

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)

2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«НАНОМАТЕРИАЛЫ И АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

По направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Магистерская программа: «Функциональные материалы, покрытия»

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Наноматериалы и аддитивные технологии». – 13 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Наноматериалы и аддитивные технологии» 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 «__» _____ 20__ г., протокол № __

Заведующая кафедрой материаловедения _____  Рябичева Л.А.

Переутверждена: «__» _____ 20__ г., протокол № _____

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

«__» _____ 20__ г., протокол № _____.

Председатель учебно-методической
комиссии института _____

Ясуник С.Н.

© Рябичева Л.А., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. ДАЛЯ», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

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

Цель изучения дисциплины – формирование знаний и умений о комплексе физико-механических и специальных свойств пористых материалов и материалов высокой плотности, полученных из металлических волокон различного химического состава.

Задачи:

- изучить виды исходного сырья для изготовления волоконных материалов;
- изучить физико-механические свойства волоконных материалов;
- изучить технологии изготовления пористых волоконных материалов;
- изучить технологии изготовления высокоплотных волоконных материалов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Наноматериалы и аддитивные технологии» относится к дисциплинам по выбору 2. Условиями для освоения дисциплины являются знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплин: «Функциональные материалы и покрытия», «Прессование, спекание и горячая обработка порошковых материалов», «Диффузионная теория в порошковой металлургии» и служит основой для выполнения научно-исследовательской работы и написания магистерской диссертации.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-5. Способен использовать знания принципов прогнозирования свойств различных групп материалов, в т.ч. композитов и наноматериалов, их разработки, получения и применения в профессиональной деятельности.	ПК-5.1. Использует знания принципов прогнозирования свойств различных групп функциональных материалов, в т.ч. композитов и наноматериалов, их разработки, получения и применения в профессиональной деятельности	Знать принципы прогнозирования свойств различных групп функциональных материалов, в т.ч. композитов и наноматериалов, их разработки, получения и применения в профессиональной деятельности Уметь использовать знания принципов прогнозирования свойств различных групп функциональных материалов, в т.ч. композитов и наноматериалов, их разработки, получения и применения в

		профессиональной деятельности Владеть навыками использования знаний принципов прогнозирования свойств различных групп функциональных материалов, в т.ч. композитов и наноматериалов, их разработки, получения и применения в профессиональной деятельности
--	--	---

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)	216 (6,0 зач. ед)	
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	40	
в том числе:		
Лекции	30	
Семинарские занятия	-	
Практические занятия	10	
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)	176	
Итоговая аттестация	экзамен	

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Наноматериалы – новое направление в науке и техники.

Терминология и размерность наноматериалов. Характеристика основных видов наноматериалов. Классификация наноматериалов. Структура наноматериалов. Общая характеристика наноструктур. Структура порошковых консолидированных наноструктур.

Тема 2. Термодинамические свойства наноструктур

Размерные эффекты в наноматериалах. Фазовые равновесия и межчастичные взаимодействия наноматериалов. Механические и теплофизические свойства наноматериалов. Прочность и пластичность наноматериалов. Электросопротивление наноматериалов.

Тема 3. Технологии получения порошковых наночастиц и наноматериалов.

Порошковые технологии, высокоэнергетическое измельчение. Методы получения объёмных наноматериалов. Интенсивная пластическая деформация.

Тема 4. Аддитивные технологии в порошковой металлургии

Основные направления исследований. Материалы для «металлических» АМ-машин. Области применения порошковых материалов. Методы получения металлических порошков. Технология Spray forming. Методы получения нанокристаллических материалов. Исследование внешнего вида порошков металлоподобных тугоплавких соединений. Производители атомайзеров и поставщики металлопорошковых композиций для использования в АМ-машинах.

Применение компьютерной томографии для контроля металлопорошковых изделий. Инспекционный контроль и анализ качества деталей. Томографы. Томография.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Наноматериалы – новое направление в науке и техники	6	
2	Термодинамические свойства наноструктур	8	
3	Технологии получения порошковых наночастиц и наноматериалов.	8	
4	Аддитивные технологии в порошковой металлургии	8	
	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 термодинамических свойств порошковых наноматериалов.	2	
2	Получение ультрадисперсных частиц порошка методом диспергирования	2	
3	Изучение гранулометрического состава ультрадисперсных	2	

	частиц порошка.		
4	Изучение процесса прессования наночастиц	2	
5	Аддитивные технологии с использованием порошковых материалов. FDMпечать.	2	
Итого:		10	

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Наноматериалы – новое направление в науке и техники	подготовка к практическим занятиям, изучение лекционного материала	26	
2	Термодинамические свойства наноструктур		30	
3	Технологии получения порошковых наночастиц и наноматериалов.		30	
4	Аддитивные технологии в порошковой металлургии		30	
5	Выполнение индивидуального задания		30	
6	Подготовка к экзамену		30	
Итого:			176	

