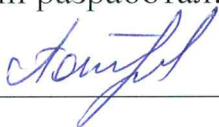


Программу вступительного экзамена в аспирантуру по специальной дисциплине, соответствующей научной специальности 2.2.15 Системы, сети и устройства телекоммуникаций разработал:

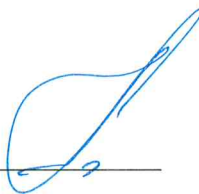
К.т.н., доц. каф. РТС



Потапова О.В.

Программу проверил:

Д.ф.-м.н., проф., зав. каф. РТС



Надеев А.Ф.

1. Общие положения

Настоящая программа вступительного экзамена по специальной дисциплине, соответствующей научной специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии сформирована в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования по программам специалитета и (или) магистратуры.

Процедура приема вступительных экзаменов регламентирована Порядком приема на обучение по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, утвержденным приказом Минобрнауки России от 06.08.2021 N 721

Результаты экзамена оцениваются по 100 (сто)-балльной системе.

Пересдача вступительных экзаменов не допускается.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания – 60 (шестьдесят) баллов.

2. Цели вступительных испытаний

Выявление профессионального уровня знаний, приобретенных в процессе получения высшего образования, осознание основных аспектов будущей научной отрасли и выявление научного потенциала поступающего.

3. Требования к уровню подготовленности к профессиональной деятельности

Кандидат на поступление в аспирантуру должен иметь диплом о высшем образовании (специалитет, магистратура) по выбранной, родственной или иметь опубликованные работы по отрасли профильной специальности или должен подготовить реферат по выбранной научной специальности.

4. Форма проведения вступительного экзамена

Испытание осуществляется в устно-письменной форме по вопросам, перечень которых указан в данной программе.

Поступающему задаются 2 вопроса.

Продолжительность экзамена – 60 мин.

5. Вопросы программы вступительного экзамена в аспирантуру по научной специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии:

1. Электромагнитное поле и его источники. Векторы электромагнитного поля. Материальные среды и их макроскопические параметры. Классификация сред. Скалярные и тензорные параметры сред.

2. Основные законы электродинамики. Система уравнений Максвелла (дифференциальная и интегральная формы), закон непрерывности тока, закон Ома в дифференциальной форме. Система уравнений Максвелла для статических, стационарных и гармонических полей. Комплексная диэлектрическая проницаемость, уточнение понятия о проводниках и диэлектриках. Система уравнений Максвелла в комплексной форме. Сторонние источники электромагнитного поля, полная система уравнений Максвелла.

3. Основные принципы и теоремы электродинамики. Внутренняя и внешняя задачи электродинамики. Теорема единственности. Принцип эквивалентности. Принцип взаимности. Принцип перестановочной двойственности.

4. Граничные условия для векторов электромагнитного поля. Граничные условия на поверхности идеального проводника. Граничные условия на поверхности реального проводника.

5. Энергия электромагнитного поля. Теорема Умова-Пойнтинга. Вектор Пойнтинга. Теорема Умова-Пойнтинга для комплексных амплитуд векторов электромагнитного поля. Скорость переноса энергии электромагнитного поля.

6. Плоские электромагнитные волны. Уравнения Гельмгольца для плоских волн. Взаимная ориентация векторов поля в плоской волне. Плоские волны в среде без потерь, характеристическое сопротивление среды. Постоянная распространения плоской волны, фазовая скорость, скорость распространения энергии.

7. Плоские волны в среде с потерями. Характеристическое сопротивление среды с потерями. Постоянная распространения плоской волны: коэффициент затухания и коэффициент фазы. Единицы измерения коэффициента затухания.

8. Поляризация плоских волн. Виды поляризации плоских волн. Условия получения волны с линейной, круговой и эллиптической поляризацией.

9. Падение плоской волны на границу раздела двух диэлектриков: наклонное падение, нормальное падение. Определение коэффициента отражения и коэффициента фазы. Падение плоской волны на границу раздела диэлектрик – проводник. Поверхностный эффект.

10. Магнитная проницаемость намагниченного феррита. Продольно намагниченный феррит. Продольный гироманитный резонанс. Поперечно

намагниченный феррит. Поперечный гиромагнитный резонанс. Эффект Фарадея.

11. Излучение электромагнитных волн. Скалярные и векторные электродинамические потенциалы. Решение уравнения Гельмгольца.

12. Элементарный электрический вибратор. Зоны электромагнитного поля: ближняя, промежуточная, дальняя. Диаграмма направленности элементарного электрического излучателя.

13. Элементарный магнитный диполь. Поле элементарного магнитного диполя, его диаграмма направленности.

14. Элементарный щелевой излучатель. элементарного щелевого излучателя, его диаграмма направленности.

15. Элемент Гюйгенса. Поле, создаваемое элементом Гюйгенса, его диаграмма направленности.

