

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета



(подпись)

И.С. Огнев

19 сентября 2023 года

**Программа вступительного экзамена в аспирантуру
по научной специальности
1.3.4 «Радиофизика»**

Ярославль 2023

ОБЩИЙ РАЗДЕЛ. Избранные вопросы общей физики

1. Механика

Инерциальные системы отсчета и законы динамики Ньютона. Потенциальная и кинетическая энергия. Закон сохранения энергии. Свободные и вынужденные колебания. Резонанс. Сложение колебаний.

2. Молекулярная физика

Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия как функция состояния. Теоремы Карно для КПД тепловой машины. Неравенство Клаузиуса. Определение энтропии, ее статистический смысл. Распределение молекул по скоростям. Закон Максвелла и его экспериментальная проверка. Распределение молекул газа во внешнем поле. Условие равновесия фаз. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовая диаграмма.

3. Электричество

Электростатическое поле в вакууме. Принцип суперпозиции. Теорема Гаусса. Закон Ампера. Сила Лоренца. Действие магнитного поля на контур с током. Электромагнитная индукция. Закон Фарадея. Правило Ленца. Магнитное поле в вакууме. Закон Био-Савара-Лапласа. Теорема о циркуляции. Ток смещения. Уравнения Максвелла. Вектор Умова-Пойнтинга.

4. Оптика

Интерференция. Двухлучевая интерференция. Когерентность. Опыты Френеля и Юнга. Дифракция в параллельных лучах. Дифракция на одной щели. Дифракционная решетка. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция на круглом отверстии, круглом экране. Преломление и отражение электромагнитных волн на границе двух сред. Формулы Френеля. Полное внутреннее отражение.

5. Атомная и ядерная физика

Фотоэффект. Эффект Комптона. Спектральные термы. Комбинационный принцип Ритца. Постоянная Ридберга. Тонкая и сверхтонкая структура уровней атома водорода и водородоподобных атомов. Энергия связи ядра. Полуэмпирическая формула Вайцеккера для масс ядер. Капельная и оболочечная модели ядра. Общие законы радиоактивного распада.

СПЕЦИАЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ. Специальные вопросы радиопизики

1. Цепи и сигналы

Классификация сигналов и цепей. Спектры периодических и непериодических аналоговых сигналов. Переход от аналогового сигнала к цифровому. Комплексный сигнал. Действительный сигнал. Спектральные характеристики.

Временные и частотные характеристики аналоговых цепей 1 и 2 порядка.
Временные и частотные характеристики цифровых цепей 1 и 2 порядка.

2. Колебательные системы

Уравнения колебательных систем. Уравнения систем с малым параметром. Гамильтоновы системы. Линейная и нелинейная консервативные системы с одной степенью свободы. Зависимость частоты колебания от амплитуды. Линейная и нелинейная диссипативные системы с постоянным трением. Резонанс в системе с нелинейной восстанавливающей силой. Внешнее периодическое воздействие на автогенератор. Синхронизация генератора. Взаимная синхронизация двух генераторов. Генератор релаксационных колебаний.

3. Статистическая радиофизика

Плотность вероятности, функция распределения, характеристическая функция случайного процесса. Нормальный случайный процесс. Моментные и корреляционные функции случайного процесса. Спектральная плотность мощности. Узкополосные случайные процессы. Преобразование случайных процессов в линейных системах. Преобразование случайных процессов в нелинейных системах. Согласованный фильтр. Непрерывный фильтр Винера. Непрерывный фильтр Калмана. Многомерные фильтры Винера и Калмана. Цепи Маркова. Уравнение Маркова. Марковские последовательности. Уравнение Колмогорова-Чепмена. Разрывные марковские процессы. Пуассоновский поток событий. Процесс гибели и размножения. Элементы теории надежности и массового обслуживания. Непрерывные марковские процессы. Уравнение Фоккера-Планка-Колмогорова. Воздействие белого шума на интегрирующую цепочку. Воздействие белого шума на параллельный колебательный контур. Воздействие белого шума на генератор Ван-дер-Поля. Флуктуации амплитуды и фазы в автогенераторе. Задача о достижении границ. Срыв слежения в системах автоматического регулирования.

4. Теория волн

Волновые процессы. Волновое уравнение. Плоские однородные и неоднородные волны. Сферические и цилиндрические волны. Электромагнитные волны в однородных и изотропных средах. Волны в диспергирующих средах. Дисперсионное уравнение. Соотношение Крамерса-Кронига. Фазовая и групповая скорость. Волны в анизотропных средах. Общие закономерности процессов распространения. Волны в неоднородных средах. Метод геометрической оптики. Уравнение эйконала. Уравнение переноса. Лучевые траектории. Распространение волн в плоскостойких средах. Дифракция волн. Волновые пучки. Принцип Гюйгенса. Угловой спектр плоских волн. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Параболическое уравнение в теории дифракции.

5. Электродинамика СВЧ

Основные уравнения электродинамики. Система уравнений Максвелла. Законы электромагнетизма, ток смещения. Закон сохранения энергии для электромагнитного поля. Теорема Умова–Пойнтинга. Поляризация электромагнитных волн. Излучение электромагнитных волн. Скалярный и векторный потенциалы. Диполь Герца. Ближняя и дальняя зоны. Принцип эквивалентности. Источник Гюйгенса. Общие свойства волн в направляющих системах. Классификация линий передачи. Радиотехнические характеристики и параметры антенн. Теория электромагнитных резонаторов. Резонатор и направляющая структура.

