

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

**Институт Технологий и инженерной механики
Кафедра Материаловедение**

УТВЕРЖДАЮ:

Директор

Института Технологий и инженерной
механики



Могильная

Могильная Е.П.
(подпись)

« 18 » 04 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«НАНОМАТЕРИАЛЫ И НАНОТЕХНОЛОГИИ»

По направлению подготовки: 22.03.01 Материаловедение и технологии
материалов

Профили подготовки «Материаловедение в машиностроении»
«Композиционные и порошковые материалы, покрытия»

Луганск 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Нanomатериалы и нанотехнологии» по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов. – 17 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Нanomатериалы и нанотехнологии» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 02.06.2020 года № 701 с изменениями и дополнениями от 30.03.2023.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Доктор техн. наук, профессор Рябичева Л.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры материаловедения «18» 04 2023 г., протокол № 8

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.

© Рябичева Л.А., 2023 год

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

Структура и содержание дисциплины

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

Цель изучения дисциплины – приобретение знаний структуры и свойств твердофазных наноматериалов, технологий изготовления и методах исследования наноструктур, достаточных для понимания их разнообразных применений.

Задачи:

- изучить строения твердофазных систем, фазовых переходов, размерных зависимостей, методов получения наноматериалов;
- изучить свойства наноматериалов: прочность, пластичность, электропроводность, сверхпроводимость, теплопроводность, сверхпрочность.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Наноматериалы и нанотехнологии» относится к блоку первой части, формируемой участниками образовательных отношений. Условиями для освоения дисциплины являются знания и умения, полученных при изучении дисциплин «Математика», «Физические свойства материалов», «Механические свойства материалов», «Теория тепло-и массопереноса в материалах», и служит основой для освоения дисциплин «Моделирование и оптимизация свойств», «Теория и технология термической и химико-термической обработки», «Теория и технология композиционных материалов», «Теория и технология порошковых материалов», «Теория и технология нанесения покрытий».

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	ОПК–1.1. Демонстрирует знания математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания для успешного выполнения профессиональной деятельности	знать математический анализ, естественнонаучные и общеинженерные знания для успешного выполнения профессиональной деятельности уметь воспользоваться математическим анализом, типовыми методами и способами для успешного выполнения профессиональной деятельности владеть навыками выбора оптимальных методов решения профессиональных задач
	ОПК–1.2. Использует типовые методы и способы выполнения профессиональных задач	знать: типовые методы и способы выполнения профессиональных задач уметь: использовать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач

		владеть: типовыми методами и способами выполнения профессиональных задач
	ОПК-1.3. Владеет навыками выбора оптимальных методов решения профессиональных задач на основе знаний методов моделирования, математического анализа, естественнонаучных и инженерных дисциплин	<p>знать: методы выбора оптимальных методов решения профессиональных задач на основе знаний методов моделирования, математического анализа, естественнонаучных и инженерных дисциплин</p> <p>уметь: выбирать оптимальные методы решения профессиональных задач на основе знаний методов моделирования, математического анализа, естественнонаучных и инженерных дисциплин</p> <p>владеть: навыками выбора оптимальных методов решения профессиональных задач на основе знаний методов моделирования, математического анализа, естественнонаучных и инженерных дисциплин</p>
ПК-8. Способен руководить подразделением в области материаловедения и технологии материалов	ПК-8.1. Организует обеспечение состояния производства в области материаловедения и технологии материалов	<p>знать: обеспечение состояния производства в области материаловедения и технологии материалов</p> <p>уметь: разрабатывать обеспечение состояния производства в области материаловедения и технологии материалов</p> <p>владеть: разработкой обеспечения состояния производства в области материаловедения и технологии материалов</p>

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)	144 (4 зач. ед)	108 (3 зач. ед.)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	36	
Лекции	24	8
Семинарские занятия	-	
Практические занятия	12	4
Лабораторные работы	-	-
Курсовая работа	-	-

Самостоятельная работа студента (всего)	108	96
Итоговая аттестация	зачет	зачет

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Наноматериалы и нанотехнологии – новое направление в науке и техники. Определение и междисциплинарность нанотехнологии. Терминология и размерность наноматериалов. Характеристика основных видов наноматериалов. Приоритетные направления развития нанотехнологии.

