Приложение № 5
К ОПОП ВО по направлению
подготовки 22.06.01 Технологии
материалов

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
и инновационной деятельности
Д.В. Иванов
«18» 05 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б.1.В.4. Наноматериалы и нанотехнологии в промышленности

основной профессиональной образовательной программы высшего образования по направлению подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

Направление подготовки 22.06.01 Технологии материалов

Квалификация выпускника *Исследователь. Преподаватель-исследователь*

Направленность образовательной программы (отрасль науки) **Материаловедение (машиностроение)** (технические науки)

Выпускающая кафедра Кафедра машиностроения и материаловедения

Курс 3
Семестр 6

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	**108/3**	часов/зачетных единиц
Лекции	**6**	часов
Практические занятия	**10**	часов
Всего аудиторных занятий	**16**	часов
Самостоятельная (внеаудиторная) работа обучающихся (без учета экз.)	**92**	часов
Экзамен (1 з. ед. - 36 часов)		семестр
Зачет	**6**	семестр
Зачет (зачет с оценкой)		семестр

Йошкар-Ола
2015

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки **22.06.01 «Технологии материалов»**, утвержденной приказом Минобрнауки РФ от 30 июля 2014 г. № 888; паспортом специальностей научных работников 05.16.09 «Материаловедение (по отраслям)»; учебного плана подготовки обучающихся в ПГТУ по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по указанной образовательной программе.

Рабочая программа утверждена научно-техническим советом университета,

Председатель НТС д.ф.-м.н., доц. Д.В. Иванов

Рабочую программу составили:

Зав. кафедрой МиМ д.т.н., проф. С. Я. Алибеков

Профессор кафедры МиМ д.т.н., В. А. Довыденков

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры МиМ
«20» 05 2015 г. протокол № 8

Зав. кафедрой МиМ д.т.н., проф. С. Я. Алибеков

Рабочая программа согласована с сектором подготовки научных кадров УНИД

начальник сектора подготовки научных кадров УНИД к.э.н. Ю.А. Филенко

Эксперт(ы):

Северюхин В.И., профессор
(Ф.И.О., должность)

доктор физ.-мат. наук
(Ф.И.О., должность)

Раздел 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины Б.1.В.4. «*Наноматериалы и нанотехнологии в промышленности*» является достижение планируемых результатов обучения - знаний, умений, навыков и / или опыта деятельности, характеризующих формирование компетенций и обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения ОП.

Дисциплина направлена на получение углубленных знаний в области физико-химических основ формирования «особых» свойств наноразмерных и наноструктурированных материалов, использование этих эффектов для создания новых функциональных материалов, а также в сфере основных видов и тенденций развития нанотехнологий.

Задачей дисциплины является изучение структуры, свойств, применения основных наноструктур и наноматериалов в промышленности.

1.2. Требования к результатам освоения дисциплины

Цели и задачи дисциплины направлены на формирование следующих компетенций и достижение следующих результатов освоения образовательной программы:

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы
Универсальные компетенции	
УК-1 способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	• ЗНАТЬ: основные методы научно-исследовательской деятельности. • УМЕТЬ: выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач. • ВЛАДЕТЬ: навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования.
УК-3 готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	• ЗНАТЬ: методы критического анализа и оценки современных научных достижений, методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях, методы научно-исследовательской деятельности. • УМЕТЬ: анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов. • ВЛАДЕТЬ: навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера возникающих в науке на современном этапе ее развития, владеть технологиями планирования профессиональной деятельности в сфере научных исследований.
УК-6 способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	• ЗНАТЬ: возможные сферы и направления профессиональной самореализации; приемы и технологии целеполагания и целереализации; пути достижения более высоких уровней профессионального и личного развития. • УМЕТЬ: выявлять и формулировать проблемы собственного развития, исходя из этапов профессионального роста и требований рынка труда к специалисту; формулировать цели профессионального и личностного развития, оценивать свои возможности, реалистичность и адекватность намеченных способов и

