



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММиМ  
А.С. Савинов

03.03.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ОСНОВЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ***

Направление подготовки (специальность)  
22.03.02 Metallurgy

Направленность (профиль/специализация) программы  
Обработка металлов давлением

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
заочная


Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалобработки
Кафедра	Технологий обработки материалов
Курс	3

Магнитогорск  
2021 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy (приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 702)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технологий обработки материалов

19.02.2021, протокол № 6

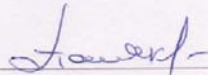
Зав. кафедрой  А.Б. Моллер

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

03.03.2021 г. протокол № 4

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

профессор кафедры ТОМ, д-р техн. наук  М.А. Полякова

Рецензент:

зав. кафедрой ТСиСА, д-р техн. наук  И.Ю. Мезин

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Б. Моллер

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Б. Моллер

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Б. Моллер

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Б. Моллер

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Б. Моллер

### 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) «Основы нанотехнологий» являются: развитие у студентов личностных качеств, а также формирование общекультурных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy.

Основные цели преподавания дисциплины:

- дать знания по классификации, свойствам и технологиям, а также по использованию новых наноматериалов и нанотехнологий;
- привить навыки использования теоретических знаний при выборе требуемых для конкретного применения новых наноматериалов;
- подготовка к будущей научной и практической деятельности, связанной с внедрением и использованием наноматериалов и нанотехнологий.

### 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Основы нанотехнологий входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

- Оборудование цехов обработки металлов давлением
- Основы механики процессов обработки металлов давлением
- Теория обработки металлов давлением (часть 1)
- Теория обработки металлов давлением (часть 2)
- Материаловедение
- Физическая химия
- Математика
- Общая и неорганическая химия
- Физика

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

- Моделирование процессов и объектов в металлургии
- Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
- Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
- Продвижение научной продукции

### 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Основы нанотехнологий» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-6	Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии
ОПК-6.1	Определяет перечень оборудования на производстве и в лаборатории, обеспечивающее безопасное получение и исследование материалов и изделий из них
ОПК-6.2	Оценивает по критериям технологический процесс в профессиональной области с точки зрения безопасности и эффективности

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 8,7 акад. часов;
- аудиторная – 8 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,7 акад. часов;
- самостоятельная работа – 131,4 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

– подготовка к зачёту – 3,9 акад. час

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1.								
1.1 Тема 1. Особенности наноструктурного состояния. Особенности свойств наноматериалов и наноструктур. Классификация наноматериалов и наноструктур.	4	1			32,4	Сравнение существующих точек зрения об уровне развития нанотехнологий.	Собеседование.	ОПК-6.1, ОПК-6.2
Итого по разделу		1			32,4			
2.								
2.1 Тема 2. 0D-наноструктуры. Основные особенности морфологии и свойств.	4	1		1/0,6И	32	Поиск дополнительной информации о перспективах применения 0D-наноструктур. Подготовка к сдаче практической работы.	Устный опрос. Сдача практической работы.	ОПК-6.1, ОПК-6.2
Итого по разделу		1		1/0,6И	32			
3.								
3.1 Тема 3. 1D-наноструктуры. 2D-наноструктуры. Основные особенности структуры и свойств.	4	1		2	32	Поиск дополнительной информации о перспективах применения 1D-наноструктур. Подготовка к сдаче практической работы.	Устный опрос. Сдача практической работы.	ОПК-6.1, ОПК-6.2
Итого по разделу		1		2	32			
4.								

4.1 Тема 4. 3D-наноструктуры. Основные особенности структуры и свойств.	4	1	1/1И	35	Поиск дополнительной информации о промышленных методах получения 3D- наноструктур. Подготовка к сдаче практической работы.	Устный опрос. Сдача практической работы.	ОПК-6.1, ОПК-6.2
Итого по разделу	1		1/1И	35			
Итого за семестр	4		4/1,6И	131,4		зачёт	
Итого по дисциплине	4		4/1,6И	131,4		зачет	

## **5 Образовательные технологии**

Образовательный процесс по дисциплине строится на основе комбинации следующих образовательных технологий.

Интегральную модель образовательного процесса по дисциплине формируют технологии методологического уровня: модульно-рейтинговое обучение, технология поэтапного формирования умственных действий, технология развивающего обучения, элементы технологии развития критического мышления.

Реализация данной модели предполагает использование следующих технологий тактических процедур:

- лекции (лекция-информация, обзорная лекция, лекция-визуализации);
- практические (углубление знаний, полученных на теоретических занятиях, решение задач);
- тренинговые (формирование определенных умений и навыков, формирование алгоритмического мышления);
- активизации познавательной деятельности (приемы технологии развития критического мышления через чтение и письмо, работа с литературой, подготовка презентаций);
- самоуправления (самостоятельная работа студентов, самостоятельное изучение материала).

