



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

09.02.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
***ПРОЦЕССЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ***  
***НАНОМАТЕРИАЛОВ***

Направление подготовки (специальность)  
28.03.03 Наноматериалы

Направленность (профиль/специализация) программы  
Объемные наноматериалы, наноструктуры и изделия из них

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Технологий обработки материалов
Курс	4
Семестр	7, 8

Магнитогорск  
2023 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 968)

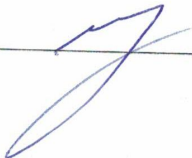
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технологий обработки материалов  
31.01.2023, протокол № 6

Зав. кафедрой  А.Б. Моллер

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ  
09.02.2023 г. протокол № 5

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 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

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

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

## 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

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

Дисциплина Процессы и оборудование для получения наноматериалов входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

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

Конструирование наноматериалов

Основы деформационного наноструктурирования

Основы производства композиционных материалов

Технология материалов

Физические свойства материалов

Функциональные наноматериалы

Основы производства порошковых материалов и изделий

Физикохимия наноструктур и наноматериалов

Общая и неорганическая химия

Физика

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

Учебная - научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)

Курсовая научно-исследовательская работа

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Процессы и оборудование для получения наноматериалов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-5	Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии
ОПК-5.1	Определяет перечень оборудования на производстве и в лаборатории, обеспечивающее безопасное получение и исследование объемных наноматериалов, наноструктур и изделий из них
ОПК-5.2	Оценивает по критериям технологический процесс получения объемных наноматериалов, наноструктур и изделий из них с точки зрения безопасности и эффективности
ОПК-7	Способен проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий и наноматериалов
ОПК-7.1	Разрабатывает комплексы технических и технологических решений для производства объемных наноматериалов, наноструктур и изделий из них
ОПК-7.2	Использует прикладные программы и средства автоматизированного проектирования при решении инженерных задач в области технологий получения объемных наноматериалов, наноструктур и изделий из них

ОПК-7.3	Обеспечивает технологическое сопровождение процессов производства объемных наноматериалов, наноструктур и изделий из них
---------	--

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц 288 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 225,75 акад. часов;
- аудиторная – 216 акад. часов;
- внеаудиторная – 9,75 акад. часов;
- самостоятельная работа – 26,55 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 2 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - зачет, курсовой проект, экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	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. Процессы получения 0D-наноструктур и наноматериалов.								
1.1 Процессы и оборудование для получения квантовых точек.	7	2		2	1	Изучение учебной и научной литературы. Подготовка к сдаче практической работы.	Сдача практической работы.	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3
1.2 Процессы и оборудование для получения наночастиц.		8		6/4И	1	Изучение учебной и научной литературы. Подготовка к сдаче практической работы.	Сдача практической работы.	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3
1.3 Процессы и оборудование для получения нанопорошков.		4		4/1,6И	1	Изучение учебной и научной литературы. Подготовка к сдаче практической работы.	Сдача практической работы.	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3
1.4 Процессы и оборудование для получения фуллеренов и их производных.		4		4/2И	1	Изучение учебной и научной литературы.	Устный опрос.	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3

1.5 Процессы и оборудование для получения кластеров.		4			2	Изучение учебной и научной литературы.	Устный опрос.	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3
Итого по разделу		22		16/7,6И	6			
2. Процессы получения 1D-наноструктур и наноматериалов.								
2.1 Процессы получения нанонитей и наностержней.	7	2			2	Изучение учебной и научной литературы.	Устный опрос.	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3
2.2 Процессы получения кристаллизованных эвтектик.		2		2	1	Изучение учебной и научной литературы. Подготовка к сдаче практической работы.	Устный опрос. Сдача практической работы.	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3
Итого по разделу		4		2	3			
3. Процессы получения 2D-наноструктур и наноматериалов.								
3.1 Развитие методов получения нанопокровов и нанопленок.	7	10		4	1	Изучение учебной и научной литературы. Подготовка к сдаче практической работы.	Сдача практической работы.	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3
3.2 Ионная имплантация.		2		4		Изучение учебной и научной литературы. Подготовка к сдаче практической работы.	Сдача практической работы.	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3
3.3 Методы поверхностного пластического деформирования.		6		6/4И	1	Изучение учебной и научной литературы. Подготовка к сдаче практической работы.	Сдача практической работы.	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3
3.4 Высокоэнергетические методы обработки поверхности лазером. Поверхностное микролегирование.		2			2	Изучение учебной и научной литературы.	Устный опрос.	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3
Итого по разделу		20		14/4И	4			
4. Процессы и оборудование для получения 3D-наноструктур и наноматериалов.								

