

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		



УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ИФФВТ
от 21 мая 2024 г., протокол № 10

Председатель _____ /В.В. Рыбин/
подпись

21 мая 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплина:	«Квантовая теория конденсированного состояния»
Факультет	Инженерно-физический факультет высоких технологий (ИФФВТ)
Кафедра	Кафедра Физического материаловедения (ФМ)
Курс	4

Направление (специальность): **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**
(код направления (специальности), полное наименование)

Направленность (профиль/специализация) **Материаловедение наноструктурированных композиционных материалов**
полное наименование

Форма обучения **очная**

очная, заочная, очно-заочная (указать только те, которые реализуются)

Дата введения в учебный процесс УлГУ:

« 1 » сентября 2024 г.

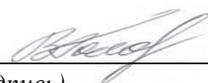
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол №__ от __ 20__ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол №__ от __ 20__ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол №__ от __ 20__ г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
Рыбин В.В.	ФМ	Доцент, к.ф.-м.н.

СОГЛАСОВАНО	СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой, реализующей дисциплину (кафедра ФМ)	Заведующий выпускающей кафедрой (кафедра ФМ)
 (подпись) /В.Н. Голованов/ (ФИО) «15» __ мая __ 2024 г.	 (подпись) /В.Н. Голованов/ (ФИО) «15» __ мая __ 2024 г.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели освоения дисциплины:

- получение знаний в области физики конденсированного состояния вещества, кристаллических решеток, фононов и электронов, их законов дисперсии, зонной структуры твердого тела, понятий зон Бриллюэна для элементарных возбуждений;

Задачи освоения дисциплины:

- изучение основ физики твердого тела и физики полупроводников;
- понимание физической сущности процессов, протекающих в металлах, полупроводниковых, диэлектрических, магнитных материалах и в структурах, созданных на основе этих материалов, в том числе и при воздействии внешних полей и изменении температуры;
- умение проводить количественную оценку величины эффектов и характеристических параметров с учетом особенностей кристаллической структуры, электронного и фононного спектров, типа и концентрации легирующих примесей.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Квантовая теория конденсированного состояния» относится к вариативной части Блока I дисциплин цикла подготовки бакалавров по направлению **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов.**

В рамках данной дисциплины рассматриваются явления и процессы, протекающие в твердых телах различной природы.

Освоение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин «Физика», «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения».

Для освоения дисциплины студент должен иметь следующие «входные» знания, умения, навыки и компетенции:

- знание базовых понятий и определений общей физики;
- знание базовых понятий и определений математического анализа.

Результаты освоения дисциплины будут необходимы для дальнейшего процесса обучения в рамках поэтапного формирования компетенций при изучении следующих специальных дисциплин:

- Физика конденсированного состояния
- Общее материаловедение
- Кристаллография, рентгенография
- Фазовые равновесия и структурообразование
- Физика прочности и пластичности сплавов и композитов

а также для прохождения учебной, производственной и преддипломной практик, государственной итоговой аттестации.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	<p>Знать: классификацию твердых тел на металлы, полупроводники и диэлектрики с точки зрения зонной теории</p> <p>Уметь: понимать физическую сущность процессов, протекающих в металлах, полупроводниковых, диэлектрических, магнитных материалах и в структурах, созданных на основе этих материалов</p> <p>Владеть: опытом проведения количественных оценок величины эффектов и характеристических параметров с учетом особенностей кристаллической структуры, электронного и фононного спектров, типа и концентрации легирующих примесей.</p>

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) – 4 ЗЕ

4.2. По видам учебной работы (в часах): 144

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения – очная)		
	Всего по плану	в т.ч. по семестрам	
		7	1-6,8
Контактная работа обучающихся с преподавателем	72	72	–
Аудиторные занятия:			–
• лекции	36	36	–
• практические и семинарские занятия	36	36	–
• лабораторные работы (лабораторный практикум)	–	–	–
Самостоятельная работа	36	36	–
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее 2 видов)	Устный опрос, индивидуальные расчетные работы.	Устный опрос, индивидуальные расчетные работы.	–.
Курсовая работа	-	-	–
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	Экзамен (36)	Экзамен (36)	–
Всего часов по дисциплине	144	144	–

4.3. Содержание дисциплины (модуля). Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Название разделов	Всего	Виды учебных занятий	Форма
-------------------	-------	----------------------	-------

