



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Алтайский государственный технический университет  
им. И.И. Ползунова»



УТВЕРЖДАЮ

Директор по научно-инновационной  
работе

А.А. Ситников

06

2012 г.

СИСТЕМА КАЧЕСТВА

ПРОГРАММА – МИНИМУМ  
КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА  
ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ

01.04.01 – ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ

Дата введения: 14 июня 2012г.

Вопросы рассмотрены на заседании  
ученого совета факультета  
Протокол № 8 от 17.05.2012

Статус	Должность	И.О. Фамилия	Подпись	Дата
Разработал	Научный руководитель	В.Ю. Филимонов		11.05.2012
Проверил	Заведующий кафедрой	С.П. Пронин		11.05.2012
Согласовал	Декан	Г.Н. Кобелев		13.06.2012
	Заведующий отделом аспирантуры и докторантуры	Т.А. Головина		14.06.12

Барнаул 2012

	<b>СИСТЕМА КАЧЕСТВА ПРОГРАММА – МИНИМУМ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 01.04.01 – ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬ- НОЙ ФИЗИКИ</b>	
		с. 2 из 5

## 1 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ

### 1. Методы измерения основных физических величин

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

Измерение частот в радиодиапазоне. Стандарты частоты.

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

Методы измерения термодинамических величин

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

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

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).

Шумы и помехи при измерении электрических, акустических и оптических величин

Дифференциальные, интерферометрические и другие методы измерений.

Нанотехнологии в измерительной технике

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

### 2. Измерения

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

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).

Методы измерений физических величин в исследуемой области физики\*.

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

Фундаментальные шумы в измерительных устройствах

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

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

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

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

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

Многомерные распределения вероятностей. Корреляции случайных величин.

	<b>СИСТЕМА КАЧЕСТВА ПРОГРАММА – МИНИМУМ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 01.04.01 – ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬ- НОЙ ФИЗИКИ</b>	
		с. 3 из 5

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

Оценка параметров случайных величин. Выборочные средние и дисперсии. Выборочные распределения.  $t$ -распределение Стьюдента,  $\chi^2$ -распределение

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

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**

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

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

Статистическая проверка гипотез. Критерии согласия и методы их использования. Критерий  $\chi^2$ , Смирнова—Колмогорова, Колмогорова.

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

Метод максимального правдоподобия и его применение.

Метод наименьших квадратов.

#### **5. Моделирование физических процессов**

Аналитическое описание физических процессов.

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

Метод статистических испытаний, методика его применения.

Использование моделей физических процессов\*.

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

#### **6. Автоматизация эксперимента**

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

Способы преобразования измерений для передачи на значительные расстояния.

Контроль процессов измерений в реальном времени.

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

## **2 ЛИТЕРАТУРА**

### **2.1 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. М.: 1983.
2. Кендал М., Стюарт А. Статистические выводы и связи / Пер. с англ. М.: Мир, 1976.
3. Боровков А.А. Математическая статистика. М.: 1984.

	<b>СИСТЕМА КАЧЕСТВА ПРОГРАММА – МИНИМУМ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 01.04.01 – ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬ- НОЙ ФИЗИКИ</b>	
		с. 4 из 5

4. Бароне А., Патерио Д. Эффект Джозефсона: Физика и применения / Пер. с англ. М.: 1984.
5. Физическая энциклопедия. Т. 1-5. М.: Сов. энциклопедия, 1988-1998.
6. Брагинский В.Б. Физические эксперименты с пробными телами. М.: Наука, 1970.
7. Воронцов Ю.И. Теория и методы макроскопических измерений. М.: Наука, 1989.

#### **ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

8. Евтихийев Н.Н. Электрические измерения неэлектрических величин. - М.: Энергоатомиздат, 1990.
9. Сена Л.А. Единицы физических величин и их размерности. - М.: Наука, 1969.
10. Новицкий П. В., Зограф И. А. Оценка погрешностей результатов измерений. — Л.: Энергоатомиздат, 1991.
11. Таблицы физических величин. Под ред. И.К. Кикоина. - М.: Атомиздат, 1976.
12. Гухман А.А. Введение в теорию подобия. - М.: Высшая школа, 1973.
13. Тихонов А.Н., Гончарский А.В., Степанов В.В., Ягола А.Г. Численные методы решения некорректных задач. - М.: Наука, 1990.
14. Тихонов А.Н., Леонов А.С., Ягола А.Г. Нелинейные некорректные задачи. М.: Наука, 1995.
15. Филимонов В.Ю., Векман А.В. Краткий курс высшей математики для изучающих физику: Учебное пособие - г. Барнаул": АлтГТУ.-2009, 136 с

	<b>СИСТЕМА КАЧЕСТВА ПРОГРАММА – МИНИМУМ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 01.04.01 – ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬ- НОЙ ФИЗИКИ</b>		
			с. 5 из 5

### ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Номер измене- ния	Номера листов			Основание для внесе- ния изме- нений	Подпись	Расшиф- ровка подписи	Дата	Дата вве- дения из- менения
	замене- нных	новых	аннулиро- ванных					