4.1	Процессы и оборудование дискретных методов интенсивной пластической деформации.	7	8		6		Изучение учебной и научной литературы. Подготовка к сдаче практической работы.	Сдача практической работы.	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3
4.2	Процессы и оборудование непрерывных методов интенсивной пластической деформации.		8		6/4И		Изучение учебной и научной литературы. Подготовка к сдаче практической работы.	Сдача практической работы.	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3
4.3	Процессы и оборудование для получения металлов и сплавов с аморфной структурой.		4		4/4И	1,3	Изучение учебной и научной литературы. Подготовка к сдаче практической работы.	Сдача практической работы.	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3
4.4	Процессы и оборудование для получения нанокерамики.		6		6/2И		Изучение учебной и научной литературы. Подготовка к сдаче практической работы.	Сдача практической работы.	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3
Итого по разделу			26		22/10И	1,3			
Итого за семестр			72		54/21,6И	14,3		зачёт	
5. Процессы и оборудование для получения функциональных наноматериалов.									
5.1	Нанолитография.	8	6		4/2И	1	Изучение учебной и научной литературы. Подготовка к сдаче практической работы.	Сдача практической работы.	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3
5.2	Нанобиотехнологии. Бионанотехнологии.		2			1	Изучение учебной и научной литературы.	Собеседование.	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3
5.3	Наносенсоры. Процессы и оборудование для получения.		4		4/2И	1	Изучение учебной и научной литературы. Подготовка к сдаче практической работы.	Сдача практической работы.	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3

5.4 Сплавы с эффектом памяти формы. Особенности структуры и свойств. Процессы получения.	4		4/2И	1	Изучение учебной и научной литературы. Подготовка к сдаче практической работы.	Сдача практической работы.	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3
5.5 Процессы получения супергидрофобных поверхностей.	4		4/2И	1	Изучение учебной и научной литературы. Подготовка к сдаче практической работы.	Сдача практической работы.	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3
5.6 Нанофлюидика. Течение жидкости в нанокapиллярах.	4			1	Изучение учебной и научной литературы.	Собеседование.	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3
5.7 Нанofильтpование. Процессы получения нанопористых материалов.	4		4/2И	1	Изучение учебной и научной литературы. Подготовка к сдаче практической работы.	Сдача практической работы.	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3
5.8 Особенности получения нанокomпозиционных материалов.	2		4/2И	1	Изучение учебной и научной литературы. Подготовка к сдаче практической работы.	Сдача практической работы.	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3
5.9 Супpамолекулярная химия. Процессы получения супpамолекулярных ансамблей.	4		4/2И	1	Изучение учебной и научной литературы. Подготовка к сдаче практической работы.	Сдача практической работы.	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3
5.10 Золь-гель технология получения наноматериалов различной мерности.	6		4/2И	1	Изучение учебной и научной литературы. Подготовка к сдаче практической работы.	Сдача практической работы.	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3
Итого по разделу	40		32/16И	10			
6. Стандартизация наноструктур и наноматериалов.							



6.1 Стандарты на термины и определения наноструктур и наноматериалов.	8	2		5	1	Изучение специальной литературы. Подготовка к сдаче практической работы.	Сдача практической работы.	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3
6.2 Особенности стандартизации наноструктур и наноматериалов.		3		8/2И	1,25	Изучение специальной литературы. Подготовка к сдаче практической работы.	Сдача практической работы.	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3
Итого по разделу		5		13/2И	2,25			
Итого за семестр		45		45/18И	12,25		экзамен, кп	
Итого по дисциплине		117		99/39,6 И	26,55		зачет, курсовой проект, экзамен	

## **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);
- метод проектов – выполнение индивидуального творческого проекта, по какой-либо теме;
- 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. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=339390>

2. Рогов, В. А. Технология конструкционных материалов. Нанотехнологии : учебник для вузов / В. А. Рогов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 190 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00528-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451888> (дата обращения: 02.05.2023).

3. Сироткин, О. С. Основы современного материаловедения: Учебник/О.С.Сироткин - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 364 с.: (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-009335-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=355276>

### **б) Дополнительная литература:**

1. История науки о материалах и технологиях: Учебное пособие / Носков Ф.М.,

Масанский О.А., Манушкина М.М. - Краснояр.:СФУ, 2016. - 412 с.: ISBN 978-5-7638-3354-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=328452>

2. Горизонты химии 21 столетия: Учебник / Под ред. Озерянский В.А. - Ростов-на-Дону:Издательство ЮФУ, 2009. - 656 с. ISBN 978-5-9275-0715-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=134235>

3. Физико-химические основы создания активных материалов: учебник / Куприянов М.Ф., Кабиров Ю.В., Рудская А.Г. - Ростов-на-Дону:Издательство ЮФУ, 2011. - 278 с. ISBN 978-5-9275-0847-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=153125>

4. Бажанов, В. Л. Механика деформируемого твердого тела : учебное пособие для вузов / В. Л. Бажанов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 178 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04104-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453913> (дата обращения: 02.05.2023).

**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 Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

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

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

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 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.
6. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:
  - специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;
  - инструментами для ремонта учебного оборудования;
  - шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.

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

По дисциплине «Процессы и оборудование для получения наноматериалов» 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 конструирования наноматериалов различного функционального назначения.

Темы собеседований:

1. Этические проблемы применения нанобиотехнологий и бионантехнологий. Экологическая безопасность наноматериалов. Влияние нанобъектов на организм человека.
2. Применение НЭМС и МЭМС для решения практических задач.
3. Наносенсоры как объекты систем безопасности. Проект «умный нос».

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.

