

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

Б1.В.05
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наноструктурные материалы для беспилотных мобильных систем

(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: 3 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	9	Итого
Форма контроля	Зач. с оценкой	
Вид занятий		
Лекции	4	4
Лабораторные		
Практические		
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	4,25	4,25
Самостоятельная работа	100	100
Контроль	3,75	3.75
Итого	108	108

Рабочую программу составил(и):

профессор, д.т.н. Клевцов Г.В.

(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 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Срок действия рабочей программы дисциплины до «01» сентября 2031 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры СОМДиРП

(протокол заседания № 1 от 03.09.2025г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование знаний о конструкционных металлах и сплавах, в том числе и наноматериалов, применительно к беспилотным мобильным системам

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: Материаловедение, Сопротивление материалов, Современные технологические процессы в машиностроении. Инженерная подготовка. Инженерия конструкционных материалов для беспилотных мобильных систем 2.

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Оценка эффективности затрат при разработке и выборе материалов для производства беспилотных мобильных систем, Физика конденсированного состояния наноматериалов, Нанометрология и экспертиза материалов, Высокоэнергетические методы обработки материалов, Производственная практика (НИР), Производственная практика (преддипломная практика).

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 конструкций для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения, выбирать материалы и технологии инженерии поверхностей с целью придания им требуемых свойств	<i>ПК-3.1. Может выбирать материал для конструктивных элементов БМС в зависимости от условий их эксплуатации</i>	Знать: материалы конструкций для конструктивных элементов БМС в зависимости от условий их эксплуатации
		Уметь: выбирать материал для конструктивных элементов БМС в зависимости от условий их эксплуатации
		Владеть: способностью выбирать материал для конструктивных элементов БМС в зависимости от условий их эксплуатации

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. Получение и свойства наноматериалов	Лек. 1	Наноструктуры, наноматериалы и нанотехнологии. Классификация, основные понятия и термины. Нанокomпозиционные материалы и нанопленочные структуры. Основные методы получения и свойства. Объемные конструкционные и функциональные металлические наноматериалы. Способы получения, свойства и применение.	9	2	-	-	Отчет по Ср
	Ср.	Классификация нанообъектов и наноструктур. Задачи физического наноматериаловедения. Объемные конструкционные и функциональные металлические наноматериалы. Способы получения, свойства и применение. Анализ			-	-	
Модуль 2. Наностали и легкие наносплавы для БМС	Лек. 2	Легкие металлы и сплавы для БМС. Алюминий, титан, магний. Структура, свойства. Механические и физические свойства сталей и легких сплавов для БМС после ИПД при однократных и циклическом видах нагружения.	9		-	-	Отчет по Ср
	Ср.	Расчет механических свойств при однократных и циклическом видах нагружения образцов. Анализ усталостных изломов металлических наноструктурированных материалов.			-	-	
Промежуточная	ПА		9	0,25			Тестирование
Контроль			9	3,75			
Итого:				108			

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

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.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
9	ПК-3. Способен проводить выбор материалов конструкций для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения, выбирать материалы и технологии инженерии поверхностей с целью придания им требуемых свойств	<i>Тестовые задания № 1-35</i> <i>Вопросы к зачету № 1-25</i>

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

7.2.1 Тесты

Тема «Нанообъекты, наноматериалы»

1. Наноматериалы имеют размер ... хотя бы в одном измерении.

А. ≤ 100 нм.

Б. ≤ 1 нм.

В. ≤ 10 нм.

Г. $\leq 0,1$ нм.

2. Нанопорошки, нанопроволоки, нановолокна, тонкие плёнки, нанотрубки – это ...

А. Наноизделия.

Б. Микроизделия.

В. Массивные наноматериалы.

Г. Композиты с компонентами из наноматериалов.

