


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет  
им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)**

**ИНСТИТУТ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ**

**КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ**

**СОГЛАСОВАНО**  
Руководитель образовательной  
программы  
  
Б.И. Куниев  
«30» мая 2023 г.

**УТВЕРЖДАЮ**  
Директор Института физики и  
математики  
  
Б.И. Куниев  
«30» мая 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
«СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТА»**

Направление подготовки  
**03.03.02 Физика**  
(код и наименование направления подготовки)

Профиль подготовки:  
**«Физика конденсированного состояния вещества»**  
(наименование профиля подготовки)

Квалификация (степень) выпускника  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**Очная**

**Нальчик 2023**

Рабочая программа дисциплины «Статистические методы обработки эксперимента»/ сост. М.Х. Хоконов – Нальчик: ФГБОУ КБГУ, 2023. - 28 с.

Рабочая программа предназначена для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 03.03.02 Физика, профиль «Физика конденсированного состояния вещества» 7 семестра, 4 курса.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта ФГОС 3++ высшего образования по направлению 03.03.02 Физика (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 7 августа 2020 г. N 891, который зарегистрирован в Минюсте РФ 24 августа 2020 г. N 59412.

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	Цели и задачи освоения дисциплины	4
2.	Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО	4
3.	Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	4
4.	Содержание и структура дисциплины (модуля)	5
5.	Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации	8
	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания	16
6.	знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	
7.	Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)	18
7.1.	Нормативно-законодательные акты	18
7.2.	Основная литература	18
7.3.	Дополнительная литература	20
7.4.	Периодические издания (газета, вестник, бюллетень, журнал)	20
7.5.	Интернет-ресурсы	21
7.6.	Методические указания по проведению различных учебных занятий, к ку проектированию и другим видам самостоятельной работы	22
8.	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	25
9.	Приложения	27

## **1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)**

**Цель дисциплины** Курс «Статистические методы обработки эксперимента» преследует цель освоение современных методов обработки экспериментальных данных и результатов численного моделирования, носящих статистических характер.

**Задачи:** научить студентов статистическим методам обработки реальных и численных экспериментов пользоваться информационно-вычислительными ресурсами, позволяющими рассчитывать параметры ошибок измерений и уметь оценивать степень достоверности проведенных численных расчетов.

Курс следует сразу после изучения дисциплины «Теория вероятностей и математическая статистика» и предполагает знание математики и общей физики в объеме первых двух курсов направления «Физика». В результате освоения курса студент освоит статистические принципы обработки экспериментальных результатов, а также особенности реализации математических алгоритмов, встроенных в стандартные компьютерные программы, такие как Excel, Origin, Mathematica и т.д. для применения этих алгоритмов в повседневной работе и умения оценивать степень достоверности проведенных численных расчетов.

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП**

Дисциплина «Статистические методы обработки эксперимента» входит в обязательную часть учебного плана, формируемую участниками образовательного процесса направления подготовки 03.03.02 Физика, направленности (профиля) «Физика конденсированного состояния вещества» в соответствии с ФГОС 3++ для очной формы обучения.

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Дисциплина направлена на формирование следующей компетенции:  
ПКС-1.1; Способен использовать современные методы исследования свойств конденсированных состояний  
ПКС-1.2; Способен применять полученные знания для анализа и практического использования свойств конденсированных фаз и нанообъектов

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

### **Знать:**

Статистические методы обработки реальных и численных экспериментальных результатов с целью оценки степени достоверности полученных результатов. Знать статистические принципы и особенности реализации математических алгоритмов, встроенных в стандартные компьютерные программы, такие как Excel, Origin, Mathematica и т.д. для применения этих алгоритмов в повседневной работе

### **Уметь:**

проводить статистическую обработку как экспериментальных данных, так и данных моделирования с целью оценки степени достоверности полученных результатов. Уметь пользоваться соответствующими инструментами, встроенными в стандартные компьютерные программы, такие как Excel, Origin, Mathematica и т.д. для применения этих алгоритмов в повседневной работе

**Владеть (быть в состоянии продемонстрировать)**

- методикой статистической обработки экспериментальных и вычислительных данных, включая владение соответствующими информационными вычислительными ресурсами, встроенными в стандартные компьютерные программы, такие как Excel, Origin, Mathematica и др.

**4. Содержание и структура дисциплины (модуля)**

**Таблица 1. Содержание дисциплины (модуля), перечень оценочных средств и контролируемых компетенций**

№ раздела	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции и (или ее части)	Форма текущего контроля <sup>1</sup>
1	Случайные величины и функции	ПКС-1.1 ПКС-1.2	ДЗ, К, Т, О, РК
2	Случайные вектора	ПКС-1.1 ПКС-1.2	ДЗ, К, Т, О, РК
3	Теория ошибок	ПКС-1.1 ПКС-1.2	ДЗ, К, Т, О, РК
4	Косвенные измерения. Метод наименьших квадратов	ПКС-1.1 ПКС-1.2	ДЗ, К, Т, О, РК

Курс предусматривает 4 з.е. и 144 часов общих трудозатрат. Промежуточная аттестация - зачёт (5 семестр бакалавриата). Рубежный контроль в рамках рейтинговой системы КБГУ на основе соответствующего Положения, компьютерное тестирование на основе тестов, разработанных автором.

**Структура дисциплины (модуля) «Статистические методы обработки эксперимента»**

**Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часов)**

Вид работы	Трудоемкость, часов / зачетных единиц	
	5 семестр	всего
<b>Общая трудоемкость (в зачетных единицах)</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (в часах):</b>	<b>85</b>	<b>85</b>
<i>Лекции (Л)</i>	<i>51</i>	<i>51</i>
<i>Практические занятия (Семинарские занятия)</i>	<i>34</i>	<i>34</i>
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Не предусмотрены</i>
<b>Самостоятельная работа (в часах), в том числе контактная работа:</b>		

<sup>1</sup> В графе 4 приводятся планируемые формы текущего контроля: защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), домашнего задания (ДЗ) написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), рубежный контроль (РК), тестирование (Т) и т.д.

