

Аннотация дисциплины С.1.2.10 Дисциплина. Устройства сверхвысоких частот и антенны

Дисциплина "Устройства сверхвысоких частот и антенны" изучается обучающимися по основной профессиональной образовательной программе "Радиолокационные системы и комплексы" направления подготовки "11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы".

Дисциплина изучается в 7 семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 180/5 часов/з.ед. Самостоятельная работа заключается в выполнении работ, указанных в разделе 4.

В ходе изучения дисциплины осуществляется текущий контроль в форме технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической карты дисциплины, размещенной на электронном курсе, а также промежуточный контроль в форме курсовая работа, экзамен.

Целью изучения дисциплины является формирование следующих компетенций:

1. ПК-1 Способен осуществлять анализ состояния научно-технической проблемы, определять цели и выполнять постановку задач проектирования
2. ПК-2 Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ
3. ПК-3 Способен осуществлять проектирование конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ

В ходе изучения дисциплины последовательно рассматриваются темы:

1. Лекция № 1. Типовые узлы и элементы, их электрические модели и конструкции. Линии передачи в радиосистемах и устройствах. Основные типы линий передачи: проволочные, коаксиальные, микрополосковые, волноводные и волоконно-оптические, их краткие характеристические параметры. Математическая модель линии передачи. Понятие падающей и отражённой волн, коэффициент отражения, нормированные токи, напряжения, сопротивление и проводимость. Сочетание методов электродинамики и теории цепей СВЧ. Трансформация сопротивлений. Использование коротких линий передачи для трансформации сопротивлений нагрузки. Нормированное и ненормированное входные сопротивления и проводимости линии передачи. Реактивные шлейфы. Четвертьволновый трансформатор. Полуволновый трансформатор. Круговая номограмма Вольперта. Определение полного сопротивления комплексной нагрузки. Согласование линии передачи и сопротивлений.
Лекция № 2. Элементы трактов для различных диапазонов волн. Согласованные нагрузки (СН). Использование, основные параметры. СН для коаксиальных трактов, в полосковых линиях передачи, в волноводах. Реактивные нагрузки. Использование, основные параметры. Конструкции реактивных нагрузок. Изоляторы для коаксиального тракта. Конструкции, основные характеристики. Сочетание методов электродинамики и теории цепей СВЧ. Переходы между линиями передачи различных типов. Коаксиально-волноводные переходы: зондовый переход, переход с последовательным шлейфом, переход с поперечным стержнем, переход пуговичного типа. Волноводное вращающееся сочленение для прямоугольных волноводов на базе круглого волновода. Возбуждение волны низшего типа H₁₁ в круглом волноводе. Варианты перехода от прямоугольного к круглому волноводу. Коаксиально-полосковые переходы (КПП). Соосный и перпендикулярный КПП.
Лекция № 3. Принципы функционирования устройств СВЧ.

Матричное описание многополюсников СВЧ. Понятие многополюсника СВЧ. Матрицы многополюсника. Классический и волновой подходы при электрическом описании многополюсника. Матрица рассеяния, проводимостей и сопротивлений. Связь между ними.

Нормированные матрицы многополюсника. Соотношения нормировки для матриц сопротивлений и проводимостей.

Сдвиг плоскостей отсчёта фаз на входах многополюсника. Идеальные и реальные матрицы многополюсника.

Взаимные многополюсники. Недиссипативные многополюсники. Определения. Недиссипативность в терминах матрицы сопротивлений и матрицы рассеяния.

2. Лекция № 4. Симметричные многополюсники. Определение симметричности. Геометрическая и электрическая симметрия. Зависимость матриц от нумерации входов. Примеры конструкций:

- симметричное Y-разветвление коаксиальных волноводов;
- последовательное разветвление двухпроводных линий передачи;
- двойной волноводный T-мост.

Составные многополюсные устройства СВЧ. Принцип декомпозиции в анализе многополюсных устройств СВЧ. Анализ четырёхполюсников и двухполюсников с помощью матриц передачи. Элементарные взаимные многополюсники. Условия реактивности четырёхполюсника. Условия симметрии и антисимметрии четырёхполюсников.

Метод декомпозиции симметричных многополюсников. Метод синфазного и противофазного возбуждения. Пример использования метода на волноводно-щелевом мосте.

Лекция № 5. Антенны. Принципы функционирования. Классификация антенн. Электромагнитное поле в ближней, промежуточной и дальней зонах. Классификация антенн. Структурная схема антенны. Электромагнитные поля излучающих систем.

