

**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. Кунжев
«30» мая 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор Института физики и
математики

Б.И. Кунжев
«30» мая 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«АТОМНАЯ СТРУКТУРА НАНОСИСТЕМ»**

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 «Атомная структура наносистем» / сост. Х.Б. Хоконов – Нальчик: ФГБОУ КБГУ, 2023. - 30 с.

Рабочая программа предназначена для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 03.03.02 Физика, профиль «Физика конденсированного состояния вещества» в 7 семестре, 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. № 891, который зарегистрирован в Минюсте РФ 24 августа 2020 г., регистрационный № 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	9
6.	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	15
7.	Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)	17
7.1.	Нормативно-законодательные акты	17
7.2.	Основная литература	17
7.3.	Дополнительная литература	18
7.4.	Периодические издания (газета, вестник, бюллетень, журнал)	19
7.5.	Интернет-ресурсы	19
7.6.	Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы	21
8.	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	25
9.	Приложения	27

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель курса «Атомная структура наносистем» связана с актуальностью применения принципов физики к раскрытию строения и свойств наночастиц и наносистем. Наносистема состоит из наноразмерных фаз, которые образуют ультрадисперсную систему, обладающую большим избытком свободной поверхностной энергии. Поэтому, система по сути неравновесная и быстро реагирует на внешнее воздействие, а задача применения к ней физических принципов малоразмерных кластеров и фаз сложна. Важно также отметить влияние атомной структуры кластеров и малоразмерных частиц на свойства системы, а также учет размерных эффектов тепловых, эмиссионных, поверхностных и других свойств наносистемы. Эти факторы позволяют получать наносистемы с заранее заданными свойствами.

Актуальность темы обусловлена ключевой ролью указанных явлений в современных технологиях.

Задачами курса являются: научить студентов понимать механизмы процессов, происходящих при образовании новых фаз и при взаимодействии различных фаз, физику этих процессов, изучить основные методы теоретического рассмотрения межфазных явлений в дисперсных системах.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина Б1.В.ДВ.01.03 «Атомная структура наносистем» входит вариативную часть Блока1 учебного плана направления подготовки_03.03.02 Физика, профиль «Физика конденсированного состояния вещества».

Вне зависимости от уровня программы, в результате изучения квантовой теории валентности обучающиеся должны приобрести знания, умения и навыки, применяемые в их последующем обучении и профессиональной деятельности.

Дисциплина позволит расширить теоретическую подготовку бакалавра, получить практические навыки.

Освоение основных положений данной дисциплины необходимо для прохождения преддипломной практики и написания выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы).

3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций:

ПКС-1.1 - способностью использовать современные методы исследования свойств конденсированных состояний;

ПКС-1.2 - способностью применять полученные знания для анализа и практического использования свойств конденсированных фаз и нанообъектов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные методы теоретического рассмотрения теплофизических свойств материалов, включая наносистемы, физику процессов взаимодействия фаз, способствующих созданию материалов с заданными свойствами;
- фундаментальные принципы, лежащие в основе атомной структуры наносистем;
- разделы общей физики как молекулярная и атомная физика;
- основные уравнения и выводы квантовой теории (уравнение Шредингера, метод Томаса-Ферми, метод самосогласованного поля, и др.);

- разделы дисциплины «Методы математической физики» и имеет представление об уравнениях в частных производных типа волнового уравнения и уравнения диффузии (т.е. гиперболического и параболического типов).

Уметь:

- свободно дифференцировать и интегрировать элементарные функции, иметь представления об основных спецфункциях и дифференциальных уравнениях;
- быстро делать численные оценки параметров задачи (масштабы расстояний, энергий и взаимодействия отдельных атомов и кластеров в системе);
- выбирать способы определения параметров, характеризующих взаимодействия различных фаз;
- использовать базовые знания и навыки для решения профессиональных задач, соблюдая требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны;
- ориентироваться в современной научной литературе по данной проблеме.

Владеть:

- основные положения термодинамики, физика дисперсных систем, наносистемы и особенности их строения и свойств.

