

АДК

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

ских технологий

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

Факультет машиностроительных и химиче-


Саблин П.А.

«06» 05 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Физико-химические основы нанотехнологий и наноматериалов»

Направление подготовки	15.04.03 Прикладная механика
Направленность (профиль) образовательной программы	Механика и прочность конструкционных материалов
Квалификация выпускника	Магистр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
2	3	5

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

Комсомольск-на-Амуре
2021

Разработчик рабочей программы:

Заведующий кафедрой, Доцент, Доктор технических наук



Башков О.В.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой

Кафедра «Материаловедение и технология новых материалов»



Башков О.В.

1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Физико-химические основы нанотехнологий и наноматериалов» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации ФГОС ВО, утвержденный приказом Минобрнауки России от 21.11.2014 № 1490, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Механика и прочность конструкционных материалов» по направлению подготовки «15.04.03 Прикладная механика».

Практическая подготовка реализуется на основе:

Профессиональный стандарт 40.011 «СПЕЦИАЛИСТ ПО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМ И ОПЫТНО-КОНСТРУКТОРСКИМ РАЗРАБОТКАМ».

Обобщенная трудовая функция: С Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации.

НЗ-3 Методы внедрения и контроля результатов исследований и разработок.

Задачи дисциплины	<ul style="list-style-type: none"> • изучить научные основы формирования новых свойств материалов в наноструктурном состоянии и при использовании наноматериалов в качестве объемных модификаторов и покрытий; • освоить методы исследования наноматериалов и области применения; • сформировать практические навыки и технологии получения наноматериалов и нанопокровов; 	-
Основные разделы / темы дисциплины	<ol style="list-style-type: none"> 1. Физико-химические основы наноматериалов и методы их исследования. 2. Методы получения наноматериалов и основы нанотехнологий. 	-

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Процесс изучения дисциплины «Физико-химические основы нанотехнологий и наноматериалов» 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	Планируемые результаты обучения по практике		
	Перечень знаний	Перечень умений	Перечень навыков
Профессиональные			
ПК-3 способностью критически анализировать современные проблемы прикладной механики с учетом потребностей промышленности, современных достижений	Знать основные типы неорганических и органических материалов различного назначения, в том числе нано-	Уметь использовать новые теоретические и практические подходы в описании состояния и свойств наноматериалов,	Владеть навыками самостоятельного выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долго-

науки и мировых тенденций развития техники и технологий, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты	материалов	явлений и процессов в них	вечности, экономической и экологических последствий их применения.
---	------------	---------------------------	--

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физико-химические основы нанотехнологий и наноматериалов» изучается на 2 курсе, 3 семестре.

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

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и / или опыт практической деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин / практик: «Научный семинар», «Б1.В.ДВ.01.01 Управление проектами», «Б1.В.ДВ.01.02 Технологии социальной интеграции в условиях образовательной и трудовой деятельности», «Научно-исследовательская работа».

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Физико-химические основы нанотехнологий и наноматериалов», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: «Преддипломная практика».

Дисциплина «Физико-химические основы нанотехнологий и наноматериалов» частично реализуется в форме практической подготовки.

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 5 з.е., 180 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	180
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	24
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, преду-	8

смагивающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками), в том числе в форме практической подготовки:	
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), в том числе в форме практической подготовки:	16
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	121
Промежуточная аттестация обучающихся – Экзамен	35

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)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
Физико-химические основы наноматериалов и методы их исследования.				
Тема: Введение, цели и задачи курса. Физико-химические основы наноматериалов.	1			20
Тема: Свойства наноразмерных объектов поликристаллических, аморфных и органических материалов. Классификация нанобъектов	1		4	20
Тема: Методы исследования наноматериалов: 1) методы оптической микроскопии 2) растровая и просвечивающая электронная микроскопия; 3) зондовая атомно-силовая и туннельная микроскопия; 4) лазерная микроскопия 5) магнитосиловая микроскопии; 6) методы измерения твердости наноматериалов 7) спектральный анализ наноматериалов	2		6	15
Методы получения наноматериалов и основы нанотехнологий				

