

УТВЕРЖДАЮ:
Директор ИСЗФ СО РАН

чл.-корр. РАН _____ А.В. Медведев
« 17 » января 2025 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
«ФИЗИКА»
для поступающих на обучение по образовательным программам высшего
образования – программам подготовки научных и
научно-педагогических кадров в аспирантуре**

Научные специальности

1.3.1. Физика космоса, астрономия

1.3.4. Радиофизика

1.6.18. Науки об атмосфере и климате

Иркутск 2025

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Программа предназначена для лиц, поступающих на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре в Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЗФ СО РАН) по научным специальностям 1.3.1. Физика космоса, астрономия, 1.3.4. Радиофизика, 1.6.18. Науки об атмосфере и климате.

Программа является руководящим учебно-методическим документом для целенаправленной подготовки к вступительному испытанию.

Программа вступительного испытания сформирована по базовым разделам общего курса физики образовательных программ магистратуры и специалитета.

II. ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

Вступительное испытание проводится в форме устного экзамена. Экзаменационный билет состоит из трех теоретических вопросов из разных разделов п. III настоящей Программы (далее – экзаменационный билет). Ответ на каждый теоретический вопрос оценивается по шкале согласно таблице 1. Итоговый балл за вступительное испытание определяется как среднее арифметическое полученных баллов. Результаты вступительного испытания оформляются протоколом, который хранится в Отделе аспирантуры и магистратуры в установленном порядке.

Поступающему предоставляется не менее трех полных календарных дней для подготовки к вступительному испытанию. Не менее чем за четыре календарных дня до даты экзамена поступающий получает экзаменационный билет в отделе аспирантуры и магистратуры. В одном экземпляре экзаменационного билета поступающий ставит отметку о получении (дату получения, подпись, ФИО). Экзаменационный билет с отметкой о получении хранится в Отделе аспирантуры и магистратуры в установленном порядке.

В день экзамена поступающий предоставляет подготовленную презентацию и доклад по 3 экзаменационным вопросам. Продолжительность доклада: 10-15 минут. Рекомендуемый объем презентации: 7-10 слайдов.

По завершению доклада поступающий отвечает на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии.

Таблица 1. Критерии оценки ответа

Баллы	Критерии оценки
100 (Отлично)	Полные, исчерпывающие, аргументированные ответы на все основные и дополнительные вопросы. Ответы отличаются логической последовательностью, четкостью в выражении мыслей и обоснованностью выводов, демонстрирующих знание источников, понятийного аппарата и умение ими пользоваться при ответе.
75 (Хорошо)	Не достаточно полные и аргументированные ответы на все основные и дополнительные вопросы. Ответы отличаются логичностью, четкостью, знанием понятийного аппарата и литературы по теме вопроса при незначительных упущениях при ответе.
50 (Удовлетворительно)	Неполные и слабо аргументированные ответы, демонстрирующее общее представление и понимание сути вопроса, понятийного аппарата и обязательной литературы.
25 (Не удовлетворительно)	Самое общее представление о рассматриваемом вопросе, отвечающее лишь минимальным требованиям. Серьезные ошибки.
0 (Плохо)	Отсутствие ответа на вопросы билета; ответ только на один вопрос; попытка ответа на вопрос без раскрытия основного содержания; подмена ответа на вопрос экзаменационного билета, ответом на смежные вопросы (относящиеся к тем же темам); несанкционированный доступ к учебным материалам.

III. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Раздел 1. Механика

1. Системы отсчета. Законы Ньютона.
2. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея.
3. Энергия. Импульс. Момент импульса. Законы сохранения энергии, импульса и момента импульса.
4. Работа. Работа силы при перемещении тела по произвольной траектории. Мощность.

5. Движение в центральном поле. Закон всемирного тяготения. Кеплерова задача. Законы Кеплера.
6. Принцип относительности Эйнштейна-Пуанкаре. Пространство и время в специальной теории относительности. Преобразования Лоренца и основные следствия из них. Метрика Минковского.
7. Релятивистская динамика. Энергия, масса, импульс в специальной теории относительности. Формулы связи между ними.
8. Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции. Центробежная сила, сила Кориолиса.
9. Элементы гидродинамики. Уравнение Эйлера. Уравнение Бернулли.