3. Проволоки, ленты, фольги – это ...
- А. Наноизделия.
 - Б. Микроизделия.
 - В. Массивные наноматериалы.
 - Г. Композиты с компонентами из наноматериалов.
4. Однофазные стёкла, гели, пересыщенные твёрдые растворы – это ...
- А. Наноизделия.
 - Б. Микроизделия.
 - В. Массивные наноматериалы.
 - Г. Композиты с компонентами из наноматериалов.
5. Многофазные сложные сплавы и керамики – это ...
- А. Наноизделия.
 - Б. Микроизделия.
 - В. Массивные наноматериалы.
 - Г. Композиты с компонентами из наноматериалов.
6. Отношение площади поверхности к объёму порошка или кристалла ... его размеру.
- А. Прямо пропорционально.
 - Б. Равно.
 - В. Обратно пропорционально.
7. Зависимость твёрдости и прочности от размеров наночастиц ...
- А. Подчиняется закону Холла-Петча.
 - Б. Не подчиняется закону Холла-Петча.
 - В. Подчиняется закону Гриффитса.
 - Г. Не подчиняется закону Гриффитса.
 - Д. Подчиняется закону Фика.
8. У какого материала выше внутреннее трение?
- А. Серый чугун.
 - Б. Наноматериал.
 - В. Латунь.
 - Г. Колокольная бронза.
 - Д. Нержавеющая сталь.
9. Что такое фуллерен?
- А. Молекулярное соединение.
 - Б. Кластер.
 - В. Наночастица.
 - Г. Молекулярный кристалл.
 - Д. Фрактальный агрегат.
10. Что такое фуллерит?
- А. Кластер.
 - Б. Наночастица.
 - В. Молекулярный кристалл.
 - Г. Фрактальный агрегат.
 - Д. Молекулярное соединение.
11. Использование наноматериалов ограничивает их низкая ...

- А. Пластичность.
- Б. Прочность.
- В. Твёрдость.
- Г. Микротвёрдость.

12. Использование наноматериалов ограничивает их ...

- А. Низкая прочность.
- Б. Высокая твёрдость.
- В. Склонность к хрупкому разрушению.
- Г. Низкая микротвёрдость.

13. Использование наноматериалов ограничивает их ...

- А. Низкая прочность.
- Б. Высокая твёрдость.
- В. Метастабильное состояние структуры.

14. Использование наноматериалов ограничивает их ...

- А. Низкая прочность.
- Б. Склонность к межкристаллитной коррозии.
- В. Высокая твёрдость.

15. Укажите основную причину склонности наноматериалов к межкристаллитной коррозии.

- А. Большая объёмная доля границ.
- Б. Склонность к хрупкому разрушению.
- В. Сложный химический состав.
- Г. Высокая пористость.

16. Использование наноматериалов ограничивает ...

- А. Низкая прочность.
- Б. Низкая твёрдость.
- В. Технологические проблемы.
- Г. Низкая микротвёрдость.

17. Исключите неверное утверждение.

А. По причине метастабильного состояния структуры наноматериалов в них под воздействием температуры или пластической деформации могут происходить рекристаллизационные процессы.

Б. Наноматериалы можно использовать только в условиях среды, не оказывающей коррозионного воздействия.

В. Механизмы пластической деформации наноматериалов значительно отличаются от механизмов ПД микрокристаллических материалов.

Г. Ультромелкое зерно наноматериалов обеспечивает их высокую вязкость.

18. Расположите по возрастанию структурные уровни структурно-масштабной организации железоуглеродистого расплава.

А. Атом углерода → углеродный кластер → эндоэдрал → углеродная наночастица → фрактальный агрегат → кристалл графита.

Б. Углеродный кластер → атом углерода → фуллерен → эндоэдрал → углеродная наночастица → фрактальный агрегат → кристалл графита.

В. Эндоэдрал → атом углерода → углеродный кластер → фуллерен → углеродная наночастица → фрактальный агрегат → кристалл графита.

Г. Атом углерода → углеродный кластер → фуллерен → эндодрал → углеродная наночастица → фрактальный агрегат → кристалл графита.

