

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.02

(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Физика конденсированного состояния**

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки (специальности)

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

направленность (профиль)/специализация

Современные материалы и технологии их производства

Форма обучения: очная

Год набора: 2023

Общая трудоемкость: 8 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	5	6	Итого
Форма контроля	зачет	КР, экзамен	
Вид занятий			
Лекции	16	16	32
Лабораторные	32	16	48
Практические	16	16	32
Руководство: курсовые работы (проекты)		1	1
Промежуточная аттестация	0,25	0,35	0,6
Контактная работа	64,25	48,35	112,6
Самостоятельная работа	79,75	59	138,75
Контроль		35,65	36,65
<b>Итого</b>	144	144	288

Рабочую программу составил(и):

Профессор, доцент, д.ф.-м.н. Грызунова Н.Н.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☐

Отсутствует

☐

Рецензент

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки (специальности) 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

---

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2027 г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры «Нанотехнологии, материаловедение и механика»

---

(протокол заседания № 2 от «31» августа 2022 г.).

### 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – получение теоретических и практических знаний о современных представлениях физической природы свойств конденсированных сред.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: Физика, Химия, Материаловедение и ТКМ, Введение в профессию, Метрология, стандартизация и сертификация.

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Дефекты кристаллического строения и физика прочности и пластичности; Методы исследования, контроля и испытания материалов; Механические и физические свойства материалов; Металлические и неметаллические материалы

### 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-1 Способен понимать физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модификации, использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), проводить комплексные исследования, применяя стандартные и сертификационные испытания	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> . Применяет способы работы с измерительным оборудованием ИД-2 <sub>ПК-1</sub> . Демонстрирует знания свойств материалов и наноматериалов, их эксплуатационные качества и процессы их обработки ИД-3 <sub>ПК-1</sub> . Оценивает влияние параметров и типа среды и ее изменений в процессе обработки на ход процесса и свойства получаемого материала ИД-4 <sub>ПК-1</sub> . Способен понимать физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модификации	Знать: физическую природу механических свойств твердых материалов и физическую природу тепловых свойств материалов в конденсированном состоянии, методы получения, модификации материалов в твердом состоянии и методы диагностики, исследования процессов, протекающих в конденсированных средах
		Уметь: ориентироваться в основных понятиях физики конденсированных сред
		Владеть: способностью обобщать экспериментальные факты; навыками обработки результатов экспериментов и измерений

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
1. Природа и типы межатомных связей	Лек Лаб Пр	1.1 Химическая связь, энергия связи, потенциалы Борна-Майера и Борна-Ланде	5	2 4 2	7 3	2	Собеседование Отчет по лабораторной работе
	Лек Лаб Пр Ср	1.2 Ионная и металлическая связь Физическая природы связи	5	1 4 2 20	10 4		Собеседование Отчет по лабораторной работе
	Лек Лаб Пр	1.3 Ковалентная и Ван-дер-Ваальсова связи	5	1 4 2	10 6	2	Собеседование Отчет по лабораторной работе
	Лек Лаб Ср	1.4 Металлическая и водородная связи	5	2 4 4	5		Собеседование Отчет по лабораторной работе
	Лек Лаб	1.5 Структура веществ с ненаправленным взаимодействием	5	1 4	10	2	Собеседование Отчет по лабораторной работе
	Лек Лаб Пр Ср	1.6 Влияние структуры веществ на их физические свойства 1.7 Сопоставление различных видов связи, 4 класса кристаллов	5	2 2 2 10	5 4		Собеседование Отчет по лабораторной работе

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
2. Свойства жидкостей	Лек Лаб Пр Ср	2.1 Теория теплового движения Френкеля, свойства жидкостей	5	2 4 2 15	7 3	2	Собеседование Отчет по лабораторной работе
	Лек Лаб Пр	2.2 Поверхностное натяжение. Капиллярные явления 2.3 Области применения поверхностного натяжения жидкостей и капиллярных явлений	5	2 2 2	6 3	2	Собеседование Отчет по лабораторной работе
3. Динамика кристаллическо й решетки	Лек Лаб Пр Ср	3.1 Одномерные колебания однородной струны. 3.2 Гармоническое приближение	5	2 2 2 15	6 3		Собеседование Отчет по лабораторной работе
	Лек Лаб Пр Ср	3.3 Колебания одномерной монокристаллической цепочки атомов	5	1 2 2 16	6 2		Собеседование Отчет по лабораторной работе
Итого:				144	100		

