

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



А.А.Панфилов

« 27 »

06

2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
УСТРОЙСТВА СВЧ И АНТЕННЫ
(наименование дисциплины)

Направление подготовки: 11.03.01 – Радиотехника

Профиль/программа подготовки Радиотехнические устройства и системы

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточной аттестации (экзамен/зачет/зач ет с оценкой)
5	7/252	36	36	36	117	Экз.(27)/КП
Итого	7/252	36	36	36	117	Экз.(27)/КП

Владимир 2019

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. Подготовка в области радиотехники и инфотелекоммуникаций для решения задач создания новой и совершенствования существующих устройств связи и антенн.

Задачи:

1. Ознакомление с современной методологией научно-технического творчества.
2. 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 части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.0.13).

Пререквизиты дисциплины

Дисциплина «Устройства СВЧ и антенны» непосредственно опирается на дисциплины Высшая математика, Физика, 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: методы и устройства приёма сигналов, методы и средства передачи сигналов, современные системы подвижной связи и др..

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП.

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
1	2	3
ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	Частичное освоение	Знать: законы и методы естественных наук
	Частичное освоение	Знать: законы и методы естественных наук Уметь: использовать положения, законы и методы естественных наук.
	Частичное освоение	Знать: законы и методы естественных наук. Уметь: использовать положения, законы и методы естественных наук. Владеть: математическими методами для решения задач инженерной деятельности.
ОПК-2. Способен самостоятельно проводить	Частичное освоение	Знать: экспериментальные исследования и основные приёмы обработки.

экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	Частичное освоение	Знать: экспериментальные исследования и основные приёмы обработки. Уметь: проводить экспериментальные исследования и использовать основные приёмы обработки.
	Частичное освоение	Знать: экспериментальные исследования и основные приёмы обработки. Уметь проводить экспериментальные исследования и использовать основные приёмы обработки. Владеть: приёмами обработки и полученными данными.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: Безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций (УК-8).

Методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности(ОПК-3).

Уметь: Осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач(УК-1).

Выполнять математические моделирования объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ(ПК-1).

Определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений(УК-2).

Владеть: Методами реализации программ экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов(ПК-2).

Выполнять расчеты и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования(ПК-3).

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем 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 (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
Раздел 1									
1.	Линии передачи.	5	1	2	2		2	2/50	
2.	Напряжения и токи в произвольном сечении ЛП.	5	2	2	2	4	8		
3.	Согласование ЛП.	5	3	2	4	4	8	8/80	
4.	Понятие многополюсника и матрицы	5	4	2	4	4	8	4/40	
5.	Взаимность, отсутствие потерь и симметрия многополюсников	5	5	2		4	8	4/66	
6.	Примеры простых многополюсников СВЧ	5	6	2		4	8		Рейтинг контроль № 1
Раздел 2									
1.	Основы теории антенн.	5	7	2	4		6	4/66	
2.	Векторная комплексная диаграмма направленности (ДН).	5	8	2		4	8	4/66	
3.	Простые антенны.	5	9	2	4		6	4/66	
4.	Щелевые антенны. антенны.	5	10	2			6		
5.	Линейные антенны и решетки.	5	11	2	4	4	6	4/40	
6.	Идеальный линейный излучатель.	5	12	2			6	2/100	Рейтинг контроль № 2
7.	КНД.	5	13	2	4		8		
8.	Излучающие раскрывы и	5	14	2	4		8	4/66	

	решетки								
9.	Вопросы синтеза линейных антенных систем.	5	15	2			6		
10.	Апертурные антенны.	5	16	2	4	8	6	8/58	
11.	Зеркальные параболические антенны (ПА).	5	17	2			8	2/100	
12.	Антенные решетки (АР).	5	17	2			1		Рейтинг контроль № 3
Всего за 5 семестр			18	36	36	36	117	50/46	Экзамен (27), КП
Наличие в дисциплине КП/КР									+
Итого по дисциплине			18	36	36	36	117	50/46	Экзамен (27), КП

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Устройства СВЧ

Тема 1. Линии передачи.

