

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Основы теории конденсированного состояния

Код модуля
1155898(1)

Модуль
Магнетизм конденсированного состояния

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Овчинников Александр Сергеевич	доктор физико-математических наук, доцент	Профессор	теоретической и математической физики
2	Тебеньков Александр Владимирович	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Доцент	физики конденсированного состояния и наноразмерных систем

Согласовано:

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

Авторы:

- Овчинников Александр Сергеевич, Профессор, теоретической и математической физики
- Тебеньков Александр Владимирович, Доцент, физики конденсированного состояния и наноразмерных систем

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Основы теории конденсированного состояния

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	3	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	2
		Коллоквиум	1
		Домашняя работа	2

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Основы теории конденсированного состояния

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-1 -Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности	Д-1 - Демонстрировать навыки самообразования З-2 - Интерпретировать основные теоретические положения фундаментальных разделов естественных наук, необходимые для освоения компетенций по профилю деятельности П-1 - Демонстрировать навыки применения простейших математических теорий и моделей для решения задач	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Коллоквиум Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен

	<p>профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Определять пути решения задач профессиональной деятельности, опираясь на знания основных закономерностей, законов, теории математики</p>	
<p>УК-1 -Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач, в том числе в цифровой среде</p>	<p>Д-3 - Демонстрировать аналитические умения и критическое мышление, любознательность</p> <p>З-10 - Демонстрировать понимание научной, в том числе физической, картины мира, с позиций системного подхода к познанию важнейших принципов и общих законов, лежащих в основе окружающего мира</p> <p>З-2 - Излагать принципы системного исследования объектов мира и процессов познания, закономерностей развития природы и общества и его роль в развитии научного, технического и практически-ориентированного знания</p> <p>П-1 - Выявлять и анализировать проблемную ситуацию, выделяя ее структурные составляющие и связи между ними</p> <p>П-4 - Предлагать пути решения поставленных задач, опираясь на философский анализ закономерностей и тенденций развития природы, общества, в том числе глобальной цифровизации, и познания</p> <p>У-2 - Критически анализировать информацию, формировать собственное мнение и формулировать аргументы для защиты своей позиции</p> <p>У-5 - Критически оценивать надежность источников информации в условиях неопределенности и избытка/недостатка информации для решения</p>	<p>Домашняя работа № 1</p> <p>Домашняя работа № 2</p> <p>Коллоквиум</p> <p>Контрольная работа № 1</p> <p>Контрольная работа № 2</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>

	<p>поставленных задач, в том числе в цифровой среде</p> <p>У-7 - Оценивать достижения современной цивилизации, основные тенденции общественного и научно-технического развития и глобальной цифровизации, используя методы критического анализа</p>	
<p>ПК-1 -Способен использовать знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач в области физики магнитных явлений, медицинской и теоретической физики, физики конденсированного состояния</p>	<p>З-1 - Знать основные методы теоретических и экспериментальных физических исследований</p> <p>П-1 - Предлагать использование методов теоретических и экспериментальных физических исследований при решении поставленных задач</p> <p>У-1 - Самостоятельно формулировать задачу в рамках рассматриваемой проблемы</p>	<p>Домашняя работа № 1</p> <p>Домашняя работа № 2</p> <p>Коллоквиум</p> <p>Контрольная работа № 1</p> <p>Контрольная работа № 2</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>
<p>ПК-2 -Способен создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей</p>	<p>З-1 - Сделать обзор основных методов физического, математического и алгоритмического моделирования, применимых для формализации и решения задач в области профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Предлагать и разрабатывать методы физического, математического и алгоритмического моделирования при решении поставленных задач в области профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Определять оптимальные методы физического, математического и алгоритмического моделирования при решении задач в области профессиональной деятельности</p>	<p>Домашняя работа № 1</p> <p>Домашняя работа № 2</p> <p>Коллоквиум</p> <p>Контрольная работа № 1</p> <p>Контрольная работа № 2</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.60		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>коллоквиум</i>	6,10	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.50		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.50		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.40		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа 1</i>	6,6	25
<i>контрольная работа 1</i>	6,8	25
<i>домашняя работа 2</i>	6,12	25
<i>контрольная работа 2</i>	6,14	25
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.00		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах

Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ**5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля****5.1.1. Лекции**

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Математическое описание кристаллической решетки
2. Дифракция волн и частиц на кристалле
3. Межатомные силы различных классов твердых тел

Примерные задания

1. Определить плотность упаковки ПК, ОЦК, ГЦК и ГПУ решеток и решетки типа алмаза, считая атомы равновеликими шарами, касающимися друг друга.

2. Найти индексы Миллера плоскости, проходящей через узловые точки кристаллической решетки и отсекающей на осях кристалла отрезки длиной 22 Å, 28 Å и 19 Å, если параметры решетки составляют: $a = 2.75 \text{ Å}$, $b = 2.80 \text{ Å}$, $c = 4.75 \text{ Å}$.

3. С помощью непосредственного построения убедиться, что решетка, обратная ГЦК, является ОЦК решеткой.

4. Вычислить объем элементарной ячейки, если ее параметры и углы триклинности имеют следующие значения: $a = 11.13 \text{ Å}$, $b = 9.83 \text{ Å}$, $c = 8.17 \text{ Å}$, $\alpha = 94^\circ 95'$, $\beta = 95^\circ 40'$, $\gamma = \underline{96^\circ 58'}$.