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
Тема: Методы получения наноматериалов: 1) наночастиц, нанокластеров, 2) пористых наноматериалов; 3) компактных наноматериалов; 4) пленок и покрытий; 5) полимерных и композитных наноматериалов 6) зондовые технологии и литография.	4		4	30
Тема: Перспективы экономического развития и применения наноматериалов: 1) электроника и информационные технологии; 2) медицина и фармакология; 3) точная механика, оптика; 4) машиностроение, транспорт; охрана окружающей среды.	2		2	36
ИТОГО по дисциплине	8		16	121

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

Компоненты самостоятельной работы	Количество часов
Изучение теоретических разделов дисциплины	40
Подготовка к занятиям семинарского типа	40
Подготовка и оформление РГР	41
	121

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 Светличный, А. М. Микро- и нанотехнологии на основе когерентных и некогерентных источников излучения : учебное пособие / А. М. Светличный, И. Л. Житяев ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2018. - 96 с. - ISBN 978-5-9275-3097-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1088101> (дата обращения: 20.04.2021). – Режим доступа: по подписке.
- 2 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: 20.04.2021). – Режим доступа: по подписке.
- 3 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.
- 4 Ковшов, А.Н. Основы нанотехнологии в технике: учебное пособие для вузов / А. Н. Ковшов, Ю. Ф. Назаров, И. М. Ибрагимов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Академия, 2011. - 239с.
- 5 Григорьев, С.Н. Технологии нанообработки: учебное пособие для вузов / С. Н. Григорьев, А. А. Грибков, С. В. Алешин. - 2-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол: Изд-во ТНТ, 2010. - 320с.
- 6 Волков, Г.М. Материаловедение : учебник для вузов / Г. М. Волков, В. М. Зуев. - М.: Академия, 2008. - 398с.
- 7 Сильман, Г.И. Материаловедение: учебное пособие для вузов / Г. И. Сильман. - М.: Академия, 2008. - 335с.

8.2 Дополнительная литература

- 1 Волков, Г. М. Нанотехнология в машиностроении : учебник / Г. М. Волков. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 307 с. — (Высшее образование: Магистратура). - ISBN 978-5-16-014405-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1088075> (дата обращения: 20.04.2021). – Режим доступа: по подписке.
- 2 Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев. - 2-е изд., испр. - м.: Физматлит, 2009. - 415с.
- 3 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.
- 4 Андриевский, Р.А. Наноструктурные материалы : учебное пособие для вузов / Р. А. Андриевский, А. В. Рагуля. - М.: Академия, 2005. – 188 с.
- 5 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.
- 6 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.
- 7 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 (при наличии)

Нет

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

1 Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM. Договор ЕП 44 № 003/10 эбс ИКЗ 191272700076927030100100120016311000 от 17 апреля 2019 г.

2 Электронно-библиотечная система IPRbooks. Лицензионный договор № ЕП44 № 001/9 на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе IPRbooks ИКЗ 191272700076927030100100090016311000 от 27 марта 2019г.

3 Электронно-библиотечная система eLIBRARY.RU. Договор № ЕП 44 № 004/13 на оказание услуг доступа к электронным изданиям ИКЗ 191272700076927030100100150016311000 от 15 апреля 2019 г.

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

1. Композиты и наноструктуры. – Режим доступа:

<http://www.issp.ac.ru/journal/composites/russian.html>

2. Нанотехнологии и их применение – Режим доступа: <http://nanoblog.ru>

3. Нанотехнологическое сообщество – Нанометр – Режим доступа:
<http://www.nanometer.ru>

4. Подробно о нанотехнологиях – Новости – Режим доступа: <http://www.nano-technology.org>

5. Российский электронный наножурнал (нанотехнологии и их применение) – Режим доступа: <http://www.nanojournal.ru>

6. Федеральный нанопортал – Режим доступа: <http://www.portalnano.ru>

7. Электронные информационные ресурсы издательства Springer Springer Journals
(<https://link.springer.com>)