Содержание темы. Основные параметры. Типы линий передачи. Общность их рассмотрения. Математическая модель регулярной линии передачи (ЛП). Нормированные напряжения и токи. Коэффициент отражения.

Тема 2. Напряжения и токи в произвольном сечении ЛП.

Содержание темы. Векторные диаграммы. Различные режимы работы. Трансформация сопротивлений. Круговая диаграмма сопротивлений (диаграмма Вольперта).

Тема 3. Согласование ЛП.

Содержание темы. Необходимость согласования. Постановка задачи. Узкополосное согласование, алгоритмы и расчет схем согласования. Согласование в тракте со многими нерегулярностями

Тема 4. Понятие многополюсника и матрицы.

Содержание темы. Виды матриц. Матрица рассеяния. Достоинства. Применение для описания работы устройств. Идеальные и реальные матрицы.

Тема 5. Взаимность, отсутствие потерь и симметрия многополюсников

Содержание темы. Следствия из унитарности матрицы рассеяния. Составные многополюсные устройства

Тема 6. Примеры простых многополюсников

Содержание темы. СВЧ многополюсники от двухполюсников до восьмиполюсников

Раздел 2. Антенны

Тема 1. Основы теории антенн.

Содержание темы. Назначение и структурная схема антенны.

Поле излучения антенны в дальней, ближней и промежуточной областях.

Тема 2. Векторная комплексная диаграмма направленности (ДН).

Содержание темы. Вторичные параметры, характеризующие направленность. Антенна как четырехполюсник. Антенны в режиме радиоприема

Тема 3. Простые антенны.

Содержание темы. Электрический вибратор. Поле излучения вибратора, сопротивление излучения, КНД. Входное сопротивление вибратора.

Тема 4. Щелевые антенны.

Содержание темы. Конструкции вибраторных и щелевых антенн. Способы их возбуждения. Полосковые и микрополосковые антенны. Сверхширокополосные антенны. Связанные вибраторы. Метод наводимых ЭДС

Тема 5. Линейные антенны и решетки.

Содержание темы. Диаграмма направленности системы одинаковых одинаково ориентированных излучателей. Теорема перемножения диаграмм..

Тема 6. Идеальный линейный излучатель.

Содержание темы Анализ ДН. Коэффициент направленного действия. Влияние амплитудного и фазового распределения на параметры линейной антенны. Анализ направленности линейной равномерной антенной решетки. Подавление побочных главных максимумов.

Тема 7. КНД.

Содержание темы Влияние амплитудного и фазового распределения на параметры линейной антенны. Антенны бегущей волны: диэлектрические, спиральные, импедансные, директорные

Тема 8. Излучающие раскрывы и решетки.

Содержание темы Способы расчета полей плоских раскрывов и решеток. КНД и эффективная поверхность плоского синфазного раскрыва. Излучение плоских раскрывов круглой и прямоугольной формы. Управление положением главного максимума. Плоские фазированные антенные решетки. Размещение элементов. Рассогласование при сканировании

Тема 9. Вопросы синтеза линейных антенных систем.

Содержание темы Постановка задачи синтеза. Синтез методом интеграла Фурье. Синтез методом парциальных диаграмм.

Тема 10. Апертурные антенны.

Содержание темы Рупорные антенны. Линзовые антенны.

Тема 11. Зеркальные параболические антенны (ПА).

Содержание темы Виды зеркал. Облучатели ПА. Разновидности антенн.

Тема 12. Антенные решетки (АР).