4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

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

№ раздела	Наименование раздела/тема	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Форма текущего контроля ¹
1	2	3	4	5
1	Введение	Цели и задачи курса. Терминология, основные определения и понятия дисциплины. Структура курса. Рейтинговые мероприятия. Рекомендуемая литература.	ПКС-1.1, ПКС-1.2	ДЗ, РК, К
2	Основные характеристики атомной структуры дисперсных систем	Основные характеристики дисперсных систем. Классификация дисперсных систем по степени дисперсности. Функция распределения частиц по размерам. Гистограмма распределения частиц по размерам. Особенности физических свойств дисперсных систем. Размерные эффекты физических свойств дисперсных систем.	ПКС-1.1, ПКС-1.2	ДЗ, РК, К

3	Фазовые диаграммы и уравнения состояния	Фазовая диаграмма однокомпонентной системы. Уравнения равновесия фаз и межфазных границ в дисперсной системе. Термическое и химическое равновесия фаз.	ПКС-1.1, ПКС-1.2	ДЗ, РК, К
4	Структура межфазных границ малых фаз.	Структура границы раздела кристалл-расплав, жидкость – пар. Структура границ кластеров и ее зависимость от размеров.	ПКС-1.1, ПКС-1.2	ДЗ, РК, К
5	Образование наночастиц из атомов. Уравнение равновесия фаз малых размеров.	Уравнение равновесия фаз малых размеров и кластеров, их частные случаи. Зарождение и рост наночастиц из атомов. Кластеры, их устойчивость.	ПКС-1.1, ПКС-1.2	ДЗ, РК, К
6	Электронное строение атомов, уровни энергии и квантовые числа.	Энергия электрона в атоме. Уровни энергии. Квантовые числа n и l . Строение электронной оболочки атома, квантовые состояния s, p, d, f и др. Гибридизация волновых функций. sp^3 – связи. CH_4 , алмаз ($Z=6$), кремний (Si, $Z=14$). Строение атома углерода. Распределение электронов по ячейкам.	ПКС-1.1, ПКС-1.2	ДЗ, РК, К
7	Типы связи в твердых телах: молекулярная, ионная и ковалентная связи.	Основные особенности строения дисперсных систем. Типы химической связи между атомами. Молекулярная, ионная и ковалентная связи.	ПКС-1.1, ПКС-1.2	ДЗ, РК, К
8	Размерные эффекты строения и свойств наносистемы.	Размерные эффекты параметров решетки, теплоты фазового перехода, поверхностного натяжения, работы выхода электрона. Классические и квантовые размерные эффекты.	ПКС-1.1, ПКС-1.2	ДЗ, РК, К
9	Гомогенное и гетерогенное образования новых фаз.	Работа образования фазы, критический размер зародыша и энергия связи между атомами. Атомное строение молекул, кластеров и наносистем.	ПКС-1.1, ПКС-1.2	ДЗ, РК, К

¹ 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.

На изучение курса отводится 108 часа (3 з.е.), из них: контактная работа 56 ч., в том числе лекционных – 28 часов; семинарских – 28 часов; самостоятельная работа студента 43 часов; завершается зачетом – 9 часов.

Структура дисциплины (модуля) «Атомная структура наносистем»

Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов)

Вид работы	Трудоемкость, часов / зачетных единиц	
	7 семестр	всего
Общая трудоемкость (в зачетных единицах)	108	108
Контактная работа (в часах):	56	56
<i>Лекции (Л)</i>	28	28
<i>Практические занятия (Семинарские занятия)</i>	28	28
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Не предусмотрены</i>
Самостоятельная работа (в часах), в том числе контактная работа:		
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	43	43
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)	<i>Не предусмотрен</i>	<i>Не предусмотрен</i>
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	9	9
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет

Таблица 3. Лекционные занятия

№ п/п	Тема
1.	Основные понятия и характеристики дисперсных систем
2.	Методы получения дисперсных систем
3.	Методы определения степени дисперсности наносистем
4.	Гомогенное и гетерогенное образование новой фазы. Критические размеры зародышей и работы образования новой фазы
5.	Общие условия равновесия фаз и межфазных границ. Термическое и химическое равновесие
6.	Механическое равновесие фаз
7.	Дефекты кристаллической решетки, границы зерен
8.	Уравнение равновесия фаз малых размеров и его применения
9.	Зондовые методы исследования строения и состава поверхности (СТМ, АСМ, СЭМ и др.).
10.	Углеродные нанотрубки и фуллерены