	путей достижения планируемых целей • ВЛАДЕТЬ: приемами целеполагания, планирования, реализации необходимых видов деятельности, оценки и самооценки результатов деятельности по решению профессиональных задач; приемами выявления и осознания своих возможностей, личностных и профессионально-значимых качеств с целью их совершенствования.
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК-1 способность и готовность теоретически обосновывать и оптимизировать технологические процессы получения перспективных материалов и производство из них новых изделий с учетом последствий для общества, экономики и экологии	• ЗНАТЬ: технологические процессы получения перспективных материалов и производство из них новых изделий. • УМЕТЬ: обосновывать выбранные технологические процессы получения материалов. • ВЛАДЕТЬ: знаниями по производству изделий из перспективных материалов с учетом последствий для общества, экономики и экологии.
ОПК-2 способность и готовность разрабатывать и выпускать технологическую документацию на перспективные материалы, новые изделия и средства технического контроля качества выпускаемой продукции	• ЗНАТЬ: нормативные документы на материалы. • УМЕТЬ: осуществлять отбор материалов под изделие. • ВЛАДЕТЬ: методами контроля качества выпускаемой продукции.
ОПК-5 способность и готовность использовать на практике интегрированные знания естественнонаучных, общих профессионально-ориентирующих и специальных дисциплин для понимания проблем развития материаловедения, умение выдвигать и реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии	• ЗНАТЬ: технологические процессы получения перспективных материалов и производство из них новых изделий. • УМЕТЬ: обосновывать выбранные технологические процессы получения материалов. • ВЛАДЕТЬ: знаниями по производству изделий из перспективных материалов с учетом последствий для общества, экономики и экологии.
ОПК-17 способность и готовность руководить работой коллектива исполнителей, участвовать в планировании научных исследований	• ЗНАТЬ: этические нормы поведения личности, особенности работы научного коллектива • УМЕТЬ: формулировать конкретные задачи и план действий по реализации поставленных целей, проводить исследования, направленные на решение поставленной задачи в рамках научного коллектива, анализировать и представлять полученные при этом результаты. • ВЛАДЕТЬ: систематическими знаниями по выбранной направленности подготовки, навыками проведения исследовательских работ по предложенной теме в составе научного коллектива.
Профессиональные компетенции	
ПК-1 способность использовать в своей научно-исследовательской и педагогической деятельности знание современных проблем, новейших достижений, современных методологических принципов и методических приемов исследования в области технологии материалов, материаловедении и машиностроении	• ЗНАТЬ: основные методы научно-исследовательской и педагогической деятельности; современное состояние науки в профессиональной области. • УМЕТЬ: использовать фундаментальные и прикладные знания в профессиональной области; рационально организовывать научную работу в профессиональной области. • ВЛАДЕТЬ: навыками проведения научных исследований в профессиональной области; навыками выявления актуальных проблем в процессе профессиональной деятельности.
ПК-2 способность самостоятельно ставить научные задачи в области	• ЗНАТЬ: основные подходы к разработке методического аппарата научных исследований; современное состояние

технологии материалов, материаловедении и машиностроении и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта	науки в профессиональной области. • УМЕТЬ: использовать знания профессиональной области, а также знания о современных технологиях в профессиональной деятельности; использовать методы проведения научных исследований в профессиональной области. • ВЛАДЕТЬ: навыками выбора методов исследования для решения научных задач; методами формулирования целей и задач научных исследований; профессиональной терминологией; навыками работы с оборудованием, используемым в профессиональной области.

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «*Наноматериалы и нанотехнологии в промышленности*» относится к вариативной части образовательной программы (циклу Б.1.В.4) и является обязательной дисциплиной для направления подготовки 22.06.01 «Технологии материалов» с направленностью «Материаловедение (по отраслям)».

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин (практик): Б.1.Б.1 «Иностранный язык», Б.1.Б.2 «История и философия науки», Б.1.В.1 «Педагогика и психология высшей школы», Б.1.В.2 «Методика выполнения диссертационного исследования», Б.1.В.3. «Управление технологическими процессами производства композиционных материалов и изделий из них», Б.1.В.ДВ.1 «Математическое моделирование / Методы статической обработки данных / Информационные технологии в науке и образовании», Б.2.1 «Педагогическая практика», Б.3.1 «Научно-исследовательская деятельность».

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах (практиках): Б.1.В.5 «Материаловедение (машиностроение)», Б.2.2 «Научно-исследовательская практика», Б.3.1 «Научно-исследовательская деятельность», Б.3.2 «Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук», Б.4.1 «Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена», Б.4.2 «Представление научного доклада об основных результатах научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук».