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

<i>и тем</i>		<i>Аудиторные занятия</i>			<i>в т.ч. занятия в интерактивной форме</i>	<i>Самостоятельная работа</i>	текущего контроля знаний
		<i>лекции</i>	<i>практические занятия, семинары</i>	<i>лабораторные работы</i>			
Тема 1. Основные постулаты квантовой механики. Дуализм явлений микромира	6	2	2			2	Устный опрос, индивидуальные расчетные работы.
Тема 2. Динамика одномерных квантовых систем	12	4	4			4	Устный опрос, индивидуальные расчетные работы.
Тема 3. Конденсированное состояние как ансамбль взаимодействующих частиц	18	6	6			6	Устный опрос, индивидуальные расчетные работы.
Тема 4. Свойства молекул, взаимодействия между частицами	6	2	2			2	Устный опрос, индивидуальные расчетные работы.
Тема 5. Кристаллические решетки Браве	12	4	4			4	Устный опрос, индивидуальные расчетные работы.
Тема 6. Зоны Бриллюэна	12	4	4			4	Устный опрос, индивидуальные расчетные работы.
Тема 7. Тепловые возбуждения решетки. Фононы	18	6	6			6	Устный опрос, индивидуальные расчетные работы.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Тема 8. Оптические фононы	12	4	4			4	Устный опрос, индивидуальные расчетные работы.
Тема 9. Теплоемкость решетки	12	4	4			4	Устный опрос, индивидуальные расчетные работы.
Экзамен	36						
ИТОГО:	144	36	36			36	Устный опрос, индивидуальные расчетные работы.

5. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

Тема 1. Основные постулаты квантовой механики. Дуализм явлений микромира.

Основные постулаты квантовой теории. Принцип суперпозиции. Дискретные свойства волн, волновые свойства частиц. Наблюдаемые состояний. Операторное представление динамических переменных в квантовой теории. Стационарное уравнение Шредингера. Принцип неопределенности Гейзенберга. Вычисление результатов эксперимента. Принцип канонического квантования.

Тема 2. Динамика одномерных квантовых систем

Финитное и инфинитное движения квантовой частицы. Состояния квантовой частицы в квантовой яме. Граничные условия для уравнения Шредингера частицы в квантовой яме. Спектр энергии в квантовой яме. Отражение и прохождение частиц через потенциальные барьеры. Туннельный эффект. Гармонический осциллятор.

Тема 3. Конденсированное состояние как ансамбль взаимодействующих частиц.

Понятие частиц в квантовой механике. Структурные единицы вещества. Роль ядер, электронных оболочек, сил взаимодействия, статистики структурных единиц в формировании свойств конденсированных сред.

Электрон в поле сферически симметричного потенциала, его энергия, волновая функция. Атом водорода. Атомные орбитали. Их гибридизация. Правила Хунда. Многоатомные частицы, молекулярные орбитали. Связывающие и разрыхляющие орбитали. Сигма и пи орбитали. Энергия молекулярных орбиталей. Прочность химической связи.

Тема 4. Свойства молекул, взаимодействия между частицами.

Дипольные моменты молекул. Магнитные свойства молекул. Взаимодействия молекул, ионная, ковалентная, водородная, металлическая связи. Взаимодействие Ван дер Вальса. Жидкости и твердые тела.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Тема 5. Кристаллические решетки Браве.

Кристаллическая структура и ее описание. Трехмерные кристаллические решетки Браве. Элементы симметрии кристаллических решеток Браве. Энергия связи кристалла и ее расчет. Построение ячеек Вигнера-Зейтца. Построение обратных решеток для трехмерных решеток Браве.

Тема 6. Зоны Бриллюэна.

Зоны Бриллюэна. Построение зон Бриллюэна для двумерных плоских решеток. Построение зон Бриллюэна для различных трехмерных кристаллических решеток.

Тема 7. Тепловые возбуждения решетки. Фононы.

Основное состояние кристалла. Нулевые колебания. Методы описания тепловых колебаний решетки. Одномерная цепочка атомов. Фононы. Стоячие волны, бегущие волны. Закон дисперсии акустических фононов в одномерной цепочке атомов. Учет взаимодействия вторых соседей. Акустические фононы в трехмерных решетках. Энергетический спектр акустических фононов. Спектральная плотность акустических фононов. Спектральная плотность акустических фононов в двумерных и одномерных системах. Особенности ван Хофа в трехмерных, двумерных и одномерных системах. Статистика акустических фононов. Среднее число фононов, средняя энергия фононов, температура Дебая.

Тема 8. Оптические фононы.

