



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Московский технологический университет»

МИРЭА



УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

В.Л. Панков

« 28 » марта 2018 г.

Программа вступительного экзамена

Уровень высшего образования

Подготовка кадров высшей квалификации

Направление подготовки

11.06.01 «Электроника, радиотехника и системы связи»

Направленность (научная специальность)

05.12.07 «Антенны, СВЧ устройства и их технологии»

Форма обучения – очная, заочная

Москва, 2018

Раздел 1. Основные понятия теории электромагнитного поля

Основные величины, характеризующие электромагнитное поле. Классификация сред по отношению к электромагнитному полю.

Система уравнений электродинамики.

Система уравнений Максвелла в интегральной форме.

Система уравнений Максвелла в дифференциальной форме. Общие свойства системы уравнений Максвелла.

Система уравнений Максвелла для комплексных амплитуд.

Теорема Умова – Пойнтинга. Теорема Умова – Пойнтинга для комплексных амплитуд векторов электромагнитного поля.

Волновые уравнения.

Волновые уравнения для однородной среды при отсутствии сторонних источников.

Волновые уравнения для однородной среды при наличии сторонних источников.

Волновые уравнения для однородной среды при наличии виртуальных магнитных сторонних источников.

Раздел 2. Электромагнитные волны

Плоские электромагнитные волны

Решение волнового уравнения для плоской волны, распространяющейся вдоль координатной оси.

Поляризация плоских волн.

Поведение плоских волн в средах различных типов.

Плоская волна, распространяющаяся под углом к координатным осям.

Преломление и отражение плоских волн на плоской границе раздела сред.

Прохождение плоских волн через плоско – слоистую среду.

Сферические и цилиндрические электромагнитные волны.

Решения волнового уравнения для сферической и цилиндрической волн

Условия представления сферических и цилиндрических волн в виде квазиплоских волн.

Представление электромагнитных полей в виде разложения по сферическим или цилиндрическим волнам.

Раздел 3. Элементарные излучатели электромагнитных волн

Решение неоднородного волнового уравнения.

Понятие δ -функции и функции Грина волнового уравнения.

Решение неоднородного волнового уравнения для потенциалов поля при известной функции Грина для свободного пространства.

Поле элементарного электрического излучателя.

Поле элементарного магнитного излучателя.

Поле элементарного излучателя Гюйгенса.

Поле произвольного стороннего тока в свободном пространстве.

Дополнительные вопросы электродинамики

Лемма Лоренца.

Теорема взаимности.

Теорема эквивалентности.

Принцип электродинамического подобия.

Раздел 4. Дифракция электромагнитных волн.

Понятия отражения, рассеяния и дифракции электромагнитных волн.

Интегральные уравнения для задач дифракции электромагнитных волн на идеально проводящих телах.

Методы собственных функций для задач дифракции.

Приближенные методы геометрической оптики и интеграла Кирхгофа в теории дифракции электромагнитных волн.

Геометрическая теория дифракции.

Раздел 5. Волноводы

Телеграфные уравнения. Волны в длинных линиях.

Волны типов Н и Е в пустотелых волноводах. Понятие критических длин волн. Свойства волн основного типа.

Дисперсия и затухание волн. Предельная мощность для волновода.

Волны в коаксиальных волноводах. Свойства волны типа Т.

Волны в диэлектрических волноводах. Основные свойства волн основного типа. Оптические волноводы.

Раздел 6. Математические методы для описания СВЧ линий передачи и СВЧ устройств

Матричный метод описания линий передачи СВЧ сигналов. Волновые матрицы рассеяния. Физический смысл элементов матриц рассеяния. Основные свойства матриц рассеяния. Матрица рассеяния соединения линий передачи.

Матричный метод описания линий передачи СВЧ сигналов. Волновые матрицы передачи. Соотношения между матрицами рассеяния и матрицами передачи. Матрица передачи соединения линий передачи.

