

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра высшей математики и физики

Фонд оценочных средств дисциплины

Б1.В.1.ДВ.01.02 Методы экспериментальной физики

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки
(сетевая форма реализации)

03.04.01 «Прикладные математика и физика»

Направленность (профиль):
«Физические исследования инновационных материалов»

Уровень:
Магистратура

Форма обучения
Очная

Рассмотрено и утверждено на заседании кафедры
08.09.2022 г., протокол № 2
Зав. кафедрой  Зайцева И.В.

Авторы-разработчики:
д.т.н., Дьяченко Н.В.,
к.ф.-м..н., Бобровский А.П.

1. Паспорт Фонда оценочных средств по дисциплине

Методы экспериментальной физики

Таблица 1. Перечень оценочных средств текущего контроля

№ п/п	Раздел / тема дисциплины	Формируемые компетенции	Наименование средств текущего контроля
1	Общие вопросы теории измерений. Критерии точности измерений физических величин.	УК-2, ПК-2, ПК-3	Устная защита выполнения практических работ №1, №2
2	Методы измерения основных физических величин	УК-2, ПК-2, ПК-3	Тестирование. Устная защита выполнения практических работ №3, №4, №5, №6
	Текущий контроль успеваемости (ТКУ)	УК-2, ПК-2, ПК-3	Тест в Moodle
3	Методы анализа физических измерений. Планирование и автоматизация эксперимента.	УК-2, ПК-2, ПК-3	Контрольное задание. Устная защита выполнения практических работ №7, №8, №9, №10
Форма промежуточной аттестации: Экзамен			

2. Перечень компетенций, с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

Таблица 2. Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Виды оценочных средств
Код компетенции: УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	Знать: – способы организации исследований в области планирования эксперимента – об основных проблемах и задачах, возникающих в ходе планирования и организации эксперимента; - о возможных рисках при проведении эксперимента и возможностях их устранения; - основные понятия и методы проведения физического эксперимента – методы анализа и обработки результатов научных экспериментов	Задания репродуктивного уровня: Устный опрос
	Уметь: – планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений; – формулировать цель, задачи, обосновывать актуальность, значимость, ожидаемые результаты эксперимента;	Задания реконструктивного уровня: тестирование

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Виды оценочных средств
	– выбирать оптимальные планы эксперимента в зависимости от целей исследования; – применять современные математические программные пакеты для автоматической обработки результатов эксперимента; – интерпретировать и представлять результаты научных исследований;	
	Владеть: – навыками в области разработки концепции и организации экспериментальных исследований – навыками в области планирования и реализации экспериментальных исследований; – навыками организации физического эксперимента – навыками анализа и обработки результатов эксперимента;	Задания практико-ориентированного / исследовательского / творческого уровня: Контрольное задание
Код компетенции: ПК-2. Способен формулировать задачи и план научного исследования	Знать: о методах и средствах планирования и организации эксперимента с применением современных технических средств; - методы анализа и обработки информации;	Задания репродуктивного уровня: Устный опрос
	Уметь: – организовывать работу по проведению экспериментальных исследований; – применять современные математические программные пакеты для автоматической обработки результатов эксперимента	Задания реконструктивного уровня: Тестирование,
	Владеть: – навыками работы на экспериментальных физических установках; – навыками проведения физического эксперимента и обработки данных;	Задания практико-ориентированного / исследовательского / творческого уровня: Контрольное задание
Код компетенции: ПК-3. Способен формулировать задачи и план научного исследования	Знать: – методы ведения библиографической работы с привлечением современных информационных технологий; – основные понятия и методы проведения физического эксперимента;	Задания репродуктивного уровня: Устный опрос
	Уметь: – обрабатывать и критически анализировать результаты экспериментальных данных, – организовывать работу по проведению экспериментальных исследований	Задания реконструктивного уровня: Тестирование,

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Виды оценочных средств
	Владеть: - методами оценки результатов экспериментов - навыками в области планирования и реализации экспериментальных исследований;	Задания практико-ориентированного / исследовательского / творческого уровня: Контрольное задание

3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 3. Распределение баллов по видам учебной работы – 2 семестр

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Текущий контроль:	0-100
в том числе промежуточная аттестация	0-30
ИТОГО	0-100

Таблица 3.1. Распределение баллов по текущему контролю

№	Вид работ	Min	Max
1. Обязательная часть			
1.1	Текущий контроль успеваемости по проверке сформированности остаточных знаний		
	Текущий контроль успеваемости (ТКУ). Тест:	0	10
1.2	Выполнение практических работ		
1.2.1	Практическая работа 1. Случайные величины. Статистические распределения	2	3
1.2.2	Практическая работа 2. Теория корреляций. Прямые и косвенные измерения.	2	3
1.2.3	Практическая работа 3. Температурные измерения. Экзотермическая реакция Бесконтактные температурные измерения.	2	3
1.2.4	Практическая работа 4. Рентгенофазовый анализ порошковых смесей	2	3
1.2.5	Практическая работа 5. Спектральный микроанализ	2	3
1.2.6	Практическая работа 6. Фильтрация сигналов	2	3
1.2.7	Практическая работа 7. Аппроксимация результатов и измерений	2	3
1.2.8	Практическая работа 8. Фурье-анализ сигнала	2	3
1.2.9	Практическая работа 9. Прямые и обратные задачи эксперимента	2	3
1.2.10	Практическая работа 10. Планирование эксперимента	2	3
Итого баллов по обязательной части		20	40
2. Вариативная часть			
2.1	Реферат по дисциплине «Методы экспериментальной физики»	1	5
2.2	Участие в НИРС	10	25
2.3	Участник клуба МиФ	1	10

2.4	Участие в олимпиаде (физика, математика)	5	10
2.4.1	участие	5	5
2.4.2	призер	10	10
2.5	Публикация в индексируемом журнале (совместно с преподавателем)	10	10
2.6	Акселерационная программа/ проект Росмолодежи	20	40
2.6.1	участие	20	20
2.6.2	грант	40	40
	Промежуточная аттестация по дисциплине	0	30
Итого баллов по вариативной части		40	60
Итого баллов по дисциплине			100

Таблица 3.2. Конвертация баллов в итоговую оценку

Оценка	Баллы
Отлично	85-100
Хорошо	64-84
Удовлетворительно	40-63
Неудовлетворительно	0-39

4. Содержание оценочных средств текущего контроля. Критерии оценивания

Практическая работа №1. Случайные величины. Статистические распределения

1. Цель работы

Главная цель: Овладеть первичными методами статистической обработки данных, полученных в результате наблюдения за случайной величиной, и научиться наглядно представлять ее статистическое распределение.