Тема 2. Структура наноматериалов. Общая характеристика наноструктур. Структура консолидированных наноструктур. Структура полимерных и углеродных наноматериалов.

Тема 3. Термодинамические свойства наноструктуры, размерные эффекты в наноматериалах. Размерные эффекты в наноматериалах. Фазовые равновесия и термодинамические свойства наноматериалов.

Тема 4. Теплофизические, механические свойства и электросопротивление наноматериалов. Теплофизические свойства наноматериалов. Электросопротивление наноматериалов. Твердость наноматериалов. Прочность и пластичность наноматериалов.

Тема 5. Технологии получения наноматериалов. Порошковые технологии, высокоэнергетическое измельчение. Плазмохимический синтез. Электрический взрыв проволочек. Методы консолидации ультрадисперсных наноструктур.

Тема 6. Методы получения объемных и пленочных наноматериалов. Интенсивная пластическая деформация. Контролируемая кристаллизация из аморфного состояния. Технология получения пленок и покрытий.

Тема 7. Технология пористых, трубчатых и биологических наноматериалов. Нанопористые материалы. Трубчатые наноматериалы. Полимерные решетчатые наноматериалы. Материалы, получаемые методом «самосборки».

Тема 8. Методы получения полимерных нанокомпозитов. Технология твердофазного синтеза ПНК. Технология получения полимерных композитов с использованием энергии ультразвуковых колебаний. Технология термообработки ПКМ с ограничением теплового расширения.

Тема 9. Технология получения нанокомпозитных покрытий и комбинированные методы синтеза поверхностных наноструктур. Метод электроискрового легирования и синтез нанокомпозитных покрытий. Метод ионно-плазменного синтеза нанокомпозитных покрытий. Технология комбинированной ионно-вакуумной обработки. Технология комплексной радиационно-термической обработки. Технология электронно-лучевой обработки.

Тема 10. Конструкционные и инструментальные наноматериалы. Конструкционные и инструментальные наноматериалы. Пористые наноматериалы и наноматериалы со специальными физико-химическими свойствами. Наноматериалы со специальными физическими свойствами.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Наноматериалы и нанотехнологии – новое направление в науке и техники.	2	
2	Структура наноматериалов	2	2
3	Термодинамические свойства наноструктуры, размерные эффекты в наноматериалах	2	
4	Теплофизические, механические свойства и электросопротивление наноматериалов	4	2
5	Технологии получения наноматериалов	4	
6	Методы получения объемных и пленочных наноматериалов	2	
7	Технология пористых, трубчатых и биологических наноматериалов	2	2
8	Методы получения полимерных нанокомпозитов	2	
9	Технология получения нанокомпозитных покрытий и комбинированные методы синтеза поверхностных наноструктур	2	
10	Конструкционные и инструментальные наноматериалы	2	2
Итого:		24	8

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Виды и применение наноматериалов	1	
2	Изучение термодинамических свойств наноматериалов	1	
3	Изучение размерного эффекта наноматериалов.	2	
4	Изучение технологий получения наноматериалов	2	2
5	Изучение технологий получения объемных наноматериалов	2	
6	Изучение методов получения полимерных нанокомпозитов	2	
7	Изучение структуры и свойств конструкционных и инструментальных наноматериалов	2	2
Итого:		12	4

4.5. Лабораторные работы по дисциплине «Наноматериалы и нанотехнологии» не предусмотрены.

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Практические занятия №1-7	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации, оформление отчетов	14	8
2	Нanomатериалы и нанотехнологии – новое направление в науке и техники.	Самостоятельный поиск источников информации, анализ, структурирование, изучение информации.	10	2
3	Структура наноматериалов		10	8
4	Термодинамические свойства наноструктуры, размерные эффекты в наноматериалах		10	8
5	Теплофизические, механические свойства и электросопротивление наноматериалов		10	8
6	Технологии получения наноматериалов		8	8
7	Методы получения объемных и пленочных наноматериалов		8	8
8	Технология пористых, трубчатых и биологических наноматериалов		8	8
9	Методы получения полимерных нанокomпозитов		6	8
10	Технология получения нанокomпозитных покрытий и комбинированные методы синтеза поверхностных наноструктур		8	8
11	Конструкционные и инструментальные наноматериалы		8	8
	Подготовка к зачету			8
Итого:			108	96

4.7. Курсовые проекты/ работы по дисциплине «Нanomатериалы и нанотехнологии» не предусмотрены учебным планом.

