

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

Факультет машиностроительных  
и химических технологий

 Саблин П.А.

«15» 06 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Наноматериалы и нанотехнологии»

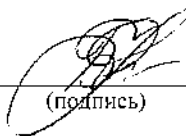
Направление подготовки	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
Направленность (профиль) образовательной программы	Материаловедение в металлургии
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2020
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
4	7	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Экзамен, РГР	Кафедра «Материаловедение и технология новых материалов»

Разработчик рабочей программы:

Доцент, канд. техн. наук  
(должность, степень, ученое звание)



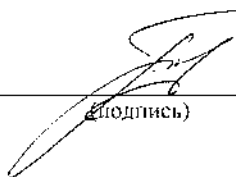
(подпись)

Бурдасова А.А.  
(ФИО)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой  
Материаловедение и технология  
новых материалов

(наименование кафедры)



(подпись)

Башков О.В.  
(ФИО)

## 1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Наноматериалы и нанотехнологии» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации ФГОС ВО, утвержденный приказом Минобрнауки России от 02.06.2020 № 701, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Материаловедение в машиностроении» по направлению подготовки «22.03.01 Материаловедение и технологии материалов».

Практическая подготовка реализуется на основе:

Профессиональный стандарт 40.136 «СПЕЦИАЛИСТ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ, СОПРОВОЖДЕНИЯ И ИНТЕГРАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ В ОБЛАСТИ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ».

Обобщенная трудовая функция: А Разработка, сопровождение и интеграция типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов.

НЗ-2 Основные зависимости эксплуатационных свойств деталей машин и приборов, инструментов от технологических факторов типовых режимов термической и химико-термической обработки, НУ-5 Формулировать предложения по изменению конструктивных требований к эксплуатационным свойствам в целях более эффективной реализации возможностей материалов или термической и химико-термической обработки.

Задачи дисциплины	1. Изучить теоретические основы технологий получения наноматериалов и нанопокровов, методов их исследования и областей применения; 2. Сформировать практические навыки получения наноматериалов и нанопокровов и методов их исследования; Сформировать навыки формирования новых свойств материалов в наноструктурном состоянии и использования наноматериалов в качестве объемных модификаторов и покрытий.
Основные разделы / темы дисциплины	1. Научно-технологические основы нанотехнологий. 2. Методы получения и исследования наноматериалов.

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Наноматериалы и нанотехнологии» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и планируемые результаты обучения по практике

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Профессиональные		
ПК-11 способностью применять знания об основных типах современных неорганических и органиче-	ПК-11.1 Знает сущность, технологию и особенности современных методов обработки конструкционных материалов для изготовления деталей за-	Формулировать предложения по изменению конструктивных требований к эксплуатационным свойствам в целях более эффективной реализа-

ских материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов.	данной формы и качества; ПК-11.2 Умеет объяснять причины отказов деталей и инструментов в процессе эксплуатации; ПК-11.3 Владеет методами проведения комплексного технико-экономического анализа для обоснованного принятия решений, изыскания возможности сокращения цикла работ, содействия подготовке процесса их реализации с обеспечением необходимых технических данных.	ции возможностей материалов или термической и химико-термической обработки. Основные зависимости эксплуатационных свойств деталей машин и приборов, инструментов от технологических факторов типовых режимов термической и химико-термической обработки.
--	--	--

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

Дисциплина «Наноматериалы и нанотехнологии» изучается на 4 курсе, 7 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к вариативной части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и / или опыт практической деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин / практик: «Б1.О.ДВ.01.01 Коррозия и защита материалов», «Б1.О.ДВ.01.02 Технология материалов и покрытий», «Учебная практика (ознакомительная практика)».

Дисциплина «Наноматериалы и нанотехнологии» частично реализуется в форме практической подготовки.

Дисциплина «Наноматериалы и нанотехнологии» в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся активной гражданской позиции, уважения к правам и свободам человека, знания правовых основ и законов, воспитание чувства ответственности или умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения или творчески развитой личности, системы осознанных знаний, ответственности за выполнение учебно-производственных заданий и т.д.