Конкретные задачи:

1. Построить вариационный ряд (ранжированный ряд данных).
2. Сформировать интервальный статистический ряд, определив оптимальное количество и длину интервалов.
3. Построить гистограмму и полигон частот (и/или относительных частот) для наглядного представления распределения.
4. Рассчитать основные выборочные числовые характеристики:
 - Выборочное среднее ($\bar{x}$).
 - Выборочную дисперсию (s^2).
 - Выборочное стандартное отклонение (s).
 - Моду и медиану.
5. Сделать предварительные выводы о характере распределения случайной величины (симметричность, разброс, наличие "скошенности").

2. Ход работы

Этап 1. Подготовка исходных данных

- Получить выборку объема n (например, $n = 50, 100$ или 200) значений исследуемой случайной величины. Данные могут быть предоставлены преподавателем, сгенерированы с помощью датчика случайных чисел или получены в результате эксперимента/наблюдений.

Этап 2. Построение вариационного ряда

- Записать исходные данные в порядке их возрастания. Это упорядочивание облегчит дальнейшую работу.

Этап 3. Построение интервального ряда распределения

- Определить размах выборки

- Используя правило Стерджеса (или иной метод), определить оптимальное количество интервалов k ;
- Определить длину (шаг) каждого интервала;
- Разбить всю область значений на k интервалов;
- Подсчитать, сколько значений выборки попало в каждый i -ый интервал;
- Рассчитать относительные частоты для каждого интервала;
- Заполнить итоговую таблицу статистического ряда.

Этап 4. Графическое представление распределения

- Построить гистограмму: на оси абсцисс отложить интервалы, на оси ординат — частоты (или относительные частоты). Столбцы гистограммы должны соприкасаться друг с другом, а их площадь должна быть пропорциональна частоте.
- Построить полигон частот: соединить ломаной линией точки, абсциссы которых — середины интервалов, а ординаты — соответствующие частоты.

3. Отчетность

Отчет о выполненной практической работе должен содержать:

1. Титульный лист (название работы, ФИО студента, группа, дата).
2. Цель работы.
3. Исходные данные (предоставленная или сгенерированная выборка).
4. Результаты расчетов и построений:
 - Ранжированный вариационный ряд.
 - Таблица статистического интервального ряда с колонками:
 - № интервала
 - Границы интервала
 - Середина интервала
 - Частота
 - Относительная частота
 - Накопленная частота
5. Графики:
 - Гистограмма частот (и/или относительных частот).
 - Полигон частот (может быть нанесен на ту же координатную плоскость, что и гистограмма).
6. Расчет числовых характеристик:
 - Размах выборки (R), количество интервалов (k), длина интервала (h).
 - Выборочное среднее ($\bar{x}$).
 - Выборочная дисперсия (s^2) и стандартное отклонение (s).
 - Все промежуточные расчеты должны быть представлены в отчете.
7. Выводы по работе: Кратко сформулировать, каков характер распределения (например, "распределение близко к нормальному с умеренным разбросом", "распределение асимметрично, смещено влево"), указать значения основных центральных тенденций (среднее, мода, медиана) и меру разброса данных (стандартное отклонение).

Практическая работа №2. Теория корреляций. Прямые и косвенные измерения.

1. Цель работы

Главная цель: Научиться анализировать взаимосвязь между двумя величинами и правильно обрабатывать результаты физических измерений, учитывая погрешности.

Конкретные задачи:

Часть А: Теория корреляций

1. Исследовать, существует ли зависимость между двумя наборами данных.
2. Оценить силу и направление этой связи с помощью специального коэффициента.
3. Найти уравнение прямой, которая наилучшим образом описывает эту зависимость.
4. Наглядно представить данные и построенную линию на графике.

Часть Б: Прямые и косвенные измерения

5. Провести многократные измерения одной величины прямым способом.

6. Обработать эти данные: найти средний результат, оценить случайную и приборную погрешности и правильно записать итоговый ответ.
7. Вычислить значение другой величины, используя результаты прямых измерений и известную формулу (косвенное измерение).
8. Рассчитать результирующую погрешность для этого косвенно измеренного значения

2. Ход работы

Часть А: Исследование корреляционной зависимости

Этап 1. Подготовка данных

- Иметь два ряда данных, где каждому значению из первого ряда соответствует значение из второго ряда.

Этап 2. Графический анализ

- Построить точечную диаграмму (поле корреляции), где по одной оси откладываются значения первой величины, а по другой — второй.
- Визуально оценить, прослеживается ли закономерность: прямая линия, кривая или точки расположены хаотично.

Этап 3. Расчет коэффициента корреляции

- Рассчитать специальный числовой показатель — коэффициент корреляции.
- Проанализировать его:
 - Если число положительное — связь прямая (с ростом одной величины растет другая).
 - Если число отрицательное — связь обратная (с ростом одной величины вторая убывает).
 - Чем ближе абсолютное значение этого числа к единице, тем сильнее связь.

Этап 4. Построение линии регрессии

- На основе данных найти параметры для уравнения прямой линии, которая наилучшим образом аппроксимирует все точки на графике.
- Провести эту линию на точечной диаграмме.

Часть Б: Обработка результатов измерений

Этап 1. Прямые измерения

- Выполнить несколько измерений одной и той же величины прибором (например, измерить длину линейкой несколько раз).
- Записать все полученные значения.

Этап 2. Обработка прямых измерений

- Вычислить среднее арифметическое всех результатов — это наилучшая оценка истинного значения.
- Оценить разброс результатов относительно среднего (случайную погрешность).
- Учесть погрешность измерительного прибора.
- Объединить эти погрешности, чтобы получить общую погрешность измерения.
- Записать окончательный результат в виде: «Среднее значение плюс-минус общая погрешность».

Этап 3. Косвенные измерения

- Используя полученное среднее значение и известную формулу, вычислить другую, интересующую нас величину.

Этап 4. Расчет погрешности косвенного измерения

- На основе погрешностей прямых измерений и вида формулы рассчитать, какую погрешность они вызывают в окончательном результате.
- Записать итог косвенного измерения вместе с его полной погрешностью.

3. Отчетность

Отчет о выполненной практической работе должен содержать:

1. Титульный лист (название работы, ФИО студента, группа, дата).
2. Цель работы.