8. База данных международных индексов научного цитирования Scopus
(<https://www.scopus.com>)

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

Таблица 7 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
Microsoft Imagine Premium	Лицензионный договор АЭ223 №008/65 от 11.01.2019
OpenOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: https://www.openoffice.org/license.html

9 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием 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. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) 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 наиболее важному 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	Назначение
123/2	Лаборатория электронной микроскопии	Сканирующий электронный микроскоп SEM S-3400N	Практические занятия, лабораторные работы
208/2	Лаборатория акустических	Синхронный термоанализа-	Практические

	исследований	тор STA 409 PC Luxx, дилатометр DIL 402 PC,биологический микроскоп Primo Star, металлографический микроскоп Nikon MA200, микротвердомер HNV-2, 16-и канальная акустико-эмиссионная система Лель A-Line 32DDM	занятия, лабораторные работы
--	--------------	--	------------------------------

10.2 Технические и электронные средства обучения

При проведении занятий используется аудитория, оборудованная проектором (стационарным или переносным) для отображения презентаций. Кроме того, при проведении лекций и практических занятий необходим компьютер с установленным на нем браузером и программным обеспечением для демонстрации презентаций.

Для реализации дисциплины подготовлены следующие презентации:

- 1 Методы получения наноматериалов
- 2 Методы исследования наноматериалов
- 3 Физико-химические основы наноматериалов.

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**

«Физико-химические основы нанотехнологий и наноматериалов»

Направление подготовки	15.04.03 Прикладная механика
Направленность (профиль) образовательной программы	Механика и прочность конструкционных материалов
Квалификация выпускника	Магистр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
2	3	5

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

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Таблица 1 – Компетенции и планируемые результаты обучения по практике

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по практике		
	Перечень знаний	Перечень умений	Перечень навыков
Профессиональные			
ПК-3 способностью критически анализировать современные проблемы прикладной механики с учетом потребностей промышленности, современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты	Знать основные типы неорганических и органических материалов различного назначения, в том числе наноматериалов	Уметь использовать новые теоретические и практические подходы в описании состояния и свойств наноматериалов, явлений и процессов в них	Владеть навыками самостоятельного выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения.

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Раздел 1. Физико-химические основы наноматериалов и методы их исследования	ПК-3	Тест	Общая сумма баллов, которая может быть получена за тест
Раздел 2. Методы получения наноматериалов и основы нанотехнологий.		Расчетно-графическое задание	Способность анализировать и обобщать информацию; - способность синтезировать новую информацию; - способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения; установление причинно-следственных связей, вы-

			явление закономерности;
Все разделы	ПК-3	Лабораторные работы	Общая сумма баллов, которая может быть получена за защиту работ

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
3 семестр Промежуточная аттестация в форме «Экзамен»			
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.
Лабораторные работы	В течение семестра	5 баллов за каждую лаб.раб. * 3 лаб.раб. = 15 баллов	5 баллов - 91-100% Задание по работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.; 4 балла - 71-90% Студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите; 3 балла - 61-70% Студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей; 2 балла - 51-60% При выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей;

			0 баллов - 0-50% Студент не выполнил все задания работы и не может объяснить полученные результаты.
РГР	В течение семестра	10 баллов	<p>10 баллов - студент полностью выполнил задание РГР, показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала, РГР оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</p> <p>9 баллов - студент полностью выполнил задание РГР, показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала, РГР оформлена аккуратно, с небольшими недочетами и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</p> <p>8 баллов - студент полностью выполнил задание РГР, показал хорошие знания и умения, смог обосновать оптимальность предложенного решения, есть недостатки в оформлении РГР.</p> <p>7 баллов - студент полностью выполнил задание РГР, показал хорошие знания и умения, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, есть недостатки в оформлении РГР.</p> <p>6 баллов - студент полностью выполнил задание РГР, но допустил некоторые неточности, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, есть недостатки в оформлении РГР.</p> <p>5 баллов - студент полностью выполнил задание РГР, но допустил существенные неточности, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления РГР имеет недостаточный уровень.</p> <p>4 балла - студент не полностью выполнил задание РГР, но допустил существенные неточности, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления РГР имеет низкий уровень.</p> <p>3 балла - студент не полностью выполнил задание РГР, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений, а также не способен пояснить полученный результат.</p> <p>0 баллов - студент не выполнил задание РГР.</p>
Текущий контроль:		30 баллов	
Экзамен	6 семестр	10 баллов	<p>10 баллов - студент правильно ответил на все вопросы билета. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</p> <p>8 баллов - студент ответил на все вопросы экзамена с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>