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

Знать: технологические процессы получения перспективных композиционных материалов и производство из них новых изделий; нормативные документы на материалы;

Уметь: обосновывать выбранные технологические процессы получения материалов;

осуществлять отбор материалов под изделие;

Владеть: знаниями по производству изделий из перспективных материалов с учетом последствий для общества, экономики и экологии; методами контроля качества выпускаемой продукции.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: физические основы нанотехнологий;

Уметь: самостоятельно решать типовые задачи по получения деталей с наноразмерной структурой в условиях производства.

Владеть: приемами и навыками получения структур наноразмерного масштаба.

Перечисленные знания, умения и навыки направлены на формирование компетенций и достижение результатов освоения образовательной программы, указанные в разделе 1.2.

Раздел 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

(матрица распределения компетенций по разделам и темам дисциплины)

№	Темы, разделы дисциплины	Кол-во часов	Компетенции								Общее кол-во компетенций
			УК-1	УК-3	ОПК-1	ОПК-2	ОПК-5	ОПК-17	ПК-1	ПК-2	
1	Физические основы нанотехнологий.	23	+	-	+	-	+	-	+	-	4
2	Технологии получения структур наноразмерного масштаба.	31	+	+	+	-	+	-	+	+	6
3	Наноматериалы. Виды. Применение изделий из наноматериалов в машиностроении и радио-электронной технике.	28	+	-	+	+	+	-	+	-	5
4	Методы исследования наноразмерных материалов и изделий из них.	26	+	+	+	-	+	+	+	+	7
	Итого	**108**	4	2	4	1	4	1	4	2	

Раздел 4. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций в процессе обучения преподавателем создаются образовательные ситуации, в которых обучающиеся решают аналитические и практические задачи в индивидуальной и групповой форме работы, то есть реализуется методологическая технология проектного обучения.

Основными стратегическими образовательными технологиями являются лекционные, практические занятия и самообучение, проводимые в следующих формах: лекции классические (ЛК), лекции визуализации (ЛВ), практикум классический (ПМК), самообучение (Соб).

При организации указанных форм учебных занятий применяются информационные технологии в виде представления презентаций с применением ноутбука и проектора, иллюстративные материалы – презентации (слайды), фотографии, плакаты, подготовленные в ходе научно-исследовательской работы. В распоряжении на кафедре имеется доступ в интернет и стандартное программное обеспечение, установленное информационным центром ПГТУ.

Раздел 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Аннотации содержания дисциплины

Аннотация дисциплины Б.1.В.4. «Наноматериалы и нанотехнологии в промышленности»

Дисциплина Б.1.В.4. «Наноматериалы и нанотехнологии в промышленности» изучается обучающимися по образовательной программе по направлению подготовки 22.06.01 Технологии материалов (направленность «Материаловедение (машиностроение)»).

Дисциплина изучается в 6 семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 108/3 часов/з.ед. Самостоятельная работа заключается в изучении лекционного и дополнительного материла, подготовке к текущему контролю, выполнении индивидуальных расчетно-графических работ и подготовке отчетов по ним, подготовку к зачету.

В ходе изучения дисциплины осуществляется текущий контроль в форме подготовки докладов последующей их защитой, а также промежуточный контроль в форме зачета.

Целью изучения дисциплины является формирование следующих компетенций:

УК-1 способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.

УК-3 готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач.

УК-6 способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития.

ОПК-1 способность и готовность теоретически обосновывать и оптимизировать технологические процессы получения перспективных материалов и производство из них новых изделий с учетом последствий для общества, экономики и экологии.

ОПК-2 способность и готовность разрабатывать и выпускать технологическую документацию на перспективные материалы, новые изделия и средства технического контроля качества выпускаемой продукции.

ОПК-5 способность и готовность использовать на практике интегрированные знания естественнонаучных, общих профессионально-ориентирующих и специальных дисциплин для понимания проблем развития материаловедения, умение выдвигать и реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии.

ОПК-17 способность и готовность руководить работой коллектива исполнителей, участвовать в планировании научных исследований.

ПК-1 способность использовать в своей научно-исследовательской и педагогической деятельности знание современных проблем, новейших достижений, современных методологических принципов и методических приемов исследования в области технологии материалов, материаловедении и машиностроении.

