

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского»

«Утверждаю»

Проректор по научной работе

_____ П.В. Прудников

«_____» _____ 2022 г.

**Программа вступительного испытания
в аспирантуру по специальности**

1.3.4. Радиофизика

Омск
2022

Перечень вопросов вступительного испытания в аспирантуру по научной специальности **Радиофизика**

Введение

Предмет и задачи радиофизики. Общие закономерности генерации, передачи, приема, регистрации и анализа колебаний и волн различной физической природы и разных частотных диапазонов, а также их применением в фундаментальных и прикладных исследованиях. Общность изучаемых радиофизических закономерностей излучения, распространения, взаимодействия и трансформации колебаний и волн в различных средах, в том числе в неоднородных, нелинейных и нестационарных, позволяет включить радиофизические методы как универсальное средство исследования окружающей среды на самых различных уровнях: от микромира до космического пространства.

ТЕОРИЯ КОЛЕБАНИЙ

Свободные колебания в консервативных системах с одной степенью свободы. Линейные и нелинейные системы. Метод последовательных приближений.

Свободные колебания в диссипативных системах с одной степенью свободы. Линейные и нелинейные системы. Метод медленно меняющихся амплитуд.

Вынужденные колебания в линейных и слабонелинейных системах при гармоническом воздействии.

Автоколебания в системах с одной степенью свободы. Отрицательное сопротивление. Энергетические соотношения в автоколебательных системах. Методы расчета автоколебательных систем.

Автоколебания в присутствии шума. Взаимная синхронизация автоколебаний с шумом. Синхронизация хаотических систем.

Колебания периодически неоднородных распределенных систем. Полосы пропускания и непрозрачности. Электрические фильтры.

Лазер как пример распределенной автоколебательной системы. Условия самовозбуждения. Частоты колебаний. Одночастотный режим генерации, многомодовые колебания в лазере.

ТЕОРИЯ ВОЛН

Уравнение электромагнитной волны в отсутствие дисперсии. Распространение плоских волн в диспергирующих средах.

Отражение и преломление электромагнитных волн. Волны в слоистых средах. Теория диэлектрических пленок.

Теория дифракции Кирхгофа. Дифракция Френеля и Фраунгофера.

Распространение волны в нелинейной среде без дисперсии. Ударные волны.

Особенности распространения радиоволн в атмосферах Земли и планет и космической плазме. Рассеяние и рефракция на неоднородностях плазмы, дисперсия радиоволн, фарадеевское вращение вектора поляризации.

Электромагнитные волны в направляющих структурах. Волноводы СВЧ диапазона. Диэлектрические волноводы в оптике. Линзовые линии. Открытые резонаторы.

СТАТИСТИЧЕСКАЯ РАДИОФИЗИКА

Случайные процессы. Детерминированное и статистическое описание реальных процессов. Реализация случайного процесса; статистический ансамбль. Статистическое усреднение. Разложение в ряд по моментам.

Корреляционные и спектральные характеристики случайных процессов. Связь между спектральной плотностью и корреляционной функцией.

Модели случайных процессов. Гауссовский случайный процесс. Марковские процессы.

Преобразования случайных процессов в линейных инерционных системах. Детектирование инерционным детектором. Метод огибающей.

Пуассоновский процесс. Дробовой шум и формула Шоттки. Тепловой шум. Формула Найквиста.

Обнаружение слабых сигналов на фоне шумов. Оценка параметров сигналов. Согласованный фильтр. Теорема Котельникова.

Случайные волны в линейных системах. Корреляционная функция и спектры. Тепловые флуктуации в электродинамике.

Проблемы статистической оптики. Пространственная и временная когерентность. Фурье спектроскопия.

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА СВЧ

Уравнения Максвелла. Сторонние токи. Временная и пространственная дисперсия. Комплексные проницаемости. Энергия поля в диспергирующей среде.

Однородные и неоднородные плоские волны. Цилиндрические системы с главными волнами. Телеграфные уравнения.

Распространение волн в волноводах. Типы волн в простейших волноводах. Разложение волноводных полей на плоские волны.

Собственные колебания объемных резонаторов. Поля в резонаторах простой формы. Добротность резонаторов.

Квазиоптические системы. Открытые резонаторы. Квазиоптические линии передачи. Элементы квазиоптической техники. Основные свойства гауссовых пучков.

Принцип Гюйгенса-Френеля. Формула Кирхгофа. Дифракция Френеля, дифракция Фраунгофера. Ближняя и дальняя зоны. Дифракция на полуплоскости.

Основные типы антенн. Дипольный излучатель. Полуволновый вибратор. Зеркала. Частотно-независимые антенны. Антенные решетки. Щелевые антенны. Плоскостные антенны.

Основные характеристики антенн. Диаграмма направленности. Коэффициент направленного действия. КНД антенны. Уровень бокового излучения. Согласование антенн с падающим излучением.

РАДИОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ПРИРОДНЫХ СРЕД.

Электрическое поле в диэлектриках. Поляризация диэлектриков. Диэлектрический эллипсоид. Диэлектрическая проницаемость смеси. Электронная поляризация. Вычисление локального поля. Уравнение Клаузиуса-Мосотти-Лорентца-Лоренца.

Ориентационная поляризация. Модели для объяснения ориентационной поляризации в жидких и твердых телах. Поверхностная и объемная поляризация. Конденсатор Максвелла-Вагнера.

Принципы и схемы построения СВЧ радиометров. Чувствительность радиометров различных типов. Методы измерения шумовой температуры и флуктуационного порога чувствительности радиометров.

Радиолокаторы и скаттерометры. Уравнение радиолокации. Разрешающая способность. Допплеровская локация. Сложные сигналы, одновременное измерение координат и скорости объектов. Радиолокаторы бокового обзора. Радиолокаторы с синтезированной апертурой.