Расчетно-графическое задание	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Реферат (Р)	<i>Не предусмотрен</i>	<i>Не предусмотрен</i>
Эссе (Э)	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Контрольная работа (КР)	<i>Не предусмотрена</i>	<i>Не предусмотрена</i>
Самостоятельное изучение разделов	32	32
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)	<i>Не предусмотрен</i>	<i>Не предусмотрен</i>
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	27	27
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>Экзамен</b>	<b>Экзамен</b>

Таблица 3. Лекционные занятия

№ п/п	Тема
1.	Случайные величины. Дискретно распределённые случайные величины. Биномиальное распределение. Непрерывно распределённые случайные величины
2.	Функция от случайных величин. Математическое ожидание функции случайной величины. Моменты функции распределения
3.	Связь между моментами относительно двух различных начал. Распределение Пуассона. Вероятностная трактовка некоторых физических понятий
4.	Нормальный закон распределения. Асимметрия и эксцесс распределения. Интеграл вероятностей. Теорема Муавра — Лапласа
5.	Случайные вектора. Понятие случайного вектора. Функции распределения случайного вектора. Функция случайного вектора.
6.	Статистические коллективы. Случайные выборки из нормальной генеральной совокупности. Метод максимального правдоподобия.
7.	Теория ошибок. Функции распределения случайных ошибок и виды ошибок измерений. Средняя ошибка; вероятная ошибка измерения
8.	Метод классической теории ошибок. Дисперсия дисперсии ряда наблюдений и примеры обработки ряда измерений классическим методом.
9.	Выделение промахов. Закон распространения средней ошибки. Недостатки классического метода теории ошибок
10.	Распределение Стьюдента. Метод малых выборок. Пример обработки ряда измерений методом малых выборок. Выбор метода для обработки ряда измерений.
11.	Применение метода малых выборок для величины, равной сумме измеряемых величин. Неравноточный ряд измерений. Веса измерений. Случайная выборка по одному элементу из $n$ нормальных генеральных совокупностей с одинаковыми средними, но различными дисперсиями.
12.	Обработка ряда неравноточных измерений. Пример обработки ряда неравноточных измерений.
13.	Ряд неравноточных измерений с известными средними ошибками измерений. Примеры обработки ряда измерений с известными средними ошибками измерений
14.	Косвенные измерения. Метод наименьших квадратов. Система условных уравнений. Избыточная система условных уравнений.
15.	Принцип наименьших квадратов. Нормальная система уравнений.
16.	Сумма квадратов остающихся погрешностей для точечных оценок неизвестных. Определение средней ошибки измерений методом классической теории ошибок
17.	Определение средних ошибок точечных оценок неизвестных. Запись результатов решения избыточной системы уравнений в классическом методе и в методе малых выборок. Избыточная система неравноточных и нелинейных уравнений.

Таблица 4. Практические занятия (семинарские занятия)

№ п/п	Тема
1.	Биномиальное распределение. Непрерывно распределённые случайные величины
2.	Математическое ожидание функции случайной величины. Моменты функции распределения. Вычисление этих величин в среде Excel и Origin
3.	Нормальный закон распределения. Асимметрия и эксцесс распределения. Интеграл вероятностей. Теорема Муавра — Лапласа
4.	Теория ошибок. Функции распределения случайных ошибок и виды ошибок измерений. Средняя ошибка; вероятная ошибка измерения. Вычисление этих величин в среде Excel и Origin.
5.	Классическая теория ошибок. Дисперсия дисперсии ряда наблюдений и примеры обработки ряда измерений классическим методом. Вычисление этих величин в среде Excel и Origin.
6.	Выделение промахов. Закон распространения средней ошибки. Недостатки классического метода теории ошибок
7.	Распределение Стьюдента. Метод малых выборок. Пример обработки ряда измерений методом малых выборок. Выбор метода для обработки ряда измерений в среде Excel и Origin.
8.	Косвенные измерения. Метод наименьших квадратов. Система условных уравнений. Избыточная система условных уравнений. Вычисления в среде Excel и Origin.

Практические занятия по данному курсу преследуют две цели - решение задач, связанных с техникой расчётов в различных вычислительных средах, а также доработка деталей теории, излагаемой на лекциях, что должно в большой степени скомпенсировать отсутствие учебников и систематизировать тем самым материал, изложенный в многочисленных монографиях и научных статьях.

Таблица 5. Лабораторные работы по дисциплине (модулю) – не предусмотрены

№ п/п	Тема

Таблица 6. Самостоятельное изучение разделов дисциплины (модуля)

№ п/п	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1.	Элементы теории вероятностей. Понятие случайного события и его вероятности. Статистическое определение вероятности события.
2.	Условная вероятность. Зависимые и независимые события. Теоремы сложения и умножения вероятностей. Формула полной вероятности.
3.	Теорема Байеса. Вероятность сложного события.
4.	Моделирование произвольного распределения вероятностей на ЭВМ.
5.	Вероятность и сечение физического процесса.

## **5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные критерии «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям. Формирование этих критериев происходит в течение всего семестра по этапам в рамках различного вида занятий и самостоятельной работы.

В ходе изучения дисциплины предусматриваются **текущий, рубежный контроль и промежуточная аттестация**.

**5.1. Оценочные материалы для текущего контроля.** Цель текущего контроля – оценка результатов работы в семестре и обеспечение своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов. Объектом текущего контроля являются конкретизированные результаты обучения (учебные достижения) по дисциплине

**Текущий контроль** успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины включает: ответы на теоретические вопросы на семинаре, решение практических задач и выполнение заданий на семинарском занятии, самостоятельное выполнение индивидуальных домашних заданий (например, решение задач) с отчетом (защитой) в установленный срок, дискуссии.

Оценка качества подготовки на основании выполненных заданий ведется преподавателем (с обсуждением результатов), баллы начисляются в зависимости от сложности задания.

### **Критерии формирования оценок (оценивания)**

Устный опрос является одним из основных способов учёта знаний обучающегося по дисциплине. Развёрнутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения.

В результате устного опроса знания, обучающегося оцениваются по следующей шкале:

5 баллов, ставится, если обучающийся:

- 1) полно излагает изученный материал, даёт правильное определенное понятий;
- 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные;
- 3) излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

3-4 балла, ставится, если обучающийся даёт ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для балла «1», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочёта в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

1-2 балла, ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но:

- 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий;
- 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.



0 баллов, ставится, если обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке.

Баллы «5», «4», «3» могут ставиться не только за единовременный ответ, но и за рассредоточенный во времени, т.е. за сумму ответов, данных студентом на протяжении занятия.

