

Программа вступительного испытания сформирована на основе федеральных государственных требований высшего образования.

Форма проведения испытания:

Вступительное испытание по научной специальности аспирантов 1.3.2. «Приборы и методы экспериментальной физики» проводится в виде собеседования с обязательным оформлением ответов на вопросы билета в письменном виде. Собеседование проводится с целью выявления у абитуриента объёма научных знаний, научно-исследовательских компетенций, навыков системного и критического мышления, необходимых для обучения в аспирантуре. Абитуриент должен показать профессиональное владение теорией и практикой в предметной области, продемонстрировать умение вести научную дискуссию.

Структура испытания:

Испытание состоит из ответов на вопросы билета и дополнительные вопросы.

Критерии оценки результатов испытания:

100-90 баллов - даны исчерпывающие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией, абитуриент демонстрирует глубокие теоретические знания, умение сравнивать и оценивать различные научные подходы, пользоваться современной научной терминологией.

89-80 баллов - даны полные, достаточно глубокие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией, абитуриент демонстрирует хорошие знания, умение пользоваться современной научной терминологией.

79-70 баллов - даны обоснованные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией, абитуриент демонстрирует хорошие знания.

69-60 баллов - даны в целом правильные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией, при этом абитуриент недостаточно аргументирует ответы.

59-0 баллов – абитуриент демонстрирует непонимание основного содержания теоретического материала, поверхностность и слабую аргументацию суждений или допущены значительные ошибки.

Решения экзаменационной комиссии принимаются большинством голосов.

Программа вступительного испытания

Научная специальность

1.3.2. « Приборы и методы экспериментальной физики»

1. Методы измерения основных физических величин

1.1. Методы измерения времени, погрешности измерений, эталоны. Учет эффектов общей теории относительности (зависимость хода часов от ускорения и гравитации).

1.2. Измерение частот в радиодиапазоне. Стандарты частоты.

1.3. Методы и погрешности измерений координат, углов, длин. Мировые стандарты и эталоны.

1.4. Методы измерения термодинамических величин

1.5. Радиоспектроскопия (эффект Зеемана, ядерный магнитный резонанс, томография).

1.6. Электромагнитные измерения (способы регистрации радиоизлучения, методы регистрации в оптическом диапазоне: фотодиоды, фотоумножители, черенковские детекторы).

1.7. Регистрация частиц и радиоактивных излучений (ионизационные камеры, газоразрядные счетчики, пропорциональные счетчики, стриммерные и искровые камеры, полупроводниковые детекторы, сцинтилляционные счетчики, пузырьковые камеры, черенковские счетчики, ядерные фотоэмульсии).

1.8. Шумы и помехи при измерении электрических, акустических и оптических величин.

1.9. Дифференциальные, интерферометрические и другие методы измерений.

1.10. Нанотехнологии в измерительной технике.

1.11. Дозиметрические измерения и дозиметрические единицы; коэффициенты, учитывающие влияние радиации на живые организмы, эквивалентная доза.

2. Измерения

2.1. Системы единиц. Единая система единиц (СИ). Универсальные постоянные и естественные системы единиц. Производные единицы и стандарты.

2.2. Прямые, косвенные, статистические и динамические измерения. Оценки погрешностей косвенных измерений. Условные измерения. Проблема корреляций и уравнивание условных измерений. Принципиальные ограничения на точность измерений (физические пределы).

2.3. Методы измерений физических величин в исследуемой области физики*.

2.4. Основные принципы построения приборов для измерений физических величин в заданной области физики*.

2.5. Фундаментальные шумы в измерительных устройствах.

2.6. Тепловой шум. Формула Найквиста. Теорема Каллена—Вельтона. Дробовой шум в электронных и оптических приборах. Шумы $1/f$.

2.7. Квантовые эффекты в физических измерениях. Условия, когда классический подход становится неприменим.

2.8. Соотношения неопределенности. Роль обратного флуктуационного влияния прибора. Стандартные квантовые пределы. Квантовые невозмущающие измерения. Квантовые эталоны единиц физических величин (примеры). Эффект Джозефсона и сверхпроводящие квантовые интерферометры.