16. Электромагнитные волны в направляющих системах. Общие сведения о направляющих системах. Волновые уравнения для направляемых волн. Мембранные уравнения. Классификация направляемых волн.

17. Условие распространения электромагнитных волн в направляющих системах. Одноволновый и многоволновый режимы работы. Параметры волн в направляющих системах. Дисперсия волн в направляющих системах. Мощность, переносимая электромагнитными волнами в линии передачи.

18. Объемные резонаторы. Общие сведения о резонаторах. Собственные колебания в объемном резонаторе без потерь. Резонансная частота, собственная добротность резонатора. Вынужденные колебания резонаторов.

19. Возбуждение электромагнитных волн в направляющих системах и резонаторах. Общие правила возбуждения электромагнитного поля заданного типа. Устройства возбуждения электромагнитного поля: штырь, петля, щель.

20. Электромагнитные волны в направляющих системах конечной длины. Распространение электромагнитных волн в направляющих системах конечной длины. Аналогия между направляющей системой и длинной линией. Коэффициент отражения, коэффициент стоячей волны. Условие согласования линии с нагрузкой. Режимы работы линии передачи.

21. Входное сопротивление нагруженного отрезка линии передачи. Свойства отрезков линии передачи различной длины. Понятие четвертьволнового трансформатора и реактивного шлейфа. Методы согласования нагрузки с линией передачи.

22. Многополюсники СВЧ. Матрицы, описывающие свойства многополюсников СВЧ. Соотношения между матрицами многополюсников. Многополюсники, описываемые матрицами со специальными свойствами. Использование метода декомпозиции, при расчете СВЧ – устройств.

23. Элементы трактов СВЧ. Изгибы и сочленения волноводов. Реактивные элементы. Фильтры типов волн. Переходы в линиях передачи. Согласованные нагрузки. Короткозамыкатели.

24. Разветвление линий передачи. Делители мощности. Конструкции делителей мощности на основе различных линий передачи. Развязанные делители мощности.

25. Направленные ответвители. Характеристики направленных ответвителей. Конструкции направленных ответвителей на основе различных линий передачи.

26. Принципы построения управляемых устройств с $p-i-n$ - диодами. Эквивалентная схема. СВЧ-устройства на $p-i-n$ диодах: выключатель, аттенюатор, полупроводниковый переключатель. Схемы подачи управляющих напряжений для $p-i-n$ диода.

27. Фазовращатели СВЧ, проходные и отражательные фазовращатели. Фазовращатель на коммутируемых отрезках линии передачи, управляемые отражательные фазовращатели.

28. Принципы работы устройств с ферритами. Устройства СВЧ на основе ферритов: волноводный резонансный вентиль, поляризатор на эффекте Фарадея, вентиль на смещении поля, циркулятор.

29. Назначение антенн, место антенн в радиотехнических системах. Классификация антенн. Параметры антенн. Диаграмма направленности, коэффициент направленного действия, коэффициент усиления.

30. Теория симметричного вибратора. Распределение тока и заряда на симметричном вибраторе, параметры симметричного вибратора: диаграмма направленности, сопротивление излучения, входное сопротивление, КНД.

31. Конструкции вибраторных антенн. Частотно-независимые антенны: принципы построения, виды частотно-независимых антенн.

32. Антенные решетки. Определения, классификация, основные свойства. Диаграмма направленности антенных решеток, методы устранения дифракционных максимумов. Фазированные антенные решетки. Управление фазированием сканирующих антенных решеток.

33. Волноводно-щелевые антенные решетки, антенные решетки с частотным сканированием. Многолучевые антенные решетки.

34. Излучение плоской площадки произвольной формы. Влияние формы раскрыва и амплитудного распределения по площадке на параметры диаграммы направленности. Влияние фазового распределения в раскрыве на параметры диаграммы направленности.

35. Апертурные антенны. Виды апертурных антенн, методы расчета апертурных антенн.

6. Перечень литературы для подготовки к вступительному испытанию

а) основная литература:

1. Фальковский, О. И. Техническая электродинамика : учебник / О. И. Фальковский. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 432 с. —

ISBN 978-5-8114-0980-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210371>

2. Антенны : учебное пособие / Ю. Т. Зырянов, П. А. Федюнин, О. А. Белоусов [и др.]. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 412 с. — ISBN 978-5-8114-5148-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/133478>

б) дополнительная литература:

1. Марков Г.Т., Петров Б.М., Грудинская Г.П. Электродинамика и распространение радиоволн: учебное пособие для вузов. — Москва: Сов. радио, 1966. — 376 с.

2. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ: учебник для радиотехн. спец. вузов. — Москва: Высшая школа, 1988. — 432 с.

3. Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток: учебное пособие для вузов / Д.И. Воскресенский, В.И. Степаненко, В.С. Филиппов [и др.]; под ред. Д.И.Воскресенского. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Радиотехника, 2012. — 744 с.