

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

Б1.В.04

(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Физика конденсированного состояния 1,2**

(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: 2020

Общая трудоемкость: 8 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	5	6	Итого
Форма контроля	зачет	КР, экзамен	
Вид занятий			
Лекции	16	14	30
Лабораторные	34	28	62
Практические	18	12	30
Руководство: курсовые работы (проекты)		1	1
Промежуточная аттестация	0,25	0,35	0,6
Контактная работа	68,25	55,35	123,6
Самостоятельная работа	75,75	53	128,75
Контроль		35,65	36,65
<b>Итого</b>	144	144	288

Рабочую программу составил(и):

Доцент, 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

Профессор, профессор, д.ф.-м.н. Викарчук А.А.

*(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 2024 г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры «Нанотехнологии, материаловедение и механика»

---

(протокол заседания № 1 от «30» августа 2019 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-4 способностью использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации	-	Знать: методы получения, модификации материалов в твердом состоянии и методы диагностики, исследования свойств и процессов, протекающих в конденсированных средах
		Уметь: ориентироваться в основных понятиях физики конденсированных сред и определять физические величины, характеризующие свойства материалов
		Владеть: способностью обобщать экспериментальные факты, навыками расчетов физических величин веществ в конденсированном состоянии
ПК-6 способностью использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями	-	Знать: основные особенности строения и структуры (на нано- и микро уровне) веществ в конденсированном состоянии
		Уметь: определять механические и физические свойства материалов по стандартным методикам; объяснять особенности поведения материалов под действием внешних факторов
		Владеть: навыками работы на лабораторном оборудовании и проведения экспериментов

<b>Формируемые и контролируемые компетенции</b> (код и наименование)	<b>Индикаторы достижения компетенций</b> (код и наименование)	<b>Планируемые результаты обучения</b>
ПК-11 способностью применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов	-	Знать: физическую природу механических свойств твердых материалов и физическую природу тепловых свойств материалов в конденсированном состоянии
		Уметь: подбирать и обосновывать выбор неорганических и органических материалов для определенных условий эксплуатации
		Владеть: 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. Влияние их на структуру и свойства веществ и материалов в конденсированн ом состоянии	Лек Лаб Пр	1.1 Химическая связь, энергия связи, потенциалы Борна-Майера и Борна-Ланде	5	2 4 2	7 2	2	Собеседование Отчет по лабораторной работе
	Лек Лаб Пр Ср	1.2 Ионная и металлическая связь. Физическая природы типов связи. Основные виды материалов и веществ с преобладанием этих типов связи	5	1 4 2 20	10 3		Собеседование Отчет по лабораторной работе
	Лек Лаб Пр	1.3 Ковалентная и Ван-дер-Ваальсова связи в веществах. Водородная связь. Особенности строения веществ с этими типами связи	5	1 4 2	10 6	2	Собеседование Отчет по лабораторной работе
	Лек Лаб Пр	1.4 Структура веществ с направленным и ненаправленным взаимодействием 1.5 Сопоставление различных видов связи, 4 класса кристаллов	5	2 4 2	5 3		Собеседование Отчет по лабораторной работе
	Лек Лаб	1.6 Современные представления о влиянии типов связи на микро- и наноструктуру материалов Влияние структуры веществ на их физические свойства.	5	1 4	10	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 Лаб Пр Ср	1.7 Современные неорганические и органические материалы, принципы выбора материалов для заданных условий эксплуатации	5	2 2 2 10	5 3		Собеседование Отчет по лабораторной работе
2. Свойства веществ в жидком состоянии	Лек Лаб Пр Ср	2.1 Теория теплового движения жидкостей (Френкеля), основные свойства и методы определения свойств веществ в жидком состоянии	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. Применение этих явлений в нанотехнологии	5	2 2 2	5 3	2	Собеседование Отчет по лабораторной работе
3. Динамика кристаллической решетки	Лек Лаб Пр Ср	3.1 Одномерные колебания однородной струны. 3.2 Гармоническое приближение	5	2 2 2 15	5 3		Собеседование Отчет по лабораторной работе
	Лек Лаб Пр Ср	3.3 Колебания одномерной монокристаллической цепочки атомов	5	1 4 2 16	8 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)
4. Механические свойства конденсированных систем	Лек Лаб Пр	4.1 Вывод закона Гука для однородного стержня Тензоры напряжений и деформации 4.2 Энергия деформированного кристалла 4.3 Закон Гука для анизотропных тел	6	2 4 2	8 4	2	Собеседование Отчет по лабораторной работе
	Лек Лаб Пр	4.4 Выбор материалов для заданных условий эксплуатации с учетом их механических характеристик с целью надежности и долговечности	6	2 4 2	10 4		Собеседование Отчет по лабораторной работе
	Лек Лаб Пр Ср	4.5 Способы модификации неорганических конструкционных материалов	6	2 4 2 10	10 4		Собеседование Отчет по лабораторной работе
5. Тепловые свойства конденсированных систем	Лек Лаб Пр Ср	5.1 Теплоемкость твердых тел. Закон Дюлонга и Пти. Современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на тепловые свойства материалов	6	2 4 2 10	10 4	2	Собеседование Отчет по лабораторной работе
	Лек Лаб Пр Ср	5.2 Теплоемкость материалов при низких температурах. Приближения Эйнштейна и Дебая	6	2 4 2 9	10 4		Собеседование Отчет по лабораторной работе
	Лек Лаб Пр Ср	5.3 Электронная теплоемкость и ее зависимость от температуры. Ангстремизм колебаний атомов, тепловое расширение твердых тел	6	2 4 2 9	10 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)
	Лек Лаб	5.4 Теплопроводность. Основные методы исследования и диагностика тепловых свойств материалов	6	2 4	8	2	Собеседование Отчет по лабораторной работе
Курсовая работа	КР		6	15			Отчет
Экзамен	ТИ		6	36			Тестирование
Посещаемость					10		
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-4	Тестовые задания вопросы 1-50 Вопросы к зачету № 1-13 Собеседование по теме 1 вопросы 11,12 по теме 2 вопросы 1-11 по теме 3 вопросы 1-7 Отчеты по лабораторным работам
5	ПК-6	Тестовые задания вопросы 51-100 Собеседование по теме 1 вопросы 1-10 по теме 2 вопросы 1,4-6 по теме 3 вопросы 1-7 Отчеты по лабораторным работам
5	ПК-11	Тестовые задания вопросы 101-150 Вопросы к зачету № 15-20 Собеседование по теме 1 вопросы 8-12 Отчеты по лабораторным работам
6	ПК-4	Тестовые задания вопросы 1-50 Собеседование по теме 4 вопросы 1,5-8 Собеседование по теме 5 вопросы 1-8 Отчеты по лабораторным работам
6	ПК-6	Тестовые задания вопросы 51-100 Вопросы к экзамену № 11-20 Собеседование по теме 4 вопросы 2-4 Собеседование по теме 5 вопросы 4-10 Отчеты по лабораторным работам
6	ПК-11	Тестовые задания вопросы 101-150 Вопросы к экзамену №1-10 Собеседование по теме 4 вопросы 2-4 Собеседование по теме 5 вопросы 5-10 Отчеты по лабораторным работам

