Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 03.10.2023 15:03:54
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения

_____ /Е. В. Сафонов /

"__" _____ 2022 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Наноматериалы»

Направление подготовки

22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Профиль подготовки

Перспективные материалы и технологии

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Москва 2022 г.

Программа дисциплины «Наноматериалы» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению **22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»** по профилю подготовки **«Перспективные материалы и технологии».**

Программу составил:
доцент, к.т.н. /Сбитнев А.Г/

Программа дисциплины «Наноматериалы» по направлению **22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»** утверждена на заседании кафедры «Материаловедение»

«30» 08 2022 г.

Заведующий кафедрой
профессор, д. т. н. /В.В. Овчинников /

Программа согласована с руководителем образовательной программы по направлению **22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»** по профилю подготовки **«Перспективные материалы и технологии».**

к.т.н., доц /С.В. Якутина/
«30» 08 2022 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии машиностроительного факультета

Председатель комиссии /А.Н. Васильев/

«13» 09 2022 г. Протокол: 14-22

Присвоен регистрационный номер:	**22.03.01.01/01.2022. 48.1**

1. Цели освоения дисциплины.

Целью освоения дисциплины «Наноматериалы» является подготовка к деятельности, связанной с реализацией уникальных свойств наноразмерного состояния вещества в потребительских свойствах материалов конструкционного и функционального назначения.

Задачей освоения дисциплины «Наноматериалы» является изучение теоретических основ формирования уникальных свойств наноразмерного состояния вещества и современного арсенала технологических приемов их практического применения.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.

Дисциплина «Наноматериалы» относится к дисциплинам по выбору студента Б1.1.ДВ.6. Успешное освоение дисциплины предполагает уверенное владение студентами основ естественно-научных и общеинженерных дисциплин «Физика», «Химия материалов», «Сопротивление материалов», «Технологические процессы получения и обработки материалов» в объеме бакалавриата.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины «Наноматериалы» у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код и наименование универсальной компетенции выпускника	Индикаторы достижения компетенции
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие ИУК-1.2. Осуществляет поиск, критически оценивает, обобщает, систематизирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи ИУК-1.3. Рассматривает и предлагает рациональные варианты решения поставленной задачи, используя системный подход, критически оценивает их достоинства и недостатки
УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов	ИУК-6.1. Использует инструменты и методы управлениявременем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей ИУК-6.2. Определяет приоритеты собственной

образования в течение всей жизни	деятельности, личностного развития и профессионального роста ИУК-6.3. Демонстрирует готовность к построению профессиональной карьеры и определению стратегии профессионального развития на основе оценки требований рынка труда, предложений рынка образовательных услуг и с учетом личностных возможностей и предпочтений
ПК-1. Способен выполнять комплексные исследования и испытания материалов (изделий), обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований	ИПК-1.1 Знает: цели и задачи проводимых исследований, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации; ИПК-1.2 Умеет: проводить наблюдения и измерения, составлять отчеты по результатам проведенных экспериментов, обрабатывать и представлять полученные результаты; ИПК-1.3 Имеет навыки проведения измерений и наблюдений, обработки результатов, составления отчетов и представления полученных данных
ПК-2. Способен осуществлять выбор материалов и технологических процессов для получения заданного комплекса свойств	ИПК-2.1 Знает: металлические и неметаллические конструкционные и инструментальные материалы, их свойства, способы упрочнения, технологические возможности термической обработки, методы проведения структурного анализа и определения эксплуатационных свойств деталей и инструментов ИПК-2.2 Умеет: выбирать материалы для деталей машин, приборов и инструментов, вид термической обработки, проводить структурный анализ и измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей и инструментов, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров; ИПК-2.3 Имеет навыки: выбора материалов для различных изделий, вид термической обработки, проведения структурного анализа, измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей и инструментов, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость: дисциплины «Наноматериалы» составляет 6 зачетных единицы, т.е. 216 академических часа (из них 126 часов – самостоятельная работа студентов).

Дисциплина изучается в **шестом и седьмом** семестрах: лекции –54 часа, практические занятия – 36 часов, форма контроля – зачет в 6 семестре, экзамен в 7 семестре.

