

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
ФГБОУ ВО  
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

«Утверждаю»  
Ректор ИнГУ,  
\_\_\_\_\_ проф. Албакова Ф.Ю.  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

**ПРОГРАММА И ПРАВИЛА ПРОВЕДЕНИЯ  
ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ  
ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ  
03.04.02 «ФИЗИКА»  
(профиль подготовки: Физика полупроводников)**

Составитель: доктор физ-мат наук, профессор кафедры «Физика»,  
руководитель магистерской программы, А.Х. Матиев.

Программа вступительных испытаний соответствует действующему ФГОС  
третьего поколения 3<sup>++</sup> по специальности 03.04.02. – Физика (профиль физика  
полупроводников).

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа вступительных испытаний составлена в соответствии с требованиями, устанавливаемыми государственным образовательным стандартом подготовки магистров по направлению 03.04.02 Физика по программе «Физика полупроводников» (ФГОС, утвержденный в соответствии с пунктом 5.2.41 Положения о Министерстве образования и науки Российской Федерации, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 7 августа 2020 г. № 4914.

Образовательная программа специализированной подготовки магистра рассчитана на двухлетний период обучения и обеспечивает готовность магистра к научно-исследовательской и педагогической деятельности, требующей фундаментальных и прикладных профессиональных знаний, навыков и умений.

**Целью** вступительных испытаний является определение готовности выпускника-бакалавра к продолжению обучения в магистратуре.

В программу вступительных испытаний входит экзамен по общему курсу физики в объеме бакалавриата.

**Задачей** вступительных испытаний является определение практической и теоретической подготовки бакалавра с целью выявления возможности дальнейшего продолжения обучения по данной программе.

Вступительный экзамен проводится в письменной или устной билетной форме.

Для подготовки к ответу студенту предоставляется время не менее 30 минут при устной форме экзамена и 2 часа – при письменной форме. Ответ студента заслушивается экзаменационной комиссией и оценивается на закрытом заседании по пятибалльной системе.

# **I. ПРАВИЛА ПРОВЕДЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПО ФИЗИКЕ**

Вступительное испытание по физике представляет собой комплексный экзамен, который проводится в письменной или устной форме по билетам за подписью ректора (проректора) университета. Билет состоит из четырех вопросов из приведенной программы вступительных испытаний. Настоящая программа соответствует образовательным программам ФГОС.

## **II. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА ПО НАПРАВЛЕНИЮ 03.04.02 «ФИЗИКА» (профиль подготовки физика полупроводников)**

### **1.1. Кинематика**

Механическое движение.

Виды механического движения.

Относительность механического движения.

Основные понятия механики: механическая система, система отсчёта, её элементы.

Основные понятия кинематики. Закон движения. Прямая и обратная задачи кинематики.

Полное, тангенциальное и нормальное ускорения. Прямолинейные ускоренное, равноускоренное и равномерное движения. Движение по инерции. Инерциальные системы отсчёта.

Постулаты специальной теории относительности (СТО). Их экспериментальное обоснование. Следствия из постулатов СТО: преобразования Лоренца, кинематические следствия из них.

Основные понятия СТО: событие, свободная частица, часы, импульс света. Четырёхмерное пространство-время. Интервал. Следствия из инвариантности интервала. Соотношение между классической и релятивистской кинематиками.

Кинематика вращательного движения: линейная и угловая скорости, частота и период вращения, угловое ускорение. Закон вращательного движения.

### **1.2. Динамика**

Сила. Момент силы. Принцип суперпозиции. Статическое равновесие тел. Условия статического равновесия.

Основная задача динамики. Масса как мера инертности тела. Законы Ньютона. Уравнение движения. Релятивистский случай уравнения движения. Следствия из него. Инвариантность ускорения.

Неинерциальные системы отсчёта. Силы инерции. Принцип

Даламбера. Сила Кориолиса.

Масса как заряд гравитационного поля. Закон всемирного тяготения. Принцип эквивалентности Эйнштейна, следствия из него.

Материальность пространства-времени. Гравитация как искривление пространства-времени. Гипотеза Большого взрыва.