Закон дисперсии оптических фононов для одномерной цепочки чередующихся атомов двух сортов с одной степенью свободы. Закон дисперсии оптических фононов для одномерной цепочки чередующихся атомов двух сортов с тремя степенями свободы. Оптические фононы в кристаллах. Статистика оптических фононов. Спектральная плотность оптических фононов.

Тема 9. Теплоемкость решетки.

Энергия тепловых колебаний решетки. Модель Дебая. Закон Дюлонга – Пти. Температурная зависимость теплоемкости. Теплоемкость низкоразмерных кристаллических решеток – двумерных и одномерных.

6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Тема 1. Основные постулаты квантовой механики. Дуализм явлений микромира.

Занятие 1.

Форма проведения – семинар.

Вопросы по теме: Дискретные свойства волн, волновые свойства частиц. Стационарное уравнение Шредингера. Принцип неопределенности Гейзенберга. Решение задач.

Тема 2. Динамика одномерных квантовых систем

Занятия 2-3.

Форма проведения – семинар.

Вопросы по теме: Состояния квантовой частицы в квантовой яме. Граничные условия для уравнения Шредингера частицы в квантовой яме. Спектр энергии в квантовой яме. Отражение и прохождение частиц через потенциальные барьеры. Туннельный эффект. Гармонический осциллятор. Решение задач.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Тема 3. Конденсированное состояние как ансамбль взаимодействующих частиц.

Занятия 4-6.

Форма проведения – семинар.

Вопросы по теме: Электрон в поле сферически симметричного потенциала, его энергия, волновая функция. Атом водорода. Атомные орбитали. Их гибридизация. Правила Хунда. Многоатомные частицы, молекулярные орбитали. Связывающие и разрыхляющие орбитали. Сигма и пи орбитали. Энергия молекулярных орбиталей. Прочность химической связи. Решение задач.

Тема 4. Свойства молекул, взаимодействия между частицами.

Занятия 7.

Форма проведения – семинар.

Вопросы по теме: Дипольные моменты молекул. Магнитные свойства молекул. Взаимодействия молекул, ионная, ковалентная, водородная, металлическая связи. Взаимодействие Ван дер Вальса. Жидкости и твердые тела. Решение задач.

Тема 5. Кристаллические решетки Браве.

Занятия 8-9.

Форма проведения – семинар.

Вопросы по теме: Кристаллическая структура и ее описание. Трехмерные кристаллические решетки Браве. Элементы симметрии кристаллических решеток Браве. Энергия связи кристалла и ее расчет. Построение ячеек Вигнера-Зейтца. Построение обратных решеток для трехмерных решеток Браве. Решение задач.

Тема 6. Зоны Бриллюэна.

Занятия 10-11.

Форма проведения – семинар.

Вопросы по теме: Зоны Бриллюэна. Построение зон Бриллюэна для двумерных плоских решеток. Построение зон Бриллюэна для различных трехмерных кристаллических решеток. Решение задач.

Тема 7. Тепловые возбуждения решетки. Фононы.

Занятия 12-14.

Форма проведения – семинар.

Вопросы по теме: Нулевые колебания. Методы описания тепловых колебаний решетки. Одномерная цепочка атомов. Фононы. Стоячие волны, бегущие волны. Закон дисперсии акустических фононов в одномерной цепочке атомов. Учет взаимодействия вторых соседей. Акустические фононы в трехмерных решетках. Энергетический спектр акустических фононов. Спектральная плотность акустических фононов. Спектральная плотность акустических фононов в двумерных и одномерных системах. Особенности ван Хофа в трехмерных, двумерных и одномерных системах. Статистика акустических фононов. Среднее число фононов, средняя энергия фононов, температура Дебая. Решение задач.

Тема 8. Оптические фононы.

Занятия 15-16.

Форма проведения – семинар.

Вопросы по теме: Закон дисперсии оптических фононов для одномерной цепочки чередующихся атомов двух сортов с одной степенью свободы. Закон дисперсии оптических фононов для одномерной цепочки чередующихся атомов двух сортов с тремя

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

степенями свободы. Оптические фононы в кристаллах. Статистика оптических фононов. Спектральная плотность оптических фононов. Решение задач.

Тема 9. Теплоемкость решетки.

Занятия 17-18.

Форма проведения – семинар.

Вопросы по теме: Энергия тепловых колебаний решетки. Модель Дебая. Закон Дюлонга – Пти. Температурная зависимость теплоемкости. Теплоемкость низкоразмерных кристаллических решеток – двумерных и одномерных. Решение задач.

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ (ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ)

Данный вид работы не предусмотрен УП.