Содержание разделов дисциплины:

4.1. Объемные наноматериалы

Традиционная многостадийная технология консолидации наночастиц. Теоретические основы моностадийной технологии консолидации наночастиц. Выбор модельной системы для экспериментальной проверки теоретических положений. Промышленная реализация технологических прицепов моностадийной технологии объемных наноматериалов.

.Машиностроительный потенциал объемного наноматериала системы углерод-углерод. Высокотемпературное поведение углеродного наноматериала. Химическая стойкость. Фрикционные свойства. Газоплотность. Радиационная стойкость. Эмиссионные свойства. Электрохимические свойства.

Реализация свойств углеродного наноматериала в конструкции термоядерного реактора типа Токамак. Торцевые уплотнения высокотемпературных агрессивных сред. Опоры газодинамических подшипников.

Биоинженерный потенциал объемного наноматериала системы углерод -углерод. Биологическая инертность и тромборезистентность углеродного наноматериала в среде нативной крови. Результаты медико-биологических испытаний.

Клиническое применение углеродного наноматериала в конструкции искусственных клапанов сердца. Потенциальные возможности реализации медико-биологических свойств углеродного наноматериала в медицинских изделиях.

Перспективы создания объемных наноматериалов другого химического состава.

4.2. Объемные наноструктурированные материалы

Технологические особенности компактирования нанопорошков методом уплотнения под давлением. Динамические и статические методы прессования нанопорошков. Изостатическое прессование. Квазигидростатическое прессование. Методы снижения пористости полуфабриката из нанопорошка путем спекания при пониженных температурах: высокоскоростной микроволновой нагрев, ступенчатое спекание, плазмохимическое спекание, спека-

ние в вакууме или в восстановительных средах. Спекание под давлением. Горячее изостатическое прессование.

Нанокерамика. Преимущества свойств нанокерамики перед микроструктурной керамикой. Примеры и механизм сочетания нанокерамикой высоких показателей прочности и пластичности. Керамокомпозиты системы углерод-карборунд.

Нанопорошковые конструкционные стали и сплавы. Сравнение их физико-меанических показателей с конструкционными сталями и сплавами традиционной технологии. Наноструктурированные вольфрамовые сплавы. Многокомпонентные металлосодержащие гибридные нанокомпозиты. Свойства и техническое применение.

Наноструктурированный сплав системы медь-ниобий. Структура, свойства и техническое применение.

4.3. Объемные материалы с нанодобавками

Механика нанокомпозитов. Компоненты объемных наноструктурированных материалов. Виды матриц. Металлическая матрица. Полимерная матрица. Углеродная матрица. Пиролитический углерод. Карбид кремния. Керамическая матрица. Огнеупоры. Теплоизоляционные материалы. Бетон.

Контактное взаимодействие компонентов. Влияние термодинамических и кинетических факторов. Влияние взаимодействия компонентов на прочность нанокомпозита.

Техническое применение нанокомпозитов. Модифицирование полимеров наночастицами. Нанобетон. Технологические проблемы наномодифицирования бетона.

4.4. Объемные нанофрагментированные материалы

Основы фрагментирования структуры металлов. Диаграмма состояния системы железо-углерод. Критические точки. Фрагментация зерен в процессе эвтектоидного превращения железоуглеродистых сплавов. Маятниковый отжиг. Фрагментация зерен в процессах наклепа и рекристаллизации.

Вторичная кристаллизация аморфных металлов с выделением наноразмерных кристаллитов интерметаллидов.

Модифицирование наночастицами расплава металла.

Выделение наноразмерных кристаллитов химических соединений в процессе программированного охлаждения расплава стекла. Ситаллы.

Интенсивная пластическая деформация. Метод кручения под высоким давлением. Метод равноканального углового прессования. Метод всесторонней изотермической ковки.

4.5. Функциональные нанопокрытия

Классификация функциональных нанопокрытий, их технология и техническое применение. Эпиламирование. Многослойные композиционные нанопокрытия. Алмазоподобные наноструктурированные покрытия. Нанопокрытия для осветления оптики. Гидро- грязезащитные нанопокрытия. Дилатантные нанопокрытия. Цветообразующие нанопокрытия.