#### **5.1.2. Оценочные материалы для выполнения докладов по дисциплине»** **(контролируемая компетенция ПКС-1,1 ПКС-1.2):**

**Доклад** – продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы

#### **Темы докладов:**

1. Методы математической обработки экспериментальных данных и данных численного моделирования
2. Распределение Стюдента. Метод малых выборок.
3. Обработка ряда неравноточных измерений.
4. Косвенные измерения. Метод наименьших квадратов.
5. Вероятность и сечения физических процессов.
6. Моделирование процессов, сопровождающих прохождение излучений через вещество

#### **Требования к докладу:**

Общий объём доклада 10-15 листов (шрифт 14 Times New Roman, 1,5 интервал). Поля: верхнее, нижнее, правое, левое – 20 мм. Абзацный отступ – 1,25; рисунки должны создаваться в циклических редакторах или как рисунок Microsoft Word (сгруппированный). Таблицы выполнять табличными ячейками Microsoft Word. Сканирование рисунков и таблиц не допускается. Выравнивание текста (по ширине страницы) необходимо выполнять только стандартными способами, а не с помощью пробелов. Размер текста в рисунках и таблицах – 12 кегль.

Обязательно наличие: содержания (структура работы с указанием разделов и их начальных номеров страниц), введения (актуальность темы, цель, задачи), основных разделов реферата, заключения (в кратком, резюмированном виде основные положения работы), списка литературы с указанием конкретных источников, включая ссылки на Интернет-ресурсы.

В тексте ссылка на источник делается путем указания (в квадратных скобках) порядкового номера цитируемой литературы и через запятую – цитируемых страниц. Уровень оригинальности текста – 50%.

#### **Критерии оценки доклада:**

«отлично» (3 балла) ставится, если обучающийся проявил инициативу, творческий подход, способность к выполнению сложных заданий, организационные способности. Отмечается способность к публичной коммуникации. Документация представлена в срок. Полностью оформлена в соответствии с требованиями

«хорошо» (2 балла) – обучающийся достаточно полно, но без инициативы и творческих находок выполнил возложенные на него задачи. Документация представлена достаточно полно и в срок, но с некоторыми недоработками

«удовлетворительно» (1 балл) – обучающийся выполнил большую часть возложенной на него работы. Допущены существенные отступления. Документация сдана со значительным опозданием (более недели). Отсутствуют отдельные фрагменты.

«неудовлетворительный (ниже порогового) уровень компетенции» – обучающийся не выполнил свои задачи или выполнил лишь отдельные несущественные поручения. Документация не сдана.

## **5.2. Оценочные материалы для рубежного контроля (контролируемые компетенции ПКС-1,1 ПКС-1.2):**

Рубежный контроль осуществляется по более или менее самостоятельным разделам – учебным модулям курса и проводится по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра проводится три таких контрольных мероприятия по графику.

В качестве форм рубежного контроля можно использовать тестирование (письменное или компьютерное), проведение коллоквиума или контрольных работ. Выполняемые работы должны храниться на кафедре течения учебного года и по требованию предоставляться в Управление контроля качества. На рубежные контрольные мероприятия рекомендуется выносить весь программный материал (все разделы) по дисциплине.

### **5.2.1. Вопросы для коллоквиума по темам дисциплины (контролируемая компетенция ПКС-1,1 ПКС-1.2):**

#### **Коллоквиум № 1**

1. Элементы теории вероятностей
2. Понятие случайного события и его вероятности
3. Статистическое определение вероятности события
4. Условная вероятность. Зависимые и независимые события
5. Теоремы сложения и умножения вероятностей
6. Формула полной вероятности
7. Теорема Байеса
8. Вероятность сложного события
9. Вероятность и сечение физического процесса
10. Случайные величины
11. Дискретно распределённые случайные величины
12. Биномиальное распределение
13. Непрерывно распределённые случайные величины
14. Функция от случайных величин
15. Математическое ожидание функции случайной величины
16. Моменты функции распределения
17. Связь между моментами относительно двух различных начал
18. Распределение Пуассона
19. Вероятностная трактовка некоторых физических понятий
20. Нормальный закон распределения
21. Асимметрия и эксцесс распределения
22. Интеграл вероятностей

## Коллоквиум № 2

1. Теорема Муавра — Лапласа
2. Понятие случайного вектора. Функции распределения случайного вектора.
3. Статистические коллективы. Случайные выборки из нормальной генеральной совокупности.
4. Метод максимального правдоподобия
5. Функции распределения случайных ошибок и виды ошибок измерений
6. Средняя ошибка; вероятная ошибка измерения
7. Метод классической теории ошибок. Дисперсия дисперсии ряда наблюдений и примеры обработки ряда измерений классическим методом
8. Выделение промахов. Закон распространения средней ошибки
9. Недостатки классического метода теории ошибок
10. Распределение Стьюдента. Метод малых выборок
11. Применение метода малых выборок для величины, равной сумме измеряемых величин
12. Неравноточный ряд измерений. Веса измерений
13. Случайная выборка по одному элементу из  $n$  нормальных генеральных совокупностей с одинаковыми средними, но различными дисперсиями
14. Обработка ряда неравноточных измерений. Примеры обработки ряда неравноточных измерений
15. Ряд неравноточных измерений с известными средними ошибками измерений. Примеры обработки ряда измерений с известными средними ошибками измерений

## Коллоквиум № 3

1. Косвенные измерения. Метод наименьших квадратов
2. Система условных уравнений
3. Избыточная система условных уравнений.
4. Принцип наименьших квадратов. Нормальная система уравнений
5. Сумма квадратов остающихся погрешностей для точечных оценок неизвестных
6. Определение средней ошибки измерений методом классической теории ошибок
7. Определение средних ошибок точечных оценок неизвестных
8. Запись результатов решения избыточной системы уравнений в классическом методе
9. Запись результатов в методе малых выборок
10. Избыточная система неравноточных уравнений
11. Избыточная система нелинейных уравнений

### **5.3. *Оценочные материалы для промежуточной аттестации (контролируемая компетенция ПКС-1.1, ПКС-1.2):***

Целью промежуточных аттестаций по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися. Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины. Осуществляется в конце семестра и представляет собой итоговую оценку знаний по дисциплине в виде проведения экзамена. Промежуточная аттестация может проводиться в устной, письменной форме, и в форме тестирования. На промежуточную аттестацию отводится до 30 баллов.