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
1. Механиче ские свойства конденсированн ых систем	Лек Лаб Пр Ср	4.1 Вывод закона Гука для однородного стержня	6	2 2 2 2	10 6	2	Собеседование Отчет по лабораторной работе

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лек	4.2 Тензоры напряжений и деформации	6	3	12 6		Собеседование Отчет по лабораторной работе
	Лаб			3			
	Пр			3			
	Ср			2			
	Лек	4.3 Энергия деформированного кристалла 4.4 Закон Гука для анизотропных тел	6	2	10 4		Собеседование Отчет по лабораторной работе
	Лаб			2			
	Пр			2			
	Ср			8			
2. Тепловые свойства конденсированн ых систем	Лек	5.1 Теплоемкость твердых тел. Закон Дюлонга и Пти	6	2	12 8	2	Собеседование Отчет по лабораторной работе
	Лаб			3			
	Пр			4			
	Ср			8			
	Лек	5.2 Приближения Эйнштейна и Дебая	6	3	10 6		Собеседование Отчет по лабораторной работе
	Лаб			2			
	Пр			3			
	Ср			8			
	Лек	5.3 Электронная теплоемкость и ее зависимость от температуры	6	2	12 4		Собеседование Отчет по лабораторной работе
	Лаб			4			
	Пр			2			
	Ср			9			
	Лек	5.4 Анггармонизм колебаний атомов, тепловое расширение твердых тел	6	2		2	Собеседование Отчет по лабораторной работе
	Лаб			5			
	Пр						
	Ср						
Курсовая работа	КР			15			Отчет

<b>Модуль (раздел)</b>	<b>Вид учебной работы</b>	<b>Наименование тем занятий (учебной работы)</b>	<b>Семестр</b>	<b>Объем, ч.</b>	<b>Баллы</b>	<b>Интерактив, ч.</b>	<b>Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)</b>
Экзамен	ТИ			36			Тестирование
Итого:				<b>144</b>	<b>100</b>		

### **Схема расчета итогового балла**

Текущий рейтинг (все занятия и промежуточные тесты) + Результат итогового теста и все делится на 2 + ББ (если ББ предусмотрены)

## **5. Образовательные технологии**

Используется интерактивная и информационная технология (Лекция – беседа с использованием презентации), а также традиционная технология (лабораторное занятие и практическое занятие).

## **6. Методические указания по освоению дисциплины**

Цели, поставленные при изучении курса, достигаются за счет комплексного подхода к обучению студентов, основанного на сочетании теоретического курса, практических занятий, лабораторных занятий и самостоятельной познавательной деятельности студентов.

Изучение теоретического курса проводится в специализированных лекционных аудиториях с использованием видеотехники, позволяющей транслировать через монитор рисунки, схемы, модели, которые в значительной степени облегчают понимание курса.

Индивидуальная самостоятельная познавательная деятельность студентов заключается в подборе литературы по разделам курса и ее изучении. При этом предусмотрены индивидуальные и групповые консультации по изучаемым разделам курса. В результате изучения данной дисциплины студенты должны приобрести знания, умения и определенный опыт, необходимые для будущей инженерной деятельности.



## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
5	ПК-1	<i>Тестовые задания модуль 1 вопросы 1-200, модуль 3, вопросы 176-286 модуль 4, вопросы 287-500 Тестовые задания модуль 2, вопросы 201-420, Вопросы к зачету № 1-20 Собеседование по теме 1 вопросы 1-10 по теме 2 вопросы 1-10 по теме 3 вопросы 1-7 по теме 4 вопросы 1-8 по теме 5 вопросы 1-9 Вопросы к экзамену №1-20 Отчеты по лабораторным работам</i>

### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

#### 7.2.1. Собеседование

(наименование оценочного средства)

#### Тема 1. Природа и типы межатомных связей

##### Вопросы для проработки

1. Химическая связь и валентность, потенциал ионизации.
2. Энергия связи.
3. Типы межатомных связей в твердых телах (Ван-дер-Ваальсова связь).
4. Ионная связь.
5. Ковалентная связь.
6. Металлическая связь.
7. Водородная связь.
8. Структура веществ с ненаправленным взаимодействием.
9. Случай направленного взаимодействия.
10. Структура веществ с ковалентной связью.