### 4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 з.е., 108 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	144
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	32
<b>В том числе:</b>	

<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками), в том числе в форме практической подготовки:	16
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), в том числе в форме практической подготовки:	16
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа</b> , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	76
Промежуточная аттестация обучающихся – Экзамен	36

**5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы**

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<b>1. Научно-технологические основы нанотехнологий</b>				
Введение, цели и задачи курса	1			5
Научно-технологические основы нанотехнологий. Нанотехнология: термины и определения. Классификация нано-объектов	1			5
Размерные эффекты и свойства нанообъектов и наноматериалов. Функциональные и конструкционные наноматериалы	2	4*		10
<b>2. Методы получения и исследования наноматериалов</b>				
Методы получения наноматериалов: 1) наночастиц, нанокластеров, 2) пористых наноматериалов;	4	6*		20

3) получения компактных наноматериалов; 4) пленок и покрытий; 5) полимерных и композитных наноматериалов 6) зондовые технологии и литография.				
Методы исследования наноматериалов: 1) оптическая микроскопия 2) сканирующая зондовая микроскопия; 3) электронная микроскопия; 4) лазерная микроскопия 5) магнито- и электросиловая микроскопии; 6) наноиндентирование 7) наноспектроскопия	4	6*		20
Перспективы экономического развития и применения наноматериалов: 1) Электроника и информационные технологии 2) Медицина и фармакология 3) Точная механика, оптика 4) Машиностроение, транспорт 5) Охрана окружающей среды	4			16
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>16</b>	<b>16</b>		<b>76</b>

### 6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

<b>Компоненты самостоятельной работы</b>	<b>Количество часов</b>
Изучение теоретических разделов дисциплины	20
Подготовка к занятиям семинарского типа	24
Подготовка и оформление РГР	32
	76

### 7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

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

### **8.1 Основная литература**

- 1 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/product/441543> (дата обращения: 14.06.2021). – Режим доступа: по подписке.
- 2 Волков, Г.М. Материаловедение : учебник для вузов / Г. М. Волков, В. М. Зуев. - М.: Академия, 2008. - 398с.
- 3 Сильман, Г.И. Материаловедение: учебное пособие для вузов / Г. И. Сильман. - М.: Академия, 2008. - 335с.

### **8.2 Дополнительная литература**

- 1 Колмаков, А. Г. Основы технологий и применение наноматериалов: Монография / Колмаков А.Г., Баринов С.М., Алымов М.И. - Москва :ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 208 с.: ISBN 978-5-9221-1408-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/852369> (дата обращения: 14.06.2021). – Режим доступа: по подписке.
- 2 Сироткин, О. С. Основы инновационного материаловедения : монография / О.С. Сироткин. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 157 с. — (Научная мысль). - ISBN 978-5-16-009755-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1068797> (дата обращения: 14.06.2021). – Режим доступа: по подписке.
- 3 Андриевский, Р.А. Наноструктурные материалы : учебное пособие для вузов / Р. А. Андриевский, А. В. Рагуля. - М.: Академия, 2005. – 188 с.
- 4 Свойства и применение наноматериалов : учебное пособие для вузов / В. К. Воронов, Д. Ким, А. С. Янюшкин, Л. А. Геращенко. - 3-е изд., стер. - Старый оскол: изд-во ТНТ, 2015; 2012. - 219с.
- 5 Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев. - 2-е изд., испр. - м.: Физматлит, 2009. - 415с.
- 6 Материаловедение и технологические процессы в машиностроении : учебное пособие для вузов / С. И. Богодухов, А. Д. Проскурин, Р. М. Сулейманов, А. Г. Схиртладзе; под общ.ред. с.и.богодухова. - Старый оскол: изд-во ТНТ, 2010. - 559с.
- 7 Наноструктурные покрытия и наноматериалы: основы получения. свойства. области применения. особенности современного наноструктурного направления в нанотехнологии / Н. А. Азаренков, В. М. Береснев, А. Д. Погребняк, Д. А. Колесников. - изд.стер. - М.: Либроком, 2013. - 366с.
- 8 Нанотехнологии в машиностроении : учебное пособие для вузов / Ю. Н. Полянчиков, А. Г. Схиртладзе, А. Н. Воронцова и др. - Старый оскол: изд-во ТНТ, 2014; 2012. - 91с.