Сигнальный метод описания линий передачи. Ориентированные графы. Соотношения между ориентированным графом и матрицами рассеяния. Ориентированный граф соединения линий передачи. Правило Мэзона.

Раздел 7. Фидерные устройства

Типы фидерных устройств.

Коаксиальные кабели, параметры и характеристики, основные конструкции. Коаксиальные соединители. Защита фидерных устройств от внешних воздействий.

Т и Y тройники. Физические процессы возбуждения выходов при подаче мощности на вход тройника. Амплитудные и фазовые соотношения. Анализ простейшей эквивалентной схемы тройника. Согласование тройника по входу. Анализ матрицы рассеяния взаимного шестиполюсника без потерь. Матрица рассеяния шестиполюсника, согласованного по одному входу. Применение тройников в качестве делителей мощности на $N > 2$ нагрузок. Тройники с неравномерным делением мощности.

Понятие направленного ответвителя. Параметры и характеристики направленных ответвителей. Пример применения направленных ответвителей для построения рефлектометра. Направленный ответвитель на перекрещиваю-

щихся волноводах со связью через одно отверстие в общей широкой стенке. Направленный ответвитель со связью через два отверстия в общей узкой стенке волноводов.

Анализ матриц рассеяния восьмиполосников, содержащих попарно развязанные и согласованные входы. Канонический вид матрицы рассеяния.

Двойной волноводный тройник (основные конструкции, свойства, приемы согласования, применение приема синфазно – противофазного возбуждения для пояснения свойств).

Волноводный щелевой мост (основные конструкции, свойства, приемы согласования).

Кольцевой мост (основные конструкции, свойства, приемы согласования).

Невзаимные и взаимные фазовращатели на ферритах. Пример применения невзаимного фазовращателя для построения фазового циркулятора по выбору студента.

Эффект Фарадея в СВЧ устройствах, содержащих продольно намагниченный феррит. Устройства на эффекте Фарадея (циркулятор, амплитудный модулятор, аттенюатор, вентиль).

Вентили на эффектах смещения поля и резонансного поглощения в феррите.

СВЧ согласованные нагрузки.

СВЧ аттенюаторы.

СВЧ фазовращатели.

СВЧ устройства на полупроводниковых диодах (детекторные секции, волноводные переключатели, аттенюаторы, фазовращатели).

Раздел 8. Резонаторы

Классификация резонаторов. Собственные волны в объемных резонаторах. Волноводная теория объемных резонаторов. Добротность резонаторов.

Резонаторы бегущей волны.

Диэлектрические резонаторы.

Раздел 9. Основные технические параметры антенно-фидерных устройств

Обзор современных антенных устройств и систем. Проблемы антенной техники.

Характеристики и параметры антенн различного назначения.

Измерение основных характеристик и параметров антенн.

Раздел 10. Основы теории простых антенн

Симметричные вибраторные и щелевые антенны. Полосковые антенны. Применяемые модели и методы исследования. Основные параметры простых антенн (ДН, КНД, входное сопротивление).

Система двух однотипных излучателей. Метод наводимых ЭДС для определения входных сопротивлений и наведенных токов.

Раздел 11. Излучение антенных решеток и возбужденных поверхностей

Излучение эквидистантной линейки дискретных излучателей. Основные характеристики (ДН, входное сопротивление). Основные режимы работы ан-

тенн (режим поперечного, наклонного и осевого излучения). Излучение непрерывного линейного излучателя. Связь характеристик антенн с законами распределения тока на антеннах. Фазовые ошибки. Излучение плоской решетки излучателей. Формулы для ДН эквидистантной линейки и решетки однотипных излучателей с линейными разделяющимися по координатам законами распределения тока.

Схемы питания АР (последовательная, параллельная, матричная, пространственные схемы). Взаимная связь между излучателями в ФАР, входное сопротивление ФАР, слепые углы. Применение пассивных блоков излучателей в ФАР. Применение расфазировки в ФАР.