Таблица 4. Практические занятия (семинарские занятия)

№ п/п	Тема
1.	Введение. Основные понятия и характеристики дисперсных систем. Общие понятия о размерных эффектах. Особенности состояния дисперсных систем (ДС). Избыток поверхностной энергии. Устойчивость и эволюция наносистем.
2.	Методы получения дисперсных систем. Механическое разрушение (диспергирование), метод релаксации механических напряжений, электровзрыв, методы конденсации из паровой фазы, зарождения и роста фаз.
3.	Методы определения степени дисперсности наносистем. Функция распределения

	частиц по размерам. Дисперсионный анализ. Гистограммы.
4.	Гомогенное и гетерогенное образование новой фазы. Критические размеры зародышей и работы образования новой фазы. Равновесия малоразмерных фаз и межфазных границ в гетерогенных системах.
5.	Общие равновесия фаз и межфазных границ. Термическое и химическое равновесие фаз. Зависимость коэффициента пересыщения собственных паров от размера фазы.
6.	Механическое равновесие фаз. Первое и второе уравнения капиллярности и их приложения к равновесию в трехфазной системе твердая-жидкая-газовая фазы.
7.	Дефекты кристаллической решетки, границы зерен. Получение нанокристаллических порошков, островковых пленок. Определение энергии границ зерен.
8.	Уравнение равновесия фаз малых размеров и его применения. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Размерный эффект температуры тройной точки.
9.	Зондовые методы исследования строения и состава поверхности (СТМ, АСМ, СЭМ и др.). Углеродные нанотрубки и фуллерены – получение, строение и свойства.

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.	Основные характеристики дисперсных систем. Классификация дисперсных систем (ДС) по степени дисперсности, по агрегативному состоянию. Кластеры, их разновидности. Функция распределения частиц по размерам. Гистограмма распределения частиц по размерам (микро- и наночастицы, наносистемы).
2.	Уравнения равновесия фаз и межфазных границ в дисперсной системе. Термическое, механическое и химическое равновесия фаз. Фазовая диаграмма однокомпонентной трехфазной системы. Тройная точка.
3.	Особенности физических свойств дисперсных систем. Устойчивость и роль поверхностной энергии и дефектности частиц.
4.	Первое уравнение капиллярности и некоторые его приложения. Зависимость давления от размера. Второе уравнение капиллярности. Частные случаи.
5.	Гомогенное и гетерогенное образования новых фаз. Радиусы критических размеров зародышей. Работы при гомогенном (и) и гетерогенном образовании новых фаз (и).
6.	Строение атома. Энергия электрона в атоме. Уровни энергии. Квантовые числа n и l . Строение электронной оболочки атома, квантовые состояния s, p, d, f и др.
7.	Уравнение равновесия фаз малых размеров и некоторые его применения. Размерные эффекты температур тройной точки и плавления малоразмерной фазы.

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 «Атомная структура наносистем» и включает: ответы на теоретические вопросы на практическом занятии, решение практических задач и выполнение заданий на практическом занятии, самостоятельное выполнение индивидуальных домашних заданий (например, решение задач) с отчетом (защитой) в установленный срок, написание докладов, рефератов, эссе, дискуссии.

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

5.1.1. Вопросы по темам дисциплины (контролируемые компетенции ПКС-1.1, ПКС-1.2)

Коллоквиум № 1

1. Фаза вещества. Виды фаз. Дисперсные системы.
2. Основные характеристики дисперсной системы.
3. Классификация дисперсных систем по степени дисперсности.
4. Функция распределения частиц по размерам. Гистограмма распределения частиц по размерам.
5. О квазистойчивости наносистем. Роль избыточной поверхностной энергии.
6. Особенности физических свойств дисперсных систем. Размерные эффекты физических свойств дисперсных систем.
7. Фазовая диаграмма однокомпонентной системы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Тройная точка.
8. Основные особенности свойств дисперсных систем. Устойчивость и размерные эффекты физико-химических свойств.