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 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. Шестаков Н.А., Уплотнение, консолидация и разрушение пористых материалов / Шестаков Н.А., Субич В.Н., Демин В.А. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 264 с. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922111874.html>

б) дополнительная литература:

1. Солнцев Ю.П., Материаловедение : Учебник для вузов / Солнцев Ю.П., Пряхин Е.И. - Изд. 6-е, стереотип. - СПб. : ХИМИЗДАТ, 2017. - 784 с. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938082946.html>
2. Кипарисов С.С. Оборудование предприятий порошковой металлургии / С.С. Кипарисов. М.: Металлургия, 1988. 3. Роман О. В., Аруначалам В. С., Федоренко И. М. и др. Актуальные проблемы порошковой металлургии М. : Металлургия, 1990. 231 с.
3. Порошковая металлургия / И.М. Федорченко [и др.]. М.: Металлургия, 1983.
4. Порошковая металлургия. Материалы, технология, области применения: Справочник / И.М. Федорченко, И.Н. Францевич, И.Д. Радомысельский. – К.: Наук. Думка, 1985. 624 с.
5. Либенсон, Г. А. Процессы порошковой металлургии : учеб. для вузов : в 2 ч./ Г. А. Либенсон, В. Ю. Лопатин, Г. В. Комарницкий. – М. : МИСиС, 2001.

в) методические указания:

1. Методические указания к практическим работам дисциплине «Наноматериалы и аддитивные технологии» (для студентов, обучающихся по направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов) Сост.: Рябичева Л.А. - Луганск: изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2020. - 60 с.

г) интернет-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 и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Наноматериалы и аддитивные технологии» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Лекционные занятия: демонстрационный материал; аудитория, оснащённая презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Практические занятия: демонстрационный материал; аудитория, оснащённая презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащённое компьютером с доступом в Интернет, рабочие места студентов, оснащённые компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

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

«Наноматериалы и аддитивные технологии»

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

Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
ПК-5	Способен использовать знания принципов прогнозирования свойств различных групп материалов, в т.ч. композитов и наноматериалов, их разработки, получения и применения в профессиональной деятельности.	ПК-5.1. Использует знания принципов прогнозирования свойств различных групп функциональных материалов, в т.ч. композитов и наноматериалов, их разработки, получения и применения в профессиональной деятельности	Тема 1. Наноматериалы-новое направление в науке и технике Тема 2. Термодинамические свойства наноструктур Тема 3. Технологии получения порошковых наночастиц и наноматериалов Тема 4. Аддитивные технологии в порошковой металлургии.	4

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	ПК-5	ПК-5.1. Использует знания принципов прогнозирования свойств различных групп функциональных	Знать принципы прогнозирования свойств различных групп функциональных	Тема 1. Наноматериалы-новое направление в науке и технике	Сдача практических работ, индивидуального задания,

	материалов, в т.ч. композитов и наноматериалов, их разработки, получения и применения в профессиональной деятельности	материалов, в т.ч. композитов и наноматериалов, их разработки, получения и применения в профессиональной деятельности Уметь использовать знания принципов прогнозирования свойств различных групп функциональных материалов, в т.ч. композитов и наноматериалов, их разработки, получения и применения в профессиональной деятельности Владеть навыками использования знаний принципов прогнозирования свойств различных групп функциональных материалов, в т.ч. композитов и наноматериалов, их разработки, получения и применения в профессиональной деятельности	Тема 2. Термодинамические свойства наноструктур Тема 3. Технологии получения порошковых наночастиц и наноматериалов Тема 4. Аддитивные технологии в порошковой металлургии .	экзамена
--	---	---	--	----------

Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамену)

Вопросы к экзамену:

1. Характеристика основных видов наноматериалов.
2. Классификация наноматериалов.
3. Структура наноматериалов.
4. Общая характеристика наноструктур.
5. Структура порошковых консолидированных наноструктур.
6. Размерные эффекты в наноматериалах.
7. Фазовые равновесия и межчастичные взаимодействия наноматериалов.

8. Механические и теплофизические свойства наноматериалов.
9. Прочность и пластичность наноматериалов.
10. Электросопротивление наноматериалов.
11. Технологии получения порошковых наночастиц и наноматериалов.
12. Технологии получения порошковых наноматериалов
13. Методы получения объемных наноматериалов.
14. Интенсивная пластическая деформация.
15. Аддитивные технологии в порошковой металлургии
16. Материалы для «металлических» АМ-машин.
17. Области применения порошковых материалов.
18. Методы получения металлических порошков.
19. Технология Spray forming.
20. Методы получения нанокристаллических материалов.
21. Исследование внешнего вида порошков металлоподобных тугоплавких соединений.
22. Производители атомайзеров и поставщики металлопорошковых композиций для использования в АМ-машинах.
23. Применение компьютерной томографии для контроля металлопорошковых изделий.
24. Инспекционный контроль и анализ качества деталей.
25. Томографы. Томография.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «экзамен»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до
2	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)