#### Тема 2. Свойства жидкостей

##### Вопросы для проработки

1. Каков характер теплового движения молекул жидкости?
2. Объясните механизм образования пены
3. Известно, что коэффициент поверхностного натяжения мыльного раствора меньше, чем у воды. Что в таком случае является причиной образования мыльных пузырей?
4. Какова природа сил поверхностного натяжения?
5. От каких параметров зависит коэффициент поверхностного натяжения?
6. Каков физический смысл коэффициента поверхностного натяжения? В каких единицах он измеряется?
7. Какую работу нужно произвести при деформировании сферической капли ртути диаметра 2 мм (при 20 °С), при котором площадь ее поверхности увеличивается в три раза?

8. Какую работу нужно произвести, чтобы при  $20^{\circ}\text{C}$  выдуть мыльный пузырь диаметра 10 см?
9. Как можно вывести формулу для определения коэффициента поверхностного натяжения методом отрыва кольца?
10. Каковы источники случайных и систематических ошибок при определении коэффициента поверхностного натяжения методом отрыва кольца?

### **Тема 3. Динамика кристаллической решетки**

#### **Вопросы для проработки**

1. Одномерные колебания однородной струны.
2. Гармоническое приближение.
3. Колебания одномерной монокристаллической цепочки атомов.
4. Колебательный спектр двухатомной одномерной цепочки.
5. Акустическая и оптическая ветви колебаний.
6. Упругие волны смещений атомов.
7. Фононы.

### **Тема 4. Механические свойства конденсированных систем**

#### **Вопросы для проработки**

1. Закон Гука для изотропных тел (физический смысл модуля упругости) (с выводом).
2. Диаграмма растяжения.
3. Пластические свойства кристаллов (деформация скольжением и двойникованием).
4. Хрупкое разрушение.
5. Тензоры напряжений
6. Тензоры деформаций (их физический смысл).
7. Закон Гука для анизотропных тел.
8. Энергия упругодеформированного тела (с выводом).

### **Тема 5. Тепловые свойства конденсированных систем**

#### **Вопросы для проработки**

1. Что называется теплоемкостью тела, удельной теплоемкостью, молярной теплоемкостью?
2. Напишите формулы и единицы измерения, выражающие теплоемкость, удельную теплоемкость, молярную теплоемкость.
3. Напишите уравнение Майера для тел в твердом состоянии, что оно выражает?
4. От чего зависит теплоемкость вещества?
5. Сформулируйте закон Дюлонга и Пти.
6. Изобразите график зависимости молярной теплоемкости меди от температуры, на каком участке графика выполняется закон Дюлонга и Пти?
7. Чему равна, согласно закону Дюлонга и Пти молярная теплоемкость химических простых веществ в кристаллическом состоянии?
8. Что такое температура Дебая?
9. Как определяется молярная теплоемкость при температурах выше температуры Дебая для химически сложных веществ в кристаллическом состоянии?

#### **Критерии оценки:**

- 1 балл начисляется студенту, если он дал исчерпывающий и полный ответ на один из предложенных вопросов

- 2 балла начисляется студенту, если он дал исчерпывающий и полный ответ на два из предложенных вопросов;
- 3 балла начисляется студенту, если он дал исчерпывающие и полные ответы на три из предложенных вопросов;
- 4 балла начисляется студенту, если он дал исчерпывающие и полные ответы на 4 из предложенных вопросов

### Темы письменных работ

№ п/п	Темы
1	«Расчет тепловых характеристик твердых материалов» (на примере хлорида кальция и натрия)
2	«Определение тепловых характеристик кристаллических материалов» (на примере NaCl, Au)
3	«Расчет электрических характеристик твердых материалов» (на примере серебра и никеля)
4	«Расчет электрических характеристик твердых материалов» (на примере хлорида кальция и меди)
5	«Расчет тепловых характеристик AlBr <sub>3</sub> и Al»
6	«Определение оптических характеристик хлорида кальция и натрия»
8	«Определение тепловых характеристик твердых материалов» (на примере никеля и золота)
9	«Расчет оптических характеристик твердых материалов» (на примере серебра и никеля)
10	«Определение электрических характеристик твердых материалов (на примере Al, Cu, Zn)»
11	Композиционные материалы с металлической матрицей. Технология изготовления
12	Компьютерное конструирование новых материалов
13	Керамические материалы с оптическими свойствами
15	Структура и свойства металлокерамических покрытий, полученных нитридоплазменной технологией
16	Катализаторы. Принципы создания материалов с высокой удельной поверхностью
17	Техническая керамика. Стадии получения
18	Биосовместимые материалы. Требования к материалам, используемым в медицине
19	Мембраны и мембранные технологии
20	Жаропрочные композиционные материалы