Тема «Цветные и легкие сплавы», применяемые в БМС

19. ... – деформируемый термонеупрочняемый алюминиевый сплав.
А. В95.
Б. АМг1.
В. Д1.
В. АВ.
Г. АК7М2.
20. ... – деформируемый термоупрочняемый алюминиевый сплав.
А. АМг6.
Б. АМц3.
В. АЛ6.
Г. АК7М2.
21. Термическая обработка авиала заключается в ...
А. Закалке.
Б. Закалке и старении.
В. Старении.
Г. Закалке и отпуске.
Д. Отжиге.
22. Какое отличие в механических свойствах имеют высокопрочные алюминиевые сплавы по сравнению с дюралюминами?
А. Ниже прочность.
Б. Выше прочность.
В. Выше пластичность.
Г. Ниже пластичность.
23. ... – деформируемый термоупрочняемый алюминиевый сплав.
А. АМг6.
Б. АЛ6.
В. АМц3.
Г. Д18.
24. ... – деформируемый термоупрочняемый алюминиевый сплав.
А. АМг6.
Б. В95.
В. АЛ8.
Г. АМц3.
25. Заготовки из каких алюминиевых сплавов подвергаются отжигу?
А. Деформируемых.
Б. Литейных.
В. Обоих.
26. Более высокой коррозионной стойкостью в морской воде обладает ...

- А. Чугун.
- Б. Нержавеющая сталь.
- В. Титан.
- Г. Инструментальная сталь.

27. Какой металл имеет 2 аллотропические модификации: до 882°C – α , выше – β ?

- А. Титан.
- Б. Алюминий.
- В. Медь.
- Г. Железо.
- Г. Магний.

28. Какой металл имеет 2 аллотропические модификации: до 882°C – α , выше – β ?

- А. Титан.
- Б. Алюминий.
- В. Медь.
- Г. Железо.
- Г. Магний.

29. Какие сплавы являются более жаропрочными?

- А. Алюминиевые.
- Б. Титановые.
- В. Магниевого.
- Г. Палладиевые.
- Д. Оловянно-свинцовые.

30. Какому виду термической обработки не подвергаются титановые сплавы?

- А. Отжигу.
- Б. Закалке.
- В. Старению.
- Г. Отпуску.

31. Какому виду термической обработки подвергаются высоконагруженные титановые сплавы?

- А. Отжигу.
- Б. Закалке.
- В. Закалке и старению.
- Г. Закалке и отпуску.

32. Упрочняющей термической обработке (закалке и старению) подвергаются титановые сплавы со структурой ...

- А. $\alpha + \beta$.
- Б. α .
- В. β .
- Г. $\alpha + \gamma$.

33. Почему магний и его сплавы плохо деформируются?

- А) у них повышенная пористость;
- Б) тип решетки магния ГПУ, который имеет мало систем скольжения;
- В) они имеют 2^х фазную структуру

34. Какой из металлов обладает наименьшей коррозионной стойкостью во влажной атмосфере?

- А. Медь.
- Б. Титан.
- В. Алюминий.
- Г. Магний.

35. Какие сплавы называются сверхлёгкими?

- А. Магниевые.
- Б. Магний-литиевые.
- В. Алюмо-магниевые.
- Г. Алюминиевые.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется, если студент ответит правильно не менее чем на 40 % вопросов;
- оценка «не зачтено» выставляется, если студент ответит правильно менее чем на 40 % вопросов.

Темы письменных работ

Письменные работы не предусмотрены

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 9

№ п/п	Вопросы к зачету с оценкой
1.	Наноструктуры, наноматериалы и нанотехнологии. Основные понятия и термины.
2.	Классификация и типы наноструктур
3.	Наночастицы и нанопорошки металлов. Получение, свойства, применение
4.	Карбоновые наноструктуры. Фуллерены и нанотрубки. Получение, свойства, применение
5.	Двумерные наноструктуры. Физические и химические методы осаждения.
6.	Оптические и электронные свойства наночастиц.
7.	Механические свойства наносистем. Нанокompозиты.
8.	Физические методы синтеза наноструктур
9.	Химические методы синтеза наноструктур.
10.	Методы исследования наноматериалов. Дифракционные методы.
11.	Методы исследования наноматериалов. Методы микроскопии.
12.	Области применения наноматериалов. Примеры использования
13.	Наноматериалы и наноинструменты для медицины.
14.	Наноматериалы и нанотехнологии для БМС
15.	ИПДК. Схема деформации. Принципы обработки? Какие разновидности ИПДК вы знаете?
16.	РКУП. Схема деформации. Принципы обработки? Какие разновидности РКУП вы