			<p>6 баллов - студент ответил на все вопросы билета с существенными неточностями или студент правильно ответил на 2 вопроса билета из 3-х и полностью не ответил на 1 вопрос билета. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p> <p>4 балла - при ответе на вопросы билета студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество ошибок.</p> <p>0 баллов – студент не ответил на вопросы билета или ответил не правильно.</p>
ИТОГО:		40 баллов	
<p>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)</p>			

Задания для текущего контроля

Тест

Варианты **типовых тестов** представлены ниже.

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

- 1) Опишите физические свойства твердых тел, существенное изменение которых может произойти при достижении структурных элементов размеров нанообъектов
- 2) Опишите физические свойства твердых тел, существенное изменение которых может произойти при достижении структурных элементов размеров нанообъектов
- 3) Какой вклад российские ученые внесли в развитие нанотехнологий
- 4) Какие известны методы получения наночастиц, нанокластеров, нанопорошков?
- 5) Перечислите и опишите виды углеродных нанотрубных структур
- 6) Что такое литография?

Вариант теста закрытого типа, предполагающий выбор одного правильного ответа:

- 1) 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
- 2) 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
- 3) Кто ввел в научную литературу термин наноматериалы?
 - Г. Глейтер
 - Ж. И. Алферов
 - Р. Фейнман
 - Э. Дрекслер
- 4) Какими обязательными свойствами должен обладать кантилевер?
 - Должен проводить электрический ток
 - Должен быть выполнен из магнитного материала
 - Должен быть выполнен из закаленной стали
 - должен быть гибким с известной жесткостью
- 5) Какой метод не относится к основным методам получения углеродных нанотрубок и нановолокон?
 - Дуговой
 - Лазерно-термический
 - Пиролитический
 - Биотехнологический
- 6) Какое свойство характерно для микроэмульсии?
 - Микроэмульсии прозрачные жидкости
 - Микроэмульсии имеют темно-серый цвет
 - Микроэмульсии непрозрачные жидкости
 - Микроэмульсии являются хорошими проводниками электричества
- 7) 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
- 8) Что такое молекулярный ассемблер?
 - Мельчайшая частица атома
 - Молекулярная машина, которая запрограммирована строить молекулярную структуру из более простых химических блоков
 - Субклеточная частица
 - Коллоидный ансамбль ПАВ
 - 9) 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
 - 10) Какой из микроскопов изобретён позже остальных?
 - Сканирующий силовой микроскоп
 - Сканирующий туннельный микроскоп
 - Растровый микроскоп
 - Просвечивающий электронный микроскоп
 - 11) Кто впервые выдвинул идею о развитии нанотехнологии в современной формулировке?
 - П.С. Лаплас
 - Э. Дрекслер
 - Р. Фейнман
 - Н. Винер
 - 12) 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
 - 13) Какая из наноструктур является термодинамически неустойчивой?
 - Микроэмульсия
 - Мицеллы
 - Углеродные нанотрубки
 - 14) В каком микроскопе используется кантилевер?
 - Сканирующий силовой микроскоп
 - Сканирующий туннельный микроскоп
 - Растровый микроскоп
 - Просвечивающий электронный микроскоп

Лабораторные работы

Варианты заданий и вопросов к защите **лабораторных работ** представлены ниже.

Лабораторная работа № 1 Обработка материалов при интенсивной пластической деформации

Задание: Выбрать материал для обработки интенсивной пластической деформацией. Изготовить образец для прессования. Разместить образец в прессформе. Выполнить равноканальное угловое прессование образца несколько раз. После каждого цикла прессования произвести замеры механических свойств и микроструктурный анализ образцов. Результаты внести в таблицу и проанализировать.