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

## а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ОПК-5: Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии</b>		
ОПК-5.1	Определяет перечень оборудования на производстве и в лаборатории, обеспечивающее безопасное получение и исследование объемных наноматериалов, наноструктур и изделий из них	<p><b>Перечень вопросов для подготовки к экзамену:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Квантовые точки, квантовые ямы. Принципы разработки технологий получения.</li> <li>2. Технологические приемы и оборудование для получения кластеров.</li> <li>3. Кластеры. Получение кластеров химическим синтезом. Технологические приемы и оборудование.</li> <li>4. Кластеры. Получение кластеров методом сверхзвукового кластерного пучка. Технологические приемы и оборудование.</li> <li>5. Кластеры. Получение кластеров методом адиабатического расширения. Технологические приемы и оборудование.</li> <li>6. Нуклеация как метод получения кластеров. Технологические приемы и оборудование.</li> <li>7. Получение кластеров металлов охлаждением газового потока. Технологические приемы и оборудование.</li> <li>8. Получение кластеров ионным распылением. Технологические приемы и оборудование.</li> <li>9. Кластеры. Получение кластеров с использованием газового разряда. Технологические приемы и оборудование.</li> <li>10. Технологии «сверху-вниз» получения наночастиц. Общая характеристика и специфические особенности методов.</li> <li>11. Оборудование для получения наночастиц методами «сверху-вниз».</li> <li>12. Технологии «снизу вверх» получения наночастиц. Общая</li> </ol>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>характеристика и специфические особенности методов.</p> <p>13. Оборудование для получения наночастиц методами «снизу-вверх».</p> <p>14. Золь-гель метод: достоинства, недостатки. Применение золь-гель метода для получения наночастиц. Технологические приемы и оборудование.</p> <p>15. Криохимический синтез: достоинства, недостатки. Применение криохимического синтеза для получения наночастиц. Технологические приемы и оборудование.</p> <p>16. Непрерывные методы интенсивной пластической деформации.</p> <p>17. Технологии и оборудование для получения фуллеренов.</p> <p>18. Обработка поверхности лазером.</p> <p>19. Методы синтеза нанокристаллических порошков. Газофазный синтез. Плазмохимический синтез. Технологические приемы и оборудование.</p> <p>20. Получение наночастиц осаждением из коллоидных растворов. Технологические приемы и оборудование.</p> <p>21. Получение наночастиц механосинтезом. Технологические приемы и оборудование.</p> <p>22. Получение наночастиц детонационным синтезом. Электровзрыв проволочек. Самовоспламеняющийся высокотемпературный синтез. Технологические приемы и оборудование.</p> <p>23. Ионная имплантация.</p> <p>24. Технологии получения углеродных нанотрубок.</p> <p>25. Поверхностное микролегирование.</p> <p>26. Технологии получения нанокерамики.</p> <p>27. Технологии самосборки. Процесс самосборки, полупроводниковые островковые структуры, монослои.</p> <p>28. Наномашины: микроэлектромеханические системы,</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>нанoeлектроmеханические системы, молекулярные триггеры. Технологические приемы и оборудование.</p> <p>29. Литография. Технологические приемы и оборудование.</p> <p>30. Бионанотехнологии.</p>
ОПК-5.2	Оценивает по критериям технологический процесс получения объемных наноматериалов, наноструктур и изделий из них с точки зрения безопасности и эффективности	<p><b>Перечень заданий для выработки практических умений и приобретения навыков в решении задач в предметной области:</b></p> <p>Практическая работа №1. Получение наночастиц механическим измельчением</p> <p>Практическая работа №2. Получение углеродных нанотрубок методом лазерной абляции.</p>
<b>ОПК-7: Способен проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий и наноматериалов</b>		
ОПК-7.1	Разрабатывает комплексы технических и технологических решений для производства объемных наноматериалов, наноструктур и изделий из них	<p><b>Перечень тем для курсового проекта:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разработка технологического процесса и выбор оборудования для получения кластеров методом лазерной абляции.</li> <li>2. Разработка технологического процесса и выбор оборудования для получения наночастиц электровзрывом проволок.</li> <li>3. Разработка технологического процесса и выбор оборудования для получения износостойких нанопленок на режущий инструмент</li> <li>4. Разработка технологического процесса и выбор оборудования для получения нанопленок с оптическими свойствами.</li> <li>5. Разработка технологического процесса и выбор оборудования для получения углеродных нанотрубок.</li> <li>6. Разработка технологического процесса и выбор оборудования для получения фуллеренов.</li> <li>7. Разработка технологического процесса и выбор оборудования для получения наночастиц криохимическим методом.</li> <li>8. Разработка технологического процесса и выбор оборудования</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>для получения наночастиц из сверхкритических жидкостей.</p> <p>9. Разработка технологического процесса и выбор оборудования для получения химических наносенсоров.</p> <p>10. Разработка технологического процесса и выбор оборудования для получения наноэлектромеханических устройств.</p> <p>11. Разработка технологического процесса и выбор оборудования для получения нанопористого алюминия.</p> <p>12. Разработка технологического процесса и выбор оборудования для получения полимерных нанокомпозитов, упрочненных углеродными нанотрубками.</p> <p>13. Разработка технологического процесса и выбор оборудования для получения наночастиц механосинтезом.</p> <p>14. Разработка технологического процесса и выбор оборудования для получения полупроводниковых приборов методом молекулярно-лучевой эпитаксии.</p> <p>15. Разработка технологического процесса и выбор оборудования для получения наноструктур методом литографии.</p> <p>16. Разработка технологического процесса и выбор оборудования для получения нанокерамики.</p> <p>17. Разработка технологического процесса и выбор оборудования наноструктурированных металлов.</p> <p>18. Разработка технологического процесса и выбор оборудования для получения наноструктур методом самосборки.</p> <p>19. Разработка технологического процесса и выбор оборудования для получения пленок золь-гель методом.</p> <p>20. Разработка технологического процесса и выбор оборудования для получения металлической ленты с аморфной структурой.</p>
ОПК-7.2	Использует прикладные программы и средства автоматизированного проектирования при решении инженерных задач в области	<p><b>Перечень заданий для выработки практических умений и приобретения навыков в решении задач в предметной области:</b></p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	технологий получения объемных наноматериалов, наноструктур и изделий из них	<p>Предложить способ улучшения технологичности изделия из функциональных наноматериалов</p> <p>Описать методы определения корректности построения модели, границы применения результатов моделирования процессов получения наноматериалов</p> <p>Построить модель технологического процесса получения наноматериала материала, используя информацию из открытых источников (литературный обзор, патентный поиск)</p>
ОПК-7.3	Обеспечивает технологическое сопровождение процессов производства объемных наноматериалов, наноструктур и изделий из них	<p><b>Примерный перечень заданий для подготовки к собеседованиям и устным опросам.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Технология получения нанокерамики.</li> <li>2. Технологии и оборудование физических методов получения нанопленок.</li> <li>3. Технологии и оборудование химических методов получения нанопленок.</li> <li>4. Пленки Лэнгмюра – Блоджетт. Технологические приемы и оборудование.</li> <li>5. Золь-гель технология получения нанопленок. Технологические приемы и оборудование.</li> <li>6. Самоорганизация как прием получения наноструктур. Технологические приемы и оборудование.</li> <li>7. Методы интенсивной пластической деформации. Технологические приемы и оборудование.</li> <li>8. Технологические особенности и оборудование получения аморфных металлов.</li> </ol>

