

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

Б1.В.07
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Механические и физические свойства материалов
(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: 4 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	6	Итого
Форма контроля	зачет	
Вид занятий		
Лекции	16	16
Лабораторные	16	16
Практические	16	16
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	48,25	48,25
Самостоятельная работа	95,75	95,75
Контроль		
Итого	144	144

Рабочую программу составил(и):

Профессор кафедры, доцент, д.т.н. Клевцова Н.А.

(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 – фундаментальная подготовка специалистов по материаловедению и технологии материалов в области определения и анализа механических и физических свойств, разработке материалов с заданными характеристиками материалов конструкционного и функционального назначения

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: Физика конденсированного состояния Физика, Химия, Материаловедение и ТКМ.

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: для написания выпускной квалификационной работы; научно-исследовательская работа, итоговая аттестация.

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-3 способен проводить выбор материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения на основе знания основных типов неорганических и органических материалов различного назначения, в том числе наноматериалов	ИД-1ПК-3. Способен проводить обоснование выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения	Знать: требования надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий применения неорганических и органических материалов различного назначения, в том числе наноматериалов
		Уметь: проводить выбор материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения
		Владеть: способностью проводить выбор материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения

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)
Модуль 1. Механические свойства	Лек Лр Ср	Общая характеристика механических свойств и методов испытаний	6	2 2 5	5	2	Опрос в тестовой форме
	Лек Лр Ср	Упругие свойства и неполная упругость	6	2 2 3	5		Прием отчетов
	Лек Пр Ср	Механизмы пластической деформации	6	2 2 2	10		Опрос в тестовой форме
	Лек Лр Ср	Основные механизмы разрушения твердых тел	6	1 4 2	10	2	Прием отчетов
	Лек Пр Ср	Методы механических испытаний и оборудование для их проведения	6	1 4 4	10	2	Опрос в тестовой форме
Модуль 2. Физические свойства	Лек Лр Ср	Основы электронной теории твердых тел	6	1 2 4	10		Прием отчетов
	Лек Пр Ср	Электрические и термоэлектрические свойства	6	1 4 4	10		Опрос в тестовой форме
	Лек Лр Ср	Теплопроводность и теплоемкость	6	2 4 4	10	2	Прием отчетов

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Подготовка к зачету	Лек Пр Ср	Магнитные свойства	6	2 6 4	20		Опрос в тестовой форме
	Лек Лр Ср	Плотность и термическое расширение	6	2 2 4	10		Прием отчетов
	Ср		6	59,75			Опрос в тестовой форме
Итого:				144	100		

Схема расчета итогового балла: (Текущий рейтинг + Результат итогового тестирования)/2

5. Образовательные технологии

При реализации данной дисциплины используются следующие технологии:

Технология традиционного обучения – предлагает традиционную последовательность изучения нового материала.

Информационные технологии – предлагают использование компьютера во время проведения занятий.

Интерактивные технологии – предлагают диалоговое обучение, в ходе которого осуществляется взаимодействие между студентом и преподавателем, либо между студентами.

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 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.

На практических занятиях студенты приобретают навыки исследовательской деятельности и умения объяснять результаты эксперимента, основываясь на знаниях теоретической части 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
6	ПК-3	Тестовые задания № 1-500 Вопросы к зачету № 1-45

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

7.2.1. Комплект заданий для практической работы (наименование оценочного средства)

1. Тема «Макрофрактографический анализ изломов наноструктурированного материала, полученных при однократных видах нагружения (статических, ударных)».

- Какой вид (схема) деформированного состояния соответствует хрупкому разрушению материала:
 - объемное деформированное состояние,
 - плоское деформированное состояние,
 - разноименное объемное состояние.
- Какой вид напряженного состояния соответствует вязкому разрушению материала при испытаниях образца на изгиб?
 - объемное,
 - линейное,
 - плоское.
- Почему материалы с ГЦК решеткой более пластичны?
 - т.к. материалы с ГЦК решеткой имеют большое количество непересекающихся систем скольжения,
 - т.к. ГЦК решетка более плотноуплотненная,
 - т.к. материалы с ГЦК имеют больше плоскостей скольжения.
- Как влияет деформация сжатием на пластичность сталей?
 - пластичность возрастает,
 - пластичность снижается,
 - пластичность не меняется.
- В каком состоянии сталь обладает большей коррозионной стойкостью?
 - после закалки,
 - после отжига,
 - после пластической деформации.

2. Тема «Расчет трещиностойкости наноструктурированного материала».

- Что понимают под статической трещиностойкостью (K_{Ic}) материала?
 - способность материала сопротивляться статическим нагрузкам.
 - способность материала с трещиной сопротивляться статическим нагрузкам.