5. Образовательные технологии

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

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

- информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;

- использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям, практическим и лабораторным занятиям;
- 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.

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. Шибиков, 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. Наноматериалы конструкционного назначения // Конверсии в машиностроении. 2002. № 6.

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

в) методическая литература:

Методические указания к выполнению практических занятий по дисциплине «Наноматериалы и нанотехнологии» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 22.03.01. Материаловедение и технологии материалов, /Сост.: Л.А. Рябичева. Луганск: Изд-во ЛНУ им. ДАЛЯ, 2018.

г) Интернет-ресурсы:

- Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>
- ГОСТы и стандарты – <https://standartgost.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>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства; наборы слайдов и кинофильмов.

Лекционные занятия: комплект электронных презентаций; аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук).

Практические занятия: компьютерный класс, презентационная техника (проектор, экран, ноутбук, пакеты ПО общего назначения).

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

8. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт фонда оценочных средств по учебной дисциплине «Наноматериалы и нанотехнологии»

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

№ 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-1	Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и инженерные знания	ОПК–1.1. Демонстрирует знания математического анализа, естественнонаучные и инженерные знания для успешного выполнения профессиональной деятельности ОПК–1.2. Использует типовые методы и способы выполнения профессиональных задач ОПК-1.3.	Тема 1. Наноматериалы и нанотехнологии – новое направление в науке и техники. Тема 2. Структура наноматериалов Тема 3. Термодинамические свойства наноструктуры, размерные эффекты в наноматериалах Тема 4.	8

			Владеет навыками выбора оптимальных методов решения профессиональных задач на основе знаний методов моделирования, математического анализа, естественнонаучных и инженерных дисциплин	Теплофизические, механические свойства и электросопротивление наноматериалов	
2	ПК-8	Способен руководить подразделением в области материаловедения и технологии материалов	ПК-8.1. Организует обеспечение состояния производства в области материаловедения и технологии материалов	Тема 5. Технологии получения наноматериалов Тема 6. Методы получения объемных и пленочных наноматериалов Тема 7. Технология пористых, трубчатых и биологических наноматериалов Тема 8. Методы получения полимерных нанокомпозитов Тема 9. Технология получения нанокомпозитных покрытий и комбинированные методы синтеза поверхностных наноструктур. Тема 10. Конструкционные и инструментальные наноматериалы.	8

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-1	ОПК-1.1. Демонстрирует знания математического анализа, естественнонаучные и инженерные	знать математический анализ, естественнонаучные и инженерные знания для успешного выполнения	Тема 1. Наноматериалы и нанотехнологии – новое направление в науке и технике.	Вопросы для сдачи практических занятий, зачет

	знания для успешного выполнения профессиональной деятельности	<p>профессиональной деятельности</p> <p>уметь воспользоваться математическим анализом, типовыми методами и способами для успешного выполнения профессиональной деятельности</p> <p>владеть навыками выбора оптимальных методов решения профессиональных задач</p>	Тема 2. Структура наноматериалов	
	<p>ОПК-1.2.</p> <p>Использует типовые методы и способы выполнения профессиональных задач</p>	<p>знать: типовые методы и способы выполнения профессиональных задач</p> <p>уметь: использовать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач</p> <p>владеть: типовыми методами и способами выполнения профессиональных задач</p>	Тема 3. Термодинамические свойства наноструктуры, размерные эффекты в наноматериалах	Вопросы для сдачи практических занятий, зачет
	<p>ОПК-1.3.</p> <p>Владет навыками выбора оптимальных методов решения профессиональных задач на основе знаний методов моделирования, математического анализа, естественнонаучных и инженерных дисциплин</p>	<p>знать: методы выбора оптимальных методов решения профессиональных задач на основе знаний методов моделирования, математического анализа, естественнонаучных и инженерных дисциплин</p> <p>уметь: выбирать оптимальные методы решения профессиональных задач на основе знаний методов моделирования, математического анализа, естественнонаучных и инженерных дисциплин</p>	Тема 4. Теплофизические, механические свойства и электросопротивление наноматериалов	Вопросы для сдачи практических занятий, зачет