Основные свойства электромагнитного поля излучающей системы для дальней зоны. Нормированная диаграмма направленности по мощности. Промежуточная область или область Френеля. Ближняя зона.

Амплитудная диаграмма направленности (ДН) антенны. Виды ДН: тороидальная, игольчатая, веерная, косекансная. Способы представления ДН. Ширина луча и уровень боковых лепестков.

Экспериментальное исследование и автоматизированное проектирование антенн.

Вторичные параметры, характеризующие направленность антенн. Коэффициент направленного действия (КНД). Определение КНД. Зависимость КНД от ширины луча и уровня боковых лепестков.

Представление передающей антенны как четырёхполюсника. КПД и коэффициент усиления антенны. Использование метода сравнения для определения коэффициента усиления. Входное сопротивление антенны. Рабочая частота.

Лекция № 6. Принципы функционирования антенн, аналитические и численные методы их расчета.

Электрический вибратор. Конструкция электрического вибратора. Электродинамическая модель вибратора, закон распределения излучающих токов на его поверхности. Диаграмма направленности, сопротивление излучения и коэффициент направленного действия.

Расчёт входного сопротивления вибратора методом эквивалентных схем. Активная и реактивная части входного сопротивления в зависимости от отношения длины вибратора к его диаметру.

Симметричный магнитный вибратор. Щелевые антенны. Конструкция магнитного вибратора. Диаграмма направленности для поля Е и Н в дальней зоне. Проводимость излучения и входная проводимость.

- Щелевые антенны в плоских экранах. Односторонняя щель, конструкция. Входная проводимость и проводимость излучения. Изменение КНД.
3. Лекция № 7. Связанные вибраторы. Метод наводимых ЭДС. Конструкции вибраторных антенн. Представление связанных вибраторов в виде четырёхполюсника с собственными сопротивлениями вибраторов и взаимными сопротивлениями. Определение токов и напряжений на входах вибраторов методом наводимых ЭДС. Конструкции вибраторных антенн: полуволновый вибратор; полуволновый вибратор с шунтовым питанием; петлеобразный полуволновый вибратор; вертикальный четвертьволновый вибратор, возбуждаемый с помощью проводящего диска; четвертьволновый вибратор с приподнятой точкой питания. Использование симметричного «U-колена» при питании симметричных полуволновых вибраторов коаксиальным кабелем.

Частотно-независимые антенны (ЧНА). Антенна в виде двухзаходной спирали Архимеда. Распределение тока вдоль 2-х проводной спиральной линии, направление излучения такой системы, диаграмма направленности, входное сопротивление.

Принцип самодополнительности при конструировании частотно-независимых антенн. Конструкции ЧНА. Автоматическая отсечка излучающих токов. Диаграммы направленности архимедовых спиральных антенн. Система из 2-х вибраторов с совмещёнными центрами – турникетная антенна. Конструкция, амплитудная и фазовая диаграммы направленности. Режим всенаправленного излучения. Режим регулируемой поляризации волн.

Лекция № 8. Щелевые антенны. Излучение щели в экране ограниченных размеров или в волноводе. Одиночные щелевые излучатели. Конструкция, точка подключения питания, входное сопротивление, диаграмма направленности в плоскости Е от размера металлической плоскости.

Щелевые излучатели в стенках волноводов. Щель как магнитный вибратор с распределённым возбуждением. Нормированная входная проводимость резонансной продольной щели. Многощелевая волноводная антенна с синфазным возбуждением щелей. Особенности конструкции, характеристика направленности, коэффициент направленного действия.

Несинфазная (нерезонансная) многощелевая волноводная антенна. Особенности конструкции, направленность максимального излучения. Преимущества и недостатки.

Полосковые и микрополосковые антенны. Диапазон используемых частот, достоинства. Особенности конструкции. Микрополосковая антенна как объёмный резонатор. Распределение магнитных токов по краям антенны. Диаграммы направленности в плоскости Е и Н. Коэффициент направленного действия, КПД антенны.

Логопериодические антенны. Особенности конструкции логопериодических структур. Характеристики геометрии структур. Среднее входное сопротивление плоской логопериодической антенны. Формы диаграммы направленности в плоскости Е и Н.

Основными стратегическими образовательными технологиями являются: лекционные занятия, практические и лабораторные занятия, процедуры самообучения.

В рамках указанных технологий применяются тактические образовательные технологии: задания, классическая лекция.