В) способность материала с трещиной сопротивляться пластической деформации.

2. Для чего в образцах для испытания на K_{Ic} выращивают усталостную трещину?
А) для ускорения разрушения.
Б) для создания более жесткого локального напряженного состояния.
В) для того, чтобы в образце развивалась только одна трещина.
3. В каких условиях локального напряженного состояния испытывают образцы на K_{Ic} ?
А) в условии плоской деформации.
Б) в условии плоского напряженного состояния.
В) особых условий нет.
4. Как влияет наноструктурирование на статическую трещиностойкость материалов?
А) повышает трещиностойкость.
Б) снижает трещиностойкость
В) влияет неоднозначно.
5. Как можно достигнуть условия плоской деформации в образце?
А) охлаждать образец.
Б) повышать толщину образца.
В) увеличить скорость нагружения.

3. Тема «Оценка локального напряженного состояния наноматериала по критериям механики разрушения и макростроению изломов»

1. Какой вид излома соответствует условию плоской деформации при разрушении?
А) хрупкий
Б) вязкий
В) смешанный.
2. Критерий оценки условия плоской деформации, согласно ГОСТ?
А) $t / (K_{Ic} / \sigma_{0,2})^2 \geq 2,5$
Б) $t / (K_{Ic} / \sigma_{0,2})^2 \geq 5,2$
В) $t / (K_{Ic} / \sigma_{0,2})^2 \geq 1,5$
3. Можно ли использовать для оценки условия плоской деформации критерий h_{max} / t ?
А) да
Б) нет
В) да, но только для материалов с ОЦК решеткой.
4. Зависит ли K_{Ic} материала от размера и формы образцов?
А) да
Б) нет
В) только от размера.
5. Зависит ли K_{sc} материала от размера и формы образцов?
А) да
Б) нет
В) только от размера

4. Тема «Макрофрактографический анализ усталостных изломов наноструктурированного сплава».

1. Пределом выносливости (усталости) называют...

А) напряжение, при котором материал выдерживает заданное число циклов нагружения

Б) максимальное напряжение цикла, при котором материал выдерживает определенное число циклов нагружения (базу) без разрушения

В) напряжение, по достижении которого происходит разрушение.

2. Укажите вид излома, при котором на его поверхности в области разрушения видны две зоны:

А) интеркристаллитный хрупкий

Б) вязкий

В) усталостный.

3. Как влияет наноструктурирование на предел усталости материала?

А) повышает предел усталости

Б) снижает предел усталости

В) не влияет на предел усталости.

4. В чем проявляется стадийность усталостного разрушения?

А) в образовании усталостных зон на поверхности излома.

Б) в количестве циклов нагружения до образования трещины и количестве циклов на ее распространение.

В) стадийность усталостного разрушения отсутствует.

5. С чем связано образование циклической пластической зоны у вершины трещины?

А) с обратной пластической деформацией.

Б) с изменением локального напряженного состояния материала.

В) с циклическими нагрузками.

5. Тема «Построение кинетических диаграмм усталостного разрушения обычного и наноструктурированного сплава».

1. В каких координатах строят кинетические диаграммы усталостного разрушения?

А) в координатах $dl/dN - \Delta K$.

Б) в координатах $\lg dl/dN - \lg \Delta K$.

В) в координатах $\ln dl/dN - \ln \Delta K$.

2. Уравнение Пэрисса.

А) $dl/dN = C \Delta K^n$

Б) $dl/dN = C K_{\max}^n$

В) $\ln dl/dN = \ln \Delta K^n$

3. Какой материал лучше сопротивляется развитию усталостной трещины?

А) с низким значением коэффициента n в уравнении Пэрисса.

Б) с высоким значением коэффициента n в уравнении Пэрисса.

В) не зависит от коэффициента n .

4. Сколько участков выделяют на кинетической диаграмме усталостного разрушения?

А) два участка.

- Б) три участка.
В) четыре участка.

5. Укажите критические значения K на кинетической диаграмме усталостного разрушения?