3. Критерии точности измерений

3.1. Случайные события. Понятие вероятности. Условные вероятности. Распределение вероятности. Плотность вероятности. Моменты.

3.2. Специальные распределения вероятностей и их использование в физике. Биномиальное распределение, распределение Пуассона (дробовой шум), экспоненциальное распределение. Нормальное распределение и центральная предельная теорема.

3.3. Многомерные распределения вероятностей. Корреляции случайных величин.

3.4. Случайные процессы. Эргодичность. Корреляционная функция случайного процесса. Стационарные случайные процессы. Спектральная плотность. Теорема Винера—Хинчина.

3.5. Оценка параметров случайных величин. Выборочные средние и дисперсии. Выборочные распределения. t -распределение Стьюдента.

3.6. Определение средних значений измеряемых параметров и их погрешностей в прямых и косвенных измерениях.

3.7. Техника оценки параметров при разных распределениях погрешностей измерений. Средние и вероятные значения переменных. Техника оценки параметров при асимметричных распределениях погрешностей. Суммирование результатов различных измерений. Робастные оценки. Параметрические и непараметрические оценки.

4. Методы анализа физических измерений

4.1. Аналитическая аппроксимация результатов и измерений. Интерполяция (линейная, квадратичная, кубическая и т.п.).

4.2. Фурье-анализ. Дискретное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Вэйвлетный анализ.

4.3. Статистическая проверка гипотез. Критерии согласия и методы их использования. Критерии Смирнова—Колмогорова, Колмогорова.

4.4. Прямые и обратные задачи. Некорректные задачи. Обратные задачи при анализе результатов измерений и методы их решения.

4.5. Метод максимального правдоподобия и его применение.

4.6. Метод наименьших квадратов.

5. Моделирование физических процессов

5.1. Аналитическое описание физических процессов.

5.2. Планирование эксперимента, выбор метода и технических средств, методы оценки ожидаемых результатов и их погрешностей.

5.3. Метод статистических испытаний, методика его применения.

5.4. Использование моделей физических процессов*.

5.5. Учет влияния прибора на результаты измерений. Моделирование с учетом особенностей используемых детекторов.

6. Автоматизация эксперимента

6.1. Создание комплексных установок. Общие требования. Обработка информации «в линию» (on-line).

6.2. Способы преобразования измерений для передачи на значительные расстояния.

6.3. Контроль процессов измерений в реальном времени.

6.4. Способы вывода информации в реальном времени. Накопление экспериментальных данных, создание банков данных.

Литература

Кендал М., Стюарт А. Статистические выводы и связи / Пер. с англ. М.: Мир, 1976.

Боровков А.А. Математическая статистика. М.: 1984.

Бароне А., Патерио Д. Эффект Джозефсона: Физика и применения / Пер. с англ. М.: 1984.

Брагинский В.Б. Физические эксперименты с пробными телами. М.: Наука, 1970.

Воронцов Ю.И. Теория и методы макроскопических измерений. М.: Наука, 1989.

Гришин С.Д. и др. Плазменные ускорители / С.Д. Гришин, Л.В. Лесков, Н.П. Козлов. – М.: Машиностроение, 1983. – 231 с.

А.И. Морозов. Введение в плазмодинамику. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 616 с.

Ч. Пул-мл., Ф. Оуэнс. Нанотехнологии. – М.: Техносфера, 2006. – 336 с.

П. Харрис. Углеродные нанотрубы и родственные структуры. – М.: Техносфера, 2003. – 336 с.

Белл Р. Дж. Введение в Фурье-спектроскопию. – М: Мир, 1975. – 380 с.

Левшин Л.В., Солецкий А.М. Оптические методы исследования молекулярных систем. Часть II. – М.: Изд-во МГУ, 1994. – 320 с.

Олифер В.Г. и Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. Учебник. Питер, 1999 (2002), 672 с

Бройдо Вычислительные системы, сети и телекоммуникации., Питер, 2002, 688 с

Г. Олссон, Дж. Пиани Цифровые системы автоматизации и управления. – СПб.: Невский диалект, 2001. -557с.: ил.

Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приоры на основе LABVIEW 7/ Под ред. Бутырина П.А. –М.: ДМК Пресс. 2005. 264с.: ил.