### Краткое описание и регламент выполнения

Срок предоставления студентами работ в распечатанном и электронном виде на кафедральную проверку в системе Антиплагиат - **15 учебная неделя**

### Критерии оценки:

Оценки	Критерии и нормы оценки
<b>«отлично»</b>	Если работа сдана в срок и тема работы раскрыта полностью
<b>«хорошо»</b>	Работа сдана. Цель работы достигнута, есть небольшие замечания (недоработки) в решении поставленных задач

«удовлетворительно»	Работа сдана. Цель работы раскрыта не полностью
«неудовлетворительно»	Работа не выполнена или выполнена и сдана, или выполнена и сдана, но цель работы не раскрыта

### 7.2.2. Комплект отчетов по лабораторным работам

#### Лабораторная работа №1 «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ И ШИРИНЫ ЗАПРЕЩЕННОЙ ЗОНЫ ПОЛУПРОВОДНИКА»

##### Форма отчета по лабораторной работе №1

Тема лабораторной работы

Цель работы:

Оборудование:

Расчетные формулы:

Выполнение работы:

t, C	U, B	I, mA	R, Ом	ln R	T, K	1/T, 1/K	$\varepsilon$ , эВ

Графики зависимостей сопротивления образца от температуры

По значению  $\varepsilon$  и справочным данным определите материал полупроводника

Ответить в выводе на вопрос: «зависит ли ширина запрещенной зоны полупроводника от температуры?»

Выводы по работе

#### Лабораторная работа №2 «ОПРЕДЕЛЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ МОСТА ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ МЕТАЛЛА»

##### Форма отчета по лабораторной работе №2

Тема лабораторной работы

Цель работы:

Оборудование:

Расчетные формулы:

Выполнение работы:

t, C	R, Ом	T, K	$\alpha$ , 1/K

Постройте график зависимости сопротивления образца от температуры

Вычислить температурный коэффициент сопротивления металла.

Любым известным вам методом определите абсолютную и относительную погрешности измерений.

Используя справочную литературу определить материал проводника. Сделать выводы по работе: зависит ли сопротивление материала от внутренней структуры?

#### Лабораторная работа №3 «ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ ТЕПЛОЕМКОСТИ МЕТАЛЛОВ МЕТОДОМ ОХЛАЖДЕНИЯ»

### Форма отчета по лабораторной работе №3

Тема лабораторной работы

Цель работы:

Оборудование:

Расчетные формулы:

Выполнение работы:

, мин	Т медь, °С			Т иссл. обр., °С			Т <sub>ср</sub> медь, °С	Т <sub>ср</sub> иссл. обр., °С	$\frac{\Delta T}{\Delta t}$ медь	$\frac{\Delta T}{\Delta t}$ иссл. обр.	медь	иссл. обр.
	1	2	Т	1	2	Т						

Построить графики зависимости  $\frac{\Delta T}{\Delta t} = f(T_{\text{ср}})$  для образцов меди и исследуемого металла, откладывая по оси абсцисс среднее значение температуры  $T_{\text{ср}}$  в интервале температур  $\Delta T$ , а по оси ординат  $\Delta T/\Delta t$  первого графика определить удельную теплоемкость исследуемого металла  $C$  для температур 50, 100, 200°С.

Определить среднее значение  $C_1$ .

Полученные результаты занести в таблицу 4.

Используя справочные данные определить материал, из которого сделан исследуемый образец.

По результатам лабораторной работы сделать выводы.

### Лабораторная работа №4 «ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕРМОЭДС КОНТАКТНЫМ МЕТОДОМ»

#### Форма отчета по лабораторной работе №4

Тема лабораторной работы

Цель работы:

Оборудование:

Расчетные формулы:

Выполнение работы:

№ п/п	Масса груза m=								
	Первый металл -								
	Т <sub>к</sub> , К	Т, К	Т - Т <sub>к</sub>	$\mathcal{E}_T$ , мВ	$\Delta T_k$ , К	$\Delta T$ , К	$\Delta \mathcal{E}_T$ , мВ	$\alpha_{12}$ , мВ/К	$\Delta \alpha_{12}$ , мВ/К

Построить на миллиметровой бумаге график зависимости  $\mathcal{E}_T(T)$ .

Сделать вывод по первой части работы

№ п/п	Масса груза m=			
	Первый металл -			
	Т <sub>к</sub> , К	Т, К	Т - Т <sub>к</sub>	$\mathcal{E}_T$ , мВ

№ п/п	Масса груза m=			
	T <sub>k</sub> , К	T, К	T- T <sub>k</sub>	$\varepsilon_T$ , мВ
№ п/п	Масса груза m=			
	T <sub>k</sub> , К	T, К	T- T <sub>k</sub>	$\varepsilon_T$ , мВ

Построить графики зависимости  $\varepsilon_T(T)$  при разных значениях нагрузки на одном листе. Сделать вывод по второй части работы.