5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины «Наноматериалы» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- установочная лекция,
- внеаудиторная самостоятельная подготовка студента к семинарским и практическим занятиям,
- консультация преподавателем по сети Интернет в режиме on- или off-line,
- деловые (ролевые) игры.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Для практического освоения обучаемым компетенций УК-1, УК-6, ПК-1 и ПК-2 используются деловые (ролевые) игры, которые включают в себя:

- подготовку каждым студентом в течение семестра не менее одной презентации инновационного проекта по практической реализации уникальных свойств наноматериалов в техническом устройстве или технологическом процессе,
- подготовку каждым студентом в течение семестра не менее одной роли потенциального Инвестора, который критически оценивает представленный другим студентом инновационный проект по нанотехнологии,
- семинарские занятия в форме публичной защиты инновационного проекта Разработчиком перед командой Инвестора, в роли которой выступают все студенты группы.

Семинары подготавливаются и проводятся по следующей методике.

Студенты разбиваются на пары, в которых один из студентов назначается Разработчиком проекта, а другой студент предполагаемым Инвестором. Общая проблема деловых игр - техническое применение наноматериалов. Конкретную тему инновационного проекта предлагает студент- Разработчик проекта на основании изученных им функциональных свойств наночастиц и

конструкционныхь свойств объемных наноматериалов исходя из личных предпочтений и под руководством преподавателя.

Разработчик использует для подготовки инновационного проекта современные методы информационно-коммуникационных технологий для доступа к глобальным информационным ресурсам. Инвестор заранее знакомится с названием проекта и изучает его тематику также в объеме глобального информационного ресурса, доступного современным методам информационно-коммуникационных технологий. Все студенты группы изучают тематику предстоящего семинара в объеме учебника. Каждый студент в течение семестра участвует в работе семинара в роли как Разработчика, так и Инвестора, а также в качестве рядового участника команды Инвестора.

Цель интерактивной методики проведения занятий – побудить студента к самостоятельному изучению профессиональной литературы и научить аргументированно отстаивать свои инженерные решения.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
УК-1	способностью осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК-6	способностью управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
ПК-1	способностью выполнять комплексные исследования и испытания материалов (изделий), обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований
ПК-2	Способностью осуществлять выбор материалов и технологических процессов для получения заданного комплекса свойств

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно

в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
УК-1. Способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач				
ИУК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. Свободно оперирует приобретенными знаниями.
ИУК-1.2. Осуществляет поиск, критически оценивает, обобщает, систематизирует и ранжирует информацию, требуемую для	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет осуществлять поиск, критически оценивает, обобщает, систематизирует и ранжирует	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умений осуществлять поиск, критически оценивает, обобщает, систематизирует и ранжирует информацию,	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие умений осуществлять поиск, критически оценивает, обобщает, систематизирует и ранжирует	Обучающийся демонстрирует полное соответствие умений осуществлять поиск, критически оценивает, обобщает, систематизирует и ранжирует

решения поставленной задачи	информацию, требуемую для решения поставленной задачи	требуемую для решения поставленной задачи Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	информацию, требуемую для решения поставленной задачи . Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	информацию, требуемую для решения поставленной задачи . Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
ИУК-1.3. Рассматривает и предлагает рациональные варианты решения поставленной задачи, используя системный подход, критически оценивает их достоинства и недостатки	Обучающийся не имеет или в недостаточной степени имеет практический опыт рассматривать и предлагать рациональные варианты решения поставленной задачи, используя системный подход, критически оценивает их достоинства и недостатки	Обучающийся имеет практический опыт рассматривать и предлагать рациональные варианты решения поставленной задачи, используя системный подход, критически оценивает их достоинства и недостатки, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся имеет практический опыт рассматривать и предлагать рациональные варианты решения поставленной задачи, используя системный подход, критически оценивает их достоинства и недостатки, но допуска-ются незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе умений на новые, нестандарт-ные ситуации.	Обучающийся в полном объеме имеет практический опыт рассматривать и предлагать рациональные варианты решения поставленной задачи, используя системный подход, критически оценивает их достоинства и недостатки, свободно применяет получен-ные навыки в ситу-ациях повышенной сложности.
УК-6. Способность управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни				