3. Исходные данные (два ряда чисел для корреляции и серии результатов прямых измерений).
4. Результаты расчетов и построений (Часть А):
 - Рисунок точечной диаграммы (поля корреляции).
 - Рассчитанное значение коэффициента корреляции и его интерпретация.
 - Уравнение линии регрессии.
 - График с нанесенной линией регрессии.
5. Результаты расчетов (Часть Б):
 - Таблица результатов прямых измерений.
 - Расчет среднего значения, случайной и приборной погрешностей.
 - Окончательная запись результата прямых измерений с учетом погрешности.
 - Формула для косвенного измерения и результат расчета.
 - Расчет полной погрешности косвенного измерения.
 - Окончательная запись результата косвенных измерений.
6. Выводы по работе:
 - По Части А: Сделать вывод о наличии и характере корреляционной связи между исследуемыми величинами. Указать, насколько сильно они связаны.
 - По Части Б: Сделать вывод о том, какое значение было получено в результате прямых и косвенных измерений, и о точности этих результатов.

Практическая работа №3. Температурные измерения. Экзотермическая реакция **Бесконтактные температурные измерения.**

1. Цель работы

Главная цель: Освоить методы контактного и бесконтактного измерения температуры, исследовать характеристики экзотермического процесса.

Конкретные задачи:

1. Изучить принципы работы контактных и бесконтактных средств измерения температуры.
2. Провести температурные измерения экзотермической реакции контактным методом.
3. Выполнить бесконтактные измерения температуры объектов.
4. Сравнить результаты, полученные разными методами.
5. Построить температурную кривую экзотермического процесса.

2. Ход работы

Этап 1. Подготовка к эксперименту

- Ознакомиться с устройством и принципом работы используемого оборудования.
- Проверить работоспособность измерительных приборов.
- Подготовить реактивы и оборудование для проведения экзотермической реакции.

Этап 2. Проведение контактных измерений

- Установить контактный датчик температуры в зоне реакции.
- Запустить реакцию и начать измерения.
- Регистрировать показания температуры через равные промежутки времени.
- Продолжать измерения до полного завершения термического процесса.

Этап 3. Бесконтактные измерения

- Настроить пирометр или тепловизор согласно инструкции.
- Провести измерения температуры тех же объектов и процессов.
- Выполнить несколько серий измерений для получения достоверных данных.

Этап 4. Сравнительный анализ

- Сопоставить результаты, полученные контактным и бесконтактным методами.
- Выявить возможные расхождения и объяснить их причины.

3. Отчетность

Отчет должен содержать:

1. Титульный лист
2. Цель работы

3. Описание оборудования и методов
4. Результаты измерений:
 - Таблицы данных контактных измерений
 - Таблицы данных бесконтактных измерений
 - Графики температурных кривых
5. Расчеты и анализ:
 - Сравнительная таблица результатов
 - Расчет погрешностей измерений
 - Анализ расхождений между методами
6. Выводы:
 - О характеристиках экзотермической реакции
 - О преимуществах и недостатках методов измерения
 - О точности и области применения каждого метода

Критерии оценки:

- Полнота и аккуратность записей
- Правильность построения графиков
- Глубина анализа результатов
- Обоснованность выводов
- Соблюдение техники безопасности

Приложения:

- Протоколы измерений
- Графики и диаграммы
- Фотографии экспериментальной установки (при наличии)

Рекомендуемое оборудование:

- Контактные термометры (термопары, термосопротивления)
- Пирометры или тепловизоры
- Реактивы для экзотермической реакции
- Секундомеры
- Средства индивидуальной защиты

Практическая работа №4. Рентгенофазовый анализ порошковых смесей

1. Цель работы

Главная цель: Освоить методику качественного и количественного рентгенофазового анализа поликристаллических материалов и определить фазовый состав порошковой смеси.

Конкретные задачи:

1. Изучить принципы рентгенофазового анализа и устройство дифрактометра.
2. Получить дифрактограмму исследуемого порошкового образца.
3. Провести качественный анализ - идентифицировать фазы в образце.
4. Выполнить количественный анализ - определить массовые доли фаз в смеси.
5. Оценить точность проведенного анализа.

2. Ход работы

Этап 1. Подготовка образца

- Отобрать представительную пробу порошковой смеси.
- Измельчить и гомогенизировать образец до требуемой дисперсности.
- Заполнить порошком специальную кювету, обеспечив ровную поверхность.

Этап 2. Съемка дифрактограммы

- Установить подготовленный образец в дифрактометр.
- Выбрать режимы съемки: диапазон углов, скорость сканирования, напряжение и ток.
- Провести съемку и получить дифрактограмму - зависимость интенсивности рассеяния от угла.

Этап 3. Качественный анализ

- Определить положения всех дифракционных максимумов на дифрактограмме.
- Рассчитать межплоскостные расстояния для каждого пика.

- Сравнить полученные данные с эталонными из базы данных ICDD.
 - Идентифицировать кристаллические фазы в образце.
- Этап 4. Количественный анализ
- Измерить интенсивности характеристических пиков для каждой фазы.
 - Применить метод внутреннего стандарта или метод эталона.
 - Рассчитать массовые доли идентифицированных фаз в смеси.
- Этап 5. Обработка результатов
- Оценить погрешности измерений и расчетов.
 - Сравнить результаты с известным составом (для контрольных образцов).

3. Отчетность

Отчет должен содержать:

1. Титульный лист
2. Цель работы
3. Теоретическая часть:
 - Принципы рентгенофазового анализа
 - Условия эксперимента (параметры съемки)
4. Экспериментальная часть:
 - Исходные данные об образце
 - Полученная дифрактограмма
 - Таблица измеренных пиков
5. Результаты анализа:
 - Таблица идентификации фаз
 - Расчет количественного состава
 - Оценка погрешностей
6. Выводы:
 - О фазовом составе образца
 - О точности проведенного анализа
 - О применимости метода для данного типа образцов

Критерии оценки:

- Качество подготовки образца
- Правильность интерпретации дифрактограммы
- Точность идентификации фаз
- Обоснованность количественных расчетов
- Глубина анализа результатов

Требования к безопасности:

- Соблюдение правил работы с рентгеновским излучением
- Использование средств индивидуальной защиты
- Соблюдение правил работы с порошковыми материалами

Приложения:

- Распечатка дифрактограммы
- Таблицы сравнения с эталонными данными
- Протоколы расчетов

Практическая работа №5. Спектральный микроанализ

1. Цель работы

Главная цель: Освоить методы качественного и количественного элементного анализа материалов с использованием спектральных методов микроанализа.

Конкретные задачи:

1. Изучить принципы работы электронного микроскопа с энергодисперсионным спектрометром.
2. Освоить методику подготовки образцов для спектрального микроанализа.
3. Провести качественный элементный анализ образца.