**Лабораторная работа №5 «ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА  
ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ МЕТОДОМ ДЮ НУИ»**

## Форма отчета по лабораторной работе №5

## Тема лабораторной работы

Цель работы:

Оборудование:

Расчетные формулы:

Выполнение работы:

№ опыта	№ кольца		№ жидкости								$\sigma, \frac{H}{M}$
	$m_1, кг$	$m_2, кг$	$m_3, кг$	$l_1, м$	$l_2, м$	$D, м$	$d, м$	$h, м$	$\rho_{Al}, \frac{кг}{м^3}$		
1											
2											
3											
4											
5											
$\langle \sigma \rangle, \frac{H}{M} =$											

Рассчитать коэффициент поверхностного натяжения жидкости, рассчитать погрешности методом Стюдента (результаты расчетов занести в таблицу) и по таблице определить род исследуемой жидкости.

Рассчитать работу сил поверхностного натяжения.

[illegible]

Записать окончательный результат:  $\sigma = (\langle \sigma \rangle \pm \Delta \sigma) H / м$

Записать окончательный результат:  $A = (\langle A \rangle \pm \Delta A) Дж$

Сделать выводы по работе

### Требования к оформлению всех лабораторных работ

#### Титульный лист:

1. В верхнем поле листа (по середине строки) указывают полное наименование учебного заведения и кафедры, на которой выполнялась данная работа.
2. В среднем поле указывается лабораторная работа, и ниже ее название. Название лабораторной работы приводится без слова тема и в кавычки не заключается.
3. Далее ближе к правому краю титульного листа указывают фамилию, инициалы, курс и группу учащегося, выполнившего работу.
4. В нижнем поле листа указывается место выполнения работы и год ее написания (без слова год).

Образец написания титульного листа лабораторной работы:

<p style="text-align: center;">МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тольяттинский государственный университет»</p> <p style="text-align: center;">Кафедра «Нанотехнологии, материаловедение и механика»</p> <p style="text-align: center;">Лабораторная работа 1 <b>Определение температурной зависимости электрического сопротивления и ширины запрещенной зоны полупроводника</b></p> <p style="text-align: right;"><b>Выполнил:</b> <i>Студент гр. МТМм-2001 Иванов И.</i></p> <p style="text-align: center;">Тольятти 2020</p>
---

Цель работы, оборудование и материалы должны отражать тему лабораторной работы, а также конкретные задачи, поставленные студенту на период выполнения работы. По объему их описание составляет от нескольких строк до 0,5 страницы.

Экспериментальные результаты. В этом разделе приводятся непосредственно результаты, полученные в ходе проведения лабораторных работ.

Отчет по лабораторной работе оформляется в тетради для лабораторных работ.

### **Критерии оценки:**

Всего по одной лабораторной работе (выполненной и защищенной в сроки, предусмотренные РПД дисциплины и расписанием учебных занятий) предусмотрено 10 баллов.

Допуск, выполнение работы – 2 балла

Сдача отчета – 3 балла

Защиты работы в срок – 5 баллов

### ■ **Комплект материалов для зачета**

Зачет по курсу в тестовой форме через ЦТ

Итоговый тест по курсу через ЦТ (Физика конденсированного состояния-1, тест, итоговый)

### **Примеры тестовых заданий**

(Банк тестовых заданий размещен на Образовательном портале ТГУ или в системе электронного обучения Moodle)

### **Природа и типы межатомных связей**

1. Необходимо выбрать правильное продолжение фразы: «Физика конденсированного состояния – раздел физики...»
  - ...посвященный изучению систем с произвольным (часто — бесконечным или несчетным) числом степеней свободы
  - изучающий движение тел и происходящие при этом взаимодействия между ними.
  - ...о свойствах и закономерностях особого вида материи – электромагнитного поля, которое осуществляет взаимодействие между электрическими заряженными телами или частицами.
  - ...посвященный изучению структуры и свойств сложных систем с сильной связью (систем с большим числом степеней свободы)
2. Конденсированное состояние вещества – это ...
  - ...состояние твердых или жидких частиц материала в среде с меньшей плотностью, при котором они не соприкасаются с огражденными поверхностями
  - ...состояние, которое характеризуется совокупностью макроскопических параметров, определяющих внутренние свойства системы и её взаимодействие с внешними телами
  - ...состояние системы, характеризующееся при постоянных внешних условиях неизменностью параметров во времени и отсутствием в системе потоков
  - ...такое состояние ансамблей частиц, в котором объем вещества при заданных внешних условиях (давлении, температуре и других параметрах) определяется исключительно силами взаимодействия между частицами.