8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Данный вид работы не предусмотрен УП.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

1. Дискретные свойства волн, волновые свойства частиц. Принцип неопределенности Гейзенберга.
2. Стационарное уравнение Шредингера.
3. Состояния квантовой частицы в квантовой яме.
4. Граничные условия для уравнения Шредингера частицы в квантовой яме. Спектр энергии в квантовой яме.
5. Отражение и прохождение частиц через потенциальные барьеры. Туннельный эффект.
6. Понятие частиц в квантовой механике. Структурные единицы вещества.
7. Роль ядер, электронных оболочек, сил взаимодействия, статистики структурных единиц в формировании свойств конденсированных сред.
8. Электрон в поле сферически симметричного потенциала, его энергия, волновая функция. Атом водорода.
9. Геометрия волновых функций s , p , d , f состояний. Атомные орбитали.
10. Схема энергетических уровней в атоме, заполнение их электронами. 1ое и 2ое правила Хунда.
11. Гибридные орбитали. Условия гибридизации. Построение гибридных орбиталей. Основные типы гибридных орбиталей, виды связи.
12. Молекулярные орбитали: связывающие, разрыхляющие и несвязывающие, многоцентровые и двухцентровые орбитали.
13. Энергия молекулярных орбиталей и валентных связей. Прочность химической связи.
14. Дипольные моменты молекул.
15. Магнитные свойства молекул.
16. Различные типы взаимодействий в конденсированных средах
17. Кристаллическая структура и ее описание. Кристаллические решетки Браве.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

18. Ячейка ВигнераЗейтца, ее построение.
19. Обратная решетка. Построение обратных решеток для трехмерных решеток Браве.
20. Квазичастицы, Основные характеристики квазичастиц.
21. Основное состояние кристалла. Нулевые колебания.
22. Методы описания тепловых колебаний кристаллической решеток. Фононы.
Стоячие волны. Бегущие волны.
23. Закон дисперсии акустических фононов в одномерной цепочке атомов при учете взаимодействия атома с двумя ближайшими соседями.
24. Закон дисперсии акустических фононов в одномерной цепочке атомов при учете взаимодействия атома с четырьмя ближайшими соседями.
25. Энергетический спектр акустических фононов. Статистика акустических фононов, средняя энергия фононов. Среднее число фононов.
26. Температура Дебая.
27. Теплоемкость решетки. Модель Дебая.
28. Спектральная плотность фононов в трехмерном, двумерном и одномерном случаях.
29. Особенности распространения звуковых волн в трехмерных кристаллах. Зоны Бриллюэна.
30. Поверхности постоянной частоты фононов.
31. Оптические фононы. Закон дисперсии оптических фононов для линейной цепочки двух чередующихся сортов атомов с одной степенью свободы.
32. Закон дисперсии оптических фононов для линейной цепочки двух чередующихся сортов атомов с тремя степенями свободы. Оптические фононы в трехмерных кристаллах.
33. Спектральная плотность оптических фононов.
34. Общая картина спектра колебаний кристаллической решетки.
35. Невзаимодействующие электроны в потенциальном ящике. Энергия и импульс Ферми.
36. Электрон в поле периодического потенциала кристаллической решетки.
Эффективный потенциал. Зонная структура твердого тела.

10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Форма обучения **очная**

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (<i>проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.</i>)	Объем в часах	Форма контроля (<i>проверка решения задач, реферата и др.</i>)
Тема 1. Основные постулаты квантовой механики. Дуализм явлений микромира	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Решение задач; Подготовка к сдаче экзамена.	2	Устный опрос, проверка индивидуальной расчетной работы.
Тема 2. Динамика	Проработка учебного материала с	4	Устный опрос,

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

одномерных квантовых систем	использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Решение задач; Подготовка к сдаче экзамена.		проверка индивидуальной расчетной работы.
Тема 3. Конденсированное состояние как ансамбль взаимодействующих частиц	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Решение задач; Подготовка к сдаче экзамена.	6	Устный опрос, проверка индивидуальной расчетной работы.
Тема 4. Свойства молекул, взаимодействия между частицами	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Решение задач; Подготовка к сдаче экзамена.	2	Устный опрос, проверка индивидуальной расчетной работы.
Тема 5. Кристаллические решетки Браве	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Решение задач; Подготовка к сдаче экзамена.	4	Устный опрос, проверка индивидуальной расчетной работы.
Тема 6. Зоны Бриллюэна	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Решение задач; Подготовка к сдаче экзамена.	4	Устный опрос, проверка индивидуальной расчетной работы.
Тема 7. Тепловые возбуждения решетки. Фононы	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Решение задач; Подготовка к сдаче экзамена.	6	Устный опрос, проверка индивидуальной расчетной работы.
Тема 8. Оптические фононы	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Решение задач; Подготовка к сдаче экзамена.	4	Устный опрос, проверка индивидуальной расчетной работы.
Тема 9. Теплоемкость	Проработка учебного материала с	4	Устный опрос,