- А) K_{th}
Б) K_{fc}
В) K_{lc}

7.2.2 Критерии оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
5	по накопительному рейтингу	«зачтено»	55 – 100 баллов
		«не зачтено»	0 – 54 бала

Тестирование

(наименование оценочного средства)

■ Примеры тестовых заданий

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

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр _____ 6 _____

№ п/п	Вопросы к зачету
1.	Определение упругих характеристик статическим и динамическим методами.
2.	Определение характеристик внутреннего трения.
3.	Анализ первичной диаграммы растяжения, построение диаграммы деформаций и определение характеристик механических свойств.
4.	Влияние температуры и скорости нагружения на деформационное упрочнение и механические свойства материалов.
5.	Влияние состава и структуры материалов на механические свойства. Определение критериев трещиностойкости.
6.	Определение порога хладноломкости конструкционных сталей.
7.	Фрактографический анализ изломов.
8.	Методы измерения твердости.
9.	Анализ первичных кривых ползучести и определение длительной прочности материалов.
10.	Испытания на усталость. Испытания на износостойкость.
11.	Что называют главными направлениями и главными напряжениями? Какое различие между истинными и условными напряжениями?
12.	Тензор напряжений. Схемы напряженного состояния.

	Тензор деформаций. Схемы деформированного состояния.
13.	Что такое коэффициент мягкости (жесткости) ? Что такое неупругость и неполная упругость металлов?
14.	Какими причинами обусловлено внутреннее трение металла и чем оно характеризуется? Отличаются ли механизмы пластической деформации моно- и поликристаллов?
15.	Какое практическое значение имеет способность металла к пластической деформации? Опишите дислокационный механизм процессов скольжения и двойникования.
16.	Чем объяснить существенную разницу между теоретической и реальной прочностью металлов? Как влияют состав и структура на пластическую деформацию поликристаллов?
17.	Как влияют температура и скорость деформирования на пластические характеристики металла? В чем заключается сущность явления деформационного упрочнения?
18.	Как влияет температура на пластическую деформацию и деформационное упрочнение металлов? Как влияет скорость деформирования на пластическую деформацию и деформационное упрочнение металлов?
19.	Как влияет схема напряженного состояния на пластическую деформацию и деформационное упрочнение металлов? Как влияет легирование на пластическую деформацию и деформационное упрочнение металлов?
20.	Как влияет энергия дефектов упаковки на пластическую деформацию и деформационное упрочнение металлов?
21.	Перечислите признаки вязкого и хрупкого разрушения. Перечислите и поясните механизмы зарождения трещины.
22.	Каково влияние масштабного фактора на охрупчивание стали? Как зависит температура перехода от вязкого состояния к хрупкому от скорости деформирования?
23.	Какие способы борьбы с хладноломкостью. Вы знаете? Как влияет внешняя среда на охрупчивание?
24.	Перечислите разновидности статических испытаний. Какие характеристики механических свойств определяют по кривой растяжения? Дайте определения, Укажите расчетные формулы.
25.	Каковы характеристики испытания на кручение? Объясните сущность концепции Гриффитса. В чем заключается физический смысл K_{IC} ?
26.	Что такое твердость материала? Перечислите и охарактеризуйте методы испытания на твердость.
27.	Каковы условия испытания твердости по шкалам А, В и С метода Роквелла?
28.	Как определяется твердость по Бринеллю? Как определяется твердость по Виккерсу?
29.	Каковы особенности методики определения микротвердости? Каково назначение динамических испытаний?
30.	Почему увеличение скорости нагружения приводит к дополнительному упрочнению металла? Что такое ударная вязкость? Как она вычисляется?
31.	Как определить порог хладноломкости материала, пользуясь результатами

	<p>серийных испытаний?</p> <p>Для чего проводят разделение ударной вязкости на составляющие? Что они характеризуют?</p>
32.	<p>Что такое ползучесть?</p> <p>Какие механические характеристики определяют при испытании на ползучесть?</p> <p>Почему процесс ползучести в основном обусловлен касательными, а не нормальными напряжениями?</p>
33.	<p>Что называют жаропрочностью металлов и сплавов?</p> <p>Что понимают под длительной прочностью?</p> <p>Что такое релаксация напряжений?</p> <p>Как влияет легирование на жаропрочность материалов?</p>
34.	<p>Что такое усталость металла?</p> <p>Какова природа усталостного разрушения?</p> <p>Что называют циклом напряжений?</p>
35.	<p>Что такое период цикла?</p> <p>Что такое минимальное, максимальное и среднее напряжение цикла?</p> <p>Что такое амплитуда цикла?</p> <p>Что такое коэффициент асимметрии цикла?</p> <p>Что такое предел выносливости?</p> <p>Что называют базой испытаний на усталость?</p>
36.	<p>Что называют пределом усталости, пределом выносливости?</p> <p>Что такое малоцикловая усталость?</p> <p>Что такое изнашивание?</p>
37.	<p>Чем характеризуются скорость изнашивания, интенсивность изнашивания?</p> <p>Поясните сущность абразивного изнашивания, изнашивания вследствие пластического деформирования, изнашивания при хрупком разрушении.</p>
38.	<p>Что такое контактная усталость?</p> <p>Чем отличаются испытания на контактную усталость от стандартных усталостных испытаний?</p>
39.	<p>Что такое адгезивное изнашивание?</p> <p>Каково назначение технологических испытаний? Охарактеризуйте виды испытаний.</p>
40.	<p>Что такое конструкционная прочность? Как можно оценить конструкционную прочность материала по его механическим свойствам?</p> <p>Поясните экспериментальные методы оценки конструкционной прочности.</p>
41.	<p>Определение удельного электрического сопротивления проводниковых материалов.</p> <p>Определение подвижности носителей и типа проводимости полупроводников.</p>
42.	<p>Измерение диэлектрической проницаемости и тангенса угла потерь.</p> <p>Определение оптических характеристик материалов.</p> <p>Изучение фазовых превращений методами термического и калориметрического анализов.</p>
43.	<p>Измерение магнитной восприимчивости диа- и парамагнитных материалов.</p> <p>Построение основной кривой намагничивания и петли гистерезиса и определение характеристик ферромагнитных материалов.</p>
44.	<p>Определение магнитной проницаемости и тангенса угла потерь ферритовых сердечников.</p> <p>Влияние состава и структуры на свойства ферромагнитных материалов.</p>
45.	<p>Определение критических точек и температурного коэффициента линейного</p>