ПК-2 способность самостоятельно ставить научные задачи в области технологии материалов, материаловедении и машиностроении и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта.

В ходе изучения дисциплины последовательно рассматриваются разделы:

1. Физические основы нанотехнологий.
2. Технологии получения структур наноразмерного масштаба.
3. Наноматериалы. Виды. Применение изделий из наноматериалов в машиностроении и радиоэлектронной технике.
4. Методы исследования наноразмерных материалов и изделий из них.

Основными стратегическими образовательными технологиями являются лекционные, практические занятия и самообучение, проводимые в следующих формах: лекции классические, лекции визуализации, практикум классический, самообучение.

В рамках указанных технологий применяются тактические образовательные технологии: лекция-визуализация, информационные технологии, самообучение.

5.2.Учебно-тематический план изучения дисциплины

№	Наименование разделов (тем) дисциплины	Виды учебной работы и их трудоемкость (кол.часов)				Форма контроля
		лекции	практ.	СРС	Всего (час)	
1.	Физические основы нанотехнологий.	1	1	21	23	отчет по самостоятельной работе; зачет
2.	Технологии получения структур наноразмерного масштаба.	1	3	27	31	
3	Наноматериалы. Виды. Применение изделий из наноматериалов в машиностроении и радио-электронной технике.	2	3	23	28	
4.	Методы исследования наноразмерных материалов и изделий из них.	2	3	21	26	
	Итого:	**6**	**10**	**92**	**108**	

5.3. План лекционных занятий

№	Номер раздела, темы	Краткое содержание (перечень раскрываемых вопросов)	Кол-во часов
1	Физические основы нанотехнологий.	Размерные эффекты и условия их проявления. Квантовые эффекты (туннелирование, кулоновская блокада и др.). Квантовые структуры, их особенности.	1
2	Технологии получения структур наноразмерного масштаба.	Технологии получения структур наноразмерного масштаба: технология конденсации, газофазный метод, каталитическое разложение углеводородов, порошковая технология, интенсивная пластическая деформация, кристаллизация из аморфного состояния, пленочная технология, метод молекулярно - лучевой эпитаксии.	1
3	Наноматериалы. Виды. Применение изделий из наноматериалов в машиностроении и радио-электронной технике.	Наноструктурированные наноматериалы, тонкие пленки, гетероструктуры, низкоразмерные системы. Фуллерены и нанотрубки. Магнитные кластеры и магнитные наноструктуры. Новые интеллектуальные материалы и конструкции. Квантовые точки, полупроводниковые сверхрешетки. Фотонные кристаллы – оптические сверхрешетки. Консолидированные наноструктуры.	2
4	Методы исследования наноразмерных материалов и изделий из них.	Методы исследования наноструктурных материалов. Морфологические методы исследования наноструктур. Аналитические методы исследования наноструктур. Препаративные методы исследования наноструктур. Позитронная аннигиляционная спектроскопия	2
ИТОГО			**6**

5.4. План практических занятий

№	Номер раздела, темы	Краткое содержание (перечень раскрываемых вопросов)	Кол-во часов
1	Физические основы нанотехнологий.	Определение адгезии наночастиц путём моделирования. Модель Маугиса. Нелинейные эффекты в наноструктурах. Мезоскопические явления.	1
2	Технологии получения структур наноразмерного масштаба.	Специфика получения структур наноразмерного масштаба. Рассмотрение конкретных примеров получения деталей с наноразмерной структурой в условиях производства.	3
3	Наноматериалы. Виды. Применение изделий из наноматериалов в машиностроении и радио-электронной технике.	Наноструктурированные наноматериалы. Изделия из наноматериалов. Применение.	3
4	Методы исследования наноразмерных материалов и изделий из них.	Современные устройства, приборы и установки для исследования свойств наноматериалов	3
		ИТОГО	**10**

5.5. Самостоятельная работа обучающихся

№	Номер раздела, темы	Темы и краткое содержание работы	Кол. час.	Форма контроля \ отчета
1.	Физические основы нанотехнологий.	Размерный эффект, зависимость физических свойств наноструктур от их размера. Адгезии наночастиц. Влияние избытка поверхностной	21	отчет по самостоя-тельной