Излучение плоской антенны с непрерывным законом распределения тока.

Раздел 12. Основы теории приемных антенн

Параметры и характеристики приемных антенн. Теорема взаимности для антенн. Шумовые свойства наземных антенн и антенн космического базирования.

Раздел 13. Антенны центральных и базовых станций в системах мобильной связи

Рупорные антенны.

Однозеркальные антенны с параболическим рефлектором. Осесимметричные и офсетные рефлекторы.

Двухзеркальные антенны по схеме Кассегрена, Грегори, АДЭ. Облучатели апертурных антенн. Обтекатели и укрытия антенн.

Требования к антеннам базовых станций для связи с абонентами в различных стандартах мобильной связи. Конструкции антенн базовых станций. Управление положением ДН в пространстве.

Раздел 14. Антенны абонентских станций в системах мобильной связи

Способы расширения полосы рабочих частот. Конические и плоские спиральные антенны. Широкополосные и логопериодические вибраторные антенны. Фрактальные антенны. Способы уменьшения габаритных размеров антенн. Методы проектирования антенн абонентских станций.

Раздел 15. Численные методы моделирования антенн

Повышения точности проектирования антенн при использовании численных методов моделирования.

Методы интегральных уравнений.

Интегральная постановка краевых задач излучения. Численные методы решения интегральных уравнений.

Формулировка метода моментов для электромагнитных задач. Решение задач излучения методом моментов.

Раздел 16. Электромагнитная совместимость телекоммуникационных средств

Понятие электромагнитной совместимости, методы обеспечения. Экранирование. Обеспечение электромагнитной совместимости излучателей. Про-

странственная, поляризационная и частотная фильтрация сигналов. Электромагнитная безопасность.

Литература

1. Никольский В.В., Никольская Т.И. Электродинамика и распространение радиоволн. — М.: Либроком, 2010. — 544с.
2. Лобанов Б.С., Нефедов В.И., Трефилов Н.А. Прикладная электродинамика. — М.: Изд. МИРЭА, 2011. — 132 с.
3. Неганов В.А., Яровой Г.П. Теория и применение устройств СВЧ. М.: Радио и связь, 2006. — 648 с.
4. Неганов В.А., Ключев Д.С., Табаков Д.П. Устройства СВЧ и антенны. Часть 1. Проектирование, конструктивная реализация, примеры применения устройств СВЧ. — М.: Либроком, 2015. — 384 с.
5. Неганов В.А., Ключев Д.С., Табаков Д.П. Устройства СВЧ и антенны. Часть 2. Теория и техника антенн. — М.: Либроком, 2015. — 384 с.
6. Балашов В.М., Трефилов Н.А. Технология антенн и устройств СВЧ. — М.: Мир книги, 1992. — 180 с.
- Воскресенский Д.И., Гостюхин В.Л., Максимов В.М., Пономарев Л.И. Устройства СВЧ и антенны / Под ред. Д.И. Воскресенского. — М.: Радиотехника, 2008. — 376с.
7. Пименов Ю.В., Давыдов А.Г., Кюркчан А.Г. Расчет антенных устройств. — М.: Техносфера, 2008.
8. Нечаев Ю.Б., Николаев В.И. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии. — М.: ОАО Концерн «Созвездие», 2008. — 630 с.
9. Банков С.Е., Курушин А.А. Расчет антенн и СВЧ структур с помощью HFSS Ansoft v.10. — М.: Оркада, 2009. — 256 с.
10. Balanis C.A. Antenna Theory: Analysis and designe. — NY.: 1996. — p.960.
11. Разевиг В.Д., Потапов Ю.В., Курушин А.А. Проектирование СВЧ устройств с помощью Microwave Office. — М.: Солон-Пресс, 2003. — 496 с.

Исполняющий обязанности директора
Института радиотехнических и
телекоммуникационных систем



М.А. Назаренко