

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной  
работе

                    Лейфа                    А.В. Лейфа

« 1 » сентября 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**«ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ»**

Научная специальность 1.3.8. Физика конденсированного состояния

Год набора – 2023

Год обучения – 4

Общая трудоемкость дисциплины 72.0 (академ. час), 2.00 (з.е)

Составитель Е.В. Стукова, доцент, д-р физ.-мат. наук

Инженерно-физический факультет

Кафедра физики

2023

Рабочая программа составлена на основании Федеральных государственных требований по научной специальности от 20.10.21 № 951

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики

01.09.2023 г. , протокол № 1

Заведующий кафедрой Стукова Е.В. Стукова

СОГЛАСОВАНО

Зав. отделом докторантуры и аспирантуры

Сизова Е.С. Сизова

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и  
технического обеспечения

Годосейчук А.А. Годосейчук

« 1 » сентября 2023 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель дисциплины:

изучение теорий физики конденсированного состояния, их практического применения.

### Задачи дисциплины:

- 1) дать целостное представление о содержании, основных понятиях, законах и методах физики конденсированного состояния;
- 2) показать связь между атомно-электронной структурой твердых тел, их составом и различными физическими свойствами;
- 3) помочь овладеть приемами и методами решения конкретных задач из области физики конденсированного состояния.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Физика конденсированного состояния» входит Образовательный компонент, раздел «Дисциплины (модули)» учебного плана. Для освоения дисциплины обучающиеся используют знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе обучения в вузе (в рамках высшего образования по направлениям подготовки бакалавриата и магистратуры). Для усвоения дисциплины обучаемый должен обладать базовой подготовкой и владеть компетенциями, современными знаниями специалиста или магистра.

## 3. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2.00 зачетных единицы, 72.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) дисциплины

3 – Год обучения

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – ПЗ (Практические занятия)

4.3 – Самостоятельная работа (в академических часах)

5 – Формы текущего контроля успеваемости (по семестрам), Форма промежуточной аттестации (по семестрам)

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Симметрия и стационарные состояния кристаллов	Адиабатическое приближение. пространственная решетка кристаллов. Обратная решетка кристаллов. Собственные значения и собственные функции оператора трансляции. Зоны Бриллюэна.
2	Колебания кристаллической решетки. Фононы	Колебания кристаллической решетки. Уравнения движения атомов. Простая и сложная одномерные цепочки атомов. Закон дисперсии упругих волн. Акустические и оптические колебания. Квантование колебаний. Фононы в ковалентных и

		молекулярных кристаллах
3	Электронные свойства кристаллов	Электрон в периодическом поле. Приближенные методы вычисления одноэлектронных состояний. Вторичное квантование систем электронов.
4	Электрон-фононное взаимодействие	Метод деформации в ковалентных кристаллах. Электрон-фононное взаимодействие в ионных кристаллах. Квантовая теория взаимодействия электронов с фононами в ионных кристаллах.

#### 4.2. Практические занятия

Наименование темы	Содержание темы
Симметрия и стационарные состояния кристаллов	Плотность электронных состояний в шкале энергий. Зоны Бриллюэна
Колебания кристаллической решетки. Фононы	Фононная теплоемкость. Теплопроводность неметаллов.
Электронные свойства кристаллов	Классификация твердых тел на основе энергетического спектра их электронных состояний. Квантование движения электрона в зоне проводимости при наличии магнитного поля. Изознергетические поверхности
Электрон-фононное взаимодействие	Акустические и оптические и оптические фононы в молекулярных и ионных кристаллах. Сверхпроводимость

#### 5. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Симметрия и стационарные состояния кристаллов	Контроль выполнения домашних заданий	14
2	Колебания кристаллической решетки. Фононы	Контроль выполнения домашних заданий	14
3	Электронные свойства кристаллов	Контроль выполнения домашних заданий	14
4	Электрон-фононное взаимодействие	Контроль выполнения домашних заданий	14

#### 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При преподавании дисциплины «Физика конденсированного состояния» используются как традиционные (лекция, лекция - беседа, проблемная лекция, лекция-семинар), так и инновационные технологии (применение мультимедийного проектора, использование ресурсов сети Internet и электронных учебников).

Лекционные занятия проводятся с использованием традиционной, активной и интерактивной форм обучения.

#### 7. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Описание показателей и критериев оценивания, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а также методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств по дисциплине «Физика конденсированного состояния»

Примерные вопросы к экзамену

1. Адиабатическое приближение. пространственная решетка кристаллов.
2. Обратная решетка кристаллов.
3. Собственные значения и собственные функции оператора трансляции.
4. Плотность электронных состояний в шкале энергий.
5. Зоны Бриллюэна.
6. Колебания кристаллической решетки. Уравнения движения атомов.
7. Простая и сложная одномерные цепочки атомов.
8. Закон дисперсии упругих волн.
9. Акустические и оптические колебания.
10. Квантование колебаний.
11. Фононы в ковалентных и молекулярных кристаллах
12. Фононная теплоемкость. Теплопроводность неметаллов.
13. Электрон в периодическом поле. Приближенные методы вычисления одноэлектронных состояний.
14. Классификация твердых тел на основе энергетического спектра их электронных состояний.
15. Квантование движения электрона в зоне проводимости при наличии магнитного поля
16. Вторичное квантование систем электронов.
17. Изоэнергетические поверхности

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) литература

1. Румянцев, А. В. Введение в физику конденсированного состояния вещества : учебное пособие / А. В. Румянцев. — Калининград : Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта, 2012. — 119 с. — ISBN 978-5-9971-0221-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/23770.html>
2. Гольдаде, В. А. Физика конденсированного состояния / В. А. Гольдаде, Л. С. Пинчук. — Минск : Белорусская наука, 2009. — 648 с. — Текст : электронный // Электронно- библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/11505.html>

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	Google Chrome	Бесплатное распространение по лицензии google chromium <a href="http://code.google.com/intl/ru/chromium/terms.html">http://code.google.com/intl/ru/chromium/terms.html</a> на условиях <a href="https://www.google.com/chrome/browser/privacy/eula_text.html">https://www.google.com/chrome/browser/privacy/eula_text.html</a> .
2	Электронно-библиотечная система IPRbooks <a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>	Электронно- библиотечная система IPRbooks — научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает

		требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования
--	--	--

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>	Единое окно доступа к образовательным ресурсам
2	<a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>	Google Scholar —поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин.
3	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - российский информационно- аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования
4	<a href="http://grotrian.nsu.ru/ru/">http://grotrian.nsu.ru/ru/</a>	Электронная структура атомов Российская информационно- справочная система по спектральным данным атомов и ионов с одной из самых полных баз спектральных данных среди мировых систем.
5	<a href="http://www.mavicanet.ru/">http://www.mavicanet.ru/</a>	Электронная структура атомов Российская информационно- справочная система по спектральным данным атомов и ионов с одной из самых полных баз спектральных данных среди мировых систем.
6	<a href="http://dxdy.ru/fizika-f2.html">http:// dxdy.ru/ fizika-f2.html</a>	Научный форум. Физика, Математика, Химия, Механика и Техника. Обсуждение теоретических вопросов, входящих в стандартные учебные курсы. Дискуссионные темы физики: попытки опровержения классических теорий и т.п. Обсуждение нетривиальных и нестандартных учебных задач. Полезные ресурсы сети, содержащие материалы по физике

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия по дисциплине проводятся в специальных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно- библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.