Рекомендуется использование информационных технологий при организации коммуникации со студентами для представления информации, выдачи рекомендаций и консультирования по оперативным вопросам, использование мультимедиа-средств при проведении лекционных и практических занятий.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Капустин, В. И. Технология производства и контроль качества наноматериалов и наноструктур : учеб. пособие / В.И. Капустин, А.С. Сигов. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 244 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org/10.12737/textbook\\_5c359a09b32044.60767097](http://www.dx.doi.org/10.12737/textbook_5c359a09b32044.60767097). - ISBN 978-5-16-013806-0. - Текст : электронный. - <https://znanium.com/catalog/document?id=339390>

### **б) Дополнительная литература:**

1. Тарасюк, Е. В. Золь-гель технология получения стеклокерамических и гибридных покрытий : монография / Е. В. Тарасюк, О. А. Шилова, С. В. Хашковский ; МГТУ, [каф. ХТПиУП]. - [2-е изд., подгот. по печ. изд. 2009 г.]. - Магнитогорск, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2826.pdf&show=dcatalogues/1/1133064/2826.pdf&view=true> (дата обращения: 03.05.2021). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Серенко, О. А. Измельчение как способ получения наноразмерных материалов [Электронный ресурс] : метод. пособие / О. А. Серенко, Л. М. Полухина. - Москва : РИО МГУДТ, 2013. - 33 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=293265>

3. Мазалова, В. Л. Нанокластеры: рентгеноспектральные исследования и

компьютерное моделирование / В.Л. Мазалова, А.Н. Кравцова, А.В. Солдатов. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2013. - 184 с. ISBN 978-5-9221-1457-8, 100 экз. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=219789>

4. Глезер, А. М. Нанокристаллы, закаленные из расплава / А.М. Глезер, И.Е. Пермякова. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 360 с. ISBN 978-5-9221-1373-1, 100 экз. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=229297>

5. Барыбин, А. А. Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / А. А. Барыбин, В. А. Бахтина, В. И. Томилин, Н. П. Томилина. - Красноярск : СФУ, 2011. - 236 с. - ISBN 978-5-7638-2396-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=100685>

#### **в) Методические указания:**

1. Технологические свойства металлических порошков: метод. указ. / Полякова М.А., Голубчик Э.М. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. 11 с.

2. Кинематические параметры процесса деформирования некомпактных керамических масс: Метод. указ. / Чукин М.В., Барышников М.П., Бакаев Д.Р. – Магнитогорск: МГТУ, 2005. – 25 с.

3. Исследование уплотняемости металлических порошков: Метод. указ. / Гун Г.С., Ильина Н.Н., Полякова М.А / Магнитогорск: МГТУ, 2005. – 8 с.

4. Ситовый анализ: Метод. указ. / Рубин Г.Ш., Ильина Н.Н., Полякова М.А - Магнитогорск: МГТУ, 2007. – 12 с.

5. Плотность и пористость изделий из некомпактных материалов: Метод. указ. / Ильина Н.Н. – Магнитогорск: МГТУ, 2003. – 5 с.

6. Исследование реологических свойств политетрафторэтилена: Метод. указ. / Гун Г.С., Чукин М.В., Барышников М.П., Анцупов А.В. – Магнитогорск: МГТУ, 2003. – 14 с.

7. Эмалирование металлических изделий: Метод. указ. / Полякова М.А., Чукин М.В. – Магнитогорск: МГТУ, 2008 – 9 с.

8. Гальваническое цинкование стали: Метод. указ. / Мустафина В.Г. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. – 11 с.

9. Механизмы формирования мелкодисперсной структуры в процессах ОМД: Метод. указ. / Харитонов В.А., Ямашева Е.Ю. – Магнитогорск: изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. – 36 с.

10. Моделирование процесса равноканальной угловой протяжки с использованием программного комплекса DEFORM-3D: Метод. указ. / Чукин М.В., Барышников М.П., Полякова М.А., Емалеева Д.Г., Кузнецова А.С. - Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. – 20 с.

11. Моделирование процессов интенсивной пластической деформации с использованием программного комплекса DEFORM-3D: Метод. указ. / Чукин М.В., Барышников М.П., Полякова М.А., Емалеева Д.Г., Мохнаткин А.В. - Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. – 20 с.

12. Изучение устройства и принципов работы растрового электронного микроскопа: Метод. указ. / Копцева Н.В., Ефимова Ю.Ю., Полякова М.А. Барышников М.П. – Магнитогорск: МГТУ, 2011. – 6 с.

