

**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

_____ **М.Х. Хоконов**
«__» _____ 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института физики и
математики

_____ **Б.И. Кунижев**
«__» _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Квантовая теория твердого тела»

Направление подготовки (специальность)
03.03.02 Физика
(наименование направления подготовки)

Профиль подготовки
«Физика конденсированного состояния вещества»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
очная

Нальчик 2021

Рабочая программа дисциплины «Квантовая теория твердого тела» /
сост. А.Х. Кяров – Нальчик: КТФ КБГУ, 2021. – 32 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	9
6.	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	17
7.	Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)	19
7.1.	Нормативно-законодательные акты	19
7.2.	Основная литература	19
7.3.	Дополнительная литература	20
7.4.	Периодические издания (газета, вестник, бюллетень, журнал)	20
7.5.	Интернет-ресурсы	20
7.6.	Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы	20
8.	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	24
9.	Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины (модуля)	25
10.	Приложения	27

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель преподавания спецкурса «Квантовая теория твердого тела» заключается в изучении базовых основных понятий и идей квантовой физики твердого тела. Изучить наиболее распространенные и эффективные на сегодняшний день теоретические модели и области их применения.

Квантовая физика твердого тела занимается изучением свойств, кристаллических твердых тел. Реальные свойства твердых тел довольно сложны и многообразны, поэтому на сегодняшний день не представляется возможным строго объяснить их при помощи установленных принципов квантовой и статистической механики. Поэтому теория твердого тела выработала свои подходы для объяснения важнейших свойств различных веществ. Благодаря такому подходу стали возможными огромные достижения в квантовой электронике и других областях, связанных с созданием новых материалов с уникальными свойствами. Поэтому квантовая физика твердого тела вещества является одним из важнейших направлений в науке на сегодняшний день. Настоящий курс посвящен анализу физических свойств кристаллов, последовательному построению аналитических моделей при исследовании различных явлений в теории конденсированного состояния вещества. Последовательно рассматриваются термодинамические свойства кристаллов, различные приближенные модели, проблемы неустойчивости одно- и двумерных кристаллов. Помимо классических явлений и моделей большое внимание уделено современным подходам при изучении свойств твердого тела.

Основные задачи дисциплины:

дать студенту фундаментальные представления об основных понятиях и идеях квантовой физики твердого тела. Получение практических навыков решения простейших задач, допускающих аналитическое решение.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Квантовая теория твердого тела» входит в вариативную часть Блока 1 модуля «Дисциплины по выбору» учебного плана направления подготовки 03.03.02 Физика, профиль Физика конденсированного состояния вещества.

Вне зависимости от уровня программы, в результате изучения теоретической механики 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)

Изучение дисциплины «Квантовая теория твердого тела» 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 нанобъектов

ПКС-1.3 Способен применять математические методы обработки результатов исследования

К исходным требованиям, необходимым для изучения данной дисциплины относятся знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения

дисциплин «Общая физика», «Математический анализ», «Методы математической физики», «Квантовая теория».

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

основы теории твердого тела и иметь целостное представление о процессах и явлениях, происходящих в твердом теле;
методы решения основных уравнений квантовой теории твердого тела;
физические следствия и законы, вытекающие из решения уравнений квантовой теории твердого тела;

Уметь:

применять полученные знания для анализа физических задач и владеть приемами их решения;
использовать возможности современных научных методов познания твердого тела на микроскопическом уровне.

Владеть:

методами расчёта фундаментальных явлений и процессов в твердом теле, в объяснении которых используются квантовые эффекты;
основными понятиями и методами, применять их для решения конкретных практических задач.

Приобрести опыт деятельности использовать полученные знания для планирования физических исследований, анализа экспериментальных данных и подготовки научных публикаций.

Развить способности разработки физической и математической модели изучаемого процесса или явления, и провести по этой модели расчеты с привлечением современных математических методов.