Коллоквиум № 2

1. Строение атома. Электронные слои и подслои. Квантовые числа n, l, m_l и s и их взаимосвязь.
2. Строение электронной оболочки атома, квантовые состояния s, p, d, f и др.
3. Уравнение Шредингера, волновая функция. Плотность вероятности квантового состояния.
4. Атомно-силовая микроскопия. Устройство, принцип работы и применение.

Особенности физических свойств дисперсных систем. Размерные эффекты физических свойств дисперсных систем.

5. Гомогенное образование новой фазы. Радиус критического размера.
6. Гетерогенное образование новой фазы. Радиус критического размера.
7. $W_{\text{гом}}(r)$ Работа гомогенного образования новой фазы.
8. Методы получения наночастиц. Механическое разрушение (диспергирование).
9. Виды размерных эффектов физических свойств наносистем. Примеры.

Коллоквиум № 3

1. Основные особенности свойств дисперсных систем. Устойчивость и размерные эффекты физико-химических свойств.
2. Момент импульса и энергии электрона в атоме. Уровни энергии.
3. Энергия электрона в атоме водорода.
4. Энергия электрона в атомах щелочных металлов.
5. Радиальная волновая функция. Квантовые числа n, l, m_l и их взаимосвязь.
6. Орбиты электронов в атоме. Квантовые состояния s, p, d, f .
7. Уравнение Шредингера, волновая функция. Плотность вероятности квантового состояния.
8. Угловая волновая функция.
9. Полярная волновая функция.
10. Азимутальная волновая функция.

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.

5.1.1. Оценочные материалы для выполнения реферата по дисциплине «Атомная структура наносистем» (контролируемые компетенции ПКС-1.1, ПКС-1.2):

Примерные темы рефератов

1. Момент импульса и энергии электрона в атоме. Уровни энергии.
2. Энергия электрона в атоме водорода
3. Основные характеристики дисперсных систем. Классификация дисперсных систем (ДС) по степени дисперсности, по агрегативному состоянию.
4. Кластеры, их разновидности. Функция распределения частиц по размерам.
5. Гистограмма распределения частиц по размерам (микро- и наночастицы, наносистемы).
6. Зондовые методы исследования строения и состава поверхности
7. Углеродные нанотрубки и фуллерены – получение, строение и свойства.
8. Атомное строение молекул, кластеров и наносистем.

Методические рекомендации по написанию реферата

Реферат – продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

Изложенное понимание реферата как целостного авторского текста определяет критерии его оценки: новизна текста; обоснованность выбора источника; степень раскрытия сущности вопроса; соблюдения требований к оформлению.

Требования к реферату: Общий объем реферата 20 листов (шрифт 14 Times New Roman, 1,5 интервал). Поля: верхнее, нижнее, правое, левое – 20мм. 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 – 60%*

Критерии оценки реферата:

«отлично» (**5 баллов**) ставится, если выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объем, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы. 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» (4 балла) – выполнены основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы. 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» (3 балла) – имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности, тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод. Обучающийся выполнил большую часть возложенной на него работы. Допущены существенные отступления. Документация сдана со значительным опозданием (более недели). Отсутствуют отдельные фрагменты.

«неудовлетворительно» (менее 1 балла) – тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы. Обучающийся не выполнил свои задачи или выполнил лишь отдельные несущественные поручения. Документация не сдана.

5.2. Оценочные материалы для рубежного контроля

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 течение учебного года и по требованию предоставляться в Управление контроля качества. На рубежные контрольные мероприятия рекомендуется выносить весь программный материал (все разделы) по дисциплине.

Контрольная работа включает в себя один теоретический вопрос и решение одной задачи.

5.2.1. Оценочные материалы: Типовые тестовые задания по дисциплине (контролируемые компетенции ПКС-1.1, ПКС-1.2). Полный перечень тестовых заданий представлен в ЭОИС – <http://open.kbsu.ru>

Тест – система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений студента.