13. Сканирующая зондовая микроскопия: лабораторный практикум / Ефимова Ю.Ю., Полякова М.А., Гулин А.Е. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2017. 34 с.

#### **г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**



### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>

### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:
  - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
  - специализированной мебелью.
2. Учебная аудитория для проведения практических занятий оснащена:
  - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
  - специализированной мебелью.
3. Учебная аудитория для выполнения курсовых проектов (работ) оснащена:
  - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - специализированной мебелью.
4. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:
  - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - специализированной мебелью.
5. Помещение для самостоятельной работы оснащено:
  - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - специализированной мебелью.

## Приложение 1

По дисциплине «Основы нанотехнологий» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся. Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает участие в собеседовании на заданную тему, подготовке обоснованных ответов на вопросы преподавателя и участие в устном опросе, разбор практических вопросов создания нанотехнологий.

Темы собеседований:

1. Сравнить существующие точки зрения на тему «Нанотехнологии – закономерный этап развития техники и технологий».
2. Привести аргументы и обосновать свою точку зрения по теме «Специфические свойства наноматериалов: мифы и реальность».

Устный опрос:

Тема 1. Применение 0D-наноструктур в современной электронике.

Тема 2. Применение 1D-наноструктур для производства нанокomпозиционных материалов.

Тема 3. Перспективы внедрения методов нанотехнологий в промышленное производство.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде изучения литературы, материалов интернет-ресурсов по соответствующей теме для выбора материала для участия в собеседованиях и устных опросах.

**Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<p>ОПК-6: Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии</p>		
<p>ОПК-6.1</p>	<p>Определяет перечень оборудования на производстве и в лаборатории, обеспечивающее безопасное получение и исследование материалов и изделий из них</p>	<p><b>Перечень вопросов для подготовки к зачету:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вещество, фаза, материал. Иерархическое строение материалов. Наноматериалы, термины и определения, классификация. Неорганические и органические функциональные наноматериалы. Гибридные (органо-неорганические и неорганоматериалы).</li> <li>2. История возникновения нанотехнологий и наук о наносистемах. Междисциплинарность и мультидисциплинарность. Примеры нанообъектов и наносистем, их особенности и технологические приложения. Объекты и методы нанотехнологий.</li> <li>3. Основные принципы формирования наносистем. Физические и химические методы. Процессы получения нанообъектов «сверху — вниз».</li> <li>4. Процессы получения нанообъектов «снизу — вверх».</li> <li>5. Квантовые точки, квантовые ямы. Принципы разработки технологий получения.</li> <li>6. Кластеры. Методы получения кластеров. Технологические приемы и оборудование.</li> <li>7. Технологии «сверху-вниз» получения наночастиц. Общая характеристика и специфические особенности методов. Оборудование для получения наночастиц методами «сверху-вниз».</li> <li>8. Технологии «снизу вверх» получения наночастиц. Общая характеристика и специфические особенности методов. Оборудование для получения наночастиц методами «снизу-вверх».</li> <li>9. Золь-гель метод: достоинства, недостатки. Применение золь-гель метода для получения наноматериалов. Технологические приемы и оборудование.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>10. Технологии и оборудование для получения углеродных наноструктур.</p> <p>11. Технологии и оборудование физических методов получения нанопленок.</p> <p>12. Технологии и оборудование химических методов получения нанопленок.</p> <p>13. Получение нанопленок методом Ленгмюра-Блоджетт. Технологические приемы и оборудование.</p> <p>14. Поверхностное микролегирование.</p> <p>15. Ионная имплантация.</p> <p>16. Технологии получения нанокерамики.</p> <p>17. Непрерывные методы интенсивной пластической деформации.</p> <p>18. Методы интенсивной пластической деформации. Технологические приемы и оборудование.</p> <p>19. Технологии самосборки. Процесс самосборки, полупроводниковые островковые структуры, монослои.</p> <p>20. Самоорганизация как прием получения наноструктур. Технологические приемы и оборудование.</p> <p>21. Технологические особенности и оборудование получения аморфных металлов.</p> <p>22. Литография. Технологические приемы и оборудование.</p> <p>23. Бионанотехнологии.</p> <p>24. Супрамолекулярная организация молекул. Молекулярное распознавание. Полимерные макромолекулы, методы их получения. Самоорганизация в полимерных системах. Супрамолекулярные полимеры.</p> <p>25. Физика наноустройств. Методы создания наноустройств. Механические и электромеханические микро и наноустройства. Сенсорные элементы микро- и нано-системной техники.</p> <p>26. Нанокпозиционные материалы, особенности структуры, свойства, методы получения.</p> <p>27. Нанопористые структуры, особенности структуры, свойства, методы получения.</p> <p>28. Перспективы применения нанотехнологий для создания материалов и структур с заданными свойствами.</p> <p>29. Экологические аспекты нанотехнологий.</p> <p>30. Обеспечение охраны окружающей среды и здоровья человека при разработке нанотехнологий, производстве и эксплуатации наноматериалов и наноструктур.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-6.2	Оценивает по критериям технологический процесс в профессиональной области с точки зрения безопасности и эффективности	<p style="text-align: center;"><b>Перечень заданий для выработки практических умений и приобретения навыков в решении задач в предметной области:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение особенностей структурного состояния наноматериалов различной мерности.</li> <li>2. Методы изучения состава и свойств наноструктур и наноматериалов различной мерности</li> <li>3. Технологические особенности получения 0D-наноструктур методом порошковой металлургии.</li> <li>4. Технологические особенности применения 1D-наноструктур для модифицирования конструкционных материалов</li> <li>5. Технологические основы формирования нанопленок и нанопокровов</li> <li>6. Технологические основы получения металлов и сплавов с ультрамелкозернистой структурой методами обработки давлением</li> </ol> <p><b>Примерный перечень заданий для подготовки к устным опросам и собеседованиям.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Анализ действующих стандартов на термины и определения в области нанотехнологий и наноматериалов.</li> <li>2. Поиск специальной научно-технической литературы, патентной информации, тематических Интернет-ресурсов, специализирующихся в области нанотехнологий и наноматериалов.</li> <li>3. Изучение основных принципов конструирования технологий и их адаптация для разработки нанотехнологий с учетом мерности наноструктур и наноматериалов.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>4. Установление междисциплинарных связей, необходимых для анализа и разработки элементов нанотехнологий для получения наноматериалов и наноструктур различной мерности.</p> <p>5. Поиск научно-технической информации и анализ алгоритма выбора наноматериалов и наноструктур различной мерности для работы в определенных условиях эксплуатации.</p> <p>6. Поиск научно-технической информации и анализ алгоритма выбора наноматериалов и наноструктур различной мерности для выбора технологии их получения.</p> <p>7. Поиск научно-технической информации и анализ вредных и опасных факторов нанотехнологий, оказывающих влияние на окружающую среду и здоровье человека.</p> <p><b>Темы контрольной работы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определения нанонауки, нанотехнологии, наноматериалов.</li> <li>2. Классификация наноматериалов.</li> <li>3. Основные типы структур наноматериалов.</li> <li>4. Физические причины специфики наноматериалов.</li> <li>5. Кластеры в наноматериалах.</li> <li>6. Основные области применения наноматериалов.</li> <li>7. Области применения наноматериалов.</li> <li>8. Наноматериалы и инструменты.</li> <li>9. Наноматериалы в композитах.</li> <li>10. Наноматериалы в электронике.</li> <li>11. Наноматериалы в военной технике.</li> <li>12. Наноматериалы в триботехнике.</li> <li>13. Наноматериалы в медицине и в биологии.</li> <li>14. Методы получения нанопорошков.</li> <li>15. Технологии высокоэнергетического синтеза получения нанопорошков.</li> <li>16. Плазмохимический синтез получения нанопорошков.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>17. Методы физического осаждения из паровой фазы получения нанопорошков.</p> <p>18. Взрывное испарение для получения нанопорошков.</p> <p>19. Механическое размельчение для получения наноматериалов.</p> <p>20. Методы формования изделий из нанопорошков.</p> <p>21. Методы получения наноматериалов с использованием аморфизации.</p> <p>22. Методы получения наноматериалов с использованием интенсивной пластической деформации.</p> <p>23. Методы получения наноматериалов с использованием технологий обработки поверхности.</p> <p>24. Методы получения наноматериалов, основанных на технологиях ионно-лучевого распыления и ионной имплантации.</p> <p>25. Лазерная группа методов получения наноматериалов.</p> <p>26. Фуллерены, нанотрубки.</p> <p>27. Графены.</p> <p>28. Квантовые точки, нанопроволоки, нановолокна.</p>



**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Основы нанотехнологий» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

на оценку «зачтено» студент должен показать высокий уровень знания материала по дисциплине не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и продемонстрировать интеллектуальные навыки решения проблем, нахождения уникальных ответов, вынесения критических суждений; продемонстрировать знание и понимание законов дисциплины, умение оперировать этими знаниями в профессиональной деятельности;

на оценку «не зачтено» студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации по дисциплине, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, умение критически оценивать свои личностные качества,