Раздел 2. Теория колебаний и волн

1. Уравнение колебаний, его вывод для различных систем. Свободные и вынужденные колебания. Закон сохранения энергии для колебаний. Резонанс. Затухание колебаний, инкремент, добротность.
2. Волновое уравнение. Собственные моды. Понятие дисперсионного уравнения (соотношения).

Раздел 3. Волновая оптика

1. Интерференция.
2. Дифракция Френеля и дифракция Фраунгофера.
3. Распространение света в веществе. Показатель преломления.
4. Законы отражения и преломления света. Полное внутреннее отражение, угол Брюстера.
5. Поляризация света. Частично поляризованный свет.
6. Эффект Доплера.

Раздел 4. Термодинамика и статическая физика

1. Термодинамические величины. Основные законы термодинамики. Адиабатические процессы.
2. Элементы теории вероятностей в применении к молекулярной физике. Плотность вероятности. Эргодическая гипотеза. Распределения Пуассона и Гаусса.
3. Фазовое пространство. Теорема Лиувилля.
4. Распределение Максвелла и его свойства. Распределение Больцмана. Барометрическая формула.
5. Закон возрастания энтропии. Формула Больцмана для энтропии.
6. Кинетическая теория газов. Уравнение состояния идеального газа (с выводом с помощью распределения Максвелла). Уравнение Ван-де-Ваальса.

7. Распределение Ферми и Бозе. Температура вырождения. Вырожденный электронный газ при нулевой температуре. Излучение черного тела. Формула Планка, законы Вина и Стефана-Больцмана.

Раздел 5. Электромагнитные явления

1. Электростатика. Теорема Гаусса. Потенциал электрического поля.
2. Магнитное поле тока. Векторный потенциал. Закон Ампера. Сила Лоренца. Теорема о циркуляции магнитного поля.
3. Уравнения Максвелла. Закон сохранения заряда как следствие уравнений Максвелла.
4. Электромагнитные волны в вакууме и веществе (диэлектрике). Излучение электромагнитных волн ускоренно движущимся зарядом.
5. Энергия электромагнитного поля. Вектор Пойнтинга.
6. Магнитные и электрические свойства веществ. Диэлектрическая и магнитная проницаемость. Диамагнетизм и парамагнетизм. Движение зарядов в электрическом и магнитном поле.
7. Закон Ома, его вывод для твердых проводников.

Раздел 6. Квантовая механика и строение вещества

1. Основные принципы квантовой механики. Принцип суперпозиции, принцип неопределенности.
2. Уравнение Шрёдингера. Стационарное уравнение Шрёдингера, его решение для одномерного движения. Туннельный эффект, надбарьерное отражение.
3. Спин, принцип Паули.
4. Теория атома водорода. Уровни энергии.
5. Взаимодействие вещества и излучения. Ионизация и рекомбинация.
6. Элементы теории атомных спектров.
7. Ядерные и термоядерные реакции. Дефект массы.

Раздел 7. Основы астрономии и астрофизики

1. Движение Солнца по небу. Эклиптика. Смена времен года.
2. Фазы Луны. Солнечные и лунные затмения.
3. Методы измерения расстояний до небесных объектов. Суточный и годичный параллаксы.
4. Строение Солнечной системы. Виды объектов, составляющих Солнечную систему. Происхождение Солнечной системы.
5. Земля как планета Солнечной системы. Строение Земли. Нейтральная атмосфера, ионосфера, магнитосфера.
6. Звезды, их основные характеристики, связь между ними. Происхождение и эволюция звезд.

7. Основные параметры Солнца (его масса, размеры, расстояние от Солнца до Земли, химический состав, температура и методы их определения). Солнечная постоянная. Источники энергии Солнца.
8. Строение атмосферы Солнца: фотосфера, хромосфера, корона. Возникновение гранул в фотосфере. Солнечный ветер.
9. Солнечная активность. Солнечные вспышки, выбросы корональной массы.
10. Строение Галактики. Классификация галактик. Распределение галактик в пространстве.
11. Закон Хаббла. Расширение Вселенной. Основы теории Большого Взрыва.