### **8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

1. Белова, И.В. Материаловедение : учебное пособие для вузов / И. В. Белова, Н. Е. Емец. - 2-е изд. - Комсомольск-на-Амуре: Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос.техн.ун-та, 2016. - 129с.

#### **8.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

- 1 Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM. Договор № 4997 эбс ИКЗ 21 12727000769 270301001 0010 004 6311 244 от 13 апреля 2021 г. (с 17 апреля 2021 г. по 16 апреля 2022 г.)
- 2 Электронно-библиотечная система IPRbooks. Лицензионный договор № ЕП 44/4 на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе IPRbooks ИКЗ 21 12727000769 270301001 0010 003 6311 244 от 05 февраля 2021 г. (с 27 марта 2021 г. по 27 марта 2022 г.)
- 3 Образовательная платформа Юрайт. Договор № ЕП44/2 на оказание услуг по предоставлению доступа к образовательной платформе ИКЗ 21 1 2727000769 2703010010010001 6311 244 от 02 февраля 2021 г. (с 07 февраля 2021 г. по 07 февраля 2022 г.)
- 4 Электронно-библиотечная система eLIBRARY.RU (периодические издания) Договор № ЕП 44/3 на оказание услуг доступа к электронным изданиям ИКЗ 211 272 7000769 270 301 001 0010 002 6311 244 от 04 февраля 2021 г. (с 04 февраля 2021 г. по 04 февраля 2030 г.)
- 5 «Сетевая электронная библиотека технических вузов» на платформе ЭБС «Лань». Договор на оказание услуг № СЭБ НВ-228 от 14 июля 2020 г. (с 14 июля 2020 г. по 31 декабря 2023 г.)

#### **8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. Единое окно доступа к информационным ресурсам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.
2. Научная электронная библиотека «Киберленинка» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

#### **8.6 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Таблица 5 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты
OpenOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: <a href="https://www.openoffice.org/license.html">https://www.openoffice.org/license.html</a>

### **9 Организационно-педагогические условия**

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом иписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

#### **9.1 Образовательные технологии**

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традицион-



ные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практически-ми) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

## **9.2 Занятия лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

## **9.3 Занятия семинарского типа**

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

## **9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;

- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

### 9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

## 10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

### 10.1 Учебно-лабораторное оборудование

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
Аудитория с проекционным оборудованием	Лекционная аудитория	1 персональный ЭВМ с процессором Core(TM) i3-3240 CPU @ 3.4 GHz; 1 экран с проектором EPSON EB-825V
Аудитория с оборудованием для проведения практических работ	Лаборатории лазерных методов исследования ЦКП «Новые материалы и технологии»	Лазеры. Оптические приборы, оптические столы, оптические элементы, оптомеханика. Осциллограф цифровой. Генератор Цифровой

Аудитория с оборудованием для проведения практических работ	Лаборатории оптической микроскопии ЦКП «Новые материалы и технологии»	Оптические микроскопы, микротвердомеры, оборудование дифференциального термического анализа
Аудитория с оборудованием для проведения практических работ	Лаборатория электронной микроскопии ЦКП «Новые материалы и технологии»	РЭМ Hitachi S3800S

## 10.2 Технические и электронные средства обучения

### Лекционные занятия.

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

### Практические занятия.

Для практических занятий используется аудитория № 207, оснащенная оборудованием, указанным в табл. 6:

### Самостоятельная работа.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде КНАГУ:

- читальный зал НТБ КНАГУ;
- компьютерные классы (ауд. 204 корпус № 2).

## 11 Иные сведения

### Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);

- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);

- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);

- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);

- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

### «Наноматериалы и нанотехнологии»

Направление подготовки	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
Направленность (профиль) образовательной программы	Материаловедение в металлургии
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2020
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
4	7	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Экзамен, РГР	Кафедра «Материаловедение и технология новых материалов»