Содержание темы Фазированные антенные решетки. Управление положением луча. Многолучевые АР.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине

Тема 1. Изучение элементов волноводных трактов (8 часов)

Содержание лабораторных занятий. Изучение элементов волноводных трактов

Тема 2. Исследование ферритовых устройств на прямоугольных волноводах (4 часа)

Содержание лабораторных занятий. Исследование ферритовых устройств на прямоугольных волноводах

Тема 3. Многополосники СВЧ (4 часа)

Содержание лабораторных занятий. Многополосники СВЧ

Тема 4. Узкополосное согласование (4 часа)

Содержание лабораторных занятий. Узкополосное согласование

Тема 5. Изучение рупорных антенн (4 часа)

Содержание лабораторных занятий. Изучение рупорных антенн

Тема 6. Измерение коэффициента усиления рупорных антенн (4 часа)

Содержание лабораторных занятий. Измерение коэффициента усиления рупорных антенн

Тема 7. Изучение линзовых антенн (4 часа)

Содержание лабораторных занятий. Изучение линзовых антенн

Тема 8. Линейные антенные решетки (4 часа)

Содержание лабораторных занятий. Линейные антенные решетки

Содержание практических занятий по дисциплине

Тема 1. Линии передачи. (4 часа)

Содержание практических занятий. Основные параметры. Типы линий передачи. Общность их рассмотрения. Математическая модель регулярной линии передачи (ЛП). Нормированные напряжения и токи. Коэффициент отражения. Напряжения и токи в произвольном сечении ЛП. Векторные диаграммы. Различные режимы работы. Трансформация сопротивлений. Круговая диаграмма сопротивлений(диаграмма Вольперта

Тема 2. Согласование ЛП. (4 часа)

Содержание практических занятий. Необходимость согласования. Постановка задачи. Узкополосное согласование, алгоритмы и расчет схем согласования. Согласование в тракте со многими нерегулярностям.

Тема 3. Понятие многополосника и матрицы. (4 часа)

Содержание практических занятий. Виды матриц. Матрица рассеяния. Достоинства. Применение для описания работы устройств. Идеальные и реальные матрицы. Взаимность, отсутствие потерь и симметрия многополосников. Следствия из унитарности матрицы рассеяния. Составные многополосные устройства

Тема 4. Основы теории антенн. (4 часа)

Содержание практических занятий. Назначение и структурная схема антенны. Поле излучения антенны в дальней, ближней и промежуточной областях. Векторная комплексная диаграмма направленности (ДН). Вторичные параметры, характеризующие направленность. Антенна как четырехполосник. Антенны в режиме радиоприема.

Тема 5. Простые антенны. (4 часа)

Содержание практических занятий. Электрический вибратор. Поле излучения вибратора, сопротивление излучения, КНД. Входное сопротивление вибратора. Щелевые антенны. Конструкции вибраторных и щелевых антенн. Способы их возбуждения. Полосковые и микрополосковые антенны. Сверхширокополосные антенны. Связанные вибраторы. Метод наводимых ЭДС.

Тема 6. Линейные антенны и решетки. (4 часа)

Содержание практических занятий. Диаграмма направленности системы одинаковых одинаково ориентированных излучателей. Теорема перемножения диаграмм. Идеальный линейный излучатель. Анализ ДН.

Тема 7. Коэффициент направленного действия. (4 часа)

Содержание практических занятий. Влияние амплитудного и фазового распределения на параметры линейной антенны. Анализ направленности линейной равномерной антенной решетки. Подавление побочных главных максимумов. КНД. Антенны бегущей волны: диэлектрические, спиральные, импедансные, директорные

Тема 8. Излучающие раскрывы и решетки. (4 часа)

Содержание практических занятий. 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

Тема 9. Апертурные антенны. (4 часа)

Содержание практических занятий. Рупорные антенны. Линзовые антенны. Зеркальные параболические антенны (ПА). Виды зеркал. Облучатели ПА. Разновидности антенн.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Устройства СВЧ и антенны» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- Интерактивная лекция (Раздел 1 Тема №1-6. Раздел 2 Тема №1-12);
- Интерактивные практические занятия (Тема №1-9).