ИУК-6.1. Использует инструменты и методы управлениявременем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: использует инструменты и методы управлениявременем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: использует инструменты и методы управлениявременем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей . Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: использует инструменты и методы управлениявременем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей . Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: использует инструменты и методы управлениявременем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей . Свободно оперирует приобретенными знаниями.
ИУК-6.2. Определяет приоритеты собственной деятельности, личностного развития и профессиональн ого роста .	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет определять приоритеты собственной деятельности, личностного развития и профессиональног о роста	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умений определять приоритеты собственной деятельности, личностного развития и профессионального роста. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие умений определять приоритеты собственной деятельности, личностного развития и профессионального роста. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие умений определять приоритеты собственной деятельности, личностного развития и профессионального роста. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

ИУК-6.3. Демонстрирует готовность к построению профессиональной карьеры и определению стратегии профессионального развития на основе оценки требований рынка труда, предложений рынка образовательных услуг и с учетом личностных возможностей и предпочтений	Обучающийся не имеет или в недостаточной степени имеет практический опыт демонстрировать готовность к построению профессиональной карьеры и определению стратегии профессионального развития на основе оценки требований рынка труда, предложений рынка образовательных услуг и с учетом личностных возможностей и предпочтений	Обучающийся имеет практический опыт демонстрировать готовность к построению профессиональной карьеры и определению стратегии профессионального развития на основе оценки требований рынка труда, предложений рынка образовательных услуг и с учетом личностных возможностей и предпочтений. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся имеет практический опыт демонстрировать готовность к построению профессиональной карьеры и определению стратегии профессионального развития на основе оценки требований рынка труда, предложений рынка образовательных услуг и с учетом личностных возможностей и предпочтений, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме имеет практический опыт демонстрировать готовность к построению профессиональной карьеры и определению стратегии профессионального развития на основе оценки требований рынка труда, предложений рынка образовательных услуг и с учетом личностных возможностей и предпочтений, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.
ПК-1. Способность выполнять комплексные исследования и испытания материалов (изделий), обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований				
ИПК-1.2 Умеет: проводить наблюдения и измерения, составлять отчеты по результатам проведенных экспериментов, обрабатывать и представлять полученные результаты	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет проводить наблюдения и измерения, составлять отчеты по результатам прове-денных эксперимен-тов, обрабатывать и представлять полученные результаты	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умений проводить наблюдения и измерения, составлять отчеты по результатам проведенных экспериментов, обрабатывать и представлять полученные результаты. Допускаются значительные ошибки, проявляется не-	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие умений проводить наблюдения и измерения, составлять отчеты по результатам проведенных экспериментов, обрабатывать и представлять полученные результаты. Умения освоены, но допускаются незна-	Обучающийся демонстрирует полное соответствие умений проводить наблюдения и измерения, составлять отчеты по результатам проведенных экспериментов, обрабатывать и представлять полученные результаты. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях

		достаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	чительные ошибки, неточности, затруднения при переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	повышенной сложности.
ИПК-1.3 Имеет навыки проведения измерений и наблюдений, обработки результатов, составления отчетов и представления полученных данных	Обучающийся не имеет или в недостаточной степени имеет навыки проведения измерений и наблюдений, обработки результатов, составления отчетов и представления полученных данных	Обучающийся имеет навыки проведения измерений и наблюдений, обработки результатов, составления отчетов и представления полученных данных, но допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся имеет навыки проведения измерений и наблюдений, обработки результатов, составления отчетов и представления полученных данных, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме имеет навыки проведения измерений и наблюдений, обработки результатов, составления отчетов и представления полученных данных, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.
ПК-2. Способность осуществлять выбор материалов и технологических процессов для получения заданного комплекса свойств				
ИПК-2.1 Знает: металлические и неметаллические конструкционные и инструментальные материалы, их свойства, способы упрочнения, технологические возможности термической обработки, методы проведения структурного	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: металлические и неметаллические конструкционные и инструментальные материалы, их свойства, способы упрочнения, технологичес-кие возможности термической обра-	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: металлические и неметаллические конструкционные и инструментальные материалы, их свойства, способы упрочнения, технологические возможности термической обработки, методы проведения структурного анализа и	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: металлические и неметаллические конструкционные и инструментальные материалы, их свойства, способы упрочнения, технологические возможности термической обработки, методы проведения структурного анализа и	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: металлические и неметаллические конструкционные и инструментальные материалы, их свойства, способы упрочнения, технологические возможности термической обработки, методы проведения структурного анализа и определения эксплуатационных