Примеры компьютерных тестов
(Все тесты составлены автором)

1. Валентные электроны в атоме углерода представляют собой
-: Систему s-электронов
-: Систему p-электронов

+: s-электрон и три р-электрона

-: s-электрон и два р-электрона

-: s-электрон и р-электрон

2. размерность графена

+: 2

-: 1

-: 0

-: 3

3. Толщина графена равна

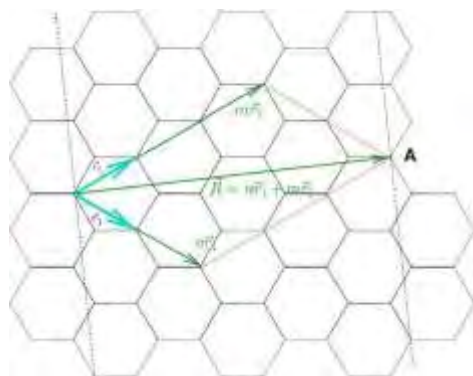
-: 1 нанометр

-: 10 нанометров

+: 1 ангстрем

-: 0,1 ангстрем

4. Узел А имеет в выбранном базисе (голубые стрелки) координаты



+: (2, 3)

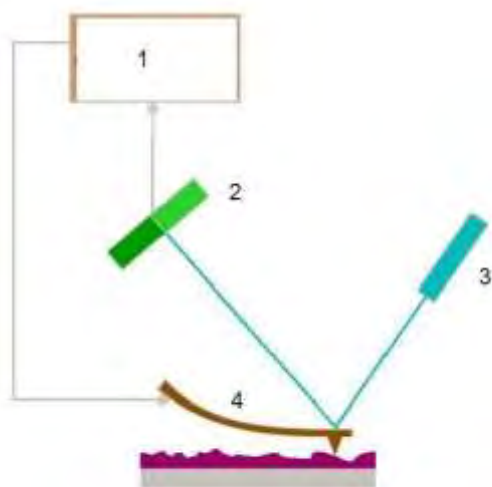
-: (3, 2)

-: (1, 2)

-: (-1, 2)

-: (2, -1)

4: На рисунке показан



- +: Атомно-силовой микроскоп
- : Ближнепольный оптический микроскоп
- : Сканирующий туннельный микроскоп
- : Электронный микроскоп

5. Амплитуда рассеяния в 1 борновском приближении представления взаимодействия равна (k - нумерует начальное квантовое состояние)

$$-: c_m^{(1)}(t) = \int_0^t V_{mk}(\tau) d\tau$$

$$-: c_m^{(1)}(t) = \int_0^t V_{mk}(\tau) e^{-i\omega_{mk}\tau} d\tau$$

$$-: c_m^{(1)}(t) = \frac{1}{i\hbar} \int_0^t V_{mk}(\tau) e^{-i\omega_{mk}\tau} d\tau$$

$$+: c_m^{(1)}(t) = \frac{1}{i\hbar} \int_0^t V_{mk}(\tau) e^{i\omega_{mk}\tau} d\tau$$

Критерии формирования оценок по тестовым заданиям:

- (5 баллов) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы. Выполнено 90 - 100 % предложенных тестовых заданий;
- (4 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 70-89 % от общего объема заданных тестовых заданий;
- (3 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 50 –69% от общего объема заданных тестовых заданий;
- (2 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – менее 30-49 % от общего объема заданных тестовых заданий.
- (1 балл) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – менее 10-29 % от общего объема заданных тестовых заданий.

5.3. Оценочные материалы для промежуточной аттестации.

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 зачёт

(контролируемые компетенции ПКС-1.1, ПКС-1.2)

1. Основные характеристики дисперсных систем. Классификация дисперсных систем по степени дисперсности.
2. Функция распределения частиц по размерам. Гистограмма распределения частиц по размерам.