Литература

1. Тихонов В.И. Статистическая радиотехника. -2-е изд., перераб. и доп. - М. Радио и связь. -1982. - 624 с.
2. Тихонов В.И., Миронов М.А. Марковские процессы. - М.: Сов. радио, 1977. - 488 с.
3. Тихонов В.И., Харисов В.Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем. М.: Связь. 2004. - 608 с.
4. Тихонов В.И., Шахтарин Б.И., Сизых В.В. Случайные процессы: Примеры и задачи. Т1: Случайные величины и процессы: Учеб. пособие для вузов. - М.: Радио и связь, 2003. - 399с.
5. Андронов А.А., Витт А.А., Хайкин С.Э. Теория колебаний. М.: Наука, 1981. - 561 с.
6. Капранов М.В., Кулешов В.Н., Уткин Г.М. Теория колебаний в радиотехнике. М.: Наука, 1984. - 320 с.
7. Горяченко В.Д. Элементы теории колебаний: Учеб. пособие для вузов. М.: Высшая школа, 2001. - 395 с.
8. Яковлев О.И., Якубов В.П., Урядов В.П., Павельев А.Г. Распространение радиоволн. М.: Ленанд, 2009. - 496 с.
9. Виноградова М.Б., Руденко О.В., Сухоруков А.П. Теория волн. М.: Наука, 1990.
10. Пименов Ю. В. Линейная макроскопическая электродинамика. Вводный курс для радиофизиков и инженеров. М.: Интеллект, 2008.

Программа утверждена на заседании кафедры интеллектуальных информационных радиофизических систем 26 сентября 2023 г. (протокол №1).

Приложение 1 к Программе
вступительного испытания в
аспирантуру по научной
специальности 1.3.4
«Радиофизика»

Образцы билетов вступительного экзамена

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Дисциплина Вступительный экзамен в аспирантуру

1.3.4 Радиофизика

Билет № 1

1. Капельная и оболочечная модели ядра. Общие законы радиоактивного распада.
2. Преобразование случайных процессов в линейных системах. Преобразование случайных процессов в нелинейных системах.

Декан физического факультета

И.С. Огнев

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Дисциплина Вступительный экзамен в аспирантуру

1.3.4 Радиофизика

Билет № 2

1. Закон Ампера. Сила Лоренца. Действие магнитного поля на контур с током.
2. Метод геометрической оптики. Уравнение эйконала.

Декан физического факультета

И.С. Огнев

Критерии оценки результатов сдачи вступительного экзамена

Ответ на теоретический вопрос

Высокий уровень: продемонстрированы полные и системные знания теоретических положений курса общей физики и специальных курсов, необходимых для успешной работы по данной научной специальности, умения приводить физические примеры, поясняющие материал вопроса, навыки физического мышления, четкой постановки проблемы, эффективного поиска ее решения, грамотного изложения материала; допускается не более двух незначительных неточностей в изложении материала.

Хороший уровень: требования в целом аналогичные высокому уровню, однако допускается большее число незначительных неточностей.

Удовлетворительный уровень: продемонстрировано относительно полное знание теоретических положений курса общей физики и специальных курсов, необходимых для успешной работы по данной научной специальности, умение сформулировать и в целом обосновать свою точку зрения; допускаются неточности в изложении материала, неполнота выводов при в целом правильном изложении материала.

Неудовлетворительный уровень: ответа нет; материал изложен не по конкретной теме вопроса; не продемонстрировано знание теоретических положений; допущены грубые ошибки в изложении материала.

Дополнительные структурные и количественные показатели

Показатели	Критерии
Понимание вопроса	<ul style="list-style-type: none">• Ответ существует• Ответ по существу вопроса без отвлечения на второстепенные детали
Содержание ответа	<ul style="list-style-type: none">• Продемонстрированы полные и системные теоретические знания по

	<p>вопросу</p> <ul style="list-style-type: none"> • Продемонстрированы полные и системные знания законов физики и умение их приложения к решению конкретных физических задач
Обоснованность и полнота ответа	<ul style="list-style-type: none"> • Раскрыты все компоненты вопроса • Сделаны правильные и физически обоснованные выводы по вопросу
Изложение ответа	<ul style="list-style-type: none"> • Владение навыками устной и (или) письменной речи • Свободное владение математическим аппаратом и специальной терминологией

Шкала оценивания: 0 баллов – полное отсутствие критерия; 1 балл – частичное выполнение критерия; 2 балла – полное выполнение критерия

Оценка проставляется по количеству набранных баллов:

менее 60% от максимально возможного количества баллов – «0 – 3,75 балла»,

60 – 75% от максимально возможного количества баллов, из них не менее 2 баллов за содержание ответа – «4 – 5,75 балла»,

76 – 85% от максимально возможного количества баллов, из них не менее 4 баллов за содержание ответа – «6 – 7,75 балла»,

86 – 100% от максимально возможного количества баллов, из них не менее 5 баллов за содержание – «8 – 10 баллов».