

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧЕРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»**

**Институт Технологий и инженерной механики
Кафедра Материаловедение**

УТВЕРЖДАЮ

**Директор
Института Технологий и инженерной
механики**

Могильная Е.П.

(подпись)

« 18 » 2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«НАНОТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ»**

По направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Магистерская программа: «Структурные и фазовые превращения при деформационно-термической обработке»

Луганск – 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Нанотехнологии в машиностроении» по направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов. – 16 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Нанотехнологии в машиностроении» составлена с учетом государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 24.04.2018 № 306 редакция с изменениями от 26.11.2020 №1456.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Доктор техн. наук, профессор Рябичева Л.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры материаловедения «18» 04 2023 г., протокол № 5

Заведующая кафедрой материаловедения  Рябичева Л.А.

Переутверждена: « » 20 г., протокол №

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института Технологий и инженерной механики

«18» 04 2023 г., протокол № 3

Председатель учебно-методической комиссии института

 Ясуник С.Н.

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, её место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины – освоение методов получения наноматериалов, используемых в современном машиностроении, их свойств и преимуществ перед традиционными материалами; освоение типовых технологий производства деталей.

Задачи:

- изучить современные достижения материаловедения в создании новых наноматериалов и наноструктурированных материалов;
- ознакомиться с применением нанотехнологий в машиностроительном материаловедении.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Нанотехнологии в машиностроении» входит в цикл дисциплин по выбору 1.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: «Материалы для машиностроительной промышленности», «Общее материаловедение и технологии материалов» и служит основой для выполнения магистерской диссертации.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ОПК-4. Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности	ОПК-4.1. Разрабатывает, использует, систематизирует и анализирует методическую, научно-техническую и технологическую литературу для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности	Знать: методическую, научно-техническую и технологическую литературу для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности Уметь: использовать, систематизировать и анализировать методическую, научно-техническую и технологическую литературу для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности Владеть: навыками использования, систематизации и анализа методической, научно-технической и технологической литературы для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности

ПК-2. Способен моделировать процессы обработок и прогнозировать результаты их осуществления при различных режимах, в том числе с использованием стандартных пакетов компьютерных программ и средств автоматизированного проектирования	ПК-2.1. Моделирует процессы различных обработок материалов с использованием стандартных пакетов компьютерных программ и средств автоматизированного проектирования.	Знать: методы моделирования процессов различных обработок материалов с использованием стандартных пакетов компьютерных программ и средств автоматизированного проектирования. Уметь: моделировать процессы различных обработок материалов с использованием стандартных пакетов компьютерных программ и средств автоматизированного проектирования Владеть: навыками моделирования процессов различных обработок материалов с использованием стандартных пакетов компьютерных программ и средств автоматизированного проектирования
--	---	---

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	180 (5,0 зач. ед)	
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	45	
в том числе:		
Лекции	30	
Семинарские занятия	-	
Практические занятия	15	
Лабораторные работы	-	
Курсовая работа (курсовой проект)	-	
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.</i>)	-	
Самостоятельная работа студента (всего)	135	
Итоговая аттестация	зачёт	

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Исторические аспекты нанотехнологий. История развития науки о наноматериалах и нанотехнологиях. Перспективы применения наноматериалов.

Тема 2. Классификация. Виды и способы получения нанообъектов. Классификация нанообъектов. Структура, свойства и способы получения конструкционных наноматериалов. Синтез объёмных наноструктурированных материалов. Фуллерены: строение, свойства. Нанотрубки, нанопроволоки. Структура, свойства, способы получения. Нанокompозитные, нанопористые, функциональные материалы, ультрадисперсные порошки (УДП). Тонкие плёнки и покрытия. Нанотехнология в инженерии поверхности.

Тема 3. Физико-химические и структурные основы самоорганизации материалов. Синергетическая модель наноструктурных состояний. Синергетика наноструктурирования на этапе эксплуатации. Синергетика наноструктурирования на этапе производства. Синергетика наноструктурирования поверхностей твердосплавного инструмента. Наноструктурирование металлов при усталостном нагружении. Эффект сферодинамического деформирования при первичном нанообразовании.

Тема 4. Типовые нанотехнологии производства деталей машин в условиях интенсивных пластических деформаций сдвига. Роль сдвиговых деформаций при выполнении технологического процесса изготовления объёмных деталей. Виды деформации в технологическом процессе изготовления деталей. Исходные материалы для получения деталей машин методом сдвига. Технологические особенности наноструктурирования стали при гидроштамповке и ротационной вытяжке. Технологические особенности наноструктурирования титана, меди, алюминия и их сплавов при равноканальном угловом пресовании. Эволюция микроструктуры при интенсивной пластической деформации. Мезомеханика интенсивной пластической деформации. Нанотехнологии процесса упрочнения.

Тема 5. Типовые нанотехнологии производства инструментов. Режущая кромка резца как объект нанотехнологии. Эпиламирование - нанотехнология для повышения стойкости инструмента.