5. Найти векторы обратной решетки для ромбоэдрического кристалла, если $a = 6.36 \text{ Å}$, $\alpha = 46^\circ 60'$.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Контрольная работа № 1

Примерный перечень тем

1. Колебания решетки и тепловые свойства. Связь между напряжениями и упругими деформациями

Примерные задания

1. Кубический кристалл подвергнут растяжению в направлении [100]. Найти выражение для коэффициента Пуассона через упругие постоянные и модули упругости.

2. Определить закон дисперсии упругих волн в кристалле гексагональной системы.

3. Определить закон дисперсии двухатомной цепочки атомов с массами m_1 и m_2 . Взаимодействие только с ближайшими соседями по гармоническому закону характеризуется константой β .

4. Найти ангармоническую поправку к высокотемпературной теплоемкости решетки твердого тела, если потенциальная энергия как функция смещений имеет вид

$$u = u_0 + \frac{\alpha r^2}{2} - \beta r^3 - \gamma r^4.$$

Принять, что $r \ll a$, где a – межатомное расстояние в положении равновесия.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Теория энергетических зон электронов

Примерные задания

1. Пусть в узлах одномерной цепочки помещены электроны, которые занимают состояние с энергией W_0 . Обозначим интеграл перескока между соседними узлами t_0 , расстояние между соседними узлами – a . Найти спектр носителей тока в рамках этой модели, называемой моделью сильной связи.

2. Определить спектр электрона в периодическом потенциале на основе модели Кронига-Пенни.

3. В рамках модели Кронига-Пенни найти выражение для эффективной массы электрона в центре ($k \approx 0$) и на краях ($k \approx \pm\pi/a$) зоны Бриллюэна.

4. Найти ширину запрещенной зоны в спектре электронов в периодическом потенциале в приближении почти свободных электронов.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Коллоквиум

Примерный перечень тем

1. Математическое описание кристаллической решетки

Примерные задания

1. Определить координационные числа и радиусы первой координационной сферы для решеток: простой кубической, ОЦК, ГЦК, ГПУ типа алмаза.

2. Показать, что кристаллическая решетка может иметь оси поворота лишь первого, второго, третьего, четвертого и шестого порядков.

3. Какое максимальное число линий может появиться на рентгенограмме простой кубической решетки с постоянной $a = 2.86 \text{ \AA}$, если исследование ведется на кобальтовом излучении с длиной волны $\lambda = 1.789 \times 10^{-8} \text{ см}$?

4. Появятся ли на рентгенограмме линии при отражении от плоскостей (200) и (101) ГЦК решетки?

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.4. Домашняя работа № 1

Примерный перечень тем

1. Математическое описание кристаллической решетки

Примерные задания

1. Определить, какой вид имеет обратная решетка для: простой кубической, гранецентрированной, объемно центрированной, гексагональной решеток и решетки типа алмаза.
2. Выразить объемы элементарных ячеек через радиусы R равновеликих шаров (атомов), образующих плотные упаковки для: ОЦК, ГЦК и гексагональной решеток.
3. Получить формулы для вычисления объемов элементарных ячеек: моноклинной (а), гексагональной (б), ромбоэдрической (в) систем.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.5. Домашняя работа № 2

Примерный перечень тем

1. Межатомные силы различных классов твердых тел

Примерные задания

1. Энергия взаимодействия атома с другими атомами кристалла аппроксимируется выражением:

$$U(r) = -\frac{\alpha}{r^2} + \frac{\beta}{r^{10}}.$$

Межатомное расстояние в положении равновесия равно 3 \AA , энергия связи атома в кристалле равна 4 эВ . Найти силу, стремящуюся вернуть атомы в положение равновесия при увеличении или уменьшении межатомного расстояния на 1% . Какое давление нужно приложить к кристаллу для достижения такой деформации?

2. Величина модуля всестороннего сжатия для NaCl составляет $B = 2.4 \times 10^{11} \text{ дин/см}^2$, а расстояние между ионами в положении равновесия равно $a = 2.82 \text{ \AA}$. Пренебрегая температурной зависимостью величин, оценить параметры потенциала отталкивания, если энергия взаимодействия иона с другими ионами кристалла аппроксимируется выражением

$$U(r) = \beta \exp\left(\frac{\gamma}{r}\right) - \frac{\alpha e^2}{r}.$$

где $\alpha = 1.7476$ — постоянная Маделунга.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Математическое описание кристаллической решетки. Решетка Браве. Примитивная и элементарная решетка. Плотность упаковки.
2. Классификация кристаллических структур. 14 типов решеток по Браве. Операции симметрии кристаллических структур.
3. Индексы Миллера. Формула для расстояния между плоскостями решетки.
4. Обратная решетка и зона Бриллюена.
5. Периодические функции и геометрический структурный фактор. Связь Фурье-образа произвольной периодической функции и геометрического структурного фактора.

6. Рентгеновское рассеяние на кристаллической решетке. Формула Брэгга-Вульфа. Связь с геометрическим структурным фактором.
 7. Рентгеновское рассеяние на кристаллической решетке. Формула Брэгга-Вульфа. Связь с геометрическим структурным фактором.
 8. Ионные кристаллы. Константа Маделунга.
 9. Обменное взаимодействие в кристаллах.
 10. Теория молекулярного поля для ферромагнетика.
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология самостоятельной работы	УК-1	3-10	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Коллоквиум