3. Особенности физических свойств дисперсных систем. Устойчивость и роль поверхностной энергии и дефектности частиц.
4. Фазовая диаграмма однокомпонентной системы.
5. Уравнения равновесия фаз и межфазных границ в дисперсной системе. Термическое и химическое равновесия фаз.
6. Уравнения равновесия фаз малых размеров и его частные случаи.
7. Образование наночастиц из атомов. Кластеры, их устойчивость.
8. Гомогенное образование новой фазы. Работа образования фазы и радиус критического размера.
9. Гетерогенное образование новой фазы. Работа образования фазы и радиус критического размера.
10. Основные особенности свойств дисперсных систем. Устойчивость и размерные эффекты физико-химических свойств.
11. Уравнение Шредингера для стационарного состояния, волновая функция.
12. Строение атома. Энергия электрона в атоме. Уровни энергии. Квантовые числа n и l .
13. Строение электронной оболочки атома, квантовые состояния s, p, d, f и др.
14. Гибридизация волновых функций. sp^3 – связи. CH_4 , алмаз ($z=6$), кремний (Si, $z=14$).
15. Строение атома углерода. Распределение электронов по ячейкам.
16. Типы связи в твердых телах. Ковалентная связь. Связи в CH_4 и C_6H_6 .
17. Типы связи в твердых телах. Ковалентная связь. Связи: кремний, германий, алмаз и др.
18. Квантовые состояния электрона в атоме. Квантовые числа и волновая функция.
19. Принципы построения электронной конфигурации атома: минимум энергии, принцип Паули и правило Хунда. Примеры: N ($Z=7$); Ti ($Z=22$).
20. Атомное строение молекул, кластеров и наносистем.

Критерии формирования оценок по промежуточной аттестации:

Для получения зачета, которым заканчивается изучение дисциплины в семестре, студенту необходимо иметь не менее 61 балла. 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.

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

Максимальная сумма (70 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 (общая сумма не более 61 – балла).

Критерием оценки уровня сформированности компетенций в рамках учебной дисциплины «Атомная структура наносистем» 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 вопросы для зачета.

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

Результаты обучения (компетенции)	Основные показатели оценки результатов обучения	Вид оценочного материала, обеспечивающие формирование компетенций
ПКС-1.1 Способен использовать современные методы исследования свойств конденсированных состояний	Знать Суть задач атомной структуры наносистем и методы проведения научных исследований в этой области в сфере экспериментальных и теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	Типовые оценочные материалы для устного опроса; типовые тестовые задания; примерные темы рефератов; типовые оценочные материалы к зачёту.
	Уметь Использовать понимание законов определяющих атомную структуру наносистем для развития способности проводить научные исследования в этой области экспериментальных и теоретических физических исследований	Оценочные материалы для самостоятельной работы типовые тестовые задания

	с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта. Использовать математические методы, законы теории вероятностей, классической механики и квантовой теории для решения конкретных задач определения структуры нанообъектов	
	Владеть Методами статистической физики, термодинамики и квантовой механики для определения атомной структуры наносистем, а также методами способными проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.	примерные темы рефератов
ПКС-1.2 Способен применять полученные знания для анализа и практического использования свойств конденсированных фаз и нанообъектов	Знать - основные методы теоретического рассмотрения теплофизических свойств материалов, включая наносистемы, физику процессов взаимодействия фаз, способствующих созданию материалов с заданными свойствами; - фундаментальные принципы, лежащие в основе атомной структуры наносистем; - разделы общей физики как молекулярная и атомная физика; - основные уравнения и выводы квантовой теории (уравнение Шредингера, метод Томаса-Ферми, метод самосогласованного поля, и др.);	Типовые оценочные материалы для устного опроса; типовые тестовые задания; примерные темы рефератов; типовые оценочные материалы к зачёту.
	Уметь - свободно дифференцировать и интегрировать элементарные функции, иметь представления об основных спецфункциях и дифференциальных уравнениях; - быстро делать численные оценки параметров задачи (масштабы расстояний, энергий и взаимодействия отдельных атомов и кластеров в системе);	Оценочные материалы для самостоятельной работы типовые тестовые задания

	- выбирать способы определения параметров, характеризующих взаимодействия различных фаз.	
	Владеть основными положениями термодинамики, физика дисперсных систем, наносистемы и особенности их строения и свойств.	примерные темы рефератов

Реализация компетенций ПКС-1.1, ПКС -1.2 в определённой степени основана на использовании преференций многолетнего сотрудничества КБГУ с ведущими мировыми центрами, такими как Орхусский университет (Дания, см.выше), Национальная Ферми лаборатория США, ЦЕРН, Гакугей университет, Токио.