		энергии на адгезионное взаимодействие наночастиц. Определение адгезии наночастиц путём моделирования. Модель Маугиса. Нелинейные эффекты в наноструктурах, эффект Литтла-Паркса. Мезоскопические явления. Фазовая когерентность. Квантовый эффект Холла. Дробный квантовый эффект Холла.		работе
2.	Технологии получения структур наноразмерного масштаба.	Технология «снизу-вверх» (технология конденсации). Газофазный метод. Характеристики метода. Получаемые объекты. Каталитическое разложение углеводородов. Характеристики метода. Получаемые объекты. Порошковая технология. Характеристики метода. Получаемые объекты. Интенсивная пластическая деформация. Характеристики метода. Получаемые объекты. Кристаллизация из аморфного состояния. Характеристики метода. Получаемые объекты. Пленочная технология. Характеристики метода. Получаемые объекты. Золь - гель технология. Основы золь - гель метода получения наноматериалов. Врианты применения золь - гель технологии для синтеза функциональных и конструкционных наноматериалов. Темплатный метод синтеза. Основы темплатного метода получения наноматериалов. Влияние различных темплатов на наноструктурирование и самосборку материалов. Лазерная абляция. Лазерное напыление планарных структур. Молекулярно - лучевая эпитаксия. Напыление планарных структур с помощью молекулярно - лучевого метода. Нанолитография. Использование подходов литографии для модифицирования поверхности. Возможности и ограничения нанолитографии для получения наноматериалов. "Рисование" ионным пучком. Литография с помощью сфокусированного ионного пучка. Возможности и ограничения FIB - литографии для получения наноматериалов.	27	отчет по самостоя-тельной работе
3.	Наноматериалы. Виды. Применение изделий из наноматериалов в машиностроении и радио-электронной технике.	Углеродные нанотрубки. Применение. Фуллерены и углеродные нанотрубки – новая аллотропная форма углерода. Применение. Понятие интеллектуальных технологий. Сплавы с эффектом памяти (односторонняя память формы, эффект двусторонней памяти, эффект суперупругости). Основные виды сверхпроводниковых наноструктур и их практическое использование. Полупроводниковые гетероструктуры, квантовые ямы, проволоки и точки.	23	отчет по самостоя-тельной работе
4.	Методы исследования наноразмерных материалов и изделий из них.	Морфологические методы исследования наноструктур. Атомная силовая микроскопия (АСМ). Сканирующая туннельная микроскопия (СТМ). Ионно-полевая микроскопия (ИПМ). Магнитно-резонансная томография (МРТ). Высокоразрешающая электронная микроскопия (ВРЭМ) – электронная дифракционная микроскопия. Аналитические методы	21	отчет по самостоя-тельной работе

		исследования наноструктур. Электропарамагнитный резонанс (ЭПР), ядерный магнитный резонанс (ЯМР), спектроскопия малоуглового рассеяния нейтронов (SANS), флюоресцентный резонансный перенос энергии (FRET). Тритиевая планиграфия. Рентгеновская (дифракционная) кристаллография. Фотоэмиссионная спектроскопия. Масс спектроскопия. Сканирующая лазерная конфокальная микроскопия. Препаративные методы исследования наноструктур: высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ), ультрацентрифугирование, ультрафильтрация, электрофорез, проточная флюориметрия. Позитронная аннигиляционная спектроскопия. Теория метода		
Итого:			**92**	

Раздел 6. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении дисциплины «*Наноматериалы и нанотехнологии в промышленности*» обучающимися направлений подготовки 22.06.01 Технологии материалов (направленность «Материаловедение (машиностроение)») в 6 семестре контроль предполагает текущую аттестацию и контроль сформированности компетенций.

Текущая оценка работы обучающихся в семестре включает следующие виды:

1) опрос на лекциях;
2) проверка результатов выполнения заданий по самостоятельной работе (защита докладов);
3) отчет по самостоятельной работе.

Промежуточная аттестация сформированности компетенций – в 6 семестре зачёт по окончании изучения дисциплины «*Наноматериалы и нанотехнологии в промышленности*» по результатам текущей аттестации аспиранта по этой дисциплине.

Перечень вопросов для подготовки к зачету и критерии зачета приведены в Приложении 1.