### 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. Влияние их на структуру и свойства веществ и материалов в конденсированном состоянии**

#### **Вопросы для проработки**

1. Химическая связь и валентность, потенциал ионизации.
2. Энергия связи.
3. Основные 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. Структура веществ в случае направленного взаимодействия.
10. Структура веществ с ковалентной связью.
11. Влияние структуры веществ на основные физические свойства материалов
12. Влияние соотношения типов химических связей в материалах на их выбор и условия эксплуатации

## **Тема 2. Свойства веществ в жидком состоянии**

### **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°С 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?
11. Методы определения основных свойств веществ в жидком состоянии

## **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 зависимости теплоемкости при постоянном давлении с теплоемкостью при постоянном объеме для тел в твердом состоянии.
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?
10. Современные неорганические и органические материалы, обладающие высокой (низкой теплопроводностью).

### 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 $\text{AlBr}_3$ 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
«отлично»	Если работа сдана в срок и тема работы раскрыта полностью
«хорошо»	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

### Примеры лабораторных работ

#### 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, В	I, mA	R, Ом	ln R	T, K	1/T, 1/K	ε, эВ

Графики зависимостей сопротивления образца от температуры

По значению ε 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:

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

Построить графики зависимости  $\frac{\Delta T}{\Delta t} = f(T_{ср})$  для образцов меди и исследуемого металла, откладывая по оси абсцисс среднее значение температуры  $T_{ср}$  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°C.

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 -								
	T <sub>k</sub> , К	T, К	T- T <sub>k</sub>	$\varepsilon_T$ , мВ	$\Delta T_k$ , К	$\Delta T$ , К	$\Delta \varepsilon_T$ , мВ	$\alpha_{12}$ , мВ/К	$\Delta \alpha_{12}$ , мВ/К

Построить на миллиметровой бумаге график зависимости  $\varepsilon_T(T)$ .