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

6.1. Вопросы для рейтинг – контроля на 5 семестр

Рейтинг-контроль №1

1. Режимы работы ЛПП
2. Параметры, характеризующие режимы работы ЛПП
3. Трансформация сопротивлений в ЛПП
4. Четвертьволновый и полуволновый трансформаторы сопротивлений
5. Диаграмма полных сопротивлений и проводимостей
6. Узкополосное согласование в ЛПП. 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
14. Измерение больших и малых КСВ

Рейтинг-контроль №2

1. Классификация антенн;
2. Входное сопротивление антенны
3. Диаграмма направленности антенны по полю и мощности

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

1	Назначение и основные свойства антенн.
2	Классический и волновой подход к описанию свойств многополосников СВЧ.
3	Классификация антенн.
4	Матрица рассеяния S.
5	Входное сопротивление антенны.
6	Связь между матрицами S,Z,Y.
7	Сопротивление излучения, мощность излучения, мощность потерь, полная мощность, КПД антенны.

8	Взаимность, симметрия и недиссипативность устройств СВЧ.
9	Зоны излучения.
10	Перенумерация входов устройств. Матрица перенумераций.
11	Диаграмма направленности антенны по полю и мощности
12	Методы измерения диагональных элементов матрицы S.
13	Фазовая характеристика направленности, поляризационная характеристика
14	Методы измерения недиагональных элементов матрицы S
15	Ширина диаграммы направленности по уровням
16	Измерение больших и малых КСВ
17	КНД антенны, связь КНД с размерами антенны, амплитудным и фазовым распределением.
18	Метод 3-х эталонных нагрузок
19	Коэффициент усиления (КУ) антенны. Способы измерения КУ
20	Метод замещения.
21	Действующая длина и эффективная площадь (поверхность) антенны. КИП антенны
22	Измерение элементов матрицы S на автоматическом измерителе в полосе частот
23	Максимально-допустимая мощность, рабочий частотный диапазон антенны.
24	Двойной T-мост
25	Роль теории элементарных излучателей при определении поля излучения антенны
26	Волноводно-щелевой направленный ответвитель
27	Принцип эквивалентных токов
28	Квадратный мост
29	Излучение элементарного электрического диполя
30	Гибридное кольцо
31	Излучение тонкого провода
32	Направленный ответвитель на связанных ЛП
33	Элементарный магнитный диполь
34	Ферритовый вентиль на эффекте смещения поля
35	Элементарная электрическая рамка

36	Ферритовый Y-циркулятор
37	Элемент Гюйгенса
38	Регулируемый ферритовый фазовращатель
39	Распределение тока и заряда на тонком вибраторе
40	Математическая модель регулярной линии передачи (ЛП)
41	ДН симметричного вибратора и её свойства
42	Нормированное напряжение и ток в ЛП. Векторная диаграмма токов и напряжений, распределение токов и напряжений в ЛП
43	Входное сопротивление антенны
44	Связь между матрицами S,Z,Y
45	Действующая длина симметричного вибратора
46	Режимы работы ЛП
47	Сопротивление излучения симметричного вибратора в широком диапазоне частот
48	Параметры, характеризующие режимы работы ЛП
49	Входное сопротивление симметричного вибратора в широком диапазоне частот
50	Влияние режима работы на КПД
51	Поле излучателей, одинаково направленных в пространстве. Теорема перемножения
52	Трансформация сопротивлений в ЛП
53	Линейные системы идентичных излучателей
54	Входное сопротивление и проводимость короткозамкнутого и разомкнутого отрезков ЛП
55	Два излучателя при разных фазовых соотношениях и расстояниях между элементами
56	Четвертьволновый и полуволновый трансформаторы сопротивлений
57	Свойства синфазной системы ненаправленных излучателей
58	Диаграмма полных сопротивлений и проводимостей
59	Система ненаправленных излучателей со сдвигом фаз между токами
60	Узкополосное согласование в ЛП. Основные принципы. Примеры
61	Система направленных излучателей
62	Согласование параллельным шлейфом
63	Комплексное сопротивление системы вибраторов
64	Согласование последовательным шлейфом