### **1.3. Законы сохранения в механике**

Система тел. Внутренние и внешние силы. Замкнутые и открытые системы. Центр масс системы тел. Центр инерции системы тел. Импульс тела, системы тел. Закон движения центра инерции системы тел.

Закон сохранения импульса. Реактивное движение.

Момент импульса. Закон сохранения момента импульса. Уравнение вращательного движения. Движение в центральном поле. Потенциал. Задача Кеплера.

Работа. Мощность. Консервативные и диссипативные силы. Энергия. Типы энергии. Трансформации энергии. Работа как универсальная мера трансформаций энергии. Сохранение энергии для замкнутых и открытых систем. Теорема о кинетической энергии.

Импульс в теории относительности. Энергия в теории относительности. Энергия покоя. Эквивалентность массы и энергии. Инвариантность массы покоя.

Релятивистские преобразования импульса и энергии при смене системы отсчёта. Законы сохранения импульса и энергии в теории относительности. Четырёхмерный вектор энергии-импульса частицы.

Импульс и энергия в неинерциальных системах отсчёта. Работа сил инерции. О сохранение импульса и энергии в неинерциальных системах отсчёта.

Механические колебания. Свободные и гармонические колебания линейного гармонического осциллятора. Колебания при наличии трения. Резонанс.

### **1.4. Элементы механики твёрдого тела**

Момент инерции. Теорема Штерна. Уравнение движения твёрдого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси.

Кинетическая энергия твёрдого тела, совершающего вращательное и поступательное движения. Вращательный момент. Гироскоп.

### **1.5. Элементы механики сплошных сред**

Общие свойства газов и жидкостей. Кинематическое описание движения жидкости. Векторные поля. Поток и циркуляция векторного поля. Уравнения движения и равновесия жидкости.

Идеальная жидкость. Стационарное течение идеальной жидкости.

Уравнение непрерывности. Стационарное течение жидкости. Уравнение Бернулли.

Вязкая жидкость. Силы внутреннего трения. Стационарное течение вязкой жидкости. Уравнение Фурье. Теплопроводность. Диффузия.

## **II. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА**

Экспериментальные доказательства основных положений молекулярнокинетической теории (МКТ): диффузия, броуновское движение, методы рентгеноструктурного анализа, электронной микроскопии. Характеристические параметры атома в молекулярной физике. Число Авогадро.

Статистическое описание систем, состоящих из большого числа частиц. Флуктуации. Макро- и микросостояния. Статистический вес. Энтропия. Энтропия замкнутых систем.

Состояние и процесс. Термодинамическое описание состояния молекулярных систем. Термодинамические функции. Работа. Теплообмен.

Распределение Гиббса и его связь с термодинамикой. Статистический смысл термодинамических потенциалов. Температура. Первое, второе и третье начала термодинамики.

Идеальный газ. Основное уравнение МКТ идеального газа. Следствия из него. Политропические процессы. Тепловые машины.

Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Насыщенный пар. Влажность. Критические состояния вещества. Понятие о плазме.

Конденсированное состояние вещества. Кристаллические и аморфные вещества. Характер теплового движения молекул и свойства вещества в различных агрегатных состояниях, в плазме. Классический и квантовый подход к проблеме теплоемкости.

Фазы вещества. Равновесие фаз, фазовые переходы. Уравнения Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые переходы второго рода.

Саморганизуемые системы. Модельные примеры самоорганизованных структур. Необходимые условия для самоорганизации. Основные закономерности самоорганизации. Энтропийный баланс в самоорганизованных системах.

## **III. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА**

### **3.1. Электромагнитное взаимодействие**

Электрический заряд. Дискретность заряда. Измерение удельного заряда (опыт Томсона) и элементарного заряда (опыты Милликена и Иоффе). Закон сохранения заряда. Свободный и связанный заряды.

Экспериментальные основания электродинамики: взаимодействие неподвижных зарядов, опыт Кулона; взаимодействие токов, опыты Ампера; электромагнитная индукция, опыты Фарадея. Принцип близкодействия.

Электромагнитное поле в вакууме и условия его разделения на электрическую и магнитную составляющие. Силовые и энергетические характеристики электромагнитного поля. Принцип суперпозиции. Сила Лоренца.

Уравнения Максвелла в вакууме. Физический смысл каждого уравнения.

Плотность энергии и плотность потока энергии электромагнитного поля. Понятие об импульсе электромагнитного поля.

### **3.2. Электромагнитная волна**

Волновое уравнение. Плоская монохроматическая электромагнитная волна. Скорость распространения электромагнитных волн.

Излучение электромагнитных волн. Дипольное излучение. Электромагнитная природа света. Шкала электромагнитных волн.

Общие свойства электромагнитного поля в веществе. Явление поляризации электромагнитной волны.

### **3.3. Постоянные электрические и магнитные поля**

Электростатическое поле в вакууме, его потенциальность. Принцип суперпозиции и теорема Гаусса. Её применение для решения задач электростатики.

Проводники в электростатическом поле. Емкость. Плоский конденсатор, энергия электрического поля в конденсаторе. Силы притяжения между обкладками конденсатора. Соединения конденсаторов в электрических цепях.

Электрическое поле в диэлектриках. Понятие диполя. Поляризация диэлектриков. Основные механизмы поляризации.

Опыт Эрстеда. Постоянное магнитное поле в вакууме, его вихревой характер. Закон Био-Савара-Лапласа и теорема о циркуляции, их применение к расчету магнитных полей. Энергия магнитного поля.

### **3.4. Электрические и магнитные поля в веществе**

Экспериментальные и теоретические обоснования природы диа-, пара- и ферромагнетизма.

Открытие Гальваники. Гальванический элемент. Электродвижущая сила. Постоянный ток. Плотность электрического тока. Электрическое поле в проводнике в токе.

Уравнение непрерывности электрического тока как следствие уравнений Максвелла. Уравнения Лапласа и Пуассона. Следствия из них.

Основы электронной теории проводимости в твёрдых телах. Диссипация энергии в проводниках с током. Подвижность. Электросопротивление. Законы Ома, Кирхгофа и фундаментальные законы

физики.

Основы зонной теории строения твёрдых тел. Принцип Паули. Понятие металл, полупроводник и диэлектрик. Зонные механизмы электропроводности в металлах и полупроводниках. Примесная и собственная проводимости; p-n переход.

Зонная теория и температурная зависимость электропроводности твёрдых тел. Явление сверхпроводимости, его феноменологическая теория.

### **3.5. Квазистационарные электрические явления и цепи**

Условия квазистационарности электромагнитных полей. Явление самоиндукции. ЭДС самоиндукции. Индуктивность проводников с током. Энергия магнитного поля в катушке индуктивности.

Переменный ток. Сопротивление, емкость и индуктивность в цепи переменного тока. Работа и мощность переменного тока. Электрические машины и агрегаты.

Колебательный контур. Свободные и вынужденные колебания. Резонанс. Принципы радиосвязи.

## **IV. ОПТИКА**

### **4.1. Волновая оптика**

Экспериментальные основания волновой природы света: интерференция, дифракция света; кольца Ньютона; явление Доплера. Дифракционная решетка.

Принцип Гюйгенса-Френеля и прямолинейное распространение света.

Поглощение и дисперсия света. Фазовая и групповая скорости. Рассеяние света.

### **4.2. Геометрическая оптика**

Основные понятия геометрической оптики. Законы геометрической оптики. Геометрическая оптика как предельный случай волновой. Зеркала, линзы, призмы, оптические приборы.

### **4.3. Равновесное тепловое излучение**

Экспериментальные основания для квантовой гипотезы Планка: равновесное тепловое излучение и эмпирические законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана, закон смещения Вина.

Ультрафиолетовая катастрофа. Квантовая гипотеза М. Планка. Квант действия. Формула излучения Планка. Рождение квантовой физики, её мировоззренческие аспекты.



#### **4.4. Особенности поведения микробиъектов**

Экспериментальные основания корпускулярной природы света: фотоэффект, его эмпирические законы; давление света, опыты Лебедева.

Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта. Фотон.

Волновые свойства частиц. Опыты по дифракции электронов. Уравнение Луи де Бройля. Корпускулярно-волновой дуализм. Принцип дополнительности.

Дискретность состояний микробиъектов. Линейчатые спектры атомов. Опыты Франка-Герца. Опыты Штерна-Герлаха.

Соотношения неопределенностей. Вероятностный характер описания поведения микробиъектов. Интерференция электронов от двух щелей.

#### **4.5. Основные положения квантовой механики**

Волновая функция и ее интерпретация. Квантово-механический принцип суперпозиции.

Описание состояний в квантовой механике. Спектр значений физической величины. Полные наборы квантовых чисел. Примеры.

Принцип причинности в квантовой механике. Уравнение Шредингера. Принцип соответствия.

Стационарные состояния и их свойства. Стационарное уравнение Шредингера. Связь энергетического спектра с видом потенциала.

Простейшие задачи квантовой механики: свободная частица, частица в потенциальной яме. Понятие о туннельном эффекте.

Системы тождественных частиц в квантовой механике. Бозоны и фермионы. Принцип Паули.

### **V. СТРОЕНИЕ АТОМА**

Атом водорода. Спектры излучения и поглощения атомов водорода. Опыты Резерфорда, планетарная модель атома. Модель Бора и ее историческая роль.

Описание состояний атома водорода посредством квантовых чисел. Состояние электрона в многоэлектронном атоме. Модель атома Зоммерфельда — Паули. Ее экспериментальные подтверждения.

Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева. Периодический закон свойств химических элементов и строение атомов.

### **VI. ФИЗИКА ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ**

#### **6.1. Атомное ядро**

Экспериментальные основания сложного строения ядра: открытие естественной радиоактивности, её классификация, законы смещения Содди, открытие нейтрона. Закон радиоактивного распада. Период полураспада.

Статистический характер радиоактивного распада ядер.

Составные элементы ядра. Основные характеристики ядер. Капельная модель ядра. Свойства ядерных сил. Энергия связи. Природа альфа-, бета- и гамма превращений. Понятие о четности; её не сохранение в бета-распадах.

Ядерные реакции, примеры. Реакции деления и синтеза. Ядерная энергетика.

## **VII. Элементарные частицы**

Методы регистрации частиц. Источники частиц, ускорители. Виртуальные частицы. Физический вакуум.

Классификация элементарных частиц. Лептоны и адроны. Кварки. Частицы-переносчики взаимодействий. Мезоны и барионы. Основные характеристики частиц. Античастицы.

Типы взаимодействия частиц, их характеристики. Обменный (квантово-полевой) механизм фундаментальных взаимодействий. Примеры превращений, вызываемых разными взаимодействиями.

## **VIII. ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ОТВЕТА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ОТВЕТА НА ВОПРОСЫ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

В каждом билете 4 вопроса. Ответ на каждый вопрос должен содержать краткое, но достаточно полное содержание существа вопроса.

Для подготовки письменного ответа на основные вопросы отводится 2 час. Ответ студента на экзамене оценивается на закрытом заседании Государственной экзаменационной комиссии и определяется оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Оценка студента складывается из трех различных по уровню и содержанию заданий, при этом каждый вопрос билета имеет одинаковый вес в интегрированной оценке.

Вопросы билетов направлены на выявление общей эрудиции экзаменуемого в области физики. Члены комиссии выясняют степень сформированности целостного осмысления физического единства и многообразия мира, понимание места и значения рассматриваемых закономерностей в общей системе законов физики, прочность усвоения основных понятий и законов, умение свободно оперировать ими при анализе конкретных физических явлений.

Оценка "отлично" ставится за полные правильные ответы, если студент строит ответ логично, обнаруживает высокую степень сформированности целостного осмысления физического единства и многообразия мира, понимание места и значения рассматриваемых закономерностей в общей системе законов физики, глубокие знания основных понятий, представляет качественные соотношения между физическими величинами, раскрывает их физический смысл и устанавливает междисциплинарную связь с другими

разделами физики, а также указывает прикладное использование обсуждаемых закономерностей.

Оценка "хорошо" ставится за правильные ответы, в котором представлены значительная степень сформированности целостного осмысления физического единства и многообразия мира, понимание места и значения рассматриваемых закономерностей в общей системе законов физики, знание и понимание обсуждаемого раздела физики, представлены качественные соотношения между физическими величинами, раскрыт их физический смысл. Однако в содержании ответов были отмечены небольшие пробелы в знаниях при ответе на некоторые вопросы.

На "Удовлетворительно" оцениваются неполные ответы, которые дает студент с опорой на наводящие вопросы членов экзаменационной комиссии (при устной форме экзамена). Содержание ответов свидетельствует о недостаточных знаниях экзаменуемого.

"Неудовлетворительно" оцениваются слабые ответы студента, который даже при наводящих вопросах (при устной форме экзамена) не выказывает понимание и не в состоянии предложить объяснение соответствующих явлений.

При оценке ответа на три вопроса "неудовлетворительно" экзамен для этого студента прекращается.

По результатам ответов на все четыре вопроса решением комиссии выставляется итоговая оценка, как средняя арифметическая с округлением в сторону увеличения. Неудовлетворительная оценка по одному из вопросов дает общую неудовлетворительную оценку. Промежуточные оценки студенту не объявляются.

Оценка результатов сдачи вступительного экзамена осуществляется по четырех балльной шкале оценок: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно". системе.

## **IX. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Механика: Уч. пособие для физ. спец. вузов, Т.1. - М.: Наука, 2006.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Термодинамика и молекулярная физика: Уч. пособие для физ. спец. вузов, Т.2. - М.: Наука, 2006.
3. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Электричество: Уч. пособие для физ. спец. вузов, Т.3. - М.: Наука, 2006.
4. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Оптика: Уч. пособие для физ. Спец. вузов, Т.4. - М.: Наука, 2006.
5. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Атомная и ядерная физика, ч.1: Атомная физика: Уч. пособие для физ. спец. вузов, Т.5. - М.: Наука, 2006.
6. Иродов И.Е. Физика макросистем: Основные законы. Учеб. пособие для вузов. - М.: Лаборатория базовых знаний, 2007.
7. Иродов И.Е. Физика макросистем: Основные законы. Учеб. пособие для

- вузов. - М.: Лаборатория базовых знаний, 2001.
8. Иродов И.Е. Механика: основные законы. Учеб. пособие для вузов. - М.: Лаборатория базовых знаний, 2001.
  9. Иродов И.Е. Волновые процессы: основные законы. Учеб. пособие для вузов. - М.: Лаборатория базовых знаний, 2001.
  10. Иродов И.Е. Квантовая физика: основные законы. Учеб. пособие для вузов. - М.: Академия, 2001.
  11. Иродов И.Е. Электромагнетизм: основные законы. Учеб. пособие для вузов. - М.: Академия, 2001.
  12. Матвеев А.Н. Механика и теория относительности: Уч. пособие для физ. спец. вузов. - М.: Высш. шк., 1976.
  13. Матвеев А.Н. Механика и теория относительности: Уч. пособие для физ. спец. вузов. - М.: Высш. шк., 1986.
  14. Матвеев А.Н. Молекулярная физика (Уч. для физ. спец. вузов) - М.: Высш. шк., 1987.
  15. Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм (Уч. пособие для физ. спец. вузов) - М.: Высш. шк., 1983.
  16. Матвеев А.Н. Электродинамика и теория относительности (Учебник для пед. вузов) - М.: Высш. шк., 1964.
  17. Матвеев А.Н. Атомная физика: Уч. пособие для физ. спец. вузов. - М.: Высш. шк., 1989.
  18. Матвеев А.Н. Квантовая механика и строение атома: Уч. пособие для пед. вузов. - М.: Высш. шк., 1965.

Составитель:  
профессор кафедры «Физика»  
профессор



/А.Х. Матиев/

10.06.2023 г.