

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

Б1.В.08
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физика конденсированного состояния наноматериалов
(наименование дисциплины)

по направлению подготовки (специальности)
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

направленность (профиль)/специализация

Инженерия конструкционных материалов для беспилотных мобильных систем

Форма обучения: заочная

Год набора: 2026

Общая трудоемкость: 2 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	8	Итого
Форма контроля	Зачет с оценкой	
Вид занятий		
Лекции	4	4
Лабораторные		
Практические		
Руководство: РГР		
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	4,25	4,25
Самостоятельная работа	64	64
Контроль	3,75	3,75
Итого	72	72

Рабочую программу составил(и):

Профессор кафедры СОМДиРП, 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 «01» сентября 2031 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры «Сварка, обработка металлов давлением и родственные процессы»

(протокол заседания № 1 от 03.09.2025г.).

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, Механика, Высшая математика, Материаловедение, Метрология, стандартизация и сертификация, Наноструктурные материалы для беспилотных мобильных систем, Механические и физические свойства материалов.

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Нанометрология и экспертиза материалов, Новые материалы и технологии для изготовления беспилотных мобильных систем, Электрохимическая кристаллизация металлов и сплавов.

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 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	ПК-1.1 Понимает физическую сущность процесса пластической деформации материала и его разрушения	Знать: физическую природу механических свойств твердых материалов и физическую природу тепловых свойств материалов в конденсированном состоянии
		Уметь: ориентироваться в основных понятиях физики конденсированных сред
		Владеть: основными методиками проведения испытаний материалов
	ПК-1.2 Проводит оценку влияния теплофизических и механических свойств на технологическую прочность материала	Знать: основные методы диагностики свойств материалов
		Уметь: проводить расчеты основных физических характеристик материалов
		Владеть: способностью обобщать экспериментальные факты
	ПК-1.3 Имеет представление о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов)	Знать: методы получения, модификации материалов в твердом состоянии и методы диагностики, исследования процессов, протекающих в конденсированных средах
		Уметь: решать расчетные задачи
		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	Лек Ср	1.1 Химическая связь, энергия связи, потенциалы Борна-Майера и Борна-Ланде 1.2 Ионная и металлическая связь Физическая природы связи 1.3 Ковалентная и Ван-дер-Ваальсова связи 1.4 Металлическая и водородная связи 1.5 Структура веществ с ненаправленным взаимодействием 1.6 Влияние структуры веществ на их физические свойства 1.7 Сопоставление различных видов связи, 4	8	2 20			Отчет по практ.
2. Механические свойства конденсированных систем	Лек Ср	2.1 Вывод закона Гука для однородного стержня 2.2 Тензоры напряжений и деформации 2.3 Энергия деформированного кристалла 2.4 Закон Гука для анизотропных тел	8	1 20			Отчет по практ.

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интеракти в, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
3. Теплов ые свойства конденсиров анных систем	Лек Ср	5.1 Теплоемкость твердых тел. Закон Дюлонга и Пти 5.2 Приближения Эйнштейна и Дебая 5.3 Электронная теплоемкость и ее зависимость от температуры 5.4 Ангармонизм колебаний атомов, тепловое расширение твердых тел	8	1 24			Отчет по практ.
	ПА Контроль		8	0,25 3,75			
Итого:				72			

5. Образовательные технологии

При реализации дисциплины применяются информационные технологии традиционного, модульного (по отдельным темам) обучения, используются технологии ДОТ в ЭИОС интерактивные практические работы, видеофильмы, информационные технологии (интернет) и элементы технологии проектного обучения, путем создания студентом презентаций по заданной теме. Используется тестирование для оценки текущей успеваемости и степени усвоения материала.

6. Методические указания по освоению дисциплины

При освоении всех разделов дисциплины необходимо сочетание всех форм учебной деятельности: изучение лекционного материала, выполнение практических и самостоятельных заданий, как с использованием технологий дистанционного обучения. Особое место занимает интерактивная методика выполнения и представления студентом результатов своей практической работы как презентация информации, полученной на основании аналитических исследований.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая: Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301) Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
8	ПК-1	Тестовые задания № 1-250 Отчеты по пр.1-3

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

7.2.1. _ Выполнение практических работ № 1...3 (самостоятельная работа студентов) (наименование оценочного средства)

Типовой(ые) пример(ы) задания(ий)

1. Материалы представить преподавателю в виде презентаций в PowerPoint и отдельно текстовый файл в Microsoft Word.
2. Количество слайдов презентации по теме должно составлять 15...25 штук.
3. Слайд «Титульный лист» и слайд со списком используемых источников информации в презентации обязательны
4. Эффекты анимации и и мультипликации про демонстрации слайдов не применять
5. Докладывать материалы презентации перед группой студентов в форме конференции во время аудиторных занятий.

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. 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 3. 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

7.2.2. Комплект тестовых заданий

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

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

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

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

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

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

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

21. 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

22. Границы применимости элементарного закона Гука

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

23. 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

24. 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

7.3.1. Банк тестовых заданий в объеме 250шт (Росдистант)

Курс	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
4	тестирование	- оценка «зачтено» - 55 и более баллов - оценка «не зачтено» - менее 55 баллов	
4	отчет по пр.	«зачтено»	10 баллов и более
		«не зачтено»	Менее 10 баллов

Темы письменных работ

№ п/п	Темы
	не предусмотрены

Процедура оценивания

Оценка выставляется по сумме баллов, набранных студентом при тестировании и баллов за отчеты по практическим работам.

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	Матухин, В.Л., Ермаков В.Л.	Физика твердого тела	Учебное пособие	2021	ЭБС «Лань»
2	Епифанов, Г.И.	Физика твердого тела	Учебное пособие	2021	ЭБС «Лань»
3	Владимиров, Г.Г.	Физика поверхности твердых тел	Учебное пособие	2021	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»
4	Кульков В.Г.	Физика конденсированного состояния в электротехническом материаловедении	Учебное пособие	2017	ЭБС «Лань»
5	Жандун, В.С.	Задачи по физике конденсированного состояния вещества	Учебное пособие	2020	ЭБС «Лань»

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	лицензионный договор № 1346 от 24.12.2024, срок действия – до 31.12.2025 включительно
4	Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ»	Лицензионный договор № 896 от 12.09.2024 от с 27.09.2024 по 26.09.2025

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	Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. 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	Стол ученические двухместные ,

№ 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
	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 групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. Е-214	столы ученические, стол компьютерный, стол преподавательский, ПК ,доска трехсекционная аудиторная (меловая), стул преподавательский, проектор мультимедийный ,экран для проектора, тумба выкатная
3	Помещение для самостоятельной работы обучающихся Г-401	Столы, стулья, компьютеры.
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, сетевой шкаф.