4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

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

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Форма текущего контроля
1	2	3	4	5
1	Физические основы квантовой теории твердого тела.	Симметрии и стационарные состояния кристаллов. Адиабатическое приближение. Пространственная решетка и обратная решетка кристаллов. Законы сохранения. Линейные представления групп и их роль в квантовой теории твердого тела.	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-1.3	ДЗ, КР, К, РК, Т
2	Фононы в ковалентных и молекулярных кристаллах..	Приближение кристаллического поля. Периодические потенциалы и зонная	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-1.3	ДЗ, КР, К, РК, Т

		структура энергетических спектров. Решетки и суппер - решётки. Взаимодействие между фононами. Фононная теплоемкость твердых тел.		
3	Фононы в ионных кристаллах..	Макроскопическая теория оптических ветвей колебаний и теория поляритонов. Квантовая теория поляритонов. Теория взаимодействия света с фононами. Взаимодействие электромагнитного поля с веществом. Эффект Мессбауэра.	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-1.3	ДЗ, КР, К, РК, Т
4	Плазменные и спиновые волны.	Пространство состояний с неопределенным числом частиц. Вторичное квантование. Основные операторы в представлении вторичного квантования. Уравнение движения в представлении вторичного квантования. Вариационный принцип Боголюбова. Плазменные волны в твердых телах. Спиновые волны в ферромагнетиках. Магноны.	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-1.3	ДЗ, КР, К, РК, Т,Т

В графе 4 приводятся планируемые формы текущего контроля: защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), контрольной 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 часов (3 з.е.), из них: контактная работа 42 ч., в том числе лекционных – 28 часа; семинарских – 14 часа; самостоятельная работа студента 57 часов; завершается зачетом.

Структура дисциплины (модуля) «Квантовая теория твердого тела»

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):	42	42
<i>Лекции (Л)</i>	28	28
<i>Практические занятия (Семинарские занятия)</i>	14	14
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	Не предусмотрены	Не предусмотрены
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	57	57
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.	Симметрии и стационарные состояния кристаллов. Адиабатическое приближение. Пространственная решетка и обратная решетка кристаллов.
2.	Законы сохранения. Линейные представления групп и их роль в квантовой теории твердого тела.
3.	Приближение кристаллического поля. Периодические потенциалы и зонная структура энергетических спектров.
4.	Решетки и суппер-решётки. Взаимодействие между фононами. Фононная теплоемкость твердых тел.
5.	Макроскопическая теория оптических ветвей колебаний и теория поляритонов.
6.	Квантовая теория поляритонов. Теория взаимодействия света с фононами. Взаимодействие электромагнитного поля с веществом. Эффект Мессбауэра.
7.	Пространство состояний с неопределенным числом частиц. Вторичное квантование. Основные операторы в представлении вторичного квантования.
8.	Уравнение движения в представлении вторичного квантования.
9.	Вариационный принцип Боголюбова. Плазменные волны в твердых телах.
10.	Спиновые волны в ферромагнетиках. Магноны.

Таблица 4. Практические занятия (семинарские занятия)

№ п/п	Тема
1.	Построения поверхностей по заданным индексам Миллера. Решение задач на определение кристаллографических направлений и характерных расстояний.
2.	Решение задач на нахождение энергий связи для разных типов межатомных связей.
3.	Решение задач на темы: теплоемкость и теплопроводность.
4.	Решение задач на тему: Взаимодействие электромагнитного поля с веществом
5.	Решение задач на тему: Модель Томаса – Ферми..
6.	Решение задач на тему: Силы Ван – дер – Вальса. Потенциалы Ленарда – Джонса.

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.	Кристаллографические группы. Группы перестановок
2.	Тунелирование в квазиклассическом приближении.
3.	Модель Томаса – Ферми.
4.	Силы Ван – дер – Вальса. Потенциалы Ленарда – Джонса.

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 и 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.

5.1.1. Вопросы для коллоквиума по темам дисциплины (контролируемая компетенция ПКС-1):

Коллоквиум № 1

1. Симметрии и стационарные состояния кристаллов.
2. Адиабатическое приближение.
3. Пространственная решетка и обратная решетка кристаллов.
4. Законы сохранения.
5. Линейные представления групп и их роль в квантовой теории твердого тела.
6. Приближение кристаллического поля.
7. Периодические потенциалы и зонная структура энергетических спектров.
8. Решетки и супер - решётки.
9. Взаимодействие между фононами.
10. Фононная теплоемкость твердых тел.

Коллоквиум № 2

11. Макроскопическая теория оптических ветвей колебаний и теория поляритонов.
12. Квантовая теория поляритонов.
13. Теория взаимодействия света с фононами.
14. Взаимодействие электромагнитного поля с веществом.
15. Эффект Мессбауэра.

16. Пространство состояний с неопределенным числом частиц.
17. Вторичное квантование.
18. Основные операторы в представлении вторичного квантования.

Коллоквиум № 3

19. Уравнение движения в представлении вторичного квантования.
20. Вариационный принцип Боголюбова.
21. Плазменные волны в твердых телах.
22. Спиновые волны в ферромагнетиках. Магноны.
23. Силы Ван – дер – Вальса. Потенциалы Ленарда – Джонса.
24. Кристаллографические группы. Группы перестановок.
25. Тунелирование в квазиклассическом приближении.
26. Модель Томаса – Ферми.

Критерии формирования оценок (оценивания) коллоквиума по темам дисциплины

Данный опрос является одним из основных способов учёта знаний студентов по дисциплине, который может быть осуществлен, как в письменной, так и в устной форме. Развёрнутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения. При оценке ответа студента следует руководствоваться следующими критериями, учитывать:

- полноту и правильность ответа;
- степень осознанности, понимания изученного;
- языковое оформление ответа.

В результате коллоквиума обучающихся оценивают по следующим критериям:

«отличный (высокий) уровень компетенции» - ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов; обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме практической работы, решено 100% задач;

«хороший (нормальный) уровень компетенции» - ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме практической работы, допуская незначительные неточности при решении задач, решено 70% задач;

«удовлетворительный (минимальный, пороговый) уровень компетенции» – ставится за работу, если бакалавр правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой. Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, решено 55% задач.

«неудовлетворительный (ниже порогового) уровень компетенции» – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы. Обучающийся дает неверную оценку ситуации, решено менее 50 % задач.

Итоговый балл, в соответствии с установленными критериями, определяется преподавателем. Максимальное количество баллов за данный вид контроля может составлять от **0 – 10 баллов**.

5.1.2. Оценочные материалы: Типовые тестовые задания по дисциплине (контролируемая компетенция ПКС-1). Полный перечень тестовых заданий представлен в ЭОИС – <http://open.kbsu.ru/moodle/course/view.php?id=1564>

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

Первая контрольная точка

1. Секулярное уравнение в теории возмущений возникает (1)
 - 1) В отсутствии вырождения
 - +2) При наличии вырождения
 - 3) В любом случае
 - 4) Никогда не возникает
2. Адиабатическая теория возмущения основана на (1)
возможности разделения системы
 - 1) На слабо взаимодействующую и сильно взаимодействующую
 - +2) На быструю и медленную
 - 3) На точно решаемую и оставшуюся части
 - 4) На межфазные области
3. Спин частицы (1)
 - 1) Допускает классический аналог
 - +2) Не допускает классического аналога
 - 3) Связан с вращением частицы вокруг собственной оси
 - 4) Связан с тождественностью частиц
4. Обменное взаимодействие: (3)
 - 1) Является отдельным видом сил.
 - 2) Связано с классичность приборов.
 - 3) Связано с тождественностью частиц.
5. В основе системы элементов Менделеева положены допущения:
 - 1) Структура атома определяется атомным номером z .
 - 2) Электроны заменяют состояния с наименьшей возможной энергией.
 - 3) заполнение уровней ограниченного принципом Паули.
 - 4) Пункты 1) 2) и 3)
 - 5) Только пункты 1) и 2)
6. В молекулах расстояния между уравнениями энергии: (1)
 - 1) электронное \gg колебательное
 - 2) электронное \ll колебательное
 - 3) электронное \parallel колебательное
7. В молекулах расстояния между уровнями энергии: (1)
 - 1) колебательное \gg ротационное
 - 2) ротационное \gg колебательное
 - 3) ротационное \parallel колебательное
8. В s -состоянии момент импульса электрона $L = mVr$ равен нулю. Это означает, что в s -состоянии: (3)
 - 1) скорость электрона V равна нулю
 - 2) электрон упал на ядро ($r=0$)
 - 3) вероятность местонахождения электрона в поле ядра в любом направлении пространства одинакова

4) все три приведенные ответы равновероятны

Вторая контрольная точка

1. В методе Хартри-Фока ВФ системы электронов:

- +1) симметризована
- 2) не симметризована
- 3) не обладают определенной четностью

2. В методе Томаса – Ферми электроны:

- 1) не являются идеальным Ферми - газом
- +2) является идеальным Ферми – газом
- 3) является идеальным Бозе – газом

3. В методе Томаса – Ферми электроны:

- 1) имеют конечную температуру
- +2) находятся при абсолютном нуле
- 3) находятся при 0 °С

4. В методе Томаса – Ферми неустойчивым является:

- 1) положительный ион
- +2) отрицательный ион
- 3) нейтральный атом

Третья контрольная точка

1. Расщепление уровней энергии атома во внешнем сильном магнитном поле это:

- +1) Эффект Пашена-Бака
- 2) Эффект Штарка
- 3) Эффект Зеемана

2. Расщепление уровней энергии атома во внешнем слабом электрическом поле это:

- 1) Эффект Пашена-Бака
- +2) Эффект Штарка
- 3) Эффект Зеемана

3. Энергия Ван-дер-Ваальсова взаимодействия по теории возмущений есть:

- +1) поправка второго порядка
- +2) поправка первого порядка
- 3) поправка и первого и второго порядков

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.

5.1.3. Оценочные материалы: Типовые задания по дисциплине (контролируемая компетенция ПК-2):

1. Вывести формулу для дифференциального эффективного сечения:

$$(d\sigma = \frac{j_{\text{расс}}}{j_{\text{пад}}} ds)$$

2. Вывести ВФ на больших расстояниях от рассеивающего центра. (

$$\psi = e^{iky} + f(\theta, \varphi) e^{ikr} / r)$$

3. Исследовать формулу Борна для рассеяния медленных частиц.

4. Вывести формулу Резерфорда для рассеяния на точечном ядра.

5. В фазовой теории рассеяния найти полное сечение.

$$(\sigma = \sum_{l=0}^{\infty} \frac{4\pi}{k^2} (2l+1) \sin^2 \delta_l)$$

6. Сравнить эффективное сечение рассеяния с геометрическими размерами рассеивателя

7. Вывести оптическую теорему.

$$(\sigma = \frac{4\pi}{k} \text{Im} f(0))$$

8. Вывести формулу Брейта–Вигнера для рассеяния при ядерных реакциях для энергий $E > 50\text{-}100$ Мэв.

9. Обосновать адиабатическую гипотезу при определении матрицы рассеяния.

10. Вывести формулу Дайсона.

Критерии формирования оценок по заданиям для самостоятельной работы студента (типовые задания):

«отлично» (_5_ баллов) - обучающийся показал глубокие знания материала по поставленным вопросам, грамотно, логично его излагает, структурировал и де-тализовал информацию, избегая простого повторения информации из текста, информация представлена в переработанном виде. Свободно использует необходимые формулы при решении задач;

«хорошо» (_3_ балла) - обучающийся твердо знает материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в процессе решения задач;

«удовлетворительно» (_1-2_ баллов) - обучающийся имеет знания основного материала по поставленным вопросам, но не усвоил его деталей, допускает отдельные неточности при решении задач;

«неудовлетворительно» (0 баллов) – обучающийся допускает грубые ошибки в ответе на поставленные вопросы и при решении задач.

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.

Образцы контрольных заданий:

Рейтинговая контрольная работа №1

1. Конечные группы симметрии.
2. Кристаллографические группы.
3. Группы перестановок.

Рейтинговая контрольная работа №2

1. Симметрии и законы сохранения.
2. Линейные представления групп и их роль в квантовой механике.
3. Взаимодействие электромагнитного поля с веществом.

Рейтинговая контрольная работа №3

1. Теорема Вигнера. Импульс. Квазиимпульс.
2. Эффект Мессбауэра. Приближение кристаллического поля.
3. Периодические потенциалы и зонная структура энергетических спектров. Решетки и суперрешетки.

Критерии формирования оценок (оценивания) коллоквиума по темам дисциплины

Данный опрос является одним из основных способов учёта знаний студентов по дисциплине «Квантовая теория твердого тела», который может быть осуществлен, как в письменной, так и в устной форме. Развёрнутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения. При оценке ответа студента следует руководствоваться следующими критериями, учитывать:

- полноту и правильность ответа;
- степень осознанности, понимания изученного;
- языковое оформление ответа.

В результате коллоквиума обучающихся оценивают по следующим критериям:

«отличный (высокий) уровень компетенции» - ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов; обучающийся демонстрирует знание теоретического материала по теме;

«хороший (нормальный) уровень компетенции» - ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Обучающийся демонстрирует знание теоретического материала по теме работы, допуская незначительные неточности;

«удовлетворительный (минимальный, пороговый) уровень компетенции» – ставится за работу, если бакалавр правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой

ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой..

«неудовлетворительный (ниже порогового) уровень компетенции» – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

Итоговый балл, в соответствии с установленными критериями, определяется преподавателем. Максимальное количество баллов за данный вид контроля может составлять от **0 – 8 баллов**.

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 зачета.

Промежуточная аттестация может проводиться в устной, письменной форме, и в форме тестирования. На промежуточную аттестацию отводится до 30 баллов.

Вопросы на зачет:

- 1.Симметрии и стационарные состояния кристаллов.
- 2.Адиабатическое приближение.
- 3.Пространственная решетка и обратная решетка кристаллов.
- 4.Законы сохранения.
- 5.Линейные представления групп и их роль в квантовой теории твердого тела.
- 6.Приближение кристаллического поля.
- 7.Периодические потенциалы и зонная структура энергетических спектров.
- 8.Решетки и суппер - решётки.
- 9.Взаимодействие между фононами.
- 10.Фононная теплоемкость твердых тел.
- 11.Макроскопическая теория оптических ветвей колебаний и теория поляритонов.
- 12.Квантовая теория поляритонов.
- 13.Теория взаимодействия света с фононами.
- 14.Взаимодействие электромагнитного поля с веществом.
- 15.Эффект Мессбауэра.
- 16.Пространство состояний с неопределенным числом частиц.
- 17.Вторичное квантование.
- 18.Основные операторы в представлении вторичного квантования.
- 19.Уравнение движения в представлении вторичного квантования.
- 20.Вариационный принцип Боголюбова.
- 21.Плазменные волны в твердых телах.
- 22.Спиновые волны в ферромагнетиках. Магноны.
- 23.Силы Ван – дер – Вальса. Потенциалы Ленарда – Джонса.
- 24.Кристаллографические группы. Группы перестановок.
- 25.Тунелирование в квазиклассическом приближении.
- 26.Модель Томаса – Ферми.

Критерии формирования оценок по промежуточной аттестации:

Для получения зачёта студент должен набрать по сумме всех типов контроля 60 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. На зачёте студент демонстрирует знания предусмотренного программой материала, умеет четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы.

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.

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

Максимальная сумма (100 баллов при наличии экзамена и 60 баллов при наличии зачёта), 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).

Критерием оценки уровня сформированности компетенций в рамках учебной дисциплины.

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)

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

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 основы теории твердого тела и иметь целостное представление о процессах и явлениях, происходящих в твердом теле; методы решения основных уравнений квантовой теории твердого тела; физические следствия и	Типовые оценочные материалы для устного опроса 5.1.1; типовые тестовые задания 5.1.2; типовые оценочные материалы-задачи – 5.1.3; типовые оценочные материалы к зачёту 5.2 и 5.3.

	законы, вытекающие из решения уравнений квантовой теории твердого тела;	
	<p>Уметь Использовать понимание законов определяющих квантовую теорию твердого тела для развития способности проводить научные исследования в этой области 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. Уметь применять полученные знания для анализа физических задач и владеть приемами их решения; использовать возможности современных научных методов познания твердого тела на микроскопическом уровне.</p>	Типовые оценочные материалы для устного опроса 5.1.1; типовые тестовые задания 5.1.2; типовые оценочные материалы-задачи – 5.1.3; типовые оценочные материалы к зачёту 5.2 и 5.3.
	<p>Владеть: методами расчёта фундаментальных явлений и процессов в твердом теле, в объяснении которых используются квантовые эффекты; основными понятиями и методами, применять их для решения конкретных практических задач и</p>	Типовые оценочные материалы для устного опроса 5.1.1; типовые тестовые задания 5.1.2; типовые оценочные материалы-задачи – 5.1.3; типовые оценочные материалы к зачёту 5.2 и 5.3.

	использовать современные методы исследования свойств конденсированных состояний в практических целях	
ПКС-1.2 Способен применять полученные знания для анализа и практического использования свойств конденсированных фаз и нанообъектов	Знать основы теории твердого тела и иметь целостное представление о процессах и явлениях, происходящих в твердом теле; методы решения основных уравнений квантовой теории твердого тела; физические следствия и законы, вытекающие из решения уравнений квантовой теории твердого тела на уровне, позволяющем применять полученные знания для анализа и практического использования свойств конденсированных фаз и нанообъектов	
	Уметь: применять полученные знания для анализа физических задач и владеть приемами их решения; использовать возможности современных научных методов познания твердого тела на микроскопическом уровне и применять полученные знания для анализа и практического использования свойств конденсированных фаз и нанообъектов	
	Владеть: методами расчёта фундаментальных явлений и процессов в твердом теле, в объяснении которых	

	используются квантовые эффекты; основными понятиями и методами, применять их для решения конкретных практических задач и применять полученные знания для анализа и практического использования свойств конденсированных фаз и нанобъектов	
ПКС-1.3 Способен применять математические методы обработки результатов исследования	Знать основы теории твердого тела и иметь целостное представление о процессах и явлениях, происходящих в твердом теле; методы решения основных уравнений квантовой теории твердого тела; физические следствия и законы, вытекающие из решения уравнений квантовой теории твердого тела и применять математические методы обработки результатов исследования в физике твёрдого тела	
	Уметь: применять математические методы обработки результатов исследования в физике твёрдого тела; применять полученные знания для анализа физических задач и владеть приемами их решения; использовать возможности современных научных методов познания твердого тела на микроскопическом уровне.	
	Владеть: математическими	

	<p>методами обработки результатов исследования в физике твёрдого тела, методами расчёта фундаментальных явлений и процессов в твердом теле, в объяснении которых используются квантовые эффекты, основными понятиями и методами, применять их для решения конкретных практических задач.</p>	
--	--	--

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 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.

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. Пайерлс Р. Квантовая теория твердых тел [Электронный ресурс]/ Пайерлс Р.— Электрон. текстовые данные.— Москва-Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2002.— 260 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17624.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Розин К.М. Кристаллофизика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Розин К.М., Петраков В.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский Дом МИСиС, 2006.— 248 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56274.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Журавлев В.А. Лекции по квантовой теории металлов [Электронный ресурс]/ Журавлев В.А.— Электрон. текстовые данные.— Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2002.— 240 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16553.html>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Пайерлс Р. Квантовая теория твердых тел [Электронный ресурс]/ Пайерлс Р.— Электрон. текстовые данные.— Москва-Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2002.— 260 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17624.html>.— ЭБС «IPRbooks»
5. Шевченко О.Ю. Основы физики твердого тела [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Шевченко О.Ю.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Университет ИТМО, 2010.— 77 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67512.html>.— ЭБС «IPRbooks»
6. Гуртов В.А. Физика твердого тела для инженеров [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Гуртов В.А., Осауленко Р.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2012.— 560 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26903.html>.— ЭБС «IPRbooks»

7. Физика твердого тела [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.А. Корнилович [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012.— 71 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45187.html>.— ЭБС «IPRbooks»
8. Физика твердого тела [Электронный ресурс]: сборник задач/ И.М. Анфимов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский Дом МИСиС, 2011.— 70 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56591.html>.— ЭБС «IPRbooks»
9. Элементы физики твёрдого тела [Электронный ресурс]: учебное пособие/ — Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный аграрный университет, 2012.— 160 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64832.html>.— ЭБС «IPRbooks»