анализа и определения эксплуатационных свойств деталей и инструментов	ботки, методы проведения структурного анализа и определения эксплуатационных свойств деталей и инструментов	определения эксплуатационных свойств деталей и инструментов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	определения эксплуатационных свойств деталей и инструментов. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	свойств деталей и инструментов. Свободно оперирует приобретенными знаниями.
ИПК-2.2 Умеет: выбирать материалы для деталей машин, приборов и инструментов, вид термической обработки, проводить структурный анализ и измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей и инструментов, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет выбирать материалы для деталей машин, приборов и инструментов, вид термической обработки, проводить структурный анализ и измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей и инструментов, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умений выбирать материалы для деталей машин, приборов и инструментов, вид термической обработки, проводить структурный анализ и измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей и инструментов, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие умений выбирать материалы для деталей машин, приборов и инструментов, вид термической обработки, проводить структурный анализ и измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей и инструментов, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие умений выбирать материалы для деталей машин, приборов и инструментов, вид термической обработки, проводить структурный анализ и измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей и инструментов, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

ИПК-2.3 Имеет навыки: выбора материалов для различных изделий, вид термической обработки, проведения структурного анализа, измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей и инструментов, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров	Обучающийся не имеет или в недостаточной степени имеет навыки выбора материалов для различных изделий, вид термической обработки, проведения структурного анализа, измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей и инструментов, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров	Обучающийся имеет навыки выбора материалов для различных изделий, вид термической обработки, проведения структурного анализа, измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей и инструментов, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров. Но допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся имеет навыки выбора материалов для различных изделий, вид термической обработки, проведения структурного анализа, измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей и инструментов, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров Но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме имеет навыки выбора материалов для различных изделий, вид термической обработки, проведения структурного анализа, измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей и инструментов, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации студенты должны выполнить все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Наноматериалы» (участие в деловой игре – успешная защита

инновационного проект по техническому применению наноматериалов и т.д.).

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, но правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки,

	проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении 2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1.Волков Г.М. Нанотехнология в машиностроении: учебник. –

М.: ИНФРА-М, 2019. – 307 с.**-на сайте Znanium.com**

2.Волков Г.М. Онлайн курс Наноматериаловедение.**-на сайте LMS Мосполитеха**

б) дополнительная литература:

1.Волков Г.М., Зуев В.М. Материаловедение: учебник,

Раздел V, Наноматериалы. - М.: «Академия», 2008. – 400 с.-**490экз.**

2.Волков Г.М. Машиностроительные материалы нового поколения:

учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2018. – 319 с.-**500 экз.**

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Студенты работают на компьютере, используя стандартные программы типа Word с программным обеспечением Windows10.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические и информационные материалы в электронном виде, представленные на сайтах:

http://www.portalnano.ru
http://www.nanoindustries.com
http://www.nanometer.ru
http://www.nanotechweb.org
http://www.nanotechweb.org

1. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Студентам для самостоятельной работы рекомендуется использовать современными методы информационно-коммуникационных технологий доступа к глобальным информационным ресурсам в области материаловедения и технологии.

При подготовке к семинарам рекомендуется использовать информационные Интернет-ресурсы, представленные на сайтах в разделе 7 данной рабочей программы.

2. Методические рекомендации для преподавателя

Преподавателю рекомендуется использовать личный опыт практической работы в области нанотехнологии, желательно с конечным результатом в виде инновационного проекта, доведенного до заводской стадии производства.

Для освоения теоретической части дисциплины начинающему преподавателю рекомендуется регулярно знакомиться с передовыми научно-техническими работами в области нанотехнологии и смежных областей фундаментальной науки посредством информационных Интернет-ресурсов, представленных на сайтах в разделе 7 данной рабочей программы.