3. Состояние ансамблей частиц, в котором объем вещества при заданных внешних условиях (давлении, температуре и других параметрах) определяется исключительно силами взаимодействия между частицами называется ...
4. Выберите вещества, которые относятся к конденсированным средам
- ☐ Метан при комнатной температуре
  - ☐ Биологическая структура
  - ☐ Жидкие кристаллы
  - ☐ Живая материя
  - ☐ Полимеры
5. Выберите возможную классификацию конденсированных сред
- ☐ В зависимости от упаковки частиц в объеме
  - ☐ В зависимости от формы частиц и координационного числа «*n*»
  - ☐ В зависимости от агрегатного состояния вещества (жидкое и газообразное)
  - ☐ В зависимости от агрегатного состояния вещества (жидкое и твердое)
6. Выберите особенности ионной связи
- ☐ Направленность действия
  - ☐ Ненаправленность действия
  - ☐ Гомополярная связь
  - ☐ Гетерополярная связь
  - ☐ Насыщенная
  - ☐ Ненасыщенная
7. Выберите особенности ковалентной связи
- ☐ Направленность действия
  - ☐ Ненаправленность действия
  - ☐ Гомополярная связь
  - ☐ Гетерополярная связь
  - ☐ Насыщенная
  - ☐ Ненасыщенная
8. Выберите, какой вид химической связи является гомополярной
- ☐ ковалентная
  - ☐ металлическая
  - ☐ Ван-дер-Ваальсова
  - ☐ Молекулярная
  - ☐ ионная
9. Выберите особенности металлической связи
- ☐ Направленность действия
  - ☐ Ненаправленность действия
  - ☐ Гомополярная связь
  - ☐ Гетерополярная связь
  - ☐ Насыщенная
  - ☐ Ненасыщенная

10. Выберите, какой вид химической связи является гетерополярной
- ☐ ковалентная
  - ☐ металлическая
  - ☐ Ван-дер-Ваальсова
  - ☐ Молекулярная
  - ☐ ионная
11. Установите соответствие между классом кристаллических структур и видом химической связи:
- ⇔ IV --- Ван-дер-Ваальсова
  - ⇔ III --- ковалентная
  - ⇔ II --- ионная
  - ⇔ I --- металлическая
  - ⇔ --- водородная
12. Выберите, какой вид химической связи обладает свойством насыщенности
- ☐ ковалентная
  - ☐ металлическая
  - ☐ Ван-дер-Ваальсова в пределах молекулы
  - ☐ Молекулярная в пределах молекулы
  - ☐ ионная
13. Сопоставьте вид химической связи и ее особенности:
- ⇔ Ионная связь---ненасыщенная, ненаправленная, гетерополярная
  - ⇔ Металлическая связь---ненасыщенная, ненаправленная, гомополярная
  - ⇔ Ковалентная связь---насыщенная, направленная, гомополярная
  - ⇔ ---насыщенная, направленная, гетерополярная
14. Выберите правильную формулу потенциала отталкивания Борна-Майера
- ☐  $U_{от}(r) = Ae^{-P/r}$
  - ☐  $U_{от}(r) = \frac{b}{r^n}$
  - ☐  $U_{от}(r) = -\frac{a}{r^m}$
  - ☐  $U_{от}(r) = Ae^{-\gamma/r}$
15. Выберите, какой вид химической связи обладает свойством ненасыщенности
- ☐ ковалентная
  - ☐ металлическая
  - ☐ Ван-дер-Ваальсова в пределах молекулы
  - ☐ Молекулярная в пределах молекулы
  - ☐ ионная
16. Выберите правильную формулу потенциала отталкивания Борна-Ланде
- ☐  $U_{от}(r) = Ae^{-P/r}$

- ☐  $U_{om}(r) = \frac{b}{r^n}$
- ☐  $U_{om}(r) = -\frac{a}{r^m}$
- ☐  $U_{om}(r) = Ae^{-r/\rho}$

17. Конденсированное состояние вещества можно охарактеризовать...