Контрольные вопросы:

1. Понятие интенсивной пластической деформации.
2. Свойства, которые приобретает материал при ИПД.
3. Равноканальное угловое прессование.
4. Структурные изменения, происходящие в материале при интенсивной пластической деформации.
5. Объясните причины изменения механических свойств металлов и сплавов, подверженных интенсивной пластической деформации

Лабораторная работа № 2 Поверхностное упрочнение материала при ультразвуковой поверхностной обработке

Задание: Выбрать материал для обработки ультразвуком. Закрепить на стенде. Выполнить обработку материала, меняя режим и интенсивность УЗ излучения. Выполнить измерения физических и механических свойств и провести исследование микроструктуры материала. Данные внести в таблицу и проанализировать.

Контрольные вопросы:

1. Особенности ультразвуковой обработки материалов.
2. Физические и механические свойства, изменяющиеся при ультразвуковой обработке материалов.
3. Структурные изменения в материалах, возникающие при ультразвуковой обработке.
4. Воздействие ультразвука на живую и неживую ткань.

Лабораторная работа № 3 Исследование покрытий и объемных материалов в наноструктурном состоянии на растровом электронном микроскопе

Задание: Подготовить образцы с покрытиями из проводящих и непроводящих покрытий (оксидные, нитридные, углеродные, золото и др.). Тщательно промыть образцы и установить в камеру растрового электронного микроскопа. Выполнить исследование структуры, геометрии, морфологии и химического состава покрытий с использованием средств электронного микроскопа (SE, BSE, EDX). Определить размеры структурных элементов, охарактеризовать покрытия на основе полученных результатов. Данные, включая протоколы и фотографии, полученные с РЭМ, внести в отчет по лабораторной работе.

Контрольные вопросы:

1. Принцип действия растрового электронного микроскопа.
2. Параметры и характеристики работы РЭМ Hitachi S3800N
3. Принцип работы микроскопа в режиме SE и BSE.
4. Какие действия при работе на электронном микроскопе приводят к увеличению резкости?
5. Опишите параметры настройки электронного микроскопа для работы в режиме определения элементного состава при EDX-анализе.

Расчетно-графическая работа

Тема расчетно-графической работы «Синтез и изучение наноматериалов различной геометрии, определение физических свойств и химического состава материалов».

Варианты заданий для **расчетно-графической работы** представлены ниже.

Вариант 1

Задание: Описать метод ионно-лучевого легирования материалов (ионная имплантация). Привести сведения о материалах, используемых при ионной имплантации и материалах, подвергающихся ионно-лучевому легированию. Предложить способ (методику) нанесения покрытий на коррозионностойкой стали типа 12X18H10T, обладающей свойствами износостойкости, твердости и антиадгезионности. Описать технологию нанесения покрытия, привести схему технологической установки. Привести описание метода (методов) исследования структуры и свойств полученного материала.

Вариант 2

Задание: Описать метод послойного создания физического объекта по цифровой модели. Проанализировать реальные возможности 3D-принтеров. Выполнить расчет параметров 3-D лазерного спекания металлических порошков. Предложить способ (методику) и описать технологию синтеза металлического порошка ПР-07X18H12M2 с фракционным составом 0-20 мкм для использования при 3-D лазерном спекании. Привести описание метода (методов) исследования структуры и свойств полученного материала.

Вариант 3

Задание: Описать методы консолидации порошковых наноматериалов. Предложить способ (методику) и описать технологию синтеза порошка оксида алюминия с фракционным составом 0-2 мкм, используемого для изготовления спекаемых керамических изделий. Привести расчеты и схему технологической установки. Привести описание метода (методов) исследования структуры и свойств полученного материала.