			владеть: навыками выбора оптимальных методов решения профессиональных задач на основе знаний методов моделирования, математического анализа, естественнонаучных и инженерных дисциплин		
2	ПК-8	ПК-8.1. Организует обеспечение состояния производства в области материаловедения и технологии материалов	<p>знать: обеспечение состояния производства в области материаловедения и технологии материалов</p> <p>уметь: разрабатывать обеспечение состояния производства в области материаловедения и технологии материалов</p> <p>владеть: разработкой обеспечения состояния производства в области материаловедения и технологии материалов</p>	<p>Тема 5. Технологии получения наноматериалов</p> <p>Тема 6. Методы получения объемных и пленочных наноматериалов</p> <p>Тема 7. Технология пористых, трубчатых и биологических наноматериалов</p> <p>Тема 8. Методы получения полимерных нанокомпозитов</p> <p>Тема 9. Технология получения нанокомпозитных покрытий и комбинированные методы синтеза поверхностных наноструктур.</p> <p>Тема 10. Конструкционные и инструментальные наноматериалы</p>	Вопросы для сдачи практических занятий, зачет

Задания для практических занятий

Занятие 1. Виды и применение наноматериалов.

Задание: Ознакомиться с видами наноматериалов, изучить их структуры, определить механические свойства.

Изучить применение наноматериалов в машиностроении. Привести и описать примеры применения. Изобразить структуру и привести свойства.

Контрольные вопросы

1. Что такое наноматериал?

2. Какой размер наночастиц?
3. Назовите виды наноматериалов.
4. Дайте характеристику наноструктур?
5. Как отличаются механические свойства наноструктур?
6. Объясните, где в машиностроении можно применять наноматериалы.
7. Чем обусловлено применение и распространение наноматериалов?
8. Приведите свой пример использования наноматериала.

Занятие 2. Изучение термодинамических свойств наноматериалов.

Задание: Построить зависимости теплоемкости, теплопроводности, температуропроводности от величины зерна.

Дать математическое описание этих зависимостей.

Контрольные вопросы

1. Что такое теплоемкость материала? В каких единицах измеряется?
2. Что такое теплопроводность материала? В каких единицах измеряется?
- Что такое температуропроводность материала? В каких единицах измеряется?
3. Как между собой связаны теплоемкость и теплопроводность?
4. Как зависят от величины зерна теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность?
5. Сохраняется ли такая зависимость теплоемкости, теплопроводности, температуропроводности от величины зерна у наноматериалов?
6. Объясните графические зависимости теплоемкости, теплопроводности, температуропроводности от величины зерна.
7. Объясните математические выражения теплоемкости, теплопроводности, температуропроводности от величины зерна.

Занятие 3. Изучение размерного эффекта наноматериалов.

Задание: Определить зависимость размерного эффекта от особенностей наноструктуры.

Изучить влияние размерного эффекта и его зависимость от температуры.

Контрольные вопросы

1. Объясните размерный эффект наноматериалов.
2. Какие особенности размерного эффекта наноматериалов.
3. Как влияет величина зерна на поверхности раздела?
4. Какие особенности поверхностей раздела у наноматериала?
5. Как соотносить размер кристаллита с размером свободного пробега дефекта структуры?
6. Что такое внутренний размерный эффект?
7. Что такое внешний размерный эффект?
8. Как зависит температура плавления золота от размера зерна?
9. Как объяснить существование «красного» золота и «лимонного золота»?

Занятие 4. Изучение технологий получения наноматериалов.

Задание. Изучить различные технологии получения наноматериалов.

Описать их особенности, структуры и свойства, получаемых наноматериалов.

Контрольные вопросы

1. Назовите механические методы получения наноматериалов.
2. В чем заключается механосинтез или механическое легирование?
3. Назовите основные методы интенсивной пластической деформации и охарактеризуйте их.
4. Назовите физические методы получения наноматериалов.

5. Какие способы испарения (конденсации), применяются для получения наноматериалов

6. В чем заключается метод электрического взрыва проволоки металла?

7. В чем заключаются ионно–плазменные методы?

8. В чем заключается метод управляемой рекристаллизации

9. В чем заключается высокочастотный индукционный нагрев

10. Какие известны химические методы получения наноматериалов?

Занятие 5. Изучение технологий получения объемных наноматериалов.