Сделать вывод по первой части работы

№ п/п	Масса груза m= Первый металл -			
	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
№ 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:

№	№ кольца	№ жидкости
---	----------	------------

опыта	$m_1, \text{кг}$	$m_2, \text{кг}$	$m_3, \text{кг}$	$l_1, \text{м}$	$l_2, \text{м}$	$D, \text{м}$	$d, \text{м}$	$h, \text{м}$	$\rho_{\text{жл}}, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$\sigma, \frac{\text{Н}}{\text{м}}$
1										
2										
3										
4										
5										
$\langle \sigma \rangle, \frac{\text{Н}}{\text{м}} =$										

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

Рассчитать работу сил поверхностного натяжения.

№ кольца		№ жидкости							
$\langle m_2 \rangle, \text{кг}$	$\langle m_3 \rangle, \text{кг}$	$\Delta m_2, \text{кг}$	$\Delta m_3, \text{кг}$	$\Delta l_1, \text{м}$	$\Delta l_2, \text{м}$	$\Delta D, \text{м}$	$\Delta d, \text{м}$	$\Delta h, \text{м}$	$\Delta \sigma, \frac{\text{Н}}{\text{м}}$

Записать окончательный результат:  $\sigma = (\langle \sigma \rangle \pm \Delta \sigma) \text{Н} / \text{м}$

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

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>МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ</p> <p>федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования</p> <p>«Тольяттинский государственный университет»</p> <p>Кафедра «Нанотехнологии, материаловедение и механика»</p>
--



Лабораторная работа 1  
**Определение температурной зависимости электрического сопротивления и  
ширины запрещенной зоны полупроводника**

**Выполнил:**  
*Студент гр. МТМм-2001*  
*Иванов И.*

Тольятти 2020

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)

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

**Примеры тестовых заданий**

**ОМ закрытого типа**

Задание 1

*Заполните пропуск: вставьте пропущенные слова.*

Прибор для измерения коэффициента теплового расширения тел называется

---

Правильный ответ: дилатометр.

#### Задание 2

*Заполните пропуск: вставьте пропущенные слова.*

Приборы, предназначенные для определения вязкости называются

---

Правильный ответ: вискозиметры

#### Задание 3

*Выберите один правильный вариант ответа.*

В чем заключается термомеханический анализ?

- а) В измерении количества энергии, поглощенной образцом или выделившейся из образца при непрерывном повышении или понижении температуры
  - б) В измерении потерь веса образцом по мере его непрерывного нагревания
  - в) В определении температурной зависимости расширения или сжатия материала
- Правильный ответ: в.

#### Задание 4

*Выберите один правильный вариант ответа.*

В чем заключается калориметрический анализ?

- а) В измерении количества энергии, поглощенной образцом или выделившейся из образца при непрерывном повышении или понижении температуры
  - б) В измерении потерь веса образцом по мере его непрерывного нагревания
  - в) В определении температурной зависимости расширения или сжатия материала
- Правильный ответ: а.

#### Задание 5

*Заполните пропуск: вставьте пропущенные слова.*

Метод, основанный на разделении компонент смеси, которые проходят с различными скоростями через колонку, заполненную одной и той же разделяющей средой называется

---

Правильный ответ: хроматография

### ОМ открытого типа

#### Задание 15

*Дайте развернутый ответ.*

Какие приборы называют тензиометрами?

Правильный ответ: Приборы, которые позволяют определять коэффициенты поверхностного натяжения конденсированных сред - веществ в жидком и дисперсном состоянии.

#### Задание 35

*Задача*

Вычислить удельную теплоёмкость кристалла бромида меди ( $\text{CuBr}$ ), используя классическую теорию теплоемкости. Молярная масса бромида меди  $\mu = 143,5 \text{ г/моль}$

Решение:

В рамках классической теории теплоемкости по закону Неймана-Коппа для молярной теплоёмкости кристалла бромида меди имеем:

$$C_m = n \cdot 3R,$$

где  $n$  – число атомов и равно 2,  $R$  – универсальная газовая постоянная

$$R = 8.31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль } K}$$

Молярная и удельная теплоёмкости связаны соотношением:

$C_{уд} = C_m / \mu$ , где  $\mu$  - молярная масса бромида меди

$$C_{уд} = \frac{n \cdot 3R}{\mu} \approx 347.5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг } K}$$

#### Задание 36

##### Задача.

Пользуясь законом Дюлонга и Пти, найти молярную массу материала, из которого сделан металлический шарик, если известно, что его удельная теплоемкость равна 234 Дж/(кгК).