65	Взаимное сопротивление параллельных полуволновых вибраторов
66	Согласование четвертьволновым трансформатором
67	Учет влияния земли на параметры вибраторов
68	Согласованные нагрузки
69	ДН вибратора над землей
70	Короткозамыкатели и реактивные нагрузки
71	ДН вибраторов над землей с конечной проводимостью
72	Изоляторы коаксиальных трактов
73	Настроенные вибраторы. Полуволновый вибратор и его свойства
74	Разъемы и сочленения. Вращающиеся сочленения
75	Схемы питания полуволновых вибраторов
76	Переходы между ЛП
77	Полуволновый вибратор с плоским рефлектором
78	Классический и волновой подход к описанию свойств многополюсников СВЧ
79	Шлейф-вибратор Пистолькорса
80	Матрица рассеяния S
81	Схемы питания вибраторов гибким коаксиалом
82	Связь между матрицами S,Z,Y
83	Схемы питания вибраторов жестким коаксиалом
84	Взаимность, симметрия и недиссипативность устройств СВЧ
85	Несимметричные вибраторы и способы их питания
86	Перенумерация входов устройств. Матрица перенумераций
87	Несимметричные вибраторы с расширенной полосой
88	Методы измерения диагональных элементов матрицы S
89	Директорные антенны типа волновой канал
90	Методы измерения недиагональных элементов матрицы S
91	Антенны обратного излучения
92	Измерение больших и малых КСВ
93	Диполь Надененко
94	Метод 3-х эталонных нагрузок
95	Биконическая и коническая антенна
96	Метод замещения
97	Диско-конусная антенна

98	Измерение элементов матрицы S на автоматическом измерителе в полосе частот
99	Угловая антенна
100	Двойной Т-мост
101	Частотно-независимая антенна. Принципы построения и свойства
102	Волноводно-щелевой направленный ответвитель
103	Плоские логопериодические антенны
104	Квадратный мост
105	Основные свойства апертурных антенн. КНД. Ширина главного лепестка ДН
106	Гибридное кольцо
107	Излучение прямоугольной и круглой площадок при разном амплитудном распределении поля (АР)
108	Направленный ответвитель на связанных ЛП
109	Диаграммы направленной синфазной прямоугольной и круглой площадок при разном АР
110	Ферритовый вентиль на эффекте смещения поля
111	Влияние фазовых искажений на излучение площадки
112	Ферритовый Y-циркулятор
113	Излучение открытого конца волновода
114	Регулируемый ферритовый фазовращатель
115	Оптимальный рупор
116	Математическая модель регулярной линии передачи (ЛП)
117	E-секториальный и H-секториальный рупор
118	Нормированное напряжение и ток в ЛП. Векторная диаграмма токов и напряжений, распределение токов и напряжений в ЛП
119	Пирамидальный рупор
120	Связь между матрицами S, Z, Y
121	Конический рупор
122	Режимы работы ЛП
123	Рупор с ассиметричной ДН
124	Параметры, характеризующие режимы работы ЛП
125	Состав ЛА, назначение элементов, типы
126	Влияние режима работы на КПД
127	Уравнение, определяющее профиль линзы