Раздел 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Основная и дополнительная литература

№ п/п	Автор	Наименование	Год издания	Количество экземпляров, имеющихся в библиотеке, или ссылка на ЭБС
ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА				
1.	Э. Г. Раков	Неорганические наноматериалы [Текст] : учебное пособие [для студентов вузов по специальности "Химическая технология материалов современной энергетики"] / Э. Г. Раков. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 477 с	2013	30

2.		Наноструктурные материалы [Текст] / под ред. Р. Ханнинка, А. Хилл ; пер. с англ. А. А. Шустикова под ред. Н. И. Бауровой. - М. : ТЕХНОСФЕРА, 2009. - 487 с.	2009	20
3.	А. И. Гусев	Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии [Текст] / А. И. Гусев. - Изд. 2-е, испр. - М. : Физматлит, 2009. - 414 с.	2009	10
4.		Нанотехнологии. Азбука для всех [Электронный ресурс] . - Москва : Физматлит, 2009. - 368 с	2009	https://e.lanbook.com/book/2664
5.		Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности [Электронный ресурс] / Л. Фостер. - Москва : Техносфера, 2008.	2008	https://e.lanbook.com/book/73029
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА				
1.	Ю. Н. Полянчиков	Нанотехнологии в машиностроении [Текст] : [учебное пособие для студентов вузов по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"] / Ю. Н. Полянчиков [и др.]. - Старый Оскол : ТНТ, 2012. - 91 с	2012	10
2.	А. А. Евдокимов	Получение и исследование наноструктур [Текст] : лабораторный практикум по нанотехнологиям : учебное пособие / [А. А. Евдокимов и др.] ; под ред. А. С. Сигова. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 146 с. : ил.	2011	30
3.	С. Н. Григорьев, А. А. Грибков, С. В. Алешин	Технологии нанообработки [Текст] : [учеб. пособие для студентов вузов по направлению подгот. "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в"] / С. Н. Григорьев, А. А. Грибков, С. В. Алешин. - 2-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол : ТНТ, 2010. - 319 с.	2010	5
4.	П. А. Витязь	Основы нанотехнологий и наноматериалов. Учебное пособие [Электронный ресурс] : учебное пособие. - Минск : Вышэйшая школа, 2010 - .Основы нанотехнологий и наноматериалов. Учебное пособие : Учебное пособие / Витязь П. А. - Минск : Вышэйшая школа, 2010. - 302 с.	2010	http://www.iprbookshop.ru/20108.html

7.2. Учебно-методические разработки

№№ п/п	Автор	Наименование	Год издания	Количество экземпляров, имеющихся в библиотеке, или ссылка на ЭБС
1	А. Г. Колмаков, С. М. Баринов, М. И. Алымов	Основы технологий и применение наноматериалов [Текст] : [монография] / А. Г. Колмаков, С. М. Баринов, М. И. Алымов. - Москва : Физматлит, 2012. - 208 с. : ил., табл.	2012	1

	Н. А. Азаренков	Наноструктурные покрытия и наноматериалы [Текст] : Основы получения. Свойства. Области применения : Особенности современного наноструктурного направления в нанотехнологии : [монография] / Н. А. Азаренков [и др.] ; М-во образования и науки, молодежи и спорта Украины, Харьк. нац. ун-т им. В. Н. Каразина, Сумской гос. ун-т. - Изд. стер. - Москва : Либроком, 2013. - 366 с. : ил., табл.	2013	1
	Л. А. Алешина	Структура и физико-химические свойства целлюлоз и нанокомпозитов на их основе [Текст] : [монография] / Л. А. Алешина [и др.] ; под ред. Л. А. Алешиной, В. А. Гуртова, Н. В. Мелех ; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Петрозав. гос. ун-т". - Петрозаводск : ПетрГУ, 2014. - 240 с.	2014	1

7.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

№№ п/п	Библиографическое описание	Ссылка на информационный ресурс
1.	Образовательный портал (Электронное обучение)	http://moodle.volgatech.net/
2.	Электронно-библиотечная система ПГТУ	http://www.volgatech.net/electronic-library-system-of-volgatech/
3.	Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru/
4.	Международная реферативная база данных Scopus	https://www.scopus.com
5.	Электронно-библиотечная система Издательство «Лань»	http://e.lanbook.com/
6.	Издательство «Наука»	www.naukaran.ru
7.	Международная академическая издательская компания «Наука/Интерпериодика»	www.maik.ru
8.	Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН)	www.viniti.ru

