

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт мониторинга климатических и экологических систем
Сибирского отделения Российской академии наук

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИМКЭС СО РАН, д.ф.-м.н.

Крутиков В.А.

« 6 » 02 2015 г.



ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

по специальной дисциплине, соответствующей профилю

РАДИОФИЗИКА

(направление подготовки: 03.06.01 – Физика и астрономия)

г. Томск
2015 г.

1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ПОДГОТОВКИ ПОСТУПАЮЩИХ В АСПИРАНТУРУ, ПРОВЕРЯЕМЫЕ НА ЭКЗАМЕНЕ

Радиофизика – раздел физики, занимающийся изучением общих закономерностей 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. Целью вступительного экзамена в аспирантуру по профилю 01.04.03 - радиофизика является выявление у поступающих в аспирантуру качественной системы представлений о закономерностях протекания основных колебательных, волновых и электродинамических процессов и определение способности и готовности поступающего к обучению по образовательным программам аспирантуры и последующей сдаче кандидатского экзамена по дисциплине «Радиофизика».

Поступающий в аспирантуру должен продемонстрировать знания по ключевым разделам научной специальности, полученные поступающим при изучении общепрофессиональных и специальных дисциплин специалитета, бакалаврской и магистерской подготовки, таких как «Основы теории колебаний», «Физика волновых процессов», «Статистическая радиофизика», «Теория волн», «Антенны и распространение радиоволн» и другие.

Результаты экзамена позволят целенаправленно сформировать список дисциплин, необходимых для качественной подготовки аспиранта по профилю 01.04.03 - радиофизика.

Программа вступительного экзамена по радиофизике разработана в соответствии с требованиями Государственных образовательных стандартов (специалитет), Федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (магистратура).

2. СОДЕРЖАНИЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В АСПИРАНТУРУ ПО РАДИОФИЗИКЕ

2.1. Теория колебаний

Введение. Предмет теории колебаний, место теории колебаний в современной физике и технике.

Периодическая функция, синусоидальная функция. Примеры гармонических колебаний. Единый подход к колебаниям различной физической природы. Амплитуда, частота, циклическая частота, фаза. Фазовые соотношения между гармоническими колебаниями. Свободные колебания систем с одной степенью свободы. Смещение при простых гармонических колебаниях. Скорость и ускорение при гармонических колебаниях. Энергия гармонического осциллятора.

Линейность и принцип суперпозиции. Суперпозиция двух скалярных гармонических колебаний с одинаковой частотой, графическая интерпретация и векторная диаграмма. Неаддитивность энергии при суперпозиции. Суперпозиция двух взаимно перпендикулярных

векторов, колеблющихся по гармоническому закону с одинаковыми частотами. Суперпозиция гармонических колебаний с близкими частотами, биения. Метод комплексных величин для линейных колебаний.

Затухающий гармонический осциллятор. Поведение затухающего осциллятора под действием внешней периодической силы, установившиеся вынужденные колебания. Зависимость амплитуды и фазы установившихся вынужденных колебаний от частоты внешней гармонической силы, явление резонанса и резонансные кривые. Параметрический резонанс.

Колебания нелинейной консервативной системы. Колебания физического маятника, определение периода колебаний.

Общие сведения об автоколебаниях. Генератор электромагнитных колебаний, анализ и решение нелинейного уравнения генератора.

Связанные колебания нагруженной струны. Моды поперечных колебаний непрерывной струны или стоячие волны. Волновое уравнение.

2.2. Теория волн

Плоские однородные и неоднородные волны. Упругие продольные и поперечные волны в твердом теле, электромагнитные волны в среде с проводимостью. Поток энергии. Поляризация.

Распространение сигнала в диспергирующей среде. Простейшие физические модели диспергирующих сред. Фазовая и групповая скорости. Параболическое уравнение для комплексной огибающей напряженности поля. Расплывание и компрессия импульсов. Поле в средах с временной дисперсией.

Свойства электромагнитных волн в анизотропных средах. Оптические кристаллы, уравнение Френеля, обыкновенная и необыкновенная волны. Магнитоактивные среды. Тензор диэлектрической проницаемости плазмы в магнитном поле; нормальные волны, их поляризация.

Приближение геометрической оптики. Лучи и поле волны в слоисто-неоднородных средах. Электромагнитные и звуковые волны в волноводах, световоды. Линзовые линии и открытые резонаторы.

Метод Кирхгофа в теории дифракции. Функции Грина. Условия излучения. Дифракция в зоне Френеля и Фраунгофера. Характеристики поля в фокусе линзы.

2.3. Статистическая радиофизика и теория информации

Случайные процессы. Определение, способы представления и классификация случайных процессов. Усреднение по ансамблю и по времени. Стационарность и эргодичность.

Корреляционная функция процесса и ее свойства.

Спектрально-корреляционный анализ процесса. Спектры мощности сигналов, функции корреляции и их взаимосвязи. Время корреляции и ширина спектра. Когерентность.

Узкополосные случайные процессы.

Случайные процессы в линейных системах. Принцип суперпозиции. Спектральное и временное описание линейных систем. Преобразование функции корреляции и спектров.

Принцип действия спектроанализатора. Время анализа и точность измерения спектра.

Обнаружение и измерение параметров сигналов в шумах. Постановка задачи и методы ее

решения. Отношение сигнал/шум, пороговые сигналы. Критерии обнаружения сигнала. Оптимальная фильтрация. Согласованные фильтры. Основы теории оценивания параметров сигналов в шумах.

Теория информации. Основные понятия теории информации. Энтропия и её свойства. Определение информации и её связь с энтропией. Свойства информации. Дискретные каналы связи. Теорема Шеннона.

2.4. Антенны и распространение радиоволн

Ближняя и дальняя зоны. Основные параметры и характеристики передающих и приемных антенн: диаграмма направленности, поляризация, диапазон частот, коэффициент усиления, входное сопротивление, шумовая температура.

Антенны для ДВ-, КВ-, УКВ- и СВЧ-диапазонов. Вибраторные антенны и решетки. Параболические зеркальные антенны. Фазированные антенные решетки.

Геометрическое и дифракционное приближения при анализе распространения радиоволн. Влияние неровностей земной поверхности. Земные и тропосферные радиоволны. Рассеяние и поглощение радиоволн в тропосфере. Эффект «замирания».

Тропосферный волновод. Распространение радиоволн в ионосфере. Дисперсия и поглощение радиоволн в ионосферной плазме. Ионосферная рефракция.

2.5. Выделение сигналов на фоне помех

Задачи оптимального приема сигнала. Апостериорная плотность вероятности. Функция правдоподобия. Статистическая проверка гипотез. Критерии Байеса, Неймана–Пирсона проверки гипотез.

Линейная фильтрация Колмогорова–Винера на основе минимизации дисперсии ошибки. Реализуемые линейные фильтры и уравнение Винера–Хопфа. Выделение сигнала из шума. Согласованный фильтр.

3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В АСПИРАНТУРУ ПО РАДИОФИЗИКЕ

Основная литература:

1. Алешкевич В.А. и др. Колебания и волны. Лекции. Изд-во физического факультета МГУ, 2001.
2. Баушев В. С. Математическое моделирование и автоматизация проектирования электронных схем: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТУСУР, 2002.
3. Волосюк, В.К., Кравченко, В. Ф. Статистическая теория радиотехнических систем дистанционного зондирования и радиолокации: для научных работников, инженеров, аспирантов и студентов.- М.: Физматлит, 2008.
4. Воскресенский Д.И. и др. Устройства СВЧ и антенны. – М.: Радиотехника, 2006.
5. Карасик В.Е. Локационные лазерные системы видения.- М.: Изд-во МГТУ, 2013.
6. Горелик Г.С. Колебания и волны. Введение в акустику, радиофизику и оптику. – 3-е изд.: под ред. С.М. Рытова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007.
7. Рожков И.Т. Основы статистической радиофизики: учебное пособие. Ярославский гос. ун-т. – Ярославль: ЯрГУ, 2007. –Ч. 1.

8. Якубов В.П., Беличенко В.П., Фисанов В.В. Основы электродинамики излучения и его взаимодействия с веществом. – Томск: НТЛ, 2010. – 310 с.
9. Якубов В.П. Статистическая радиофизика. – Томск: НТЛ, 2006. – 210 с.

Дополнительная литература:

1. Воронцов Ю.И., Биленко И.А. Краткое пособие по радиофизике. Изд-во КДУ. 2007.
2. Основы теории колебаний / Под ред. В.В. Мигулина. – М.: Наука, 1988. – 391 с.
3. Матвеев А.Н. Электродинамика. – М.: Высшая школа, 1970.
4. Фёдоров В.Н. Основы электродинамики. – М.: Высшая школа, 1980. – 399 с.
5. Виноградова М.Б., Руденко О.В., Сухоруков А.П. Теория волн. – М.: Наука, 1979.
6. Марков Г.Т., Петров Б.М., Грудинская Г.П. Электродинамика и распространение радиоволн. – М.: Сов.радио, 1979.
7. Вайнштейн Л.А. Электромагнитные волны. – М.: Радио и связь, 1988.
8. Научный журнал «Радиотехника и электроника».
9. Научный журнал «Известия ВУЗов. Радиофизика».

Программа вступительного экзамена рассмотрена и рекомендована к утверждению решением Ученого Совета ИМКЭС СО РАН.

Протокол УС ИМКЭС СО РАН № 3 от 6.02 2015 года.