7.3. Дополнительная литература

1. Анималу А. Квантовая теория кристаллических твердых тел. М., Мир, 1981 г.
2. Займан Дж. Принципы теории твердого тела М., Мир, 1974 г.
3. Давыдов А.С. Теория твердого тела. М., Наука, 1976 г.
4. В.Г. Левич, Ю.А. Вдовин, В.А. Мямлин. Курс теоретической физики. Том 2, М., Наука, 1971.
5. Тернов И.М., Жуковский В.Ч., Борисов А.В. Квантовая механика и макроскопические эффекты, М., Изд. Моск. Университета, 1993.

4. Периодические издания (газета, вестник, бюллетень, журнал)

Отдельные статьи по данной дисциплине опубликованы в различных физических журналах.

7.5. Интернет-ресурсы

При изучении дисциплины «Квантовая теория твердого тела» 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 (2021-2022 уч.г.)

№п/п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика	Адрес сайта	Наименование организации-владельца; реквизиты договора	Условия доступа

1.	«Web of Science» (WOS)	Политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных, в которой индексируются около 12,5 тыс. журналов	http://www.isiknowledge.com/	Компания Thomson Reuters Сублицензионный договор № WoS/592 от 05.09.2019 г. Активен до 31.12.2021г.	Доступ по IP-адресам КБГУ
2.	Sciverse Scopus издательства «Эльзевир. Наука и технологии»	Реферативная и аналитическая база данных, содержащая 21.000 рецензируемых журналов; 100.000 книг; 370 книжный серий (продолжающихся изданий); 6,8 млн. докладов из трудов конференций	http://www.scopus.com	Издательство «Elsevier. Наука и технологии» Сублицензионный договор № Scopus/592 от 05.09.2019 г. Активен до 31.12.2021г.	Доступ по IP-адресам КБГУ
3.	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»	Полный доступ
4.	База данных Science Index (РИНЦ)	Национальная информационно-аналитическая система, аккумулирующая более 6 миллионов публикаций российских авторов, а также информацию об их цитировании из более 4500 российских журналов.	http://elibrary.ru	ООО «НЭБ» Лицензионный договор Science Index №SIO-741/2021 от 12.07.2021 г. Активен до 01.08.2022г.	Авторизованный доступ. Позволяет дополнять и уточнять сведения о публикациях ученых КБГУ, имеющих в РИНЦ

5.	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 «Политехресурс» (г. Москва) Договор №310СЛ/08-2021 От 30.09.2021 г. Активен до 30.09.2022г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
6.	«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 №288СЛ/04-2021 От 20.04.2021 г. Активен до 20.04.2022г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
7.	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://e.lanbook.com/	ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-Петербург) Договор №12ЕП/223 от 09.02.2021 г. Активен до 28.02.2022г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
8.	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://нэб.рф	ФГБУ «Российская государственная библиотека» Договор №101/НЭБ/166 6-п от 10.09.2020г. Сроком на 5 лет	Доступ с электронного читального зала библиотеки КБГУ
9.	ЭБС «IPRbooks»	107831 публикаций, в т.ч.: 19071 – учебных изданий, 6746 – научных изданий, 700 коллекций, 343 журнала ВАК, 2085 аудиоизданий.	http://iprbooks.ru/	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Саратов) Договор №7821/21 от 02.04.2021 г. Активен до 02.04.2022г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)

10	ЭБС «Юрайт» для СПО	Электронные версии учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для СПО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	https://www.biblio-online.ru/	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) Договор №192/ЕП-223 От 29.10.2021 г. Активен до 31.10.2022 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
11	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
12	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. Сроком на 5 лет (с дальнейшей пролонгацией)	Авторизованный доступ из библиотеки (ауд. №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 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».

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 2

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (ДОПОЛНЕНИЙ)

в рабочую программу по дисциплине «Квантовая теория твердого тела» 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	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, заданий)	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: 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 ПКС-1.3 Способен применять математические методы обработки результатов исследования
36-61	Зачтено (с процедурой сдачи зачета)	Обучающийся проявляет компетенции ПК-1, 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.