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины «Наноматериалы» по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Профиль подготовки

Перспективные материалы и технологии

(бакалавр)

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
1.	**Объемные наноматериалы**	6	1-6												
1.1	Традиционная многостадийная технология консолидации наночастиц. Теоретические основы моностадийной технологии консолидации наночастиц. Выбор модельной системы для экспериментальной проверки теоретических положений. Промышленная реализация технологических принципов моноста-			7	4		12								

	дийной технологии объемных наноматериалов.														
1.2	Машиностроительный потенциал объемного наноматериала системы углерод-углерод. Высокотемпературное поведение углеродного наноматериала. Химическая стойкость. Фрикционные свойства. Газоплотность. Радиационная стойкость. Эмиссионные свойства. Электрохимические свойства. Реализация свойств углеродного наноматериала в конструкции термоядерного реактора типа Токамак. Торцевые уплотнения высокотемпературных агрессивных сред. Опоры газодинамических подшипников.			4	4		6								
1.3	Биоинженерный потенциал объемного наноматериала системы углерод-углерод. Биологическая инертность и тромборезистентность углеродного наноматериала в среде нативной крови. Результа-			3	2		6								

	ты медико-биологических испытаний. Клиническое применение углеродного наноматериала в конструкции искусственных клапанов сердца. Потенциальные возможности реализации медико-биологических свойств углеродного наноматериала в медицинских изделиях. Перспективы создания объемных наноматериалов другого химического состава.														
2.	**Объемные наноструктурированные материалы**	6	7-12												
2.1	Технологические особенности компактирования нанопорошков методом уплотнения под давлением. Динамические и статические методы прессования нанопорошков. Изостатическое прессование. Квазигидростатическое прессование. Методы снижения пористости полуфабриката из		10	7	4		12								

	нанопорошка путем спекания при пониженных температурах: высокоскоростной микроволновой нагрев, ступенчатое спекание, плазмохимическое спекание, спекание в вакууме или в восстановительных средах. Спекание под давлением. Горячее изостатическое прессование.														
2.2	Нанокерамика. Преимущества свойств нанокерамики перед микроструктурной керамикой. Примеры и механизм сочетания нанокерамикой высоких показателей прочности и пластичности. Керамокомпозиты системы углерод-карборунд.		11	2	2		6								
2.3	Нанопорошковые конструкционные стали и сплавы. Сравнение их физико-механических показателей с конструкционными сталями и сплавами традиционной технологии. Наноструктурированные вольфрамовые сплавы. Многокомпонентные ме-		12	2	2		6								

	таллосодержащие гибридные нанокомпозиты, их свойства и техническое применение. Наноструктурированный сплав системы медь-ниобий, его структура, свойства и техническое применение.														
3.	**Объемные материалы с нанодобавками**	6	13-18												
3.1	Механика нанокомпозитов. Компоненты объемных наноструктурированных материалов. Виды матриц. Металлическая матрица. Полимерная матрица. Углеродная матрица. Пиролитический углерод. Карбид кремния. Керамическая матрица. Огнеупоры.Теплоизоляционные материалы. Бетон.		13	7	4		12								
3.2	Контактное взаимодействие компонентов. Влияние термодинамических и кинетических факторов. Влияние взаимодействия компонентов на прочность нанокомпозита		14	2	2		6								
3.3	Техническое применение на-		15	2	2		6								

	нокомпозитов. Модифицирование полимеров наночастицами. Нанобетон. Технологические проблемы наномодифицирования бетона.														
4.	**Объемные нанофрагментированные материалы**	7	1-9												
4.1	Основы фрагментирования структуры металлов. Диаграмма состояния системы железо-углерод. Критические точки. Фрагментация зерен в процессе эвтектоидного превращения железоуглеродистых сплавов. Маятниковый отжиг. Фрагментация зерен в процессах наклепа и рекристаллизации.		16	2	2		6								
4.2	Вторичная кристаллизация аморфных металлов с выделением наноразмерных кристаллитов интерметаллидов. Модифицирование наночастицами расплава металла. Выделение наноразмерных кристаллитов химических соединений в процессе про-		17	2	2		8								