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

### ***Критерии оценки экзамена:***

Оценки «отлично» заслуживает студент, который имеет всесторонние, систематические и глубокие знания учебно-программного материала, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную, и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Оценка «отлично» выставляется студентам, усвоившим сущность и взаимосвязь категорий учебных дисциплин, проявившим творческие способности и самостоятельность мышления в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала. Оценка «отлично» выставляется студенту, который приобрел необходимые знания и умения для самостоятельной работы.

Оценки «хорошо» заслуживает студент, имеющий полное знание учебно-программного материала, успешно выполнивший предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Оценка «хорошо» выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине, способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей профессиональной деятельности.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей предстоящей работы, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной рекомендованной литературой. Оценка «удовлетворительно» выставляется студентам, допустившим погрешности при ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, имеющему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Оценка «неудовлетворительно», выставляется студенту, который не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по дисциплине.

### ***Критерии оценки курсового проекта:***

Целью выполнения курсового проекта является разработка технологической схемы и выбор оборудования для получения наноструктур и наноматериалов различного функционального назначения. В ходе выполнения курсового проекта студент должен провести анализ существующих вариантов технологических процессов получения наноструктур и наноматериалов (в соответствии с полученным от преподавателя заданием), определить их достоинства и недостатки.

По структуре курсовой проект состоит из:

- введения, в котором раскрывается актуальность и значение темы,
- формулируются цели и задачи работы;
- основной части, которая обычно состоит из двух разделов:
  - в первом разделе содержатся теоретические основы разрабатываемой темы;
  - вторым разделом является практическая часть, которая представлена расчетами, графиками, таблицами, схемами и т.п.;
- заключения, в котором содержатся выводы и рекомендации относительно возможностей практического применения материалов работы;
- списка используемой литературы;
- приложения.

Оценка курсового проекта производится с учетом:

- обоснованности и качества расчетов и предложений;

- соблюдения требований к оформлению курсовой работы;
- оригинальности решения поставленных перед студентом задач;
- содержания доклада и качества ответов на вопросы.

Общие критерии оценки курсовой работы:

- актуальность и степень разработанности темы;
- творческий подход и самостоятельность в анализе, обобщениях и выводах;
- полнота охвата литературы;
- правильность и обоснованность выводов, практическая направленность;
- стиль изложения;
- соблюдение всех требований к оформлению курсового проекта.

На «отлично» может быть оценен курсовой проект при:

- соответствии содержания заявленной теме;
- глубококом и полном раскрытии вопросов теоретической и практической части проекта;
- отсутствии ошибок, неточностей, несоответствий в изложении теоретических и практических разделов;
- глубококом и полном анализе результатов курсового проекта, постановке верных выводов, указании их практического применения;
- высоком качестве оформления.

На «хорошо» может быть оценена курсовой проект при:

- соответствии содержания заявленной теме;
- наличии небольших неточностей в изложении теоретического или практического разделов, исправленных самим обучающимся ;
- глубококом и полном анализе результатов, постановке верных выводов, указании их практического применения;
- хорошем качестве оформления курсового проекта.

На «удовлетворительно» может быть оценен курсовой проект при:

- соответствии содержания заявленной теме;
- недостаточно полном раскрытии вопросов теоретической или практической части;
- наличии ошибок и неточностей в изложении теоретического или практического разделов курсового проекта;
- при недостаточно глубококом и полном анализе результатов;
- при небрежном оформлении курсового проекта.

На «неудовлетворительно» может быть оценена курсовой проект при:

- при несоответствии содержания заявленной теме;
- при нераскрытии вопросов теоретической или практической части;
- при наличии грубых ошибок в изложении теоретического или практического разделов;
- при отсутствии анализа результатов курсового проекта;
- при низком качестве оформления курсового проекта.