Вариант 4

Задание: Описать методы создания структурированных материалов (ультрамелкодисперсных материалов, наноматериалов) интенсивной пластической деформацией. Привести характеристики и свойства материалов, параметры обработки. Предложить способ (методику) получения объемной заготовки из материала титанового сплава BT1-00 массой 500 г с пределом прочности 1000 МПа, используемым в последствии для изготовления зубных имплантатов и описать технологию изготовления. Привести расчеты и схему технологической установки. Привести описание метода (методов) исследования структуры и свойств полученного материала.

Вариант 5

Задание: Описать метод искрового плазменного спекания (SPS технология). Предложить способы (методики) получения порошка карбида кремния с размером частиц менее 1 мкм и получения из порошка объемных консолидированных изделий. Описать технологию, привести технологическую установку и расчеты для ее изготовления. Привести описание метода (методов) исследования структуры и свойств полученного материала.

Вариант 6

Задание: Описать методы получения нанопорошков путем осаждения из газовой фазы и жидкого раствора. Предложить способ (методику) получения порошка оксида алюминия с размером частиц менее 1 мкм и описать технологию получения. Привести расчеты и схему технологической установки. Привести описание метода исследования структуры и свойств полученного материала. Привести описание метода (методов) исследования структуры и свойств полученного материала.

Вариант 7

Задание: Описать методы получения нанопорошков методами распыления и взрыва. Предложить способ (методику) и описать технологию синтеза металлического порошка меди с размером частиц порошка до 50-200 нм. Привести расчеты технологического процесса, описать структуру полученного порошка меди. Привести схему технологической установки. Привести описание метода (методов) исследования структуры и свойств полученного материала.

Вариант 8

Задание: Описать методы объемного структурирования материалов интенсивной пластической деформацией (ИПД). Предложить способ (методику) получения объемной заготовки из материала системы Ti-Ni для изготовления изделий из материалов с эффектом памяти формы. Описать структуру материала до и после ИПД. Описать технологию получения материала, привести технологическую установку и расчеты для ее изготовления. Привести описание метода (методов) исследования структуры и свойств полученного материала.

Вариант 9

Задание: Описать методы получения металлических стекол. Предложить способ (методику) получения объемной заготовки из материала системы Fe-Ti-Al. Описать структуру материала. Описать технологию получения материала, привести технологическую установку и расчеты для ее изготовления. Привести описание метода (методов) исследования структуры и свойств полученного материала.

Вариант 10

Задание: Описать методы ультразвуковой (УЗ) обработки материалов, приводящей к объемному и поверхностному структурированию. Предложить способ (методику) поверхностного и объемного структурирования материала. Описать структуру материала после УЗ воздействия. Описать технологию получения материала, привести технологическую установку и расчеты для изготовления установки и изделия. Привести описание метода (методов) исследования структуры и свойств полученного материала.

Вариант 11

Задание: Описать методы получения наноструктур термоциклированием. Предложить способ (методику) поверхностного и объемного структурирования материала методом термоциклирования. Описать структуру материала после термического воздействия. Описать технологию получения материала, привести технологическую установку и расчеты для изготовления установки и изделия. Привести описание метода (методов) исследования структуры и свойств полученного материала.

Отчет о выполнении РГР должен содержать:

1. Исходные данные для выполнения РГР.
2. Введение, содержащее актуальность и постановку решаемых задач.
3. Аналитический обзор, содержащий краткую теорию описываемого метода (методов) или технологии (технологий) получения наноматериала и метода (методов) исследования наноматериала.
4. Результаты работы, содержащие методику получения наноматериала и методы исследования полученного наноматериала. Результаты должны содержать описание, графический и расчетный материалы.
5. Список используемой литературы.

По результатам подготовленного отчета необходимо:

1. Подготовить презентацию и доклад для защиты РГР. Презентация должна содержать рисунки, графики, фотографии. Изложение информации в презентации должно соответствовать по содержанию и последовательности подготовленному отчету по РГР. Число слайдов презентации 7-15.
2. Подготовиться к защите РГР и её обсуждению при участии всех обучающихся.

Лист регистрации изменений к РПД

	Номер протокола заседания кафедры, дата утверждения изменения	Количество страниц изменения	Подпись разработчика РПД