### Вопросы, выносимые на экзамен

Контрольные вопросы для экзамена состоят из теоретической части из проверки навыков простых, но специфических вычислений, встречающихся в теории обработки экспериментальных данных. Отдельно проверяется степень усвоения материала, составляющего содержание курса. Защита реферата проводится в соответствии со стандартной схемой защит рефератов. Написание реферата не является обязательным и не предусмотрен учебным планом.

1. Элементы теории вероятностей. Понятие случайного события и его вероятности. Статистическое определение вероятности события.
2. Условная вероятность. Зависимые и независимые события
3. Теоремы сложения и умножения вероятностей. Формула полной вероятности
4. Теорема Байеса. Вероятность сложного события
5. Вероятность и сечение физического процесса
6. Случайные величины. Дискретно распределённые случайные величины
7. Биномиальное распределение. Непрерывно распределённые случайные величины
8. Функция от случайных величин. Математическое ожидание функции случайной величины
9. Моменты функции распределения. Связь между моментами относительно двух различных начал.
10. Распределение Пуассона и пуассоновские процессы.
11. Вероятностная трактовка физических понятий
12. Нормальный закон распределения
13. Асимметрия и эксцесс распределения
14. Интеграл вероятностей. Теорема Муавра — Лапласа
15. Понятие случайного вектора. Функции распределения случайного вектора.
16. Статистические коллективы. Случайные выборки из нормальной генеральной совокупности.
17. Метод максимального правдоподобия
18. Функции распределения случайных ошибок и виды ошибок измерений
19. Средняя ошибка; вероятная ошибка измерения
20. Метод классической теории ошибок. Дисперсия дисперсии ряда наблюдений и примеры обработки ряда измерений классическим методом
21. Выделение промахов. Закон распространения средней ошибки
22. Недостатки классического метода теории ошибок
23. Распределение Стьюдента. Метод малых выборок
24. Применение метода малых выборок для величины, равной сумме измеряемых величин
25. Неравноточный ряд измерений. Веса измерений
26. Случайная выборка по одному элементу из  $n$  нормальных генеральных совокупностей с одинаковыми средними, но различными дисперсиями
27. Обработка ряда неравноточных измерений. Примеры обработки ряда неравноточных измерений
28. Ряд неравноточных измерений с известными средними ошибками измерений. Примеры обработки ряда измерений с известными средними ошибками измерений
29. Косвенные измерения. Метод наименьших квадратов
30. Система условных уравнений
31. Избыточная система условных уравнений. Принцип наименьших квадратов. Нормальная система уравнений
32. Сумма квадратов остающихся погрешностей для точечных оценок неизвестных.
33. Определение средней ошибки измерений методом классической теории ошибок
34. Определение средних ошибок точечных оценок неизвестных

35. Избыточная система неравноточных уравнений  
36. Избыточная система нелинейных уравнений

*Критерии формирования оценок по промежуточной аттестации:*

Для получения зачёта студент должен набрать по сумме всех типов контроля 70 баллов – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. Если по итогам текущего и рубежного контроля успеваемости студент набрал баллов в пределах  $36 < (S_{\text{тек}} + S_{\text{руб}}) < 61$ , то он допускается к сдаче зачета. По итогам сдачи зачета он может повысить сумму баллов до 61 (не более), необходимых для получения зачета.

При показателях ниже от 36 баллов – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий. На зачёте студент демонстрирует незнание значительной части программного материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий дисциплины.

***1. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности***

Максимальная сумма (100 баллов), набираемая студентом по дисциплине включает две составляющие:

первая составляющая – оценка регулярности, своевременности и качества выполнения студентом учебной работы по изучению дисциплины в течение периода изучения дисциплины (семестра, или нескольких семестров) (сумма – не более 70 баллов). Баллы, характеризующие успеваемость студента по дисциплине, набираются им в течение всего периода обучения за изучение отдельных тем и выполнение отдельных видов работ.

вторая составляющая – оценка знаний студента по результатам промежуточной аттестации (не более 30 –баллов).

Общий балл текущего и рубежного контроля складывается из составляющих, указанных в «Положении о рейтинговой системе КБГУ». В течение учебного процесса студент обязан отчитаться по теоретическому материалу и практическим занятиям: опросы, индивидуальные задания. (по желанию автора при необходимости)

Общий балл текущего и рубежного контроля складывается из следующих составляющих приложение 2.

***Целью промежуточных аттестаций*** по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

***Критерии оценки качества освоения дисциплины (Приложение 3)***

Критерием оценки уровня сформированности компетенций в рамках учебной дисциплины является зачет.

В период подготовки к зачету студенты вновь обращаются к учебно-методическому материалу и закрепляют промежуточные знания.

Подготовка обучающегося к зачету включает три этапа:

- самостоятельная работа в течение семестра;
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие зачету по темам курса;
- подготовка к ответу на экзаменационные вопросы.

При подготовке к зачету обучающимся целесообразно использовать материалы лекций, учебно-методические комплексы, нормативные документы, основную и дополнительную литературу.

На зачет выносится материал в объеме, предусмотренном рабочей программой учебной дисциплины за семестр. Зачет проводится в письменной / устной форме.

При проведении зачета в письменной (устной) форме ведущий преподаватель составляет экзаменационные билеты, которые могут включать в себя: тестовые задания; теоретические вопросы; задачи или ситуации. Формулировка теоретических заданий совпадает с формулировкой перечня вопросов на зачет, доведенных до сведения студентов. Содержание вопросов одного билета относится к различным разделам программы с тем, чтобы более полно охватить материал учебной дисциплины.

В аудитории, где проводится устный зачет, должно одновременно находиться не более десяти студентов на одного преподавателя. На подготовку ответа на билет отводится 40 минут.

При проведении письменного зачета на работу отводится до 60 минут.

Результат устного или письменного зачета выражается баллами.