	расширения материалов дилатометрическим методом. Контроль заготовок и изделий методами вихретоковой и магнитной дефектоскопии.
--	---

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
6	по накопительному рейтингу	«зачтено»	55 – 100 баллов
		«не зачтено»	0 – 54 бала

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	Гуляев В. П.	Специальный раздел механики: деформации и разрушение стальных изделий	Учебное пособие	2017	ЭБС «Лань»
2	Белкин П. Н.	Механические свойства, прочность и разрушение твёрдых тел	Учебное пособие	2019	ЭБС "IPRbooks"

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	П. А. Витязь, Н. А. Свидунович, Д. В. Куис	Наноматериаловедение	Учебное пособие	2015	ЭБС «IPRbooks»
2	В. Ю. Турилина ; под ред. С.	Материаловедение: Механические свойства металлов. Термическая	Учебник	2013	ЭБС "Лань"

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
	А. Никулина.	обработка металлов. Специальные стали и сплавы			
3	Зоткин В. Е.	Методология выбора материалов и упрочняющих технологий в машиностроении	ЭБС "ZNANIUM. COM"	2017	ЭБС "ZNANIUM. COM"

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Исследовано в России [Электронный ресурс]: многопредмет. науч. журн. / Моск. физ.-техн. ин-т. — Электрон. журн. — Долгопрудный: МФТИ, 1998 — Режим доступа к журн.: <http://zhurnal.mipt.rssi.ru>.
- WebofScience[Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. — Philadelphia: ClarivateAnalytics, 2016— . — Режим доступа : <apps.webofknowledge.com>. — Загл. с экрана. — Яз. рус., англ.
- Scopus[Электронный ресурс] : реферативная база данных. — Netherlands: Elsevier, 2004— . — Режим доступа : <scopus.com>. — Загл. с экрана. — Яз. рус., англ.
- Elibrary[Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. — Москва : НЭБ, 2000— . — Режим доступа : <elibrary.ru>. — Загл. с экрана. — Яз. рус., англ.
- SpringerLink[Электронный ресурс] : [база данных]. — Switzerland: SpringerNature, 1842— . — Режим доступа : <link.springer.com>. — Загл. с экрана. — Яз. англ.
- ScienceDirect[Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. — Netherlands: Elsevier, 2018— . — Режим доступа : <sciencedirect.com>. — Загл. с экрана. — Яз. англ.
- Cambridgeuniversitypress[Электронный ресурс] : журналы издательства. — Cambridge: Cambridgeuniversitypress, 2018— . — Режим доступа : <cambridge.org>. — Загл. с экрана. — Яз. англ.
- NEICON[Электронный ресурс] : электронная информация : архив научных журналов. — Москва : НЭИКОН, 2002— . — Режим доступа : <neicon.ru/resources/archive>. — Загл. с экрана. — Яз. рус., англ.

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

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	Столы ученические письменные , стулья-, доска аудиторная (меловая), стол преподавательский, стул преподавательский, шкафы для учебных пособий, лабораторные установки, ПК, проектор, экран, коммутатор.
2	Лаборатория "Компьютерное моделирование физических процессов" Помещение для самостоятельной работы. 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 групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. Е-214	Столы ученические двухместные , 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 ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет
4	Помещение для самостоятельной работы обучающихся Е 403	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.