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

решетки	использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Решение задач; Подготовка к сдаче экзамена.		проверка индивидуальной расчетной работы.
	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Решение задач; Подготовка к сдаче экзамена.		Устный опрос, проверка индивидуальной расчетной работы.
	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Решение задач; Подготовка к сдаче экзамена.		Устный опрос, проверка индивидуальной расчетной работы.
	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Решение задач; Подготовка к сдаче экзамена.		Устный опрос, проверка индивидуальной расчетной работы.
	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Решение задач; Подготовка к сдаче экзамена.		Устный опрос, проверка индивидуальной расчетной работы.
	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Решение задач; Подготовка к сдаче экзамена.		Устный опрос, проверка индивидуальной расчетной работы.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Список рекомендуемой литературы

Основная:

1. Краснопевцев, Е. А. Квантовая механика в приложениях к физике твердого тела : учебное пособие / Е. А. Краснопевцев. — Новосибирск : Новосибирский

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

государственный технический университет, 2017. — 357 с. — ISBN 978-5-7782-3365-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91725.html>

2. Физика конденсированного состояния: основные свойства твердых тел : учебно-методическое пособие / Т. И. Касаткина, Т. Л. Тураева, О. В. Стогней, Т. В. Дубовицкая. — Воронеж : Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2022. — 193 с. — ISBN 978-5-7731-1073-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/127250.html>

Дополнительная:

1. Филимонова, Н. И. Физика конденсированного состояния : учебное пособие / Н. И. Филимонова, Р. П. Дикарева. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2016. — 136 с. — ISBN 978-5-7782-2960-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91569.html>

Учебно-методическая:

1. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Квантовая теория. Квантовая теория конденсированного состояния» / В. В. Рыбин; УлГУ, ИФФВТ. - Ульяновск : УлГУ, 2019. - Загл. с экрана; Неопубликованный ресурс. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 1,16 МБ). - Текст : электронный. // — URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/7964>

Согласовано:

Вед. Специалист ООП НБ / Чамеева А.Ф. /  / _____
 Должность сотрудника научной библиотеки / ФИО / подпись / дата

б) программное обеспечение

не предусмотрено

в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. Цифровой образовательный ресурс IPRsmart : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». - Саратов, [2023]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru>. — Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. Образовательная платформа ЮРАЙТ : образовательный ресурс, электронная библиотека : сайт / ООО Электронное издательство «ЮРАЙТ». — Москва, [2023]. - URL: <https://urait.ru>. — Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. База данных «Электронная библиотека технического ВУЗа (ЭБС «Консультант студента») : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Политехресурс». — Москва, [2023]. — URL: <https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. — Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. — Текст : электронный.

1.4. Консультант врача. Электронная медицинская библиотека : база данных : сайт / ООО «Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг». — Москва, [2023]. — URL: <https://www.rosmedlib.ru>. — Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. — Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Букап». — Томск, [2023]. — URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/>. — Режим доступа: для

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.6. ЭБС Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС «Лань». – Санкт-Петербург, [2023]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.7. ЭБС **Znanium.com** : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Знаниум». - Москва, [2023]. - URL: <http://znanium.com> . – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справочная правовая система. / ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2023].

3. Базы данных периодических изданий:

3.1. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО «Научная Электронная Библиотека». – Москва, [2023]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.2. Электронная библиотека «Издательского дома «Гребенников» (Grebinnikon) : электронная библиотека / ООО ИД «Гребенников». – Москва, [2023]. – URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

4. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» : электронная библиотека : сайт / ФГБУ РГБ. – Москва, [2023]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

5. Российское образование : федеральный портал / учредитель ФГАУ «ФИЦТО». – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

6. Электронная библиотечная система УлГУ : модуль «Электронная библиотека» АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

Согласовано:

Инженер ведущий / Щуренко Ю.В. /  / 25.05.2023
 Должность сотрудника УИТиТФИО ФИО подпись дата

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитории для проведения лекций, семинарских занятий, для выполнения лабораторных работ и практикумов, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций.

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для предоставления информации большой аудитории.

13. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

– для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

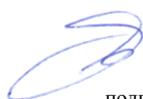
аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Разработчик



подпись

доцент, Рыбин Владислав Витальевич

должность, ФИО