Раздел 8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА

8.1. Информационные технологии

№№ п/п	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1.	Microsoft Office Standard (Лицензия №66059532 OPEN 96044930ZZE1711)

8.2. Материально-техническая база

№	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения занятий с перечнем основного оборудования
1.	**Лаборатория материаловедения, Корпус: I, Номер: 141а** Весы лабораторные EL-600, 2 шт.; Весы лабораторные ВК-300; Вискозиметр ВЗ-246; Колонки SVEN 2.0 STREAM Mega R; Комплект кодотран материаловедени; Комплект кодотран основы метролог; Комплект кодотран. литейное произ; Комплект мебели для учебного процесса на 20

	посадочных мест; Компьютер AMDX2 4200/4Gb/250Gb/DVD-RW/FDD/Монитор 17"Samsung клв.мышь; Кондиционер; МИКРОСКОП МЕТАМ РВ-22; Ноутбук Lenovo (G500) 15,6" HD; Оверхед-проектор Medium портативный; ПЕЧЬ МУФЕЛЬНАЯ ПМ-8; ПЕЧЬ МУФЕЛЬНАЯ СНОЛ 8,2/1100, 2 шт.; Печь муфельная СНОЛ-6,7/1300; Принтер лазерн. Xerox 3122; Проектор мультимедийный Hitachi CP- RX93; Станок шлифовально-полировальный ШЛИФ-2М-V; СТИЛОСКОП СЛ-13; Стол лабораторный СЛМ-1Н; Стол химический пристенный СХП -2Н; Термодат-11М3 /4УВ/4Р регулятор температуры; Термодат-25У1-РМ /8У/8С/ВР регулятор температуры; Толщиномер Константа К-5; Толщиномер покрытий ТТ100; Универсальный измеритель-регулятор ТРМ138Р; Установка для индукционного нагрева металла i-Ductor; ШКАФ ВЫТЯЖНОЙ; Щит управления (1714,4); Экран настенный рулонный 200х200 см; ЭЛЕКТРОДЫ.
2.	**Лаборатория метрологии, Корпус: I, Номер: 223** Индикатор 12.5.0.001 эл.; Индикатор 1DN-FGA-K2 силоизмерительный с вст. датчиком на 2 кгс; Комплект мебели для учебного процесса; Микрометр 0-25/0.001 зубомерный; Микрометр 0-25/0.001 эл. упрощенный; МИКРОСКОП БМИ-1Ц; Монитор 19"Samsung 943N(KSB) TFT; Мотор -редуктор 7SDGC-10G/P18; МФУ i-SENSYS MF4018 Canon; Нутромер 2т. 5-30/0,01; Прессформа для прессования композ.материалов; Проектор мультимедийный Hitachi CP- RX 78; ПРОФИЛОГРАФ-ПРОФИЛ.; ПРОФИЛОМЕТР; Систем.блок AMD X2 6000/1024Mb*2/250Gb/GF8500GT/FDD/DVD-RW/клав.мышь.ковр.; Стенд длля экспрессконтроля коэффициента трения; Установка для исследований антифрикционных свойств; Штангенциркуль 200/0.01 эл.; Экран настенный рулонный 180х180 см Braun RolllVision;

Приложение 1

Оценочные средства по дисциплине

Темы, выносимые на самостоятельное изучение и подготовки докладам по ним

Раздел 1 Физические основы нанотехнологий.

Размерный эффект, зависимость физических свойств наноструктур от их размера. Адгезии наночастиц. Влияние избытка поверхностной энергии на адгезионное взаимодействие наночастиц. Определение адгезии наночастиц путём моделирования. Модель Маугиса. Нелинейные эффекты в наноструктурах, эффект Литтла-Паркса. Мезоскопические явления. Фазовая когерентность. Квантовый эффект Холла. Дробный квантовый эффект Холла.

Раздел 2 Технологии получения структур наноразмерного масштаба.

Технология «снизу-вверх» (технология конденсации). Газофазный метод. Характеристики метода. Получаемые объекты. Каталитическое разложение углеводородов. Характеристики метода. Получаемые объекты. Порошