - | - | - | Линейная | Корабельная; Антенный переключатель(АП) |
| 2 | 1,2 | - | 2 | 2 | - | Круговая | Сканирование в 2 плоскостях; сканер |
| 3 | 0,8 | 2000 | - | - | - | Круговая | Бортовая; поляризатор |
| 4 | 1,4 | - | - | 1 | 1 | Линейная | Бортовая; АП |
| 5 | 1,6 | 3800 | 10 | - | 2 | Линейная | Сканирование в плоскости E; вращающееся сочленение |
| 6 | 10,8 | - | 1 | 5 | 500 | Круговая | Стационарная; поляризатор |
| 7 | 12,0 | 1200 | 5 | 15 | 800 | Линейная | Подвижная; АП |
| 8 | 18,0 | - | - | 2 | 700 | Линейная | Стационарная; облучатель |
| 9 | 14,4 | 950 | 30 | - | 900 | Круговая | Стационарная; АП |
| 10 | 16,5 | - | - | 2 | 600 | Круговая | Стационарная; зеркало |
| 11 | 3,2 | 2800 | 3 | - | 200 | Линейная | Сканирование в плоскости; сканер |
| 12 | 3,8 | - | - | 1 | 300 | Круговая | Корабельная; поляризатор |
| 13 | 3,3 | 1350 | 15 | - | 250 | Круговая | Бортовая; поляризатор |
| 14 | 2,9 | - | 8 | 8 | 150 | Круговая | Сканирование в плоскости; сканер |
| 15 | 3,6 | 2000 | 2 | - | 350 | Линейная | Сканирование в плоскости; АП |

| | | | | | | | |
|----|-----|------|----|---|-----|----------|--|
| 16 | 3,0 | 3200 | - | - | 250 | Круговая | Сканирование в 2 плоскостях; АП |
| 17 | 3,4 | - | 3 | 8 | - | Линейная | Бортовая; облучатель |
| 18 | 3,7 | 1800 | 20 | - | 220 | Круговая | Бортовая; поляризатор |
| 19 | 4,2 | - | 4 | 3 | - | Линейная | Бортовая; АП |
| 20 | 2,6 | 4000 | - | - | 215 | Круговая | Бортовая; зеркало |
| 21 | 6,2 | 900 | - | - | 500 | Линейная | Сканирование в 2 плоскостях; облучатель |
| 22 | 6,0 | - | 3 | 2 | - | Круговая | Сканирование в 2 плоскостях; поляризатор |
| 23 | 5,8 | - | 2 | 4 | 300 | Линейная | Корабельная; АП |
| 24 | 6,6 | 1050 | - | 5 | - | Круговая | Сканирование в плоскости Н; поляризатор |
| 25 | 5,0 | - | 8 | 5 | 380 | Линейная | Бортовая; АП |

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Устройства СВЧ и антенны [Электронный ресурс] : учебник / А. А. Филонов, А. Н. Фомин, Д. Д. Дмитриев [и др.] ; ред. А. А. Филонов. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. – 492 с. - ISBN 978-5-7638-3107-8
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=505864>
2. Устройства СВЧ и малогабаритные антенны: Учебное пособие для вузов / А.М. Сомов, А.Ю. Виноградов, Р.В. Кабетов; Под ред. А.М. Сомова. - М.: Гор. линия-Телеком, 2012. - 440 с. ISBN 978-5-9912-0255-8
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=390281>
3. Зеркальные антенны для земных станций спутниковой связи/ Фролов О.П., Вальд В.П. - М.: Гор. линия-Телеком, 2012. - 496 с.: ISBN 978-5-9912-7002-1
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=562740>
4. Антенны с импедансными периодическими структурами / В.Д. Двуреченский, А.Ю. Федотов. - М.: Гор. линия-Телеком, 2013. - 152 с. ISBN 978-5-9912-0278-7
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=397326>
5. Антенны. Практическое руководство [Электронный ресурс] : практическое руководство / Г. Миллер. - СПб. : Наука и техника, 2012
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785943878169.html>

Дополнительная литература:

1. Антенны. Том 1. [Электронный ресурс] / Ротхаммель К., Кришке А. - М. : ДМК Пресс, 2009
<http://www.studentlibrary.ru/book/5-85648-715-X.html>
2. Антенны. Том 2 [Электронный ресурс] / Ротхаммель К., Кришке А. Пер. с нем. - М. : ДМК Пресс, 2009.
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5856487168.html>
3. Фазированные антенные решетки с секторными парциальными диаграммами направленности [Электронный ресурс] / Скобелев С.П. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922112291.html>
4. Применение пакета программ MicrowaveOffice 2009 AWR для проектирования микрополосковых устройств СВЧ [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / И.А. Федоренко, Н.В. Федорова. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012.
http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0469.html
5. Спутниковое телевидение от А до Я [Электронный ресурс] / С.Л. Корякин-Черняк. - СПб. : Наука и техника, 2010.
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785943873607.html>
6. Ситнянский Б.Д. Устройства СВЧ: Методические указания к лабораторным работам. - Владимир, 2013г.
7. Ситнянский Б.Д. Антенны СВЧ: Методические указания к лабораторным работам. – Владимир, 2013г
8. Ситнянский Б.Д., Садовский Н.В., Гаврилов В.М. Антенны и устройства СВЧ: Методические указания к курсовой работе. - Владимир, 2012г. – 26с.
9. Ситнянский Б.Д. устройства СВЧ. Описание программ компьютерного моделирования. Владимир. 2012г. Электронная версия.

10. Исследование антенны с электрическим сканированием лучом [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Р. В. Комягин, В. Л. Хандамиров. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015.

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703840436.html>

6. Введение в смарт-антенны [Электронный ресурс] / Баланис Константин А., Иоанидес Панайотис И. - М. : Техносфера, 2012.

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363127.html>

Периодические издания:


Отечественные журналы:

- Радиотехника;
- Радиотехника и электроника;
- Приборы и техника эксперимента;
- Цифровая обработка сигналов.

Реферативные журналы:

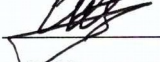
- Радиотехника

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 11.03.01 - Радиотехника.

Рабочую программу составил к.т.н. профессор  Садовский Н.В.
(ФИО, подпись)

Рецензент:

Генеральный директор ОАО ВКБ «Радиосвязи»

к.т.н.  Богданов А.Е.
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры радиотехники и радиосистем

Протокол № 12 от 20.03.15 года

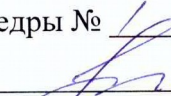
Заведующий кафедрой  Никитин О.Р.
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 11.03.01 - Радиотехника

Протокол № 9 от 31.03.15 года

Председатель комиссии  Никитин О.Р.
(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 16/17 учебный год
Протокол заседания кафедры № 1 от 1.09.16 года
Заведующий кафедрой  Никитин О.Р.

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год
Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года
Заведующий кафедрой _____ Никитин О.Р.

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год
Протокол заседания кафедры № _____ от _____ год
Заведующий кафедрой _____ Никитин О.Р.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)**

Институт ИИТиР

Кафедра радиотехники и радиосистем

Актуализированная
рабочая программа
рассмотрена и одобрена
на заседании кафедры
протокол № ____ от ____ 20__ г.
Заведующий кафедрой
_____ Никитин О.Р.
(подпись, ФИО)

Актуализация рабочей программы дисциплины

УСТРОЙСТВА СВЧ И АНТЕННЫ
(наименование дисциплины)

Направление подготовки 11.03.01 - Радиотехника

Профиль/программа подготовки

Уровень высшего образования: бакалавр

Форма обучения: очная