- ☐ непрерывной сеткой контактных (координационных) связей, проходящих через весь объем системы
- ☐ раствором частиц в пустоте
- ☐ разбавленным раствором пустоты в конденсате частиц
- ☐ разбавленным конденсатом частиц в растворе пустоты

18. Выберите правильное значение параметра  $P$  для конденсированных систем

- ☐  $P \rightarrow \infty$
- ☐  $P \rightarrow 0$
- ☐  $P \rightarrow 1$
- ☐  $P \sim 1 \div 3$

19. Выберите правильное значение координационного числа « $n$ » для конденсированных систем

- ☐  $n = n_{\varphi} \pm \Delta n$
- ☐  $n_i = const$
- ☐  $n_i = 0$
- ☐  $n_i \neq const$
- ☐  $n = n_{\varphi}$

20. Выберите правильную формулу параметра  $P$  для конденсированных систем

- ☐  $P = \frac{V_0}{V}$ ,
- ☐  $P = \frac{V}{V_0}$
- ☐  $P = \frac{1}{V_0}$
- ☐  $P = \frac{N}{V_0}$

### Процедура оценивания

Используется процедура оценивания предусмотренная БРС

### Критерии оценки:

**Схема расчета итоговой оценки:** Текущий рейтинг (все занятия и промежуточные тесты) + Результат итогового теста и все делится на 2 + ББ (если ББ предусмотрены)

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он набрал от 40 до 100 баллов;
- оценка «не зачтено» если он не набрал 40 баллов

■ **Комплект материалов для экзамена**

Экзамен по курсу в тестовой форме через ЦТ

Итоговый тест по курсу через ЦТ (Физика конденсированного состояния-2, тест, итоговый)

**Примеры тестовых заданий**

1. Что характеризует коэффициент Пуассона?

- Поперечную и продольную деформацию при упругом растяжении или сжатии
- Продольную деформацию при упругом растяжении или сжатии
- Изменение объема тела
- Поперечную деформацию при упругом растяжении или сжатии

2. Границы применимости элементарного закона Гука

- ☐ для анизотропных тел
- ☐ для изотропных тел
- ☐ для деформации растяжения
- ☐ для деформации сжатия
- ☐ для упругих деформаций

3. Чему равен коэффициент Пуассона?

- отношению изменения размеров в продольном направлении к изменению размеров в поперечном направлении
- отношению изменения размеров в поперечном направлении к изменению размеров в продольном направлении
- отношению изменения размеров как в продольном направлении, так и в поперечном направлении
- отношению изменения размеров как в поперечном направлении, так и в продольном направлении

4. Коэффициент мягкости, равен ...

- произведению максимальных упругих касательных напряжений и максимальных нормальных напряжений
- отношению максимальных нормальных напряжений к максимальным упругим касательным напряжениям
- отношению максимальных упругих касательных напряжений к максимальным нормальным
- произведению максимальных нормальных напряжений и максимальных упругих касательных напряжений

**Процедура оценивания**

Используется процедура оценивания предусмотренная БРС

**Критерии оценки:**

- оценка «отлично» выставляется студенту, если он набрал от 85 до 100 баллов;

- оценка «хорошо», если он набрал от 70 до 84 баллов;
- оценка «удовлетворительно» если он набрал от 55 до 69 баллов;
- оценка «неудовлетворительно» если он не набрал 55 баллов

### 7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр \_\_\_\_\_ 5 \_\_\_\_\_

№ п/п	Вопросы к зачету
1	Химическая связь и валентность, потенциал ионизации. Энергия связи. Типы межатомных связей в твердых телах
2	Физическая природа Ван-дер-Ваальсовой связи
3	Физическая природа ионной связи
4	Физическая природа ковалентной связи
5	Металлическая связь
6	Водородная связь. Структура веществ с ненаправленным взаимодействием
7	Случай направленного взаимодействия. Структура веществ с ковалентной связью
8	Одномерные колебания однородной струны. Гармоническое приближение.
9	Колебания одномерной монокристаллической цепочки атомов
10	Колебательный спектр двухатомной одномерной цепочки. Акустическая и оптическая ветви колебаний.
11	Упругие волны смещений атомов. Фононы.
12	Теория теплового движения Френкеля
13	Физические свойства жидкостей
14	Поверхностное натяжение жидкости
15	Применение поверхностного натяжения жидкости в технических устройствах и нанотехнологиях
16	Капиллярные явления
17	Капиллярные эффекты в нанотехнологиях
18	Характеристика четырех классов кристаллических тел
19	Способы определения поверхностного натяжения
20	Смачивание, области применения эффекта смачивания