4. Выполнить количественный анализ элементного состава.
 5. Оценить возможности и ограничения метода.
2. Ход работы
- Этап 1. Подготовка образца
- Отобрать представительный образец материала.
 - Провести подготовку поверхности для анализа (шлифовка, полировка).
 - Наносить проводящее покрытие при необходимости.
 - Установить образец в микроскоп и настроить параметры.
- Этап 2. Проведение анализа
- Выбрать участки для анализа на поверхности образца.
 - Настроить параметры электронного пучка.
 - Провести съемку энергодисперсионных спектров.
 - Записать спектры для качественного и количественного анализа.
- Этап 3. Качественный анализ
- Идентифицировать элементы по характеристическим пикам в спектре.
 - Составить список обнаруженных элементов.
 - Оценить чистоту спектра и наличие артефактов.
- Этап 4. Количественный анализ
- Провести количественную обработку спектров.
 - Рассчитать концентрации элементов с учетом поправочных коэффициентов.
 - Оценить погрешности измерений.
- Этап 5. Визуализация результатов
- Провести элементное картографирование поверхности.
 - Построить распределения элементов по поверхности образца.
3. Отчетность
- Отчет должен содержать:
1. Титульный лист
 2. Цель работы
 3. Методическая часть:
 - Описание использованного оборудования
 - Параметры проведения анализа
 - Методы подготовки образцов
 4. Результаты исследований:
 - Энергодисперсионные спектры
 - Таблицы качественного анализа
 - Результаты количественного анализа
 - Элементные карты распределения
 5. Анализ результатов:
 - Сравнение с ожидаемым составом
 - Оценка homogeneity состава
 - Анализ распределения элементов
 6. Выводы:
 - О возможностях метода спектрального микроанализа
 - О составе исследуемого образца
 - О точности проведенных измерений
- Критерии оценки:
- Качество подготовки образцов
 - Правильность интерпретации спектров
 - Точность количественных расчетов
 - Качество визуализации результатов
 - Глубина анализа и выводов
- Требования к безопасности:

- Соблюдение правил работы с электронным микроскопом
- Использование средств индивидуальной защиты
- Соблюдение правил работы с химическими reagents

Приложения:

- Распечатки спектров
- Элементные карты
- Протоколы расчетов
- Фотографии микроструктуры

Практическая работа №6. Фильтрация сигналов

1. Цель работы

Главная цель: Освоить основные методы и алгоритмы цифровой фильтрации сигналов, изучить характеристики различных типов фильтров и их влияние на обрабатываемые сигналы.

Конкретные задачи:

1. Изучить принципы работы цифровых фильтров различных типов.
2. Освоить методику анализа спектрального состава сигналов.
3. Провести фильтрацию тестовых и реальных сигналов с помехами.
4. Сравнить эффективность различных фильтров.
5. Оценить влияние параметров фильтра на качество обработки сигнала.

2. Ход работы

Этап 1. Подготовка исходных данных

- Сгенерировать тестовые сигналы различной формы и частоты.
- Записать реальные сигналы с помехами или использовать предоставленные данные.
- Добавить шум и помехи к чистым сигналам для создания тестовых наборов.

Этап 2. Анализ спектрального состава

- Провести спектральный анализ исходных сигналов.
- Определить частотные характеристики полезного сигнала и помех.
- Выбрать appropriate параметры фильтров на основе спектрального анализа.

Этап 3. Проектирование фильтров

- Создать фильтры нижних частот для подавления высокочастотных помех.
- Разработать фильтры верхних частот для выделения быстрых изменений.
- Реализовать полосовые фильтры для выделения определенных частотных диапазонов.
- Настроить параметры фильтров (порядок, частоты среза).

Этап 4. Применение фильтров

- Провести фильтрацию тестовых сигналов каждым из разработанных фильтров.
- Обработать реальные сигналы с помехами.
- Сравнить результаты фильтрации различными типами фильтров.

Этап 5. Анализ результатов

- Оценить эффективность подавления помех для каждого фильтра.
- Проанализировать искажения полезного сигнала после фильтрации.
- Определить оптимальные параметры фильтров для различных типов сигналов.

3. Отчетность

Отчет должен содержать:

1. Титульный лист
2. Цель работы
3. Теоретическая часть:
 - Принципы цифровой фильтрации
 - Типы фильтров и их характеристики
 - Методы анализа сигналов
4. Экспериментальная часть:
 - Исходные сигналы и их спектры
 - Параметры разработанных фильтров

- Результаты фильтрации
- 5. Результаты анализа:
 - Сравнительные графики до и после фильтрации
 - Оценка эффективности подавления помех
 - Анализ искажений полезного сигнала
 - Рекомендации по выбору фильтров
- 6. Выводы:
 - О эффективности различных методов фильтрации
 - О влиянии параметров фильтров на качество обработки
 - О практической применимости изученных методов

Критерии оценки:

- Правильность проектирования фильтров
- Качество обработки сигналов
- Глубина анализа результатов
- Обоснованность выводов
- Оформление отчета

Требования к программному обеспечению:

- Использование специализированных пакетов для обработки сигналов
- Валидация результатов различными методами
- Документирование алгоритмов обработки

Приложения:

- Исходные коды программ
- Графики сигналов и спектров
- Таблицы сравнительных характеристик
- Примеры обработанных сигналов

Практическая работа №7. Аппроксимация результатов и измерений

1. Цель работы

Главная цель: Освоить методы аппроксимации экспериментальных данных различными функциями, научиться оценивать точность аппроксимации и выбирать оптимальный тип approximating функции для конкретных задач.

Конкретные задачи:

1. Изучить основные методы аппроксимации экспериментальных данных.
2. Освоить методику выбора типа approximating функции.
3. Научиться оценивать погрешность аппроксимации.
4. Приобрести навыки построения approximating функций для различных типов зависимостей.
5. Сравнить эффективность различных методов аппроксимации.

2. Ход работы

Этап 1. Подготовка данных

- Получить экспериментальные данные или сгенерировать тестовые наборы.
- Провести предварительный анализ данных: визуализировать, оценить разброс.
- Исключить явные выбросы и артефакты измерений.

Этап 2. Выбор типа approximating функции

- Проанализировать характер зависимости по точечному графику.
- Выбрать несколько кандидатов approximating функций (линейная, полиномиальная, экспоненциальная и др.).
- Определить параметры функций для дальнейшего сравнения.