**Таблица 7. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке**

<b>Результаты обучения (компетенции)</b>	<b>Основные показатели оценки результатов обучения</b>	<b>Вид оценочного материала</b>
ПКС-1.1 Способен использовать современные методы исследования свойств конденсированных состояний	<b>Знать</b> Статистические методы обработки реальных и численных экспериментальных результатов с целью оценки степени достоверности полученных результатов для использования их совместно с современными методами исследования свойств конденсированных состояний	Типовые оценочные материалы для устного опроса; типовые тестовые задания; примерные темы доклада; типовые оценочные материалы к зачёту.
	<b>Уметь</b> проводить статистическую обработку как экспериментальных данных, так и данных моделирования с целью оценки степени достоверности полученных результатов в применении совместно с современными методами исследования свойств конденсированных состояний	Оценочные материалы для самостоятельной работы типовые тестовые задания
	<b>Владеть</b> методикой статистической обработки экспериментальных и вычислительных данных в	примерные темы докладов

	применении совместно с современными методами исследования свойств конденсированных состояний	
ПКС-1.2 Способен применять полученные знания для анализа и практического использования свойств конденсированных фаз и нанобъектов	<b>Знать</b> статистические принципы и особенности реализации математических алгоритмов, встроенных в стандартные компьютерные программы, такие как Excel, Origin, Mathematica и т.д. для применения этих алгоритмов в повседневной работе и применять полученные знания для анализа и практического использования свойств конденсированных фаз и нанобъектов	См.выше
	<b>Уметь</b> Уметь пользоваться соответствующими инструментами, встроенными в стандартные компьютерные программы, такие как Excel, Origin, Mathematica и т.д. для применения этих алгоритмов в повседневной работе и применять полученные знания для анализа и практического использования свойств конденсированных фаз и нанобъектов	См.выше
	<b>Владеть</b> информационными вычислительными ресурсами, встроенными в стандартные компьютерные программы, такие как Excel, Origin, Mathematica и др. и применять полученные знания для анализа и практического использования свойств конденсированных фаз и нанобъектов	См.выше

Таким образом, выполнение типовых заданий, представленных в разделе 5 «Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации» позволит критично, оценить:

способность проводить техническую верификацию и обслуживание приборов и экспериментальных установок;

способность проводить физико-техническое обеспечение современных методов исследования проблем прохождения, а также проводить теоретические расчёты и моделирование процессов физики конденсированных сред.

## **7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **7.1. Нормативно-законодательные акты**

1. Приказ Минобрнауки Российской Федерации 7 августа 2020 г. № 891, зарегистрирован в Минюсте РФ 24 августа 2020 г., регистрационный № 59412.

### **7.2. Основная литература**

1. Гайдукова Б.М., Харитонов С.В. Техника и технология лабораторных работ: учебное пособие. Издательство "Лань", 2020 <https://e.lanbook.com/>

2. Албагачиев А. Ю., Ставровский М.Е., Сидоров М. И., Кравченко И. Н., Галиновский А. Л., Рагуткин А. Триботехническая диагностика, Издательство "Лань", 2022. <https://e.lanbook.com/>

### **7.3. Дополнительная литература**

1. Т.А. Агекян. Теория вероятностей для астрономов и физиков. Изд. "Наука", 1974, 264 стр. (для астрономов и физиков). Изд. "Наука", 1968, 148 стр.

2. Т.А. Агекян. Основы теории ошибок для астрономов и физиков. Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1972, 172 стр.

3. Глушаков С. В. Microsoft Excel 2007. Лучший самоучитель / С. В. Глушаков, А. С. Сурядный. М. : АСТ, 2012. 364 с.

4. Гребенникова, И. В. Методы математической обработки экспериментальных данных : учебно-методическое пособие / И. В. Гребенникова. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. — 124 с. ISBN 978-5-7996-1456-0

5. Горелова Г. В. Теория вероятностей и математическая статистика в примерах и задачах с применением Excel / Г. В. Горелова, И. А. Кацко. Ростов н/Д. : Феникс, 2010. 257 с.

6. Купцов П.В., Купцова А.В. Элементарная вычислительная физика. компьютерная обработка данных на практических и лабораторных занятиях. учебное пособие.

Издательство: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2015 <http://iprbookshop.ru/>

7. Степанова Е.А., Скулкина Н.А., Волегов А.С. ОСНОВЫ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ. УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ. Изд. Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014 ISBN: 978-5-7996-1331-0 <http://iprbookshop.ru/>

8. Фокин С.А., Бармасова А.М., Мамаев М.А. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН. УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО ФИЗИКЕ. Изд. Российский государственный гидрометеорологический университет, 2009. ISSN: 2227-8397 <http://iprbookshop.ru/>

9. Черевко А.Г. РАСЧЕТ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ В ФИЗИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ. ПРАКТИКУМ. Изд.: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2008 ISSN: 2227-8397 <http://iprbookshop.ru/>



10. Капуткин Д.Е. Физика. Обработка результатов измерений при выполнении лабораторных работ : учебно-методическое пособие / Капуткин Д.Е., Шустиков А.Г.. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2007. — 107 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/56598.html>

#### 7.4. Периодические издания (газета, вестник, бюллетень, журнал)

Отдельные статьи по данной дисциплине опубликованы в различных физических журналах.

#### 7.5. Интернет-ресурсы

При изучении дисциплины студентам полезно пользоваться следующими Интернет – ресурсами:

1. <http://elibrary.ru>
2. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
3. <http://www.mathnet.ru>
4. <http://www.iprbookshop.ru>
5. [www.ufn.ru](http://www.ufn.ru)
6. <http://lib.kbsu.ru>
7. <http://www.scopus.com>
8. <http://www.isiknowledge.com/>

общие информационные, справочные и поисковые:

1. Справочная правовая система «Гарант». URL: <http://www.garant.ru>.

Справочная правовая система «КонсультантПлюс». URL: <http://www.consultant.ru>

### Перечень актуальных электронных информационных баз данных, к которым обеспечен доступ пользователям КБГУ (2023-2024 уч.г.)