Семестр \_\_\_\_\_ 6 \_\_\_\_\_

№ п/п	Вопросы к экзамену
1	Механические свойства твердых тел
2	Вывод закона Гука для однородного стержня
3	Тензоры напряжений
4	Энергия деформированного кристалла
5	Закон Гука для анизотропных тел
6	Тепловые свойства твердых тел
7	Теплоемкость твердых тел. Закон Дюлонга и Пти
8	Приближение Эйнштейна
9	Приближение Дебая
10	Электронная теплоемкость и ее зависимость от температуры
11	Ангармонизм колебаний атомов
12	Теплопроводность твердых тел. Закон Фурье
13	Тензоры деформаций
14	Диаграмма деформации. Пластические свойства кристаллов. Хрупкость

15	Связь коэффициента теплового расширения с коэффициентом анизотропии
16	Полимерные материалы и особенности их тепловых свойств
17	Полимерные материалы и особенности их механических свойств
18	Дисперсные системы и их классификация
19	Особенности тепловых свойств дисперсных систем
20	Фазовые превращения при образовании устойчивых дисперсных систем

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
5	Зачет (по накопительному рейтингу)	«зачтено»	55 и более баллов
		«не зачтено»	менее 55 баллов
6	Экзамен (по накопительному рейтингу)	«отлично»	от 85 и более баллов
		«хорошо»	от 70 до 84 баллов
		«удовлетворительно»	от 55 до 69 баллов
		«неудовлетворительно»	менее 55 баллов

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Кульков В.Г.	Физика конденсированного состояния в электротехническом материаловедении	Учебное пособие	2017	ЭБС «Лань»
2	Матухин, В.Л., Ермаков В.Л.	Физика твердого тела	Учебное пособие	2021	ЭБС «Лань»
3	Епифанов, Г.И.	Физика твердого тела	Учебное пособие	2021	ЭБС «Лань»
4	Владимиров, Г.Г.	Физика поверхности твердых тел	Учебное пособие	2021	ЭБС «Лань»
5	Жандун, В.С.	Задачи по физике конденсированного состояния вещества	Учебное пособие	2020	ЭБС «Лань»

### 8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Федотов А. К., Анищик В. М., Тиванов М. С.	Физическое материаловедение Ч. 3. Материалы энергетики и энергосбережения	Учебное пособие	2015	ЭБС «IPR books»
2	Румянцев А. В.	Введение в физику конденсированного состояния вещества	Учебное пособие	2012	ЭБС «IPR books»
3	Гуртов В. А., Осауленко Р. Н.	Физика твердого тела для инженеров	Учебное пособие	2012	ЭБС «IPR books»



### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

– Гуртов, В. А., Осауленко, Р. Н, Физика твердого тела для инженеров [Электронный ресурс]: Учеб. пособие / В. А. Гуртов, Р. Н. Осауленко. – Москва, 2007. – 300 с. - Режим доступа: <http://dssp.petrstu.ru/p/tutorial/ftt/index.htm>

### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows:  WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	договор № 757 от 04.07.2018г., срок действия – бессрочно;  контракт №1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно;
2	Office Standart:  Office Standart 2016 Russian	договор № 757 от 04.07.2018г., срок действия - бессрочно;  контракт № 727 от 20.07.2016, срок действия – бессрочно;
3	Mirapolis Human Capital Management	договор № 1489 от 28.12.2022-до 30.06.2023 включительно
4	Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ»	договор № 1069 от 13.09.2022 до 27.09.2023

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Лаборатория «Методы исследования физических свойств перспективных материалов» Е-403	Стол ученические письменные , стулья-, доска аудиторная (меловая), стол преподавательский, стул преподавательский, шкафы для учебных пособий, лабораторные установки, ПК, проектор, экран, коммутатор.
2	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения	Стол ученические двухместные , столы ученические, стол компьютерный, стол преподавательский, ПК ,доска трехсекционная аудиторная (меловая), стул преподавательский, проектор мультимедийный ,экран для проектора, тумба выкатная.

№ п/п	<b>Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)</b>	<b>Перечень основного оборудования</b>
	групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.Е-214	
3	Помещение для самостоятельной работы обучающихся. Г-401	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет
4	Помещение для самостоятельной работы обучающихся. Д-409	Столы-парты двухместные, стулья, стол преподавательский-, стул преподавательский, передвижная доска, экран, процессор, проектор, компьютерные столы, компьютеры для студентов с выходом в сеть интернет, компьютер преподавателя.