	граммированного охлаждения расплава стекла. Ситаллы.														
4.3	Интенсивная пластическая деформация. Метод кручения под высоким давлением. Метод равноканального углового прессования. Метод всесторонней изотермической ковки.		18	7	4		12								
5.	**Функциональные нанопокрытия**	7	10-18												
5.1.	Классификация функциональных нанопокрытий, их технология и техническое применение. Эпиламирование. Многослойные композиционные нанопокрытия. Алмазоподобные наноструктурированные покрытия. Нанопокрытия для осветления оптики. Гидро- грязезащитные нанопокрытия. Дилатантные нанопокрытия. Цветообразующие нанопокрытия.			7	2		28								

	Всего часов по дисциплине			54	36		126								

Приложение 2

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
Московский политехнический университет

Направление подготовки:

22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»
ОП (профиль): «Перспективные материалы и технологии»

Кафедра: «Материаловедение»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Наноматериалы

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:
А. Вопросы для коллоквиума
Б. Тематика деловой игры
В. Экзаменационные билеты

Составитель:
к.т.н., доц. Сбитнев А.Г.

Москва, 2022 год

Таблица 3 Паспорт ФОС по дисциплине **«Наноматериалы»**

Код компе-тенции	Элементы компетенции (части компетенции)	Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины по рабочей программе	Периодичность контроля	Виды контроля	Способы контроля	Средства контроля
1	2	3	4	5	6	7
УК-1	ИУК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие ИУК-1.2. Осуществляет поиск, критически оценивает, обобщает, систематизирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи ИУК-1.3. Рассматривает и предлагает рациональные варианты решения поставленной задачи, используя системный подход, критически оценивает их достоинства и недостатки	Все разделы	ТЕК На каждом занятии	Собеседование	У	Коллоквиум
УК-6	ИУК-6.1. Использует инструменты и методы управлениявременем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей	Все разделы	ТЕК На каждом занятии	Собеседование	У	Коллоквиум

	ИУК-6.2. Определяет приоритеты собственной деятельности, личностного развития и профессионального роста ИУК-6.3. Демонстрирует готовность к построению профессиональной карьеры и определению стратегии профессионального развития на основе оценки требований рынка труда, предложений рынка образовательных услуг и с учетом личностных возможностей и предпочтений	Все разделы	ТЕК На каж-дом за-нятии	Собесе-довани е	У	Коллок-виум
ПК-1	ИПК-1.1 Знает: цели и задачи проводимых исследований, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации; ИПК-1.2 Умеет: проводить наблюдения и измерения, составлять отчеты по результатам проведенных экспериментов, обрабатывать и представлять полученные результаты; ИПК-1.3 Имеет навыки проведения измерений и наблюдений, обработки результатов, составления отчетов и представления полученных данных	Все разделы после завер-шения раздела 5	ПА	Публи ч-ная за-щита ин-новаци-оного проект а по теме: «Техни-ческое приме-нение нанопо к-рытий»	КТ	Дело-вая ролевая игра
ПК-2	ИПК-2.1 Знает: металлические и неметаллические конструкционные и инструментальные материалы, их свойства, способы упрочнения, технологические возможности термической обработки, методы проведения структурного	Все разделы после завер-шения разделов 1-4	ПА	Публи ч-ная за-щита ин-новаци-оного проект а:	КТ	Дело-вая ролевая игра

	анализа и определения эксплуатационных свойств деталей и инструментов ИПК-2.2 Умеет: выбирать материалы для деталей машин, приборов и инструментов, вид термической обработки, проводить структурный анализ и измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей и инструментов, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров; ИПК-2.3 Имеет навыки: выбора материалов для различных изделий, вид термической обработки, проведения структурного анализа, измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей и инструментов, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров			«Техни-ческое приме-нение объем-ных нанома-териа-лов»		

А. Вопросы для коллоквиума

К разделу 1. Объемные наноматериалы
Технический потенциал и практические перспективы создания объемных наноматериалов с техническими характеристиками многократно выше мирового уровня