Этап 3. Построение approximating функций

- Реализовать алгоритмы построения различных approximating функций.
- Рассчитать параметры выбранных функций по экспериментальным данным.
- Построить графики approximating функций вместе с исходными данными.

Этап 4. Оценка качества аппроксимации

- Рассчитать коэффициенты детерминации для каждой функции.
- Оценить среднеквадратичные отклонения.
- Проанализировать распределение остатков.
- Сравнить точность различных approximating функций.

Этап 5. Анализ результатов

- Выбрать оптимальную approximating функцию.
- Проанализировать физический смысл параметров полученной функции.
- Оценить адекватность модели реальному процессу.

3. Отчетность

Отчет должен содержать:

1. Титульный лист
2. Цель работы
3. Теоретическая часть:
 - Методы аппроксимации
 - Критерии оценки качества
 - Алгоритмы расчета параметров
4. Экспериментальная часть:
 - Исходные данные
 - Графики экспериментальных зависимостей
 - Параметры построенных функций
5. Результаты анализа:
 - Сравнительные графики с различными approximating функциями
 - Таблицы с оценками точности аппроксимации
 - Анализ остатков
 - Рекомендации по выбору типа функции
6. Выводы:
 - О качестве аппроксимации различными методами
 - О физической интерпретации параметров
 - О применимости методов для различных типов данных

Критерии оценки:

- Правильность выбора типа approximating функции
- Точность расчетов параметров
- Глубина анализа качества аппроксимации
- Обоснованность выводов
- Качество визуализации результатов

Требования к расчетам:

- Использование корректных математических методов
- Оценка статистической значимости параметров
- Анализ адекватности модели

Приложения:

- Исходные данные
- Графики approximating функций
- Таблицы с расчетами параметров
- Коды программ для аппроксимации

Практическая работа №8. Фурье-анализ сигнала

1. Цель работы

Главная цель: Освоить методы спектрального анализа сигналов с использованием преобразования Фурье, научиться выделять частотные компоненты и интерпретировать результаты частотного анализа.

Конкретные задачи:

1. Изучить теоретические основы преобразования Фурье.

2. Освоить практическое применение быстрого преобразования Фурье (БПФ).
3. Научиться анализировать частотный состав различных сигналов.
4. Приобрести навыки идентификации гармонических составляющих.
5. Освоить методы фильтрации сигналов в частотной области.

2. Ход работы

Этап 1. Подготовка сигналов

- Сгенерировать тестовые сигналы с известными частотными характеристиками.
- Записать реальные сигналы или использовать предоставленные данные.
- Подготовить сигналы с шумами и помехами для анализа.

Этап 2. Временной анализ

- Построить графики сигналов во временной области.
- Провести визуальный анализ формы сигналов.
- Оценить основные временные характеристики.

Этап 3. Частотный анализ

- Выполнить прямое преобразование Фурье для каждого сигнала.
- Построить амплитудные и фазовые спектры.
- Проанализировать полученные спектральные характеристики.

Этап 4. Анализ гармонических составляющих

- Идентифицировать основные частотные компоненты.
- Определить амплитуды и фазы гармоник.
- Оценить вклад различных частотных составляющих.

Этап 5. Фильтрация в частотной области

- Выделить определенные частотные диапазоны.
- Подавить нежелательные частотные компоненты.
- Выполнить обратное преобразование Фурье.
- Проанализировать результат фильтрации.

3. Отчетность

Отчет должен содержать:

1. Титульный лист
2. Цель работы
3. Теоретическая часть:
 - Основы преобразования Фурье
 - Методы спектрального анализа
 - Особенности быстрого преобразования Фурье
4. Экспериментальная часть:
 - Исходные сигналы во временной области
 - Параметры анализа
 - Полученные спектры
5. Результаты анализа:
 - Графики амплитудных и фазовых спектров
 - Таблицы частотных компонентов
 - Результаты фильтрации в частотной области
 - Сравнение сигналов до и после обработки
6. Выводы:
 - О возможностях Фурье-анализа для различных сигналов
 - О точности идентификации частотных составляющих
 - О эффективности фильтрации в частотной области

Критерии оценки:

- Правильность выполнения преобразований
- Точность идентификации частотных компонентов
- Глубина анализа спектральных характеристик
- Качество интерпретации результатов

- Обоснованность выводов
- Требования к анализу:
- Корректное применение алгоритмов БПФ
- Адекватная интерпретация спектральных пиков
- Сравнительный анализ различных методов

Приложения:

- Исходные данные сигналов
- Графики спектров
- Коды программ для анализа
- Таблицы с результатами измерений

Практическая работа 9.

Прямые и обратные задачи эксперимента

1. Цель работы

Главная цель: Освоить методы решения прямых и обратных задач при обработке экспериментальных данных, научиться определять параметры моделей по результатам измерений и прогнозировать поведение систем.

Конкретные задачи:

1. Изучить различия между прямыми и обратными задачами в эксперименте.
2. Освоить методы решения прямых задач: прогнозирование результатов по известным параметрам модели.
3. Освоить методы решения обратных задач: определение параметров модели по экспериментальным данным.
4. Научиться оценивать точность и устойчивость решений.
5. Приобрести навыки валидации математических моделей.

2. Ход работы

Этап 1. Постановка задачи

- Сформулировать математическую модель изучаемого процесса.
- Определить параметры модели и экспериментальные данные.
- Разделить задачи на прямые и обратные.

Этап 2. Решение прямой задачи

- По известным параметрам модели рассчитать ожидаемые результаты.
- Провести анализ чувствительности модели к изменению параметров.
- Оценить влияние погрешностей параметров на результат.

Этап 3. Решение обратной задачи

- По экспериментальным данным определить параметры модели.
- Применить методы оптимизации для минимизации невязки.
- Оценить точность определения параметров.

Этап 4. Анализ устойчивости

- Исследовать устойчивость решения обратной задачи.
- Проанализировать влияние погрешностей измерений на определяемые параметры.
- Оценить корреляцию между параметрами модели.

Этап 5. Валидация модели

- Сравнить прогноз модели с экспериментальными данными.
- Проверить адекватность модели на независимых данных.
- Сделать выводы о применимости модели.

3. Отчетность

Отчет должен содержать:

1. Титульный лист
2. Цель работы
3. Теоретическая часть:
 - Формулировка прямой и обратной задач
 - Математическая модель процесса

- Методы решения задач
- 4. Экспериментальная часть:
 - Исходные данные и параметры
 - Результаты решения прямой задачи
 - Результаты решения обратной задачи
- 5. Результаты анализа:
 - Оценка точности определения параметров
 - Анализ устойчивости решений
 - Сравнение с экспериментальными данными
 - Валидация модели
- 6. Выводы:
 - О возможности решения обратной задачи
 - О точности определения параметров модели
 - О адекватности математической модели
 - О практической применимости результатов

Критерии оценки:

- Правильность постановки задач
- Корректность применения методов решения
- Глубина анализа устойчивости
- Обоснованность выводов
- Качество валидации модели

Требования к решению:

- Использование адекватных математических методов
- Оценка погрешностей результатов
- Анализ корреляции параметров

Приложения:

- Исходные данные
- Графики сравнения модельных и экспериментальных данных
- Таблицы с результатами расчетов
- Коды программ для решения задач

Практическая работа №10. Планирование эксперимента

1. Цель работы

Главная цель: Освоить принципы и методы планирования научного эксперимента, научиться эффективно организовывать исследования для получения достоверных результатов при минимальных затратах ресурсов.

Конкретные задачи:

1. Изучить основные принципы планирования эксперимента.
2. Освоить методы составления планов эксперимента.
3. Научиться определять оптимальное количество опытов.
4. Приобрести навыки рандомизации и управления факторами.
5. Освоить методы обработки результатов спланированного эксперимента.

2. Ход работы

Этап 1. Формулировка задачи

- Определить цель эксперимента и критерии оценки результатов.
- Выявить влияющие факторы и их диапазоны изменения.
- Выбрать выходные параметры (отклики) для измерения.

Этап 2. Разработка плана эксперимента

- Выбрать тип плана (полный факторный эксперимент, дробный план и др.).
- Определить число опытов и условия их проведения.
- Составить матрицу планирования эксперимента.

Этап 3. Проведение эксперимента

- Подготовить оборудование и материалы.

- Провести опыты в соответствии с планом.
- Зафиксировать все результаты и наблюдения.
- Отслеживать соблюдение постоянных условий.

Этап 4. Статистическая обработка

- Провести статистический анализ полученных данных.
- Построить математическую модель процесса.
- Оценить значимость факторов и их взаимодействий.
- Проверить адекватность модели.

Этап 5. Оптимизация и интерпретация

- Определить оптимальные условия процесса.
- Проанализировать влияние факторов на отклик.
- Сформулировать практические рекомендации.

3. Отчетность

Отчет должен содержать:

1. Титульный лист
2. Цель работы
3. Теоретическая часть:
 - Обоснование выбранного плана эксперимента
 - Описание факторов и уровней их варьирования
 - Методы статистической обработки
4. Экспериментальная часть:
 - Матрица планирования эксперимента
 - Протоколы проведения опытов
 - Исходные данные измерений
5. Результаты анализа:
 - Результаты статистической обработки
 - Математическая модель процесса
 - Графики зависимостей откликов от факторов
 - Результаты проверки адекватности модели
6. Выводы:
 - О значимости влияния факторов
 - О оптимальных условиях процесса
 - О эффективности примененного плана эксперимента
 - О практической ценности полученных результатов

Критерии оценки:

- Обоснованность выбора плана эксперимента
- Корректность проведения эксперимента
- Качество статистической обработки данных
- Глубина анализа результатов
- Практическая значимость выводов

Требования к проведению:

- Соблюдение принципов рандомизации
- Контроль постоянства условий
- Достоверность измерений
- Статистическая значимость результатов

Приложения:

- Матрица планирования
- Протоколы экспериментов
- Графики и диаграммы
- Расчеты статистических показателей

Вопросы для устного опроса

№	№ раздела дисциплины	Вопросы
1	1	Случайные величины. Понятие о статистическом распределении случайной величины. Построение гистограмм и полигонов частот.
2	1	Случайные события. Понятие вероятности. Условные вероятности. Распределение вероятности. Плотность вероятности. Моменты. Распределение Пуассона, нормальное распределение. Центральная предельная теорема. Дискретные и непрерывные случайные величины. Построение статистических распределений. Расчет основных параметров статистических распределений. Математическое ожидание и дисперсия случайной величины. Примеры.
3	1	Выборочные средние и дисперсии. Выборочные распределения. t-распределение Стьюдента, χ^2 -распределение. Определение средних значений измеряемых параметров и их погрешностей в прямых и косвенных измерениях. Теория корреляций. Случайные процессы. Расчет коэффициента корреляции. Эргодичность. Корреляционная функция случайного процесса.
4	1	Прямые измерения. Методы измерения времени, погрешности измерений, эталоны. Методы и погрешности измерений координат, углов, длин, масс, объемов. Косвенные измерения. Практический расчет погрешностей косвенных измерений различных физических величин по набору экспериментальных данных.
5	2	Температурные измерения. Расчет погрешностей измерения стационарного распределения температуры по данным эксперимента.
6	2	Разработка программного алгоритма для определения кинетических параметров быстропротекающей экзотермической химической реакции на основании анализа термограмм саморазогрева. Расчет погрешностей.
7	2	Бесконтактные температурные измерения. Практический расчет нестационарных температурных полей по результатам тепловизионной съемки. Анализ погрешностей.
8	2	Основные принципы рентгеновской дифрактометрии. Рентгенофазовый анализ порошковых смесей. Методика определения фазового состава и кристаллогеометрических параметров по структуре дифрактограмм.
9	2	Спектральный микроанализ. Методика расчета фазового состава изучаемого образца в исследуемой точке. Пространственное распределение фазового состава. Анализ погрешностей.
10	2	Фундаментальные шумы в измерительных устройствах Тепловой шум. Основные принципы фильтрации сигналов. Формула Найквиста. Соотношение неопределенностей и стандартные квантовые пределы.
11	3	Аналитическая аппроксимация результатов и измерений. Интерполяция результатов измерений на примере рассмотрения переходных характеристик (нагрев тела до заданной температуры, переходные процессы в RC-цепочках).
12	3	Фурье-анализ сигнала. Дискретное и быстрое преобразование Фурье. Принципы гармонического анализа.
13	3	Понятие о прямых и обратных задачах эксперимента. Некорректные задачи. Обратные задачи при анализе результатов измерений и методы их решения. Метод регуляризации Тихонова.
14	3	Планирование эксперимента, выбор метода и технических средств, методы оценки ожидаемых результатов и их погрешностей. Метод статистических испытаний. Примеры планирование конкретных экспериментальных задач.

Таблица 4.1. Критерии оценивания устного опроса

Критерий	Балл
обучающийся не смог дать ответ, допустил значительные ошибки при ответе на вопросы преподавателя	0
обучающийся ответил на поставленный вопрос преподавателя, допустив незначительные ошибки в ответах или выполнил задание в целом правильно, допустив неточности и незначительные ошибки	10
обучающийся без ошибок полно и правильно ответил на поставленный вопрос преподавателя	20

Таблица 4.2. Критерии оценивания заданий из вариативной части

1. Вариативная часть			
2.1	Реферат по дисциплине «Методы экспериментальной физики»	1	5
2.2	Участие в НИРС	10	25
2.3	Участник клуба МиФ	1	10
2.4	Участие в олимпиаде (физика, математика)	5	10
2.4.1	участие	5	5
2.4.2	призер	10	10
2.5	Публикация в индексируемом журнале (совместно с преподавателем)	10	10
2.6	Акселерационная программа/ проект Росмолодежи	20	40
2.6.1	участие	20	20
2.6.2	грант	40	40
	Промежуточная аттестация по дисциплине	0	30
Итого баллов по вариативной части		40	60
Итого баллов по дисциплине			100

Образцы тестовых заданий текущего контроля

УК-2, ПК-2, ПК-3

1. Как называется процедура выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью?

- 1) методика,
- 2) методология,
- 3) планирование эксперимента,
- 4) программа.

2. Как называется чисто экспериментальная процедура, проводимая с целью выявления из априорного множества факторов тех, которые оказывают наибольшее влияние на выходной параметр объекта исследований?

- 1) метод априорного ранжирования,
- 2) отсеивающий последовательный эксперимент,
- 3) метод случайного баланса,
- 4) метод эволюционного планирования.

3. Что такое сверхнасыщенные экспериментальные планы?

- 1) когда число опытов равно числу факторов,
 - 2) когда число опытов меньше числа факторов,
 - 3) когда число опытов больше числа факторов,
 - 4) число степеней свободы положительно.
4. Что такое разрешающая способность экспериментального плана?
- 1) способность видеть отличные от нуля коэффициенты регрессии,
 - 2) возможность выделять главные эффекты,
 - 3) возможность выделять смешанные взаимодействия,
 - 4) способность минимизировать дисперсию выхода.
5. Каково основное методическое требование при проведении классического однофакторного эксперимента?
- 1) многократное повторение каждого эксперимента,
 - 2) фиксирование на определенном уровне всех факторов, кроме исследуемого,
 - 3) использование метода наименьших квадратов,
 - 4) линеаризация нелинейной зависимости.
6. В чем состоит назначение рандомизации перемешивания всех опытов по закону случайных чисел?
- 1) получение независимой оценки выхода,
 - 2) возможность воспроизводимости эксперимента,
 - 3) перевод систематической в случайную,
 - 4) смешение дисперсии выхода.
7. Что такое гиперповерхность отклика?
- 1) геометрическая интерпретация выхода двухфакторного эксперимента,
 - 2) геометрическое место точек при числе переменных равных двум,
 - 3) геометрическое место точек при числе переменных больше двух,
 - 4) графическое изображение двухфакторной модели, при наличии смешанных взаимодействий.
8. Что такое матрица планирования эксперимента?
- 1) таблица, обеспечивающая рандомизацию экспериментальных исследований,
 - 2) таблица, задающая общее число экспериментов,
 - 3) таблица, задающая последовательность проведения отдельных экспериментов,
 - 4) таблица, включающая условия проведения отдельных экспериментов.
9. Каков результат многофакторных экспериментов, реализованных для решения интерполяционной задачи в диапазоне варьирования факторов?
- 1) оптимизация выхода,
 - 2) регистрационная модель,
 - 3) нахождение максимума поверхности отклика,
 - 4) нахождение оптимума поверхности отклика.
10. Что такое совместимость факторов при многофакторном эксперименте?
- 1) функциональная зависимость факторов от величин других факторов,
 - 2) наличие линейной корреляции между факторами,
 - 3) осуществимость и безопасность при взаимодействии факторов,
 - 4) значительные колебания факторов, носящих случайный характер.
11. Что такое интервал варьирования факторов?
- 1) интервал от 0 до наименьшего значения фактора,
 - 2) полуразность наибольшего и наименьшего значения фактора,
 - 3) интервал от 0 до наибольшего значения фактора,
 - 4) разность наибольшего и наименьшего значения фактора.
12. Что такое полный факторный эксперимент?

- 1) эксперимент, имеющий два уровня варьирования факторов,
 - 2) эксперимент, имеющий три уровня варьирования факторов,
 - 3) эксперимент, когда выполняются все возможные сочетания уровней факторов,
 - 4) эксперимент, в модели которого имеются смешанные взаимодействия.
13. Сколько серий параллельных экспериментов включает двухуровневый полнофакторный эксперимент при трех факторах?
- 1) 12, 2) 8, 3) 9, 4) 16.3
14. Каким методом находятся коэффициенты регрессионной модели при многофакторном эксперименте?
- 1) ковариационным анализом,
 - 2) дисперсионным анализом,
 - 3) методом корреляционного анализа,
 - 4) наименьших квадратов.
15. Какой критерий используется для оценки адекватности регрессионной модели?
- 1) Пирсона,
 - 2) Стьюдента,
 - 3) Фишера,
 - 4) Кохрена.
16. Что послужило математической основой разработки дробного факторного эксперимента?
- 1) наличие избыточной информации для построения линейной модели,
 - 2) не значимость коэффициентов при смешанных взаимодействиях,
 - 3) сокращение количества опытов,
 - 4) увеличение скорости роста числа опытов по сравнению с ростом количества исследуемых факторов.
17. Сколько серий параллельных опытов включает дробный двухуровневый факторный эксперимент в виде полуреплики трех факторов?
- а) 4, б) 6, в) 8, г) 9.
18. Что оценивается при помощи критерия Кохрена?
- 1) значимость коэффициентов уравнения регрессии,
 - 2) статистическая однородность дисперсии выхода,
 - 3) адекватность регрессионной модели,
 - 4) значимость фактора при проведении дисперсионного анализа.
19. Что оценивается при помощи критерия Стьюдента?
- 1) значимость коэффициентов уравнения регрессии,
 - 2) статистическая однородность дисперсии выхода,
 - 3) адекватность регрессионной модели,
 - 4) значимость фактора при проведении дисперсионного анализа.
20. Что оценивается при помощи критерия Фишера?
- 1) значимость коэффициентов уравнения регрессии,
 - 2) статистическая однородность дисперсии выхода,
 - 3) адекватность регрессионной модели,
 - 4) значимость фактора при проведении дисперсионного анализа.
21. Какой критерий служит для оценки статистической однородности дисперсии выхода?
- 1) критерий Колмогорова,
 - 2) критерий Кохрена,
 - 3) критерий Пирсона,
 - 4) критерий Стьюдента.
22. При помощи какого критерия осуществляется значимость коэффициентов уравнения регрессии?
- 1) критерий Смирнова,

- 2) Бартлера,
- 3) Стюдента,
- 4) Ирвина.