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

ПКС-1.1 Способность использовать современные методы исследования свойств конденсированных состояний;

ПКС-1.2 Способность применять полученные знания для анализа и практического использования свойств конденсированных фаз и нанобъектов.

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. Сергеев Н.А. Физика наносистем [Электронный ресурс]: монография/ Сергеев Н.А., Рябушкин Д.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Логос, 2016.— 192 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66410.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Синтез и оптические свойства квантовых точек [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторным работам/ — Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016.— 32 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62669.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Федоров А.В. Физика и технология гетероструктур, оптика квантовых наноструктур [Электронный ресурс]: методические рекомендации/ Федоров А.В.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Университет ИТМО, 2009.— 59 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65340.html>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Успехи нанотехнологий [Электронный ресурс]: электроника, материалы, структуры/ Дэвис Джэйлс [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2011.— 512 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58869.html>.— ЭБС «IPRbooks»
5. Саноян А.Г. Энтропийные модели микро- и наноструктур [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Саноян А.Г., Еремина И.Н.— Электрон. текстовые данные.— Самара: РЕАВИЗ, 2010.— 80 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10149.html>.— ЭБС «IPRbooks»

7.3. Дополнительная литература

1. Леденев А.Н. Физика. В 5 кн. Кн.5. Основы квантовой физики. М.:ФИЗМАТЛИТ, 2006.-248 с. [www/studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
2. Савельев И.В. Курс общей физики. В 3-х тт. Т.3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Издательство: "Лань", ISBN:978-5-8114-0632-6, 2011 г. 320 с. (www.e.lanbook.com).
3. Мир материалов и технологий. Наносистемная техника. Мировое достижение. Сборник под ред. проф. Мальцева П.П.. – Москва: Техносфера, 2008. – 432 с. (ат.стр.)
4. А.Д. Помогайло, А.С. Розенберг, И.Е. Уфлянд. Наночастицы металлов в полимерах. М.: Химия. 2000. – 672 с.
5. Б.Д. Сумм. Основы коллоидной химии. М.: Изд. "Академия". 2006. – 240 с.
6. А.И. Гусев. Методы получения наноразмерных материалов, изд-во Уральский ГУ Екатеринбург. 2007 – 79с.
7. А.И. Гусев, А.А. Ремпель. Нанокристаллические материалы. М.: Физмат. 2001. – 224 с.
8. С.Н. Задумкин, Х.Б. Хоконов. Общие условия равновесия фаз и межфазных границ в микрогетерогенных системах. Сб. "Методы исследования и свойства межфазных границ". Киев: Наукова Думка. 1977. – С.163-174.
9. Ю.И. Петров. Кластеры и малые частицы. М.: Наука, 1984. – 124с.
10. Ю.И. Петров. Физика малых частиц. М.: Наука, 1982. – 320 с.
10. А.И. Гусев. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. – М: ФИЗМАТЛИТ. 2005. – 416 с.
11. Суздалев И.П. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. – М.: КомКнига, 2006. – 592 с.
12. Магомедов М.Н. Изучение межатомного взаимодействия, образования вакансий и самодиффузии в кристаллах. – М.: Физматлит, 2010. – 544 с.
13. Рамбиди Н.Г., Березкин А.В. Физические и химические основы нанотехнологий. -М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. <http://www.knigafund.ru/books/106038>
14. Сафаралиев Г.К. Твердые растворы на основе карбида кремния. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011 г.-296 с. [www/studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru).
15. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М., Теоретическая физика Т.3. Квантовая механика (нерелятивистская теория), "Физматлит", 2011
16. Черевко А.Г. Физика конденсированного состояния. Часть 1. Кристаллы и их тепловые свойств [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Черевко А.Г.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016.— 81 с.
- 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
3. <http://www.mathnet.ru>
4. <http://www.iprbookshop.ru>
5. 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>.
2. 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	http://elibrary.ru	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 пособий для ВО и СПО, 864 наименований журналов и 917 монографий.	http://www.studmedlib.ru http://www.medcollegelib.ru	ООО «Консультант студента» (г. Москва) Договор №750КС/07-2022 От 26.09.2022 г. Активен до 30.09.2023г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
3.	«Электронная библиотека технического вуза» (ЭБС «Консультант студента»)	Коллекция «Медицина (ВО) ГЭОТАР-Медиа. Books in English (книги на английском языке)»	http://www.studmedlib.ru	ООО «Политехресурс» (г. Москва) Договор №849КС/03-2023 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.	https://elanbook.com/	ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-Петербург) Договор №41ЕП/223 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	https://rusneb.ru/	ФГБУ «Российская государственная библиотека» Договор №101/НЭБ/1666-п от 10.09.2020г. Бессрочный	Доступ с электронного читального зала библиотек и КБГУ
6.	ЭБС	107831 публикаций, в т.ч.:	http://iprb.ru	ООО «Ай Пи Эр	Полный