## 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1 – Компетенции и планируемые результаты обучения по практике

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Профессиональные</b>		
ПК-11 способностью применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов.	<p>ПК-11.1 Знает сущность, технологию и особенности современных методов обработки конструкционных материалов для изготовления деталей заданной формы и качества;</p> <p>ПК-11.2 Умеет объяснять причины отказов деталей и инструментов в процессе эксплуатации;</p> <p>ПК-11.3 Владеет методами проведения комплексного технико-экономического анализа для обоснованного принятия решений, изыскания возможности сокращения цикла работ, содействия подготовке процесса их реализации с обеспечением необходимых технических данных.</p>	<p>Формулировать предложения по изменению конструктивных требований к эксплуатационным свойствам в целях более эффективной реализации возможностей материалов или термической и химико-термической обработки.</p> <p>Основные зависимости эксплуатационных свойств деталей машин и приборов, инструментов от технологических факторов типовых режимов термической и химико-термической обработки.</p>

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
1. Научно-технологические основы нанотехнологий	ПК-11	Тест (фонд тестовых вопросов)	<b>Знать:</b> историю, методологию и современные представления наук о материалах при анализе влияния микро- и наномасштаба на механические, физические, поверхностные и другие свойства материалов, взаимодействия материалов с окружающей средой. основные типы неорганических и органических материалов различного назначения, в том числе наноматериалов

		Практические работы	<p><b>Уметь:</b> использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками комплексного подхода к исследованию и использованию наноматериалов с применением нанотехнологий их обработки и модификации, навыками самостоятельного выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения.</p>
2. Методы получения и исследования наноматериалов	ПК-11	Практические работы	<p><b>Уметь</b> использовать новые теоретические и практические подходы в описании состояния и свойств наноматериалов, явлений и процессов в них. <b>Владеть</b> навыками профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов используемых в материаловедении и технологии материалов.</p>
		РГР	<p><b>Знать</b> физические и химические основы, принципы и методики исследований, испытаний и диагностики веществ и материалов и основные принципы работы</p>

			оборудования и приборов для исследования и оценки физических и химических свойств наноматериалов
--	--	--	--

**2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций**

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
7 семестр <b>Промежуточная аттестация в форме «Зачет с оценкой»</b>			
Тест	В течение семестра	5 баллов	5 баллов - 91-100% правильных ответов – высокий уровень знаний; 4 балла - 71-90% % правильных ответов – достаточно высокий уровень знаний; 3 балла - 61-70% правильных ответов – средний уровень знаний; 2 балла - 51-60% правильных ответов – низкий уровень знаний; 0 баллов - 0-50% правильных ответов – очень низкий уровень знаний.
Практические работы	В течение семестра	5 баллов за каждую лаб.раб. * 4 лаб.раб. = 20 баллов	5 баллов - 91-100% правильной демонстрации хода выполнения работы – высокий уровень знаний; 4 балла - 71-90% % правильной демонстрации хода выполнения работы – достаточно высокий уровень знаний; 3 балла - 61-70% правильной демонстрации хода выполнения работы – средний уровень знаний; 2 балла - 51-60% правильной демонстрации хода выполнения работы – низкий уровень знаний; 0 баллов - 0-50% правильной демонстрации хода выполнения работы – очень низкий уровень знаний.



РГР	В течение семестра	5 баллов	<p>5 баллов – РГР содержит достаточный объем актуальной информации; материал соответствует теме и плану; материал изложен лаконично и логично; терминология использована целесообразно; правильно использованы и оформлены цитаты; наличие выраженной собственной позиции; использовано не менее 10 актуальных источников.</p> <p>4 балла - РГР содержит достаточный объем актуальной информации; материал соответствует теме и плану; материал изложен лаконично и логично; терминология использована целесообразно; правильно использованы и оформлены цитаты; наличие выраженной собственной позиции; использовано не менее 7 актуальных источников. Присутствуют ошибки и неточности в изложении информации и оформлении РГР.</p> <p>3 балла - РГР содержит не достаточный объем информации; материал соответствует теме и плану; материал изложен лаконично и логично; терминология использована целесообразно; правильно использованы и оформлены цитаты; наличие выраженной собственной позиции; использовано не менее 5 актуальных источников.</p> <p>2 балла - РГР содержит не достаточный объем актуальной информации; материал не соответствует теме или плану; отсутствие выраженной собственной позиции; использовано менее 5 актуальных источников.</p> <p>0 баллов – задание не выполнено.</p>
<b>ИТОГО:</b>		15 баллов	
<p><b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b></p> <p>0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);</p> <p>65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);</p> <p>75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);</p> <p>85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)</p>			

### 3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

#### Задания для текущего контроля по дисциплине

##### Тест

Варианты типовых тестов представлены ниже.