№ п/п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика	Адрес сайта	Наименование организации-владельца; реквизиты договора	Условия доступа
1.	Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ)	Электр. библиотека научных публикаций - около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов, рефераты публикаций 20 тыс. журналов, а также описания 1,5 млн. зарубежных и российских диссертаций; 2800 росс. журналов на безвозмездной основе	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	ООО «НЭБ» Лицензионное соглашение №14830 от 01.08.2014г. Бессрочное	Полный доступ
2.	ЭБС «Консультант студента»	13800 изданий по всем областям знаний, включает более чем 12000 учебников и учебных	<a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a> <a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a>	ООО «Консультант студента» (г. Москва) Договор №750КС/07-	Полный доступ (регистрация по IP-

		пособий для ВО и СПО, 864 наименований журналов и 917 монографий.	<a href="http://w.medcol.legelib.ru">w.medcol.legelib.ru</a>	<b>2022</b> От 26.09.2022 г. Активен до 30.09.2023г.	адресам КБГУ)
3.	«Электронная библиотека технического вуза» (ЭБС «Консультант студента»)	Коллекция «Медицина (ВО) ГЭОТАР-Медиа. Books in English (книги на английском языке)»	<a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a>	ООО «Политехресурс» (г. Москва) <b>Договор №849КС/03-2023</b> от 11.04.2023 г. Активен до 19.04.2024г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
4.	ЭБС «Лань»	Электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>	ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-Петербург) <b>Договор №41ЕП/223</b> от 14.02.2023 г. Активен до 15.02.2024г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
5.	Национальная электронная библиотека РГБ	Объединенный электронный каталог фондов российских библиотек, содержащий 4 331 542 электронных документов образовательного и научного характера по различным отраслям знаний	<a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>	ФГБУ «Российская государственная библиотека» Договор №101/НЭБ/1666-п от 10.09.2020г. Бессрочный	Доступ с электронного читального зала библиотек и КБГУ
6.	ЭБС «IPSMART»	107831 публикаций, в т.ч.: 19071 – учебных изданий, 6746 – научных изданий, 700 коллекций, 343 журнала ВАК, 2085 аудиоизданий.	<a href="http://iprbookshop.ru/">http://iprbookshop.ru/</a>	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Москва) <b>Договор №75/ЕП-223</b> от 23.03.2023 г. Активен до 02.04.2024г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
7.	ЭБС «IPSMART» (ЭОР РКИ)	Тематическая коллекция «Русский язык как иностранный» Издательские коллекции: «Златоуст»; «Русский язык. Курсы»; «Русский язык» (Курсы УМК «Русский язык сегодня» - 6 книг)	<a href="http://iprbookshop.ru/">http://iprbookshop.ru/</a> <a href="http://www.ros-edu.ru/">http://www.ros-edu.ru/</a>	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Москва) <b>Договор №142/ЕП-223</b> от 18.05.2023 г. срок предоставления лицензии: с 01.06.2023 по 01.06.2024	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
8.	ЭБС «Юрайт» для СПО	Электронные версии учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для СПО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) <b>Договор №305/ЕП-223</b> От 27.10.2022 г. Активен до 31.10.2023	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)

9.	<b>ЭБС «Юрайт» для ВО</b>	Электронные версии 8000 наименований учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для ВО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	<a href="https://ura.it.ru/">https://ura.it.ru/</a>	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) <b>Договор №44/ЕП-223</b> От 16.02.2023 г. Активен с 01.03.2023 г. по 29.02.2024 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
10.	<b>Polpred.com. Новости. Обзор СМИ. Россия и зарубежье</b>	Обзор СМИ России и зарубежья. Полные тексты + аналитика из 600 изданий по 53 отраслям	<a href="http://polpred.com">http://polpred.com</a>	ООО «Полпред справочники» Безвозмездно (без официального договора)	Доступ по IP-адресам КБГУ
11.	<b>Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина</b>	Более 500 000 электронных документов по истории Отечества, российской государственности, русскому языку и праву	<a href="http://www.prilib.ru">http://www.prilib.ru</a>	ФГБУ «Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина» (г. Санкт-Петербург) <b>Соглашение от 15.11.2016г.</b> Бессрочный	Авторизованный доступ из библиотек и (ауд. №115, 214)

*7.6. Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы*

Учебная работа по дисциплине состоит из контактной работы (лекции, практические занятия) и самостоятельной работы. Соотношение лекционных, семинарских, лабораторных и практических занятий к общему количеству часов соответствует учебному плану Направления 03.03.02 – Физика, профиль «Физика конденсированного состояния вещества».

Для подготовки к семинарским занятиям необходимо рассмотреть контрольные вопросы, при необходимости обратиться к рекомендуемой литературе, записать непонятные моменты в вопросах для уяснения их на предстоящем занятии.

#### ***Методические рекомендации по изучению дисциплины для обучающихся***

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной учебной литературы. Необходимо уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий, занести в свою рабочую тетрадь темы и сроки проведения семинаров, написания учебных и творческих работ. При изучении дисциплины студенты: изучают рекомендованную учебную и научную литературу; пишут контрольные работы, готовят домашнее задание и сообщения к практическим занятиям; выполняют самостоятельную работу, участвуют при проведении практических заданий. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий

Курс изучается на лекциях, семинарах, при самостоятельной и индивидуальной работе студентов. Студент для полного освоения материала не должен пропускать занятия и активно участвовать в учебном процессе. Лекции включают все темы в соответствии с программой подготовки по данной дисциплине. Для максимальной эффективности изучения необходимо постоянно вести конспект лекций, знать рекомендуемую преподавателем литературу, позволяющую дополнить знания и лучше подготовиться к семинарским занятиям.

В соответствии с учебным планом на каждую тему выделено необходимое количество часов семинарских занятий, которые проводятся в соответствии с вопросами, рекомендованными к изучению по темам дисциплины. Студенты должны регулярно готовиться к семинарским занятиям и участвовать в обсуждении вопросов. При подготовке к занятиям следует руководствоваться конспектом лекций и рекомендованной литературой. Тематический план дисциплины, учебно-методические материалы, а также список рекомендованной литературы приведены в рабочей программе.

### ***Методические рекомендации при работе над конспектом во время проведения лекции***

Во время лекционных занятий необходимо конспектировать учебный материал. Для этого используются общие и утвердившиеся в практике правила, и приемы конспектирования лекций:

Конспектирование лекций ведется в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля, на которых делаются пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Целесообразно записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Для выделения разделов, выводов, определений, основных идей можно использовать цветные карандаши и фломастеры.

Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их. В конспекте дословно записываются определения понятий, категории и законы. Остальное должно быть записано своими словами.

Каждому студенту необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий.

### ***Методические рекомендации по подготовке к семинарским занятиям***

Семинары – составная часть учебного процесса, групповая форма занятий при активном участии студентов. Семинары способствуют углубленному изучению наиболее сложных проблем науки и служат основной формой подведения итогов самостоятельной работы студентов. Целью семинарских занятий является углубление и закрепление теоретических знаний, полученных студентами на лекциях и в процессе самостоятельного изучения учебного материала, а, следовательно, формирование у них определенных умений и навыков.

В ходе практических работ студенты воспринимают и осмысливают новый учебный материал. Практические занятия носят систематический характер, регулярно следуя за каждой лекцией или двумя-тремя лекциями.