Задание. Выполнить анализ технологий получения объемных наноматериалов.

Исходя из полученной детали, выбрать конкретный метод.

Контрольные вопросы

1. Что такое интенсивная пластическая деформация?

2. Назовите и охарактеризуйте методы интенсивной пластической деформации.

3. Какие особенности этих методов?

4. Выберите метод для изготовления конкретной детали?

5. Объясните этот конкретный метод, его выполнение.

6. Проанализируйте, какую структуру и свойства можно получить разработанным вами методом.

7. Объясните применение вашей детали с наноструктурой.

Занятие 6. Изучение методов получения полимерных нанокомпозитов.

Задание. Описать характеристику и сделать анализ методов получения полимерных нанокомпозитов.

Контрольные вопросы

1. Что такое полимерный композит?

2. Что такое полимерный нанокомпозит?

3. Какие основные методы получения полимерных нанокомпозитов известны?

4. Что такое нанотрубки?

5. Что такое фуллерены?

6. Назовите область применения полимерных нанокомпозитов.

Занятие 7. Изучение структуры и свойств конструкционных и инструментальных наноматериалов.

Задание: изучить представленные структуры наноматериалов и определить соответствующие им механические свойства.

Изучить структуру конструкционных наноматериалов.

Изучить структуру инструментальных наноматериалов.

Изучить свойства конструкционных наноматериалов.

Изучить свойства инструментальных наноматериалов.

Контрольные вопросы

1. Что такое конструкционные материалы?

2. Что такое инструментальные материалы?

3. Как-то характеризуется структура конструкционных наноматериалов?

4. Как характеризуется структура инструментальных наноматериалов?

5. Где применяются конструкционных наноматериалов?

6. Где применяются инструментальные наноматериалов?

7. Охарактеризуйте структуру и свойства конструкционных и инструментальных наноматериалов.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –

практическое занятие

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
---------------------------------------	---------------------

5	Отчет о практическом занятии представлен на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Отчет о практическом занятии представлен на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Отчет о практическом занятии представлен на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Отчет о практическом занятии представлен на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет)

Вопросы к зачету

1. Определение и междисциплинарность нанотехнологии.
2. Терминология и размерность наноматериалов.
3. Характеристика основных видов наноматериалов.
4. Общая характеристика наноструктур.
5. Структура консолидированных наноструктур.
6. Структура полимерных наноматериалов.
7. Структура углеродных наноматериалов.
8. Размерные эффекты в наноматериалах.
9. Фазовые равновесия в наноматериалах.
10. Термодинамические свойства наноматериалов.
11. Теплофизические свойства наноматериалов.
12. Электросопротивление наноматериалов.
13. Твердость наноматериалов.
14. Прочность и пластичность наноматериалов.
15. Порошковые технологии и высокоэнергетическое измельчение.
16. Плазмохимический синтез.
17. Электрический взрыв проволок.
18. Методы консолидации ультрадисперсных наноструктур.
19. Интенсивная пластическая деформация.
20. Контролируемая кристаллизация из аморфного состояния.
21. Технология получения пленок и покрытий.
22. Нанопористые материалы.
23. Трубочатые наноматериалы.
24. Полимерные решеточные наноматериалы.
25. Материалы, получаемые методом «самосборки».
26. Технология твердофазного синтеза ПНК.
27. Технология получения полимерных композитов с использованием энергии ультразвуковых колебаний.
28. Технология термообработки ПКМ с ограничением теплового расширения.
29. Метод электроискрового легирования и синтез нанокомпозитных покрытий.
30. Метод ионно-плазменного синтеза нанокомпозитных покрытий.
31. Технология комбинированной ионно-вакуумной обработки.
32. Технология комплексной радиационно-термической обработки.

33. Технология электронно-лучевой обработки.
34. Характеристика конструкционных наноматериалов.
35. Характеристика инструментальных наноматериалов.
36. Пористые наноматериалы.
37. Наноматериалы со специальными физико-химическими свойствами.
38. Наноматериалы со специальными физическими свойствами.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – зачет

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
Зачет сдан на высоком уровне	Студент глубоко и в полном объеме 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.
Зачет сдан на среднем уровне	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.
Зачет сдан на низком уровне	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
Зачет сдан на неудовлетворительном уровне	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

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)