**Вариант теста открытого типа**, предполагающий свободное самостоятельное изложение ответа или вставку слова/словосочетания:

- 1) Напишите термины и определения в области наноматериалов
- 2) Опишите вклад ученых России на в развитие нанотехнологий
- 3) Перечислите методы получения наночастиц, нанокластеров
- 4) Какие бывают углеродные нанотрубные структуры?
- 5) Опишите известные зондовые технологии и что такое литография.

**Вариант теста закрытого типа**, предполагающий выбор одного правильного ответа:

- 1) Какой метод не относится к основным методам получения углеродных нанотрубок и нановолокон?
  - Дуговой
  - Лазерно-термический
  - Пиролитический
  - Биотехнологический
- 2) Образование супермолекулы в супрамолекулярной химии можно описать как:
  - Рецептор + субстрат(ы)
  - Рецептор + рецептор
  - Субстрат + субстрат(ы)
  - Рецептор + мономеры
- 3) Какими обязательными свойствами должен обладать кантилевер?
  - Должен проводить электрический ток
  - Должен быть выполнен из магнитного материала
  - Должен быть выполнен из закалённой стали
  - должен быть гибким с известной жесткостью
- 4) Какой из микроскопов изобретён позже остальных?
  - Сканирующий силовой микроскоп
  - Сканирующий туннельный микроскоп
  - Растровый микроскоп
  - Просвечивающий электронный микроскоп
- 5) Кто ввел в научную литературу термин наноматериалы?
  - Г. Глейтер
  - Ж. И. Алферов
  - Р. Фейнман
  - Э. Дрекслер
- 6) Почему рибосому называют молекулярным ассемблером?
  - Рибосомы строят белки, основываясь на инструкциях, хранящихся на нитках РНК
  - Рибосомы имеют размер несколько десятков нанометров
  - Рибосомы могут сворачиваться в клубки, изменяя четвертичную структуру

- Рибосомы умеют преобразовывать механическую энергию в энергию химических связей
- 7) Если поместить тонкий слой полупроводника с широкой запрещённой зоной между двумя полупроводниками с узкой запрещённой зоной то получится:
    - Квантовая точка
    - Квантовая яма
    - Квантовый барьер
    - Квантовая игла
  - 8) Как называется самая высокая энергетическая зона в энергетическом спектре полупроводников?
    - Зона проводимости
    - Запретная зона
    - Валентная зона
    - Квантовая зона
  - 9) Что такое везикулы?
    - Субклеточные частицы
    - Наноразмерные вирусы
    - Замкнутые бислойные мембранные оболочки
    - Белковые молекулы, содержащие ферменты
  - 10) Какая величина не входит в уравнение Гиббса-Томсона?
    - Температура плавления
    - Свободная поверхностная энергия
    - Изменение теплосодержания
    - Вязкость кристаллита
  - 11) Что такое молекулярный ассемблер?
    - Мельчайшая частица атома
    - Молекулярная машина, которая запрограммирована строить молекулярную структуру из более простых химических блоков
    - Субклеточная частица
    - Коллоидный ансамбль ПАВ
  - 12) Кто впервые выдвинул идею о развитии нанотехнологии в современной формулировке?
    - П.С. Лаплас
    - Э. Дрекслер
    - Р. Фейнман
    - Н. Винер
  - 13) Как называется знаменитая книга Э. Дрекслера, посвящённая нанотехнологии?
    - Машины конструирования
    - Машины нанотехнологии
    - Машины создания
    - Машины технологии
  - 14) Какое свойство характерно для микроэмульсии?
    - Микроэмульсии прозрачные жидкости
    - Микроэмульсии имеют тёмно-серый цвет
    - Микроэмульсии непрозрачные жидкости
    - Микроэмульсии являются хорошими проводниками электричества
  - 15) Какая из наноструктур является термодинамически неустойчивой?
    - Микроэмульсия
    - Мицеллы
    - Углеродные нанотрубки
  - 16) Наноструктуры, формирующиеся интенсивной пластической деформацией

Что означает уравнение Гиббса-Томсона?