Таблица 4.3. Критерии оценивания тестирования

Критерий	Баллы
Зачтено, более 40 % или равно 40% ответов правильных	10
Не зачтено, менее 40 % ответов правильных	0
Итого	0-10

Контрольные задания по дисциплине

1. При каких условиях распределение Стюдента переходит в распределение Пуассона?
2. Когда распределение Пуассона можно аппроксимировать нормальным способом?
3. Естественные пределы измерений. Шумы в измерительных устройствах.
4. Фазочувствительное (синхронное) детектирование. Улучшение отношения сигнал/шум при синхронном детектировании.
5. Микроволновая спектроскопия. Опыты по циклотронному резонансу.
6. Требования к достоверности экспериментальных данных и содержащейся в них информации с точки зрения восстановления параметров объекта исследования.
7. Косвенные данные, интерпретация, понятие модели.
8. Стандартные сигналы, используемые для исследования линейных систем, их математические аналоги. Границы применимости.
9. Воздействие и отклик в линейных системах. Аппаратная функция и связь входного и выходного сигналов.
10. Запись уравнения свертки для временных и пространственных сигналов. Особенности решения уравнений этого типа.
11. Устройство интерферометров, основные уравнения, описывающие распределение интенсивности в интерференционной картине.
12. Скорость передачи информации по радиотехническим и оптическим каналам.
13. Фотографические методы исследования и скоростная фоторегистрация.
14. Методы Фурье-оптики и Фурье-спектроскопии.
15. Распространение электромагнитных волн в конденсированных средах, газах и плазме.
16. Интерферометрические исследования осесимметричных объектов. Уравнение Абеля.
17. Рефракция света на градиентах показателя преломления, метод Теплера.
18. Интерферометр Фабри-Перо - физические принципы, основные соотношения, чувствительность.
19. Анализаторы корпускулярного излучения.
20. Масс-спектрометры: времяпролетный масс-спектрограф, радиочастотные квадрупольные масс-спектрометры, масс-спектрограф Томсона. Методы измерений

Таблица 4.4. Критерии оценивания письменного/творческого задания

Критерий	Балл
обучающийся не смог объяснить цель, задачи, проблемную ситуацию и т.д., представленная работа является заимствованием более чем на 70% текста, без указания источника заимствования	0
обучающийся не смог полно объяснить цель, задачи, проблемную ситуацию и т.д., допустил значительные ошибки при выполнении задания, представленная работа	1

является заимствованием более чем на 50% текста, без указания источника заимствования	
обучающийся смог полностью объяснить цель, задачи, проблемную ситуацию и т.д., допустил незначительные ошибки при выполнении задания, не влияющие на правильность решения задания, заимствования не более 50% текста, без указания источника заимствования	2

5. Содержание оценочных средств промежуточной аттестации. Критерии оценивания

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – экзамен.

Форма проведения экзамена: устно по билетам

Перечень вопросов для подготовки к экзамену:

УПК-2, ПК-2, ПК-3

1. Методы исследований в экспериментальной физике. Методы и способы измерения и регистрации.
2. Случайная величина и случайная функция. Экспериментальные методы оценок математического ожидания и дисперсии.
3. Случайная величина и случайная функция. Функции распределения и плотность вероятности.
4. Основные свойства измерительно-регистрирующих систем.
5. Линейные измерительно-регистрирующие системы, их важнейшие свойства.
6. Нормальное распределение и центральная предельная теорема. Многомерные распределения вероятностей.
7. Корреляционная функция случайного процесса. Стационарные случайные процессы. Спектральная плотность. Теорема Винера—Хинчина. Оценка параметров случайных величин.
8. Оптическая микроскопия, методы измерения длин и площадей.
9. Растровая и сканирующая электронная микроскопия.
10. Методы измерения термодинамических величин. Контактные методы измерения температур.
11. Принципы рентгеновской дифрактометрии. Анализ кристаллических структур, определение кристаллогеометрических параметров кристаллической решетки.
12. Радиоспектроскопия.
13. Электромагнитные измерения.
14. Регистрация частиц и радиоактивных излучений.
15. Анализ структурного состояния нанообъектов с использованием методов растровой электронной микроскопии.
16. Дозиметрические измерения и дозиметрические единицы; коэффициенты, учитывающие влияние радиации на живые организмы, эквивалентная доза.
17. Фундаментальные шумы в измерительных устройствах Тепловой шум. Формула Найквиста. Теорема Каллена—Вельтона. Дробовой шум в электронных и оптических приборах. Шумы $1/f$.
18. Квантовые эффекты в физических измерениях. Стандартные квантовые пределы.
19. Эффект Джозефсона и сверхпроводящие квантовые интерферометры.
20. Аналитическая аппроксимация результатов и измерений. Интерполяция (линейная, квадратичная, кубическая и т.п.).

21. Фурье-анализ. Дискретное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Вэйвлетный анализ.
22. Статистическая проверка гипотез. Критерии согласия и методы их использования. Критерий χ^2 Смирнова—Колмогорова.
23. Прямые и обратные задачи. Метод максимального правдоподобия и его применение.
24. Метод наименьших квадратов. Аналитическое описание физических процессов.
25. Планирование эксперимента, выбор метода и технических средств, методы оценки ожидаемых результатов и их погрешностей.
26. Метод статистических испытаний, методика его применения. Использование моделей физических процессов.
27. Учет влияния прибора на результаты измерений. Моделирование с учетом особенностей используемых детекторов.
28. 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.

Таблица 5. Критерии оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена

Критерий оценивания	Баллы
Обучающийся ответил на два вопроса в билете. Продemonстрировал знания по формируемым компетенциям в полном объеме (приводились доводы и объяснения). Знания освоения компетенции выявлены.	30 баллов
Обучающийся ответил частично на два вопроса в билете. Продemonстрировал знания по формируемым компетенциям частично. Постиг смысл изучаемого материала (может высказать вербально, четко и ясно, или конструировать новый смысл, новую позицию). Знания освоения компетенций выявлены частично.	15 баллов
Обучающийся не ответил на вопросы в билете. Не может согласовать свою позицию или действия относительно обсуждаемой тематики. Знания компетенции не выявлены.	0 баллов