Раздел 8. Методы обработки сигналов и данных.

1. Среднее и среднеквадратическое отклонение. Распределение Гаусса.
2. Преобразование Фурье.
3. Метод наименьших квадратов.

Основная литература

1. Кононович Э.В., Мороз В.И. Общий курс астрономии. 2-е изд., исп. - М.: Едиториал УРСС, 2004
2. И. В. Савельев. Курс физики: учебное пособие для студ. Вузов (гриф Пр.) М.: Лань. 2008 г. в 3 т. (Т.1 Механика. Молекулярная физика. Т. 2 Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. Т.3 Оптика, атомная физика, физика атомного ядра и элементарных частиц)
3. Сивухин Д. В. Общий курс физики [Текст] : учеб. пособие для физ. спец. ун-тов: в 5 т. - 3-е изд., исп. и доп. - М.: Наука. - 21 см. -. - 1989. (Т. 1 Механика, Т. 2 Термодинамика и молекулярная физика, Т.3 Электричество, Т. 4 Оптика, Т.5 Атомная и ядерная физика)
4. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов: учеб. пособие. 3-е изд. СПб.: БХВ-Петербург, 2011. — 768 с.

Дополнительная литература

1. Ахманов С.А. Физическая оптика [Текст]: учебник / С.А. Ахманов, С.Ю. Никитин; Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. - 2-е изд. - М.: Изд-во МГУ; М.: Наука, 2004. - 654 с.
2. Блохинцев Д.И. Основы квантовой механики (5-е изд.) М.: Наука, 1976.
3. Засов, А.В. К. А. Постнов. Общая астрофизика: учеб. пособие; Московский гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, Физфак, Гос. астроном. Институт им. П. К. Штернберга. - 3-е изд., исп. и доп. - Фрязино: Век 2, 2016. - 573 с.
4. Иванов В.Б. Теория волн: курс лекций. Иркутск: Иркут. ун-т, 2006.
5. Кельберт М.Я. Вероятность и статистика в примерах и задачах / М. Я. Кельберт, Ю. М. Сухов. - М.: Изд-во МЦНМО, 2007. Т.1: Основные понятия теории вероятностей и математической статистики.
6. Коренблит, С.Э. Конспект лекций по статистической физике [Текст] : учеб. пособие / С. Э. Коренблит, С. И. Синеговский ; Фед. агентство по образованию; Иркут. гос. ун-т. - Иркутск: Изд-во ИГУ, 2005. - 180 с.

7. Коткин, Г. Л. Лекции по аналитической механике: учеб. пособие / Г. Л. Коткин, В. Г. Сербо, А. И. Черных. - Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2010. - 235 с.
8. Коткин, Г.Л.. Лекции по статистической физике. учеб. пособие / Г.Л. Коткин. - Москва – Ижевск,: R&C Dynamics, 2006. 190 с.
9. Рабинович М.И., Трубецков Д.И. Основы теории колебаний и волн. М.: Наука, 1987.
10. Сотникова, Р.Т. Введение в астрофизику : учеб. пособие / Р. Т. Сотникова. - Иркутск: Изд-во ИГУ, 2007. – 248 с.
11. Чумак В.В. Волновая оптика в примерах и задачах [Текст] : учеб. пособие: в 2 ч. / В. В. Чумак; Иркутский гос. ун-т. - Иркутск: Изд-во ИГУ, 2012.
12. Язев С.А. Введение в астрономию. Лекции о Солнечной системе: учебное пособие — Иркутск: Изд-во Иркутского государственного университета, 2008. — Ч. 1. — 2008. — 164 с.
13. Ясюкевич Ю.В., Душутин Н.К. Излучение электромагнитных волн. Учебное пособие. — Иркутск: Изд-во ИГУ, 2012. — 228 с.

Председатель
Учебно-методического совета, д.ф.-м.н.

Д.Ю. Климушкин