Тема 6. Метрология наносостояний. Контроль структуры материала на разном уровне его получения. Образцы, методика приготовления образцов, оборудование. Контроль механических и физических свойств наноматериала. Образцы, методика приготовления образцов, оборудование.

Тема 7. Перспективы развития нанотехнологий. Перспективы развития наноматериалов. Новые технологические процессы изготовления деталей машин из наноматериалов.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Исторические аспекты нанотехнологий	2	
2	Классификация. Виды и способы получения нанообъектов.	6	
3	Физико-химические и структурные основы самоорганизации материалов	4	
4	Типовые нанотехнологии производства деталей машин в условиях интенсивных пластических деформаций сдвига	6	
5	Типовые нанотехнологии производства инструментов	4	
6	Метрология наносостояний	4	
7	Перспективы развития нанотехнологий	4	
	Итого	30	

4.4. Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены

4.5. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочн. форма
1	Изучение видов и способов получения нанообъектов	2	
2	Расчет размеров заготовки и выбор материала для получения объемной осесимметричной детали	2	
3	Выбор метода исследования структуры полученной детали. Описание структуры	2	
4	Анализ процессов упрочнения наноматериала. Построение логарифмической зависимости прочности от степени деформации	2	
5	Технологические особенности наноструктурирования однокомпонентной системы на основе меди при равноканальном угловом прессовании	4	
6	Технологические особенности наноструктурирования бинарной системы медь+титан при равноканальном угловом прессовании	3	
Итого:		15	

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Подготовка к практическим занятиям 1-6	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации, оформление отчетов	30	
2	Исторические аспекты нанотехнологий		4	

3	Классификация. Виды и способы получения нанообъектов.	Самостоятельный поиск источников информации, анализ, структурирование, изучение информации.	6	
4	Физико-химические и структурные основы самоорганизации материалов		10	
5	Типовые нанотехнологии производства деталей машин в условиях интенсивных пластических деформаций сдвига		20	
6	Типовые нанотехнологии производства инструментов		20	
7	Метрология наносостояний		10	
8	Перспективы развития нанотехнологий		10	
9	Выполнение индивидуального задания		15	
10	Подготовка к зачету		10	
Итого:			135	

4.7. Курсовые работы/проекты не предусмотрены учебным планом.

5. Образовательные технологии

В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;
- технология коллективного взаимодействия, в том числе совместное решение проблемных задач, ситуаций, кейсов;
- технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;
- технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов;
- технология адаптивного обучения, в том числе проведение консультаций преподавателя.

6. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Солнцев Ю.П., Нанотехнологии и специальные материалы : Учебное пособие для вузов / Солнцев Ю.П., Пряхин Е.И., Вологжанина С.А., Петкова А.П. - 2-е изд., стереотип. - СПб. : ХИМИЗДАТ, 2017. - 336 с. - ISBN 978-5-93808-296-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938082960.html> (дата обращения: 04.12.2019). Режим доступа : по подписке.

2. Утяшев Ф.З., Теория и практика деформационных методов формирования нанокристаллической структуры в металлах и сплавах / Ф.З. Утяшев, Г.И. Рааб, В.Г. Шибаков, М.М. Ганиев - Казань : Казанский ГМУ, 2016. - 208 с. - ISBN 978-5-00019-658-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785000196588.html> (дата обращения: 04.12.2019). Режим доступа : по подписке.

б) дополнительная литература:

1. Валиев Р.З., Александров И.В. Наноструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией. М.: Логос, 2000.

2. Лякишев Н.П., Алымов М.И., Добаткин СВ. На-номатериалы конструкционного назначения // Конверсии в машиностроении. 2002. № 6.

3. Ларионов Л.Н. Диффузионные процессы в нанокристаллических материалах // Металлофизика и новейшие технологии. 1995. Т. 17. № 1.

4. Теоретические основы первичного нанообразования на основе эффекта сферодинамического деформирования [Текст] / В.Г. Бещеков // Технология машиностроения : Обзорно-аналитический, научно-технический и производственный журнал. — М. : Технология машиностроения, 2006. — С. 19-22.

в) методические указания:

Методические указания к выполнению практических занятий по дисциплине «Нанотехнологии в машиностроении» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 22.04.01. Материаловедение и технологии материалов, /Сост.: Л.А. Рябичева. Луганск: Изд-во ЛНУ им. Даля, 2021.