	«IPSMART»	19071 – учебных изданий, 6746 – научных изданий, 700 коллекций, 343 журнала ВАК, 2085 аудиоизданий.	ookshop.ru/	Медиа» (г. Москва) Договор №75/ЕП-223 от 23.03.2023 г. Активен до 02.04.2024г.	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)	http://iprb.ookshop.ru/ http://www.ros-edu.ru/	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Москва) Договор №142/ЕП-223 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.	https://urait.ru/	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) Договор №305/ЕП-223 От 27.10.2022 г. Активен до 31.10.2023	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
9.	ЭБС «Юрайт» для ВО	Электронные версии 8000 наименований учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для ВО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	https://urait.ru/	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) Договор №44/ЕП-223 От 16.02.2023 г. Активен с 01.03.2023 г. по 29.02.2024 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
10.	Polpred.com. Новости. Обзор СМИ. Россия и зарубежье	Обзор СМИ России и зарубежья. Полные тексты + аналитика из 600 изданий по 53 отраслям	http://polpred.com	ООО «Полпред справочники» Безвозмездно (без официального договора)	Доступ по IP-адресам КБГУ
11.	Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина	Более 500 000 электронных документов по истории Отечества, российской государственности, русскому языку и праву	http://www.prilib.ru	ФГБУ «Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина» (г. Санкт-Петербург) Соглашение от 15.11.2016г. Бессрочный	Авторизованный доступ из библиотек и (ауд. №115, 214)

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 тезирования 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 C++ нами широко используется FORTRAN (Fortran PowerStation версия: v4.0 PROFESSIONAL EDITION).

8.2 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования (ауд. 145 ГК). В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;

2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые)

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ невидимого доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;

- задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту обучающимся;

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие):

- на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- зачет/экзамен проводится в письменной форме;

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, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента экзамен проводится в устной форме.

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Приложение 1

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (ДОПОЛНЕНИЙ)

в рабочую программу по дисциплине «Атомная структура наносистем» 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 _____ / _____ /

Распределение баллов текущего и рубежного контроля

№п /п	Вид контроля	Сумма баллов			
		Общая сумма	1-я точка	2-я точка	3-я точка
1	Посещение занятий	до 10 баллов	до 3 б.	до 3б.	до 4б.
2	Текущий контроль:	до 30 баллов	до 10 б.	до 10 б.	до 10 б.
	Ответ на 5 вопросов	от 0 до 15 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.
	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.
	Выполнение самостоятельных заданий (решение задач, написание рефератов, доклад, эссе)	от 0 до 15 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.
1	Рубежный контроль	до 30 баллов	до 10 б.	до 10 б.	до 10 б.
	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.
	Итого сумма текущего и рубежного контроля	до 70баллов	до 23б.	до 23б	до 24б
	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 Способность использовать современные методы исследования свойств конденсированных состояний;</i> <i>ПКС-1.2 Способность применять полученные знания для анализа и практического использования свойств конденсированных фаз и нанообъектов.</i>
36-61	Зачтено (с процедурой сдачи зачета)	Обучающийся проявляет компетенции ПКС-1.1, ПКС-1.2, 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.