

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ, КУЛЬТУРЫ И СПОРТА  
РА  
ГОУ ВПО РОССИЙСКО-АРМЯНСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ)  
УНИВЕРСИТЕТ

Инженерно-физический институт  
Кафедра Телекоммуникаций

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В  
АСПИРАНТУРУ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Б.12.01 «Радиотехника, радиочастотные устройства, системы,  
технологии»

Утверждено кафедрой Телекоммуникаций

Протокол № 5 от 09.02.2024 г.



зав. кафедрой Телекоммуникаций

 Агаронян А.К.

Ереван-2024

## Радиотехника, радиочастотные устройства, системы, технологии

Радиотехника, радиочастотные устройства, системы, технологии - область науки и техники занимающаяся излучением и приемом электромагнитных волн, их распространением по трассам, линиям передачи, СВЧ устройствам и средам управлением полями с помощью различных физических явлений, эффектов и устройств, включая исследования, разработку и создание антенн, СВЧ устройств, материалов и компонентов, технологий их изготовления, электромагнитную совместимость, спецоборудование и метрологическое обеспечение.

Специальность включает вопросы исследования, разработки, создания и производства новых антенн, устройств СВЧ и их технологии, радиоматериалов, элементной базы, решения задач электромагнитной совместимости, метрологического обеспечения, новых методов проектирования и новых технологических процессов.

Специальность не включает: исследование методов и алгоритмов строгого решения уравнений электродинамики; исследование взаимодействия электромагнитных полей с молекулярной структурой вещества; исследование общих вопросов эффективности радиотехнических систем.

### Вопросы

1. Векторы  $\vec{E}, \vec{D}, \vec{P}, \vec{B}, \vec{H}, \vec{M}$  электромагнитного поля.
2. Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной формах.
3. Материальные уравнения сред. Неполярные и полярные диэлектрики, сегнетоэлектрики. Диамagnetики, парамагнетики и ферромагнетики.
4. Граничные условия для векторов электромагнитного поля.
5. Баланс энергии электромагнитного поля. Вектор Пойтинга. Теорема Пойтинга.
6. Метод комплексных амплитуд. Уравнения Максвелла для монохроматического поля. Комплексная диэлектрическая проницаемость.
7. Закон Ома в дифференциальной форме. Токи проводимости и смещения. Классификация сред на проводники, диэлектрики и полупроводники.
8. Волновое уравнение Гельмгольца. Сферическая волна. Коэффициент распространения.
9. Плоская однородная поперечная волна. Волновое уравнение для плоской однородной волны. Коэффициент распространения, затухания и фазы. Фазовая скорость волны, длина волны и волновое сопротивление среды.
10. Распространение плоской волны в однородной диэлектрической и проводящей средах. Скин-слой. Дисперсия волны и диспергирующие среды.

11. Поляризация волн. Линейная, круговая и эллиптическая поляризации. Представление круговой поляризации как результат линейных поляризаций и наоборот.
12. Анизотропная среда. Тензоры параметров среды. Ферриты. Явление магнитного гистерезиса. Феррит в постоянном магнитном поле.
13. Вынужденная прецессия намагниченности в феррите при нахождении намагниченного феррита в переменном электромагнитном поле плоской волны. Тензор магнитной восприимчивости. Явление резонансного поглощения.
14. Распространение плоской волны в продольно-намагниченном феррите. Эффекты резонансного поглощения, вытеснения поля и вращения плоскости поляризации.
15. Распространение плоской волны в поперечно-намагниченном феррите. Обыкновенная и необыкновенная волны. Эффекты резонансного поглощения и вытеснения поля.
16. Падение плоской волны на границу раздела сред. Законы отражения и преломления. Коэффициенты отражения и прохождения.
17. Явление полного внутреннего отражения на границе раздела сред. Угол Брюстера.
18. Концепция парциальных плоских однородных волн Бриллюена при распространении волны между двумя параллельными проводящими плоскостями. Длина плоской неоднородной распространяющейся волны в такой системе в зависимости от угла падения парциальных волн. Критическая длина волны. Фазовая и групповая скорости волны.
19. Прямоугольный полый металлический волновод. Структура основного типа волны  $H_{10}$ . Высшие моды. Характеристическое сопротивление.
20. Затухание волн в прямоугольном полом металлическом волноводе. Групповая и фазовая скорости.
21. Картина токов смещения и токов проводимости в прямоугольном полом металлическом одномодовом волноводе на волне  $H_{10}$ . Излучающие и неизлучающие щели.
22. Круглый полый металлический волновод. Структура основного типа волны  $H_{11}$ . Высшие моды. Характеристическое сопротивление.
23. Коаксиальный кабель. Основная  $TEM$  волна. Высшие моды.
24. Н- и П-образные волноводы. Эллиптические волноводы. Их преимущества и недостатки.
25. Полосковые и микрополосковые волноводы. Диэлектрические волноводы. Их преимущества и недостатки.
26. Сверхразмерные полые металлические и металлодиэлектрические волноводы. Квазиоптические и оптоволоконные линии передачи. Их преимущества и недостатки.
27. Эволюция LC-колебательного контура в тороидальный резонатор. Объёмные резонаторы. Типы волн в объёмном резонаторе.
28. Регулярная линия передачи с распределенными параметрами на примере двухпроводной линии. Телеграфные уравнения.