г) Internet-ресурсы:

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» –

<http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации
Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Нанотехнологии в машиностроении» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащённое компьютером с доступом в Интернет; микроскопы металлографические МИМ-7; образцы, микрошлифы и оборудование для их подготовки; альбомы микроструктур металлов и металлических сплавов; лабораторные стенды образцов и наглядных пособий кафедры; стандартные шкалы изображений микроструктур по ГОСТ 5639.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Оценочные средства по дисциплине
Паспорт
фонда оценочных средств по учебной дисциплине
«Нанотехнологии в машиностроении»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ОПК-4.	Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности	ОПК-4.1. Разрабатывает, использует, систематизирует и анализирует методическую, научно-техническую и технологическую литературу для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности	Тема 1. Исторические аспекты нанотехнологий Тема 2. Классификация. Виды и способы получения нанообъектов. Тема 3. Физико-химические и структурные основы самоорганизации материалов Тема 4. Типовые нанотехнологии производства деталей машин в условиях интенсивных пластических деформаций сдвига	3
2	ПК-2	Способен моделировать процессы обработки и прогнозировать результаты их осуществления при различных режимах, в том числе с использованием стандартных пакетов компьютерных программ и	ПК-2.1. Моделирует процессы различных обработок материалов с использованием стандартных пакетов компьютерных программ и средств автоматизированного проектирования	Тема 5. Типовые нанотехнологии производства инструментов Тема 6. Метрология наносостояний Тема 7. Перспективы развития нанотехнологий	3

		средств автоматизированного проектирования			
--	--	--	--	--	--

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ОПК-4	ОПК-4.1. Разрабатывает, использует, систематизирует и анализирует методическую, научно-техническую и технологическую литературу для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности	Знать: методическую, научно-техническую и технологическую литературу для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности Уметь: использовать, систематизировать и анализировать методическую, научно-техническую и технологическую литературу для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности Владеть: навыками использования, систематизации и анализа методической, научно-технической и технологической литературы для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности	Тема 1. Исторические аспекты нанотехнологий Тема 2. Классификация. Виды и способы получения нанобъектов. Тема 3. Физико-химические и структурные основы самоорганизации материалов Тема 4. Типовые нанотехнологии производства деталей машин в условиях интенсивных пластических деформаций сдвига	Сдача практических работ, задания, зачет

2	ПК-2	ПК-2.1. Моделирует процессы различных обработок материалов с использованием стандартных пакетов компьютерных программ и средств автоматизированного проектирования	Знать: методы моделирования процессов различных обработок материалов с использованием стандартных пакетов компьютерных программ и средств автоматизированного проектирования. Уметь: моделировать процессы различных обработок материалов с использованием стандартных пакетов компьютерных программ и средств автоматизированного проектирования Владеть: навыками моделирования процессов различных обработок материалов с использованием стандартных пакетов компьютерных программ и средств автоматизированного проектирования	Тема 5. Типовые нанотехнологии производства инструментов Тема 6. Метрология наносостояний Тема 7. Перспективы развития нанотехнологий	Сдача практических работ, задания, зачёт
---	------	--	--	---	--

Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачёт)

Вопросы к зачёту:

1. История развития науки о наноматериалах и нанотехнологиях.
2. Перспективы применения наноматериалов.
3. Классификация нанообъектов. Структура, свойства и способы получения конструкционных наноматериалов.
4. Синтез объёмных наноструктурированных материалов.
5. Фуллерены: строение, свойства.
6. Нанотрубки, нанопроволоки. Структура, свойства, способы получения.
7. Нанокompозитные, нанопористые, функциональные материалы, ультрадисперсные порошки.
8. Тонкие пленки и покрытия.
9. Нанотехнология в инженерии поверхности.
10. Синергетическая модель наноструктурных состояний.
11. Синергетика наноструктурирования на этапе эксплуатации.

12. Синергетика наноструктурирования на этапе производства.
13. Синергетика наноструктурирования поверхностей твердосплавного инструмента.
14. Наноструктурирование металлов при усталостном нагружении.
15. Эффект сферодинамического деформирования при первичном нанообразовании.
16. Роль сдвиговых деформаций при выполнении технологического процесса изготовления объёмных деталей.
17. Виды деформации в технологическом процессе изготовления деталей.
18. Исходные материалы для получения деталей машин методом сдвига.
19. Технологические особенности наноструктурирования стали при гидроштамповке и ротационной вытяжке.
20. Технологические особенности наноструктурирования титана, меди, алюминия и их сплавов при равноканальном угловом прессовании. Эволюция микроструктуры при интенсивной пластической деформации.
21. Мезомеханика интенсивной пластической деформации. Нанотехнологии процесса упрочнения.
22. Режущая кромка резца как объект нанотехнологии. Эпиламирование - нанотехнология для повышения стойкости инструмента.
23. Контроль структуры материала на разном уровне его получения. Образцы, методика приготовления образцов, оборудование.
24. Контроль механических и физических свойств наноматериала. Образцы, методика приготовления образцов, оборудование.
25. Перспективы развития наноматериалов. Новые технологические процессы изготовления деталей машин из наноматериалов.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству - зачёт

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ представлен на высоком уровне (студент в полном объёме осветил рассматриваемую проблематику, привёл аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Ответ представлен на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привёл аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Ответ представлен на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Ответ представлен на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)