Отражение и рассеяние волн земными покровами. Методы радиолокационного зондирования земных покровов. Радиолокационные исследования океана.

Критерии оценки вступительного испытания по радиофизике

Оценка выставляется по 100 бальной шкале. За каждый из первых двух вопросов максимальная оценка составляет 35 баллов, за третий вопрос максимальная оценка составляет 30 баллов, так как третий вопрос является более узким. Общая оценка определяется суммированием оценок за три вопроса.

Удовлетворительной считается оценка от 30 баллов и выше.

1. Для получения оценки 30-60 баллов экзаменуемый должен изложить хотя бы схематический ответ на два из трех вопросов билета и знать основные понятия по оставшемуся вопросу.
2. Для получения оценки 60-80 баллов экзаменуемый должен изложить ответы на три вопроса билета. При этом могут отсутствовать строгие математические выводы основных законов, примеры, иллюстрирующие описываемые явления и т.д.
3. Для получения оценки 80-100 баллов абитуриент должен полно, последовательно изложить ответы на все вопросы билета, ответить на дополнительные вопросы по темам билета.
4. Критерием для выставления итоговой оценки менее 30 баллов является полное отсутствие ответов на два вопроса или незнание основных законов по всем вопросам билета.

Оценка дифференцируется в указанных пределах в зависимости от полноты ответа, наличия ответов на дополнительные вопросы по темам, обозначенным в билете, умения оперировать расчетными формами и т.д.

При выставлении оценки абитуриенту даются пояснения по суммарному баллу.

Основная литература:

1. Манделштам Л.И. Лекции по колебаниям. - М., Наука, 1972.
2. Основы теории колебаний. Мигулин В.В., Медведев В.И., Мустель Е.Р. и др. Под ред. В.В. Мигулина. М., Наука, 1978.
3. Рабинович М.И., Трубецков Д.И.. Введение в теорию колебаний. М., Наука, 1981.
4. Магнус К. Колебания: Введение в исследование колебательных систем. М.: Мир. 1982, - 304 с.
5. Пиковский А., Розенблюм М., Куртс Ю. Синхронизация. Фундаментальное нелинейное явление. М.: Техносфера, 2003. – 496 с.
6. В.С.Анищенко. Сложные колебания в простых системах. М.Наука, 1990.
7. Виноградов М.Б., Руденко О.В., Сухоруков А.П.. Теория волн. М., Наука, 1990.
8. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т.VIII. Электродинамика сплошных сред. М.: ФИЗМАЛИТ, 2001. – 656 с.
9. Узем Дж. Линейные и нелинейные волны. М.Мир: 1977.
10. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. М., Наука, 1970.
11. Ярив А.. Квантовая электроника и нелинейная оптика. М., Сов.радио, 1973.
12. Рытов С.М.. Введение в статистическую радиофизику, т.1: Случайные процессы. М., Наука, 1976.
13. Рытов С.М., Кравцов Ю.А., Татарский В.И.. Введение в статистическую радиофизику, т.2: Случайные процессы. М., Наука, 1978.
14. Ахманов С.А., Дьяков Ю.Е., Чиркин А.С.. Введение в статистическую радиофизику и оптику. М., Наука, 1981.
15. Г.Шустер. Детерминированный хаос. М., Наука, 1988.
16. Ванштейн Л.А.. Электромагнитные волны. М., "Сов.Радио", 1957.
17. Каценеленбаум Б.Э. Высокочастотная электродинамика. М., Наука, 1966.
18. Семенов Н.А. Техническая электродинамика. М.: Связь, 1973.
19. Фальковский О.И. Техническая электродинамика. М.: Связь, 1978.
20. Марков Г.Т., Сазонов Д.М.. Антенны. М., Энергия, 1975.
21. Калинин В.И., Герштейн Г.М.. Введение в радиофизику, ГИТТЛ, 1957.
22. Лебедев И.В.. Техника и приборы СВЧ. М., Высшая школа, 1970.
23. Цейтлин Н.М. Антенная техника и радиоастрономия. М.: Сов.радио. 1976. 352с.
24. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т.VIII. Электродинамика сплошных сред. М.: ФИЗМАЛИТ, 2001. – 656 с.
25. Хиппель А.П. Диэлектрики и волны. М.: ИЛ. 1960.
26. Браун В. Диэлектрики. М.: ИЛ. 1961.
27. Башаринов А.Е., Гурвич А.С., Егоров С.Т.. Радиоизлучение Земли как планеты. М., Наука, 1974.

28. Радиолокационные методы исследования Земли. Под ред. Ю.А.Мельника. М., Сов.Радио, 1980.
29. Викторов С.В., Митник Л.М. Радиолокация поверхности Земли из космоса. Л., Гидрометеиздат, 1990
30. Яковлев О.И.. Космическая радиофизика. М., РФФИ, 1998.
31. Шутко А.М. СВЧ-радиометрия водной поверхности и почвогрунтов. М.:Наука.1986.190с.
32. Комаров С.А., Миронов В.Л. Микроволновое зондирование почв. Новосибирск: Наука. 2000.
33. Справочник по радиолокации. /Под ред. М. Скольника. Пер. с англ. (в четырех томах). М.: Сов. радио, 1976-1979.
34. Зубкович С.Г. Статистические характеристики радиосигналов, отраженных от земной поверхности. М.: Сов.радио. 1968. 224с.
35. Андреев Г.А., Голунов В.А., Соколов А.В. Рассеяние и излучение миллиметровых радиоволн природными образованиями. /Итоги науки и техники. ВИНТИ. Радиотехника. 1980.