29. Решения волнового уравнения для длинной линии. Коэффициенты распространения, затухания и фазы. Характеристическое сопротивление.
30. Коэффициент отражения и коэффициент стоячей волны по напряжению в линии передачи. Режимы бегущей и стоячей волн. Понятие согласованной линии передачи. Роль согласования.
31. Согласующий четвертьволновой трансформатор. Примеры такого согласования.
32. Согласование с помощью шлейфов. Примеры такого согласования.
33. Согласование с помощью штырей и диафрагм. Примеры такого согласования.
34. Плавные и ступенчатые переходы.
35. Изгибы, уголки, скрутки и фланцы СВЧ линий передач.
36. Коаксиально-волноводный переход, коаксиально-микроразрывный переход, волноводно-микроразрывный переход.
37. Трёхплечие делители и мосты.
38. Направленные ответвители.
39. Регулируемые и дискретные фазовращатели.
40. Регулируемые и дискретные аттенюаторы. Диодные переключатели.
41. Ферритовые вентили, циркуляторы и вращатели плоскости поляризации.
42. СВЧ вакуумные генераторные триоды. Угол пролета.
43. Пролетный клистрон. Динамическое управление электронным потоком в электровакуумных генераторах СВЧ. Скоростная модуляция электронов. Модуляция электронного потока по плотности. Отражательный клистрон.
44. Лампа бегущей волны, лампа обратной волны, магнетрон.
45. Твердотельные СВЧ генераторы – на биполярных и полевых транзисторах.
46. Твердотельные СВЧ генераторы - на туннельных диодах, диодах Ганна и лавино-пролетных диодах.
47. Принцип перестановочной двойственности уравнений Максвелла.
48. Принцип эквивалентных токов.
49. Принцип взаимности.
50. Принцип электродинамического подобия.
51. Элементарный электрический вибратор - диполь Герца. Электрические и магнитные векторы. Диаграмма направленности такого вибратора.
52. Элементарный магнитный вибратор. Электрические и магнитные векторы. Диаграмма направленности такого вибратора.
53. Элементарная площадка Гюйгенса. Диаграмма направленности.
54. Антенны с линейными токами, апертурные антенны и антенны с поверхностной волной.
55. Зоны полей излучения антенны – реактивная, ближняя, зона Френеля, зона Фраунгофера или дальняя зона.

56. Основные параметры приёмопередающих антенн.
57. Симметричные вибраторы в свободном пространстве.
58. Антенны бегущей волны - директорные антенны.
59. Антенны бегущей волны - диэлектрические антенны.
60. Антенны бегущей волны - спиральные антенны.
61. Волноводно-щелевые антенны.
62. Линзовые антенны.
63. Излучение открытого конца волновода. Рупорные антенны.
64. Антенные решётки.
65. Вопросы согласования фидера, симметрирующие устройства.
66. Вибраторные антенны длинных, средних и коротких волн. Т- и Г-образные антенны.
67. Зеркальная параболическая антенна. Вопросы качания луча. Конструктивные особенности.
68. Двухзеркальные антенны. Схемы Кассегрена и Грегори.
69. Двухзеркальные сферические антенны.
70. Земные волны. Понятие множителя ослабления. Многолепестковость приземных антенн.
71. Явление дифракции. Особенность дифракции на клиновидных препятствиях.
72. Распространение радиоволн в тропосфере. Явление рефракции. Виды рефракции.
73. Воздействие различных слоёв ионосферы на распространение радиоволн.
74. Многолучевость при приеме. Замирание сигнала.
75. Понятие электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств.

#### **Литература:**

1. В.И. Вольман, Ю.В. Пименов. Техническая электродинамика.-М: Изд. Связь, 1971.
2. В.В. Никольский, Т.И. Никольская. Электродинамика и распространение радиоволн. – М: Наука, 1989.
3. Н.А. Семёнов. Техническая электродинамика.-М: Изд. Связь, 1983.
4. В.В. Никольский. Электродинамика и распространение радиоволн. – М: Наука, 1973.
5. В.М. Максимов. Линии передачи СВЧ диапазона. - МО РФ, УМО по образованию в области радиотехники, электроники, биомедицинской техники и автоматизации. Выпуск 2, САЙНС - ПРЕСС, 2002.
6. В.М. Максимов. Устройства СВЧ: основы теории и элементы тракта. - МО РФ, УМО по образованию в области радиотехники, электроники, биомедицинской техники и автоматизации. Выпуск 3, САЙНС - ПРЕСС, 2002.
7. Баскаков С.И. «Основы электродинамики». М.: Советское радио, 1973 г.
8. Л.А. Вайнштейн. Электромагнитные волны. М.: Радио и связь, 1988 г.
9. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн. Под ред. Г.А. Ерохина. - М: Изд. Радио и связь, 1996.

10. А.Л. Драбкин, В.Л. Зузенко, Ф.Г. Кислов. Антенно-фидерные устройства. – М: Изд. Сов. Радио, 1974.
11. Г.З. Айзенберг. Антенны УКВ. 1977г.
12. М.С. Жук, Ю.Б. Молочков. Проектирование антенно-фидерных устройств. М.: Энергия 1966г
13. Марков Г.Т. Сазонов Д.М., „Антенны” М. 1975г.
14. Сазонов Д.М. Градин А.Н. Мишустин Б.А. „Устройство СВЧ” 1981г.
15. Справочник по волноводам: Пер с англ./ Под ред. Я. Н. Фельда. М.: Сов. Радио, 1952 г.
16. Фрадин А.З., „Антенны СВЧ” М. : Сов. радио 1957г.
17. Хансен Р.Ц. „Сканирующие антенные системы СВЧ” т.2, 3. М: Сов. радио 1971г. М. :Наука 1978г.
18. Хенл Х., Мауэ А., Вестпфаль К. «Теория дифракции». М.: Мир, 1964 г.
19. Янке Е., Эмдэ Ф., Леш Ф. «Специальные функции». М.: Наука, 1968 г.
20. Ա.Սարգսյան «Էլեկտրադինամիկա և ռադիոլիքների տարածում» Երևան, ՀՊՃՀ 2004թ. /Երկրորդ հրատարակություն/ :
21. А.Г. Гуревич. Полые резонаторы и волноводы. М.: Советское Радио, 1952 г.
22. М.П. Долуханов. Распространение радиоволн. М. Связь. 1992.
23. Г.П. Грудинская. Распространение радиоволн. М.: Высшая школа. 1975 г.
24. И.С. Гоноровский. Радиотехнические цепи и сигналы. М. Радио и связь. 1989.
25. А.А. Харкевич. Основы радиотехники. – М: Изд. Сов. Радио, 1962.
26. И.В. Лебедев. Техника и приборы СВЧ. - М: Изд.ВШ. Т.1 - 1970.
27. И.В. Лебедев. Техника и приборы СВЧ. - М: Изд.ВШ. Т.2 - 1972.А.Л.
28. Генераторы и усилители СВЧ. Под ред. И.В. Лебедева. М., Радиотехника, 2006.
29. Л.Г. Гассанов, А.А. Липатов, В.В. Марков, Н.А. Могильченко. Твердотельные устройства СВЧ в технике связи- М: Изд. Радио и связь, 1988.
30. М.С. Гусятинер, А.И. Горбачев. Полупроводниковые сверхвысокочастотные диоды. – М: Изд. Радио и связь, 1983.
31. Т.Н. Нарытник, В.П. Бабак, М.Е. Ильченко, С.А. Кравчук. Микроволновые технологии в телекоммуникационных системах. – Киев: Изд. Техника, 2000.
32. Борн М., Вольф Э. «Основы оптики». М.: Наука, 1970 г.
33. Roddy D., Coolen J. “Electronic Communications” Reston Publishing Company. Virginia, A Prentice - Hall Company, 1981 г.
34. Бузов, М.А. Быховский, Н.В. Васехо, Ю.В. Волкова, А.У. Жильцов, Т.В. Иванова, В.И. Носов, С.В. Севостьянов, А.С. Сорокин, Г.И. Сорокин. Управление радиочастотным спектром и электромагнитная совместимость радиосистем. - [http://rfcmd.ru/book\\_01](http://rfcmd.ru/book_01)
35. С.В. Бородич. ЭМС наземных и космических радиослужб. Критерии, условия и расчет. М.: Радио и связь, 1990.