К разделу 2. Объемные наноструктурированные материалы
Технический потенциал и технологические трудности повышения пластичности хрупких материалов методами нанотехнологии

К разделу 3. Объемные материалы с нанодобавками
Технический потенциал и технологические трудности создания крупнотаннажной нанотехнологической продукции (на примере нанобетона)

К разделу 4. Объемные нанофрагментированные материалы
Технический потенциал и практические перспективы создания крупнотаннажной нанотехнологической продукции (на примере металлических сплавов)

К разделу 5. Функциональные нанопокрытия
Оцените технический потенциал и перспективы практического применения функциональных нанопокрытий в производственной практике технологии машиностроения

Б. Тематика деловой игры
Оформление задания для деловой (ролевой) игры

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
Московский политехнический университет

Направление подготовки:

22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»
ОП (профиль): «Перспективные материалы и технологии»

Кафедра __Материаловедение__
(наименование кафедры)

Деловая (ролевая) игра

по дисциплине __ **Наноматериалы**
(наименование дисциплины)

1. Тема (проблема) Техническое применение нанопокрытий и объемных наноматериалов. Конкретную тему инновационного проекта предлагает студент-Разработчик проекта на основании изученных им функциональных свойств наночастиц и конструкционныхь свойств объемных наноматериалов исходя из личных предпочтений и под руководством преподавателя.
2. Концепция игры Защита инновационного проекта по техническому применению наночастиц и наноматериалов.
3. Роли:
- Разработчик проекта,
- Предполагаемый Инвестор проекта,
- член команды Инвестора.

4. Ожидаемый (е) результат (ы) Практическое освоение компетенций УК-1, УК-6, ПК-1 и ПК-2.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется, если студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации, соответствие знаний, умений, навыков, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при

аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
- оценка «хорошо» выставляется, если студент демонстрирует неполное, но правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
- оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
- оценка «неудовлетворительно» выставляется, если студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации

В. Экзаменационные билеты по дисциплине «Наноматериалы»

1. Назначение: Используются для проведения промежуточной аттестации по дисциплине "Наноматериалы"
2. В билет включено три задания:
Задание 1. Вопрос для проверки теоретических знаний;
Задание 2. Задача для проверки умения применять теоретические знания;
Задание 3. Проверка навыков. Практическое выполнение задания на компьютере.
3. Полный комплект экзаменационных билетов подлежит детальному обсуждению и ежегодно утверждается на заседании кафедры. Поэтому в качестве примера представлены только 3 экзаменационных билета.
4. Регламент экзамена: - Время на подготовку тезисов ответов - до 40 мин,
- Способ контроля: устные ответы.
5. Шкала оценивания:
"Отлично"- если студент глубоко и прочно освоил весь материал программы обучения, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при изменении задания, свободно справляется с задачами и практическими заданиями, правильно обосновывает принятые решения.
"Хорошо"- если студент твёрдо знает программный материал, грамотно и по существу его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.
"Удовлетворительно" - если студент освоил только основной материал программы, но не знает отдельных тем, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность изложения программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий.
"Неудовлетворительно" - если студент не знает значительной части программного материала, допускает серьёзные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические задания.

Каждое задание экзаменационного билета оценивается отдельно. Общей оценкой является среднее значение, округлённое до целого значения.

Билет № 1

1. Многостадийная и моностадийная технологии объемных наноматериалов.
2. Классификация наночастиц по геометрическим размерам.
3.Найдите организации, работающие в области объемных наноматериалов. Оцените достоинства и недостатки используемых критериев оценки размеров дискретных элементов структуры объемных наноматериалов.

Билет № 2

1.Машиностроительный потенциал объемного наноматериала системы углерод-углерод.
2. Классификация объемных наноматериалов.
3.Назовите организации, работающие в области нанотехнологии. Оцените достоинства и недостатки используемых этими организациями критериев оценки размеров дисперсных частиц.

Билет № 3

1.Медико-технический потенциал объемного наноматериала системы углерод-углерод
2.Чем отличаются нанопорошки и наноматериалы.
3.Найдите организации, производящие нанопорошки. Оцените достоинства и недостатки используемых этими организациями критериев оценки размеров дисперсных частиц.