Решение:

По закону Дюлонга и Пти

$$C_m = 3R$$

Связь молярной и удельной теплоёмкостей

$$C_m = \mu C_{уд}$$

Тогда молярная масса материала шарика равна:

$$\mu = \frac{C_m}{C_{уд}} \approx 0,1 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

#### Процедура оценивания

Используется процедура оценивания предусмотренная БРС

##### Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если он набрал от 80 до 100 баллов;
- оценка «хорошо», если он набрал от 60 до 80 баллов;
- оценка «удовлетворительно» если он набрал от 40 до 60 баллов;
- оценка «неудовлетворительно» если он не набрал 40 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. Физическая природа Ван-дер-Ваальсовой связи
2	Физическая природа ионной связи. Проявление ионной связи в современных материалах.
3	Физическая природа ковалентной связи. Материалы с ковалентной связью
4	Металлическая связь. Механизм образования. Материалы с металлической связью
5	Водородная связь. Структура веществ с ненаправленным взаимодействием
6	Структура веществ с направленным взаимодействием. Структура веществ (материалов) с ковалентной связью
7	Одномерные колебания однородной струны. Гармоническое приближение.
8	Колебания одномерной монокристаллической цепочки атомов
9	Колебательный спектр двухатомной одномерной цепочки. Акустическая и оптическая ветви колебаний.
10	Упругие волны смещений атомов. Фононы.
11	Теория теплового движения Френкеля
12	Физические свойства жидкостей. Методы определения этих свойств
13	Поверхностное натяжение жидкости. Методы определения коэффициента поверхностного натяжения
14	Применение поверхностного натяжения жидкости в технических устройствах и нанотехнологиях
15	Капиллярные явления. Новые органические и неорганические материалы с проявлением капиллярных эффектов.
16	Капиллярные эффекты в нанотехнологиях
17	Характеристика четырех классов кристаллических тел в зависимости от типов химической связи. Примеры веществ, относящихся к этим классам
18	Способы (методы) определения поверхностного натяжения
19	Смачивание, области применения эффекта смачивания. Современные материалы с гидрофобными и гидрофильными свойствами
20	Современные неорганические и органические материалы, принципы выбора материалов для заданных условий эксплуатации
21	Способы модификации неорганических конструкционных материалов
22	Методы диагностики и моделирования свойств конструкционных материалов

Семестр \_\_\_\_\_ 6 \_\_\_\_\_

№ п/п	Вопросы к экзамену
1	Механические свойства твердых тел, влияние окружающей среды на механические свойства материалов
2	Вывод закона Гука для однородного стержня
3	Тензоры напряжений и деформаций. Особенности изменений размеров и формы тела под действием тензора напряжений

4	Энергия деформированного кристалла. Расчет энергии деформированного кристалла
5	Закон Гука для анизотропных тел
6	Тепловые свойства твердых тел. Методы определения тепловых свойств материалов
7	Теплоемкость твердых тел. Закон Дюлонга и Пти
8	Приближение Эйнштейна. Вывести формулу молярной теплоемкости в приближении Эйнштейна.
9	Приближение Дебая. Вывести формулу молярной теплоемкости в приближении
10	Электронная теплоемкость и ее зависимость от температуры
11	Ангармонизм колебаний атомов. Как он проявляется при тепловом расширении веществ в конденсированном состоянии?
12	Теплопроводность твердых тел. Закон Фурье
13	Влияние характера типов связи в материалах и структуры на их тепловые свойства
14	Диаграмма деформации. Пластические свойства кристаллов. Хрупкость
15	Связь коэффициента теплового расширения с коэффициентом ангармонизма
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
21	Фазовые превращения в металлах под действием тепловых полей

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
5	Зачет (по накопительному рейтингу)	«зачтено»	40 и более баллов
		«не зачтено»	менее 40 баллов
6	Экзамен (по накопительному рейтингу)	«отлично»	от 80 и более баллов
		«хорошо»	от 60 до 79 баллов
		«удовлетворительно»	от 40 до 59 баллов
		«неудовлетворительно»	менее 40 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	Федотов А. К., Анищик В. М., Тиванов М. С.	Физическое материаловедение Ч. 3. Материалы энергетики и энергосбережения	Учебное пособие	2015	ЭБС «IPR books»

### 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	Матухин В. Л., Ермаков В. Л.	Физика твердого тела	Учебное пособие	2010	ЭБС «Лань»
2	Епифанов Г. И.	Физика твердого тела	Учебное пособие	2011	ЭБС «Лань»
3	Разумовская И. В.	Физика твердого тела	Учебное пособие	2011	ЭБС «IPR books»
4	Румянцев А. В.	Введение в физику конденсированного состояния вещества	Учебное пособие	2012	ЭБС «IPR books»
5	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 № 42/02/22 - К от 02.02.2022 до 31.08.2022
4	Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ»	договор № 931 от 23.09.2021 до 27.09.2022

### 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	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
	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.