	знаете?
17.	Влияние угла пересечения каналов, маршрута прессования и количества проходов на формирование УМЗ структуры в методе РКУП?
18.	Электропластическая деформация. Схема деформации. Принципы обработки?
19.	Разновидности многократной всестороннейковки.
20.	Алюминий и его сплавы как легкие материалы для БМС
21.	Титан и его сплавы как легкие материалы для БМС
22.	Магний и его сплавы как легкие материалы для БМС
23.	В чем заключаются общие особенности наноструктур в чистом титане, алюминии и магниевых сплавах, получаемых разными методами ИПД? В чем их отличие от структур после обработки традиционными методами ТМО?
24.	Назовите основные параметры УМЗ структуры в чистом титане, алюминии и сплавах Mg, которые имеют значительное влияние на механическими свойства
25.	Какие области применения наноструктурных материалов и сплавов наиболее целесообразны, в чем их преимущества перед обычными материалами?

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
9	Зачет с оценкой	«отлично»	Правильный ответ на билет, включающий 2 вопроса и маркировку стали или сплава по указанию преподавателя
		«хорошо»	Наличие некоторых неточностей в ответе на вопрос или в расшифровке стали или сплава
		«удовлетворительно»	Наличие неточностей в ответе на вопрос, требующих существенных уточнений или в расшифровке стали или сплава
		«неудовлетворительно»	Отсутствие знаний по вопросу и по расшифровке стали или сплава

Темы письменных работ

№ п/п	Темы
	не предусмотрены

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.	Е. И. Пряхин, С. А. Вологжанина, А. П. Петкова, О. Ю. Ганзуленко	Наноматериалы и нанотехнологии — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 372 с. — ISBN 978-5-507-46915-4.	Электронный учебник	2023	URL: https://e.lanbook.com/book/323648
2.	Г.В. Клевцов Е.В. Бобрук, И.П. Семенова, Н.А. Клевцова, Р.З. Валиев	Прочность и механизм разрушения объемных наноструктурированных металлических материалов: учебное пособие. – Уфа, РИК УГФТУ, 2016. – 240 с. — ISBN 978-5-4221-0913-5.	учебное пособие	2016	
3.	В.А. Александров	Наноматериалы в техническом сервисе: Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы. - Екатеринбург: Изд. Уральский ГАУ, 2023.- 10 с.	Учебно-методическое пособие	2023	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	Р.З. Валиев, И.В. Александров	Объемные наноструктурные металлические материалы: получение, структура и свойства. – М.: ИКЦ, «Академкнига», 2007.- 398 с.	Учебное пособие	2007	ЭБС "ZNANIUM.COM"

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
2	Ф. А. Гарифуллин, Р. Ш. Аюпов, В. В. Жиялков	Материаловедение и технология конструкционных материалов [Электронный ресурс]; Казань: КНИТУ, 2013. - 246 с. - ISBN 978-5-7882-1441-2.	Учебное пособие	2013	ЭБС "IPRbooks"

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- «Вестник магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова», <http://vestnik.magtu.ru>
- «Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: технические науки», <http://science.samgtu.ru/node/31>
- «Литьё и металлургия» <http://lim.bntu.by>
- «Технология металлов» <http://www.nait.ru>
- «Перспективные материалы» <http://www.j-pm.ru>

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 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
2	OfficeStd 2019 RUS OLP NL Acdmc	№ 1653 от 14.12.2018, срок действия - бессрочно
3	Mirapolis Human Capital Management	лицензионный договор № 1346 от 24.12.2024, срок действия – до 31.12.2025 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	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	Стол ученические двухместные , столы ученические, стол компьютерный, стол преподавательский, ПК ,доска трехсекционная аудиторная (меловая), стул преподавательский, проектор мультимедийный ,экран для проектора, тумба выкатная
2	Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых	Стол преподавательский, столы ученические двухместные, стулья, доска аудиторная (меловая, трехстворчатая), столы лабораторные, микроскопы металлографические.

№ 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
	работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. Е-203	
3	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-105	Столы ученические двухместные , стулья ученические , доска аудиторная (меловая), шкафы для учебных пособий, столы лабораторные, микроскоп металлографический, щит силовой
4	Учебно-производственная зона. 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. Слесарная мастерская. Участок станков с ЧПУ. ИТП-119	Столы-парты двухместные, стулья, стол преподавательский, стул преподавательский, передвижная доска, испытательное оборудование.
5	Помещение для самостоятельной работы обучающихся Г-401	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет
6	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.