Взаимосвязь поверхности объекта и его объема

Взаимосвязь температуры плавления кристаллита и вязкости

Взаимосвязь изменения теплосодержания кристаллита и его состава

Взаимосвязь температуры плавления кристаллита и кривизны ограничивающей его поверхности

17) В каком микроскопе используется кантилевер?

Сканирующий силовой микроскоп

Сканирующий туннельный микроскоп

Растровый микроскоп

Просвечивающий электронный микроскоп

18) Работа сканирующего туннельного микроскопа основана на:

Дифракции рентгеновских лучей

Эффекте туннелирования электронов через тонкий диэлектрический промежуток между проводящей поверхностью образца и сверхострой иглой

Просвечивании образца рентгеновскими лучами

Просвечивании образца пучком электронов при ускоряющем напряжении 200-400

кВ

19) Что не может являться супрамолекулярным ансамблем?

Везикула

Мицелла

Микроэмульсия

правильного ответа нет

20) Обращаются ли в нуль волновые функции на границе квантовой ямы

Да

Нет

Вопрос поставлен некорректно

Ответ зависит от ширины квантовой ямы

21) Помещая тонкий слой полупроводника с узкой запрещенной зоной между двумя слоями материала с более широкой запрещенной зоной, получают:

Квантовую точку

Квантовую яму

Квантовый барьер

Квантовую иглу

22) Что такое кантилевер?

Компьютерный блок в силовом микроскопе

Компьютерная программа обработки данных сканирующего микроскопа

Подложка для образцов в растровом микроскопе

Зонд в сканирующем силовом микроскопе

23) Соединения фуллеренов, в которых присоединенные атомы, ионы или молекулы находятся снаружи углеродной оболочки, называются:

Экзодральные соединения

Эндодральные соединения

Супрадральные соединения

Парадральные соединения

### Практические работы

Варианты заданий и вопросов к защите практических работ представлены ниже.

**Практическая работа № 1** Получение наночастиц методом лазерной абляции в воздухе

**Задание:** Изготовить наноструктурированные микропленки оксидов и нитридов металлов (титан, никель, серебро и т.д.) по механизмам «сверху-вниз» методом лазерной абляции.

**Контрольные вопросы:**

1. Лазерная абляция.
2. Особенности лазерной плазмы.
3. Прямой и обратный перенос материала.
4. Определение интенсивности лазерного воздействия.

**Практическая работа № 2** Получение наночастиц методом лазерной абляции в жидкости

**Задание:** Ознакомится с теорией о лазерной абляции. Подготовить мишени в виде пластин стеклоуглерода. В кюветы кварцевого стекла поместить мишени и заполнить растворителем. Поместить кювету в область действия лазерного луча согласно схемы. Перед воздействием проверить фокусировку и определить диаметр лазерного пятна в мкм. Записать параметры эксперимента: мощность воздействия, скорость сканирования, время воздействия.

**Контрольные вопросы:**

1. Требования безопасности перед началом работ с лазерным оборудованием.
2. Требования безопасности во время работ лазерным оборудованием.
3. Требования безопасности по окончании работ с лазерным оборудованием.
4. Требование к производственному помещению для лазеров 4-го класса опасности.
5. Лазерная абляция.
6. Основные элементы лазера.
7. Особенности лазерного излучения.

**Практическая работа № 3** Диагностика процессов лазерной обработки поверхности материалов в реальном времени методами лазерной проекционной микроскопии

**Задание:** Включить лазер на парах меди CVL-10 и другие элементы лазерного монитора. Установить обрабатываемый образец на координатный стол лазерного технологического комплекса. Управляя фокусировкой излучения лазера на парах меди, получить качественное изображение поверхности обрабатываемого материала на экране лазерного монитора. Включить силовой лазер и установите параметры требуемого режима обработки материала. Произвести лазерную обработку материала с одновременной регистрацией процесса воздействия лазерного излучения на поверхность образца. Произведите качественный анализ процесса воздействия лазерного излучения на поверхность образца и определите пространственные и временные характеристики развивающихся структур.

**Контрольные вопросы:**

1. Рассчитать величину дифракционного предела для используемого микроскопа.
2. Оценить максимальное увеличение достижимое с использованием «лазерного монитора»
3. Рассчитать величину контраста получаемых изображений.
4. Оценить максимальное линейное разрешение используемой диагностической системы.