В ходе подготовки к семинарскому занятию необходимо прочитать конспект лекции, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, выполнить выданные преподавателем практические задания. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы.

Желательно при подготовке к практическим занятиям по дисциплине одновременно использовать несколько источников, раскрывающих заданные вопросы.

На семинарах студенты учатся грамотно излагать проблемы, свободно высказывать свои мысли и суждения, рассматривают ситуации, способствующие

развитию профессиональной компетентности. Следует иметь в виду, что подготовка к семинару зависит от формы, места проведения семинара, конкретных заданий и поручений.

### ***Методические рекомендации по организации самостоятельной работы***

Самостоятельная работа является одним из видов учебной деятельности обучающихся, способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Самостоятельная работа студентов направлена на приобретение студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия преподавателей.

Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности обучающихся: творческой инициативы, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений.

Самостоятельная работа приводит студента к получению нового знания, упорядочению и углублению имеющихся знаний, формированию у него профессиональных навыков и умений. Самостоятельная работа выполняет ряд функций:

- развивающую;
- информационно-обучающую;
- самоорганизующую;
- ориентирующую и стимулирующую;
- воспитывающую;
- исследовательскую.

В рамках курса выполняются следующие виды самостоятельной работы:

1. Конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
2. Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);
3. Выполнение разноуровневых задач и заданий;
4. Работа с тестами и вопросами для самопроверки;
5. Выполнение итоговой контрольной работы.

Студентам рекомендуется с самого начала освоения курса работать с литературой и предлагаемыми заданиями в форме подготовки к очередному аудиторному занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала.

Необходимо отметить, что некоторые задания для самостоятельной работы по курсу имеют определенную специфику. При освоении курса студент может пользоваться библиотекой вуза, которая в полной мере обеспечена соответствующей литературой. Значительную помощь в подготовке к очередному занятию может оказать имеющийся в учебно-методическом комплексе краткий конспект лекций. Он же может использоваться и для закрепления полученного в аудитории материала. Самостоятельная работа студентов предусмотрена учебным планом и выполняется в обязательном порядке. Задания предложены по каждой изучаемой теме и могут готовиться индивидуально или

в группе. По необходимости студент может обращаться за консультацией к преподавателю. Выполнение заданий контролируется и оценивается преподавателем.

Для успешного самостоятельного изучения материала сегодня используются различные средства обучения, среди которых особое место занимают информационные технологии разного уровня и направленности: электронные учебники и курсы лекций, базы тестовых заданий и задач. Электронный учебник может интегрировать в себе возможности различных педагогических программных средств: обучающих программ, справочников, учебных баз данных, тренажеров, контролирующих программ.

Для успешной организации самостоятельной работы все активнее применяются разнообразные образовательные ресурсы в сети Интернет: системы тестирования по различным областям, виртуальные лекции, лаборатории, при этом пользователю достаточно иметь компьютер и подключение к Интернету для того, чтобы связаться с преподавателем, решать вычислительные задачи и получать знания. Использование сетей усиливает роль самостоятельной работы студента и позволяет кардинальным образом изменить методику преподавания.

Студент может получать все задания и методические указания через сервер. Студент имеет возможность выполнять работу дома или в аудитории. Большое воспитательное и образовательное значение в самостоятельном учебном труде студента имеет самоконтроль. Самоконтроль возбуждает и поддерживает внимание и интерес, повышает активность памяти и мышления, позволяет студенту своевременно обнаружить и устранить допущенные ошибки и недостатки, объективно определить уровень своих знаний, практических умений. Самое доступное и простое средство самоконтроля с применением информационно-коммуникационных технологий - это ряд тестов «on-line», которые позволяют в режиме реального времени определить свой уровень владения предметным материалом, выявить свои ошибки и получить рекомендации по самосовершенствованию.

### ***Методические рекомендации по работе с литературой***

Всю литературу можно разделить на учебники и учебные пособия, оригинальные научные монографические источники, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную (рекомендуемую), дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

При работе с литературой необходимо учитывать, что имеются различные виды чтения, и каждый из них используется на определенных этапах освоения материала.

*Предварительное* чтение направлено на выявление в тексте незнакомых терминов и поиск их значения в справочной литературе. В частности, при чтении указанной литературы необходимо подробнейшим образом анализировать понятия.

*Сквозное чтение* предполагает прочтение материала от начала до конца. Сквозное чтение литературы из приведенного списка дает возможность студенту сформировать свод основных понятий из изучаемой области и свободно владеть ими.

*Выборочное* – наоборот, имеет целью поиск и отбор материала. В рамках данного курса выборочное чтение, как способ освоения содержания курса, должно использоваться при подготовке к практическим занятиям по соответствующим разделам.

*Аналитическое чтение* – это критический разбор текста с последующим его конспектированием. Освоение указанных понятий будет наиболее эффективным в том случае, если при чтении текстов студент будет задавать к этим текстам вопросы. Часть из этих вопросов сформулирована в ФОС в перечне вопросов для собеседования. Перечень этих вопросов ограничен, поэтому важно не только содержание вопросов, но сам принцип освоения литературы с помощью вопросов к текстам.

Целью *изучающего* чтения является глубокое и всестороннее понимание учебной информации. Есть несколько приемов изучающего чтения:

1. Чтение по алгоритму предполагает разбиение информации на блоки: название; автор; источник; основная идея текста; фактический материал; анализ текста путем сопоставления имеющихся точек зрения по рассматриваемым вопросам; новизна.

2. Прием постановки вопросов к тексту имеет следующий алгоритм:

- медленно прочитать текст, стараясь понять смысл изложенного;
- выделить ключевые слова в тексте;
- постараться понять основные идеи, подтекст и общий замысел автора.

3. Прием тестирования заключается в формулировании тезисов в виде положений, утверждений, выводов.

Подготовка к экзамену должна проводиться на основе лекционного материала, материала практических занятий с обязательным обращением к основным учебникам по курсу. Это позволит исключить ошибки в понимании материала, облегчит его осмысление, прокомментирует материал многочисленными примерами.

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

### **8.1. Требования к материально-техническому обеспечению**

Для реализации рабочей программы дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия.

При проведении занятий лекционного/ семинарского типа занятий используются:

#### **лицензионное программное обеспечение:**

- Продукты Microsoft (Desktop Education ALNG LicSaPk OLVS Academic Edition Enterprise) подписка (Open Value Subscription);

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security Стандартный Russian Edition;

#### **свободно распространяемые программы:**

- Academic MarthCAD License - математическое программное обеспечение, которое позволяет выполнять, анализировать важнейшие инженерные расчеты и обмениваться ими;
- WinZip для Windows - программ для сжатия и распаковки файлов;
- Adobe Reader для Windows – программа для чтения PDF файлов;
- Far Manager - консольный файловый менеджер для операционных систем семейства Microsoft Windows.

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавателем используются следующие информационно справочные системы: ЭБС «АйПиЭрбукс», ЭБС «Консультант студента», СПС «Консультант плюс», СПС «Гарант».

#### ***Специализированное компьютерное обеспечение дисциплины:***

1. LAMMPS - Molecular Dynamics Simulator

<https://lammps.sandia.gov/>

- используется нами в режиме параллельного программирования на многопроцессорных вычислительных кластерах;

2. Geant4 (версия 10.5, for GEometry ANd Tracking) is a platform for "the simulation of the passage of particles through matter"

<https://geant4.web.cern.ch/license/LICENSE.html>

- стандартный международный пакет Монте-Карло моделирования прохождения частиц через вещество;

3. PARMA – пакет программ расчёта спектров космических лучей в атмосфере: нейтронов, протонов, альфа-частиц, мю-мезонов, гамма квантов, электронов и позитронов (сотрудничество с ЮФУ, проф. Малышевский В.С.)

4. Хоконов М.Х., Тлячев В.Б. Программный комплекс расчета излучения заряда при каналировании "ARR.FOR". Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2015661450 от 28.10.2015

В научных целях помимо С++ нами широко используется FORTRAN (Fortran PowerStation версия: v4.0 PROFESSIONAL EDITION).

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается: 1. Альтернативной версией официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих; 2. Присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь; 3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху – дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации; 4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекту питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).



## Приложение 1

### ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (ДОПОЛНЕНИЙ)

в рабочую программу по дисциплине «Статистические методы обработки эксперимента» по направлению подготовки 03.03.02 – Физика; на \_\_\_\_\_ учебный год

№п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры теоретической и экспериментальной физики протокол № \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Приложение 2

Распределение баллов текущего и рубежного контроля

№п /п	Вид контроля	Сумма баллов			
		Общая сумма	1-я точка	2-я точка	3-я точка
1	<b>Посещение занятий</b>	<b>до 10 баллов</b>	<b>до 3 б.</b>	<b>до 3б.</b>	<b>до 4б.</b>
2	<b>Текущий контроль:</b>	<b>до 30 баллов</b>	<b>до 10 б.</b>	<b>до 10 б.</b>	<b>до 10 б.</b>
	<b>Ответ на 5 вопросов</b>	<b>от 0 до 15 б.</b>	<b>от 0 до 5 б.</b>	<b>от 0 до 5 б.</b>	<b>от 0 до 5 б.</b>
	Полный правильный ответ	до 15 баллов	5 б.	5 б.	5 б.
	Неполный правильный ответ	от 3 до 15 б.	от 1 до 5 б.	от 1 до 5 б.	от 1 до 5 б.
	Ответ, содержащий неточности, ошибки	0б.	0б.	0б.	0б.
	<b>Выполнение самостоятельных заданий (решение задач, заданий)</b>	<b>от 0 до 15 б.</b>	<b>от 0 до 5 б.</b>	<b>от 0 до 5 б.</b>	<b>от 0 до 5 б.</b>
1	<b>Рубежный контроль</b>	<b>до 30 баллов</b>	<b>до 10 б.</b>	<b>до 10 б.</b>	<b>до 10 б.</b>
	тестирование	от 0- до 12б.	от 0- до 4б.	от 0- до 4б.	от 0- до 4б.
	коллоквиум	от 0 до 18б.	от 0 до 6 б.	от 0 до 6 б.	от 0 до 6 б.
	<b>Итого сумма текущего и рубежного контроля</b>	<b>до 70баллов</b>	<b>до 23б.</b>	<b>до 23б</b>	<b>до 24б</b>
	Первый этап (базовый)уровень) – оценка «удовлетворительно»	не менее 36 б.	не менее 12 б.	не менее 12 б	не менее 12 б
	Второй этап (продвинутый)уровень) – оценка «хорошо»	менее 70 б. (51-69 б.)	менее 23 б	менее 23 б	менее 24б
	Третий этап (высокий уровень) - оценка «отлично»	не менее 70 б.	не менее 23 б.	не менее 23 б	не менее 24б

### Приложение 3

#### Критерии оценки качества освоения дисциплины

Баллы (рейтинговой оценки)	Результат освоения	Требования уровню сформированности компетенций
62-70	Зачтено (без процедуры сдачи зачета)	Обучающийся освоил знания, умения и навыки входящие в состав компетенции: <i>ПКС-1.1; Способен использовать современные методы исследования свойств конденсированных состояний</i> <i>ПКС-1.2; Способен применять полученные знания для анализа и практического использования свойств конденсированных фаз и нанообъектов</i>
36-61	Зачтено (с процедурой сдачи зачета)	Обучающийся проявляет компетенции, отмеченные выше, но не в полном объеме входящих в их состав действий. Обучающийся может допустить некоторые неточности, негрубые ошибки, затрудняться в изложении материала, но правильно отвечать на задаваемые ему вопросы.
менее 36 балла	не зачтено	Компетенции не сформированы

**«Зачтено»** выставляется обучающемуся, продемонстрировавшему полное, всестороннее, осознанное правильное знание программного материала и изложившему ответ логично, грамотно, убедительно, готового к дальнейшему профессиональному совершенствованию.

При ответе обучающийся может допустить некоторые неточности, негрубые ошибки, затрудняться в самостоятельном изложении материала, но правильно отвечать на задаваемые ему вопросы, в результате наводящих вопросов с помощью преподавателя исправлять допущенные ошибки и неточности.

**«Не зачтено»** может быть выставлено обучающемуся, обнаружившему неполное, неосознанное знание учебно-программного материала, допускающему грубые ошибки, неспособному самостоятельно изложить ответ на вопрос, отвечающему неправильно или не дающему ответ на заданные вопросы. Демонстрируемый уровень знаний не может быть признан достаточным для профессиональной деятельности.