128	Трансформация сопротивлений в ЛП
129	Влияние линз на амплитудные распределения в апертуре ЛА
130	Входное сопротивление и проводимость короткозамкнутого и разомкнутого отрезков ЛП
131	Кубические и квадратичные фазовые искажения в ЛА
132	Четвертьволновый и полуволновый трансформаторы сопротивлений
133	Типы параболических антенн, их свойства. Уравнения параболоида вращения
134	Диаграмма полных сопротивлений и проводимостей
135	Расчет параболических антенн
136	Узкополосное согласование в ЛП. Основные принципы. Примеры
137	Облучатели параболических антенн. Связь амплитудного распределения в апертуре с ДН облучателя
138	Согласование параллельным шлейфом
139	ДН апертурной антенны, её связь с АР
140	Согласование последовательным шлейфом
141	Составное АР и апертурный КИП ПА
142	Согласование четвертьволновым трансформатором
143	Учет затенения раскрыва облучателя. КИП тени
144	Согласованные нагрузки
145	КИП рассеяния ПА
146	Короткозамыкатели и реактивные нагрузки
147	Измерение ДН антенн
148	Изоляторы коаксиальных трактов
149	Измерение поляризационных характеристик антенн
150	Разъемы и сочленения. Вращающиеся сочленения
151	Методы измерения коэффициента усиления антенн
152	Переходы между ЛП.
153	Измерение коэффициента усиления антенн по методу плоского экрана
154	Разъемы и сочленения. Вращающиеся сочленения
155	Определение входного сопротивления антенн путем измерения модуля и фазы коэффициента отражения
156	Переходы между ЛП

6.3. 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 $R_n, \text{ Ом}$ $jX_n,$		Волновое сопротивление $Z_w, \text{ Ом}$	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.З 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 $U_{обрат}$ и $U_{пад}$
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 $|\rho| = 1$

17. Каким элементом выполняется согласование точек Ви 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 диэлектрической 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. Каково 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. Темы курсового проекта и его содержание

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 курсовой проект

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

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	Книгообеспеченность	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
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	2014		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	2012		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	2012		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	2013		http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=397326
5. Антенны. Практическое руководство [Электронный ресурс] : практическое руководство / Г. Миллер. - СПб. : Наука и техника, 2012	2012		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785943878169.html
Дополнительная литература			
1. Антенны. Том 1. [Электронный ресурс] / Ротхаммель К., Кришке А. - М. : ДМК Пресс, 2009	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.	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	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.	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.	2010		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785943873607.html
6. Ситнянский Б.Д. Устройства СВЧ: Методические указания к лабораторным работам. - Владимир, 2013г.	2013	20	
7. Ситнянский Б.Д. Антенны СВЧ: Методические указания к лабораторным работам. – Владимир, 2013г	2013	20	
8. Ситнянский Б.Д., Садовский Н.В., Гаврилов В.М. Антенны и устройства СВЧ: Методические указания к курсовой работе. - Владимир, 2012г. – 26с.	2012	20	
9. Ситнянский Б.Д. устройства СВЧ. Описание программ компьютерного моделирования. Владимир. 2012г. Электронная версия.	2012	20	
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.	2015		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703840436.html
11. Введение в smart-антенны [Электронный ресурс] / Баланиц Константин А., Иоанидес Панайотис И. - М. : Техносфера, 2012.	2012		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363127.html

7.2 Периодические издания:

Отечественные журналы:

- Радиотехника;
- Радиотехника и электроника;

- Приборы и техника эксперимента;
- Цифровая обработка сигналов.

Реферативные журналы:

- Радиотехника;
- Электроника.

Зарубежные журналы:

- IEEE Transactions on Communications;
- IEEE Transactions on Antennas and Propagation


7.3 Интернет-ресурсы:

1. Журнал "Радиотехника" - <http://radiotec.ru/catalog.php?cat=jr11>
2. <http://mexalib.com/view/15117>
3. <http://znanium.com>

**8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
(МОДУЛЯ)**

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического и лабораторного типа, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций. Практические и лабораторные работы проводятся в ауд.510.

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 № 18 от 26.06.19 года

Заведующий кафедрой  Никитин О.Р.

(ФИО, подпись)

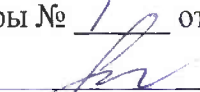
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 11.03.01 - Радиотехника

Протокол № 4 от 27.06.19 года

Председатель комиссии  Никитин О.Р.

(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20/21 учебный год
Протокол заседания кафедры № 1 от 31.01.20 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.