Варианты дополнительных вопросов к защите практических работ представлены ниже.

- 1) Получение ультрадисперсных частиц оксидов алюминия и циркония методом золь-гель синтеза. Выделение частиц методом химического осаждения и с использованием распылительной сушки.

- 2) Получение ультрадисперсных частиц меди, серебра и цинка методом электроэрозии.
- 3) Получение порошков соединений титана в атмосфере различных газов методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза.
- 4) Синтез наноразмерных частиц серебра, золота и алюминия и цинка методом лазерной абляции.

- 1) Опишите методы получения пленок и покрытий.
- 2) Методы получения полимерных и композитных наноматериалов
- 3) Опишите принцип действия электронного микроскопа
- 4) Опишите принцип действия сканирующего атомного-силового микроскопа.
- 5) Опишите принцип действия туннельного микроскопа.
- 6) Опишите свойства малоугловой границы
- 7) Какие действия при работе на электронном микроскопе приводят к увеличению резкости?
- 8) Опишите параметры настройки электронного микроскопа для работы в режиме определения элементного состава при EDX-анализе.
- 9) Опишите методы консолидации порошков.
- 10) Объясните причины изменения механических свойств металлов и сплавов, подверженных интенсивной пластической деформации

## **РГР**

Варианты заданий для **РГР** представлены ниже.

### **Задание 1**

«Синтез и приготовление наноматериалов различной геометрии, химического состава и происхождения».

Задание: Предложить способ и описать технологию синтеза металлического порошка титана ВТ1-00 с размером частиц порошка до 100 нм.

### **Задание 2**

«Синтез и приготовление наноматериалов различной геометрии, химического состава и происхождения».

Задание: Предложить способ и описать технологию синтеза металлического порошка ПР-07Х18Н12М2 с фракционным составом 0-20 мкм для использования при 3-D лазерном спекании.

### **Задание 3**

«Синтез и приготовление наноматериалов различной геометрии, химического состава и происхождения».

Задание: Предложить способ и описать технологию синтеза порошка оксида алюминия с фракционным составом 0-5 мкм, используемого для изготовления спекаемых керамических изделий.

### **Задание 4**

«Синтез и приготовление наноматериалов различной геометрии, определение физических свойств и химического состава материалов».

Задание: Предложить способ нанесения покрытий на коррозионностойкой стали типа 12Х18Н10Т, обладающей свойствами износостойкости, твердости и антиадгезионности и описать технологию нанесения покрытия.

### **Задание 5**

«Синтез и приготовление наноматериалов различной геометрии, определение физических свойств и химического состава материалов».

Задание: Предложить способ получения объемной заготовки из материала титанового сплава ВТ1-00 массой 500 г с пределом прочности 1000 МПа, используемым в последствии для изготовления зубных имплантатов и описать технологию изготовления.

**Задание 6**

«Синтез и приготовление наноматериалов различной геометрии, определение физических свойств и химического состава материалов».

Задание: Предложить способ получения порошка карбида кремния с размером частиц менее 1 мкм и описать технологию получения.

**Задание 7**

«Синтез и приготовление наноматериалов различной геометрии, определение физических свойств и химического состава материалов».

Задание: Предложить способ получения порошка оксида алюминия с размером частиц менее 1 мкм и описать технологию получения.

**Задание 8**

«Синтез и приготовление наноматериалов различной геометрии, определение физических свойств и химического состава материалов».

Задание: Предложить способ и описать технологию синтеза металлического порошка меди с размером частиц порошка до 50-200 нм.

## Лист регистрации изменений к РПД

№ п/п	Основание внесения изменения	Количество страниц изменения	Подпись разработчика РПД
1	<p><b>ДЛЯ ООП набора 2020 г.</b> Воспитательная работа обучающихся.            Основание: <i>Федеральный закон от 31.07.2020 N 304-ФЗ "О внесении изменений в Федеральный закон "Об образовании в Российской Федерации" по вопросам воспитания обучающихся"</i></p>		
2	<p><b>ДЛЯ ООП набора 2020 г.</b> Практическая подготовка обучающихся.            Основание: <i>Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Министерства просвещения Российской Федерации от 05.08.2020 г. № 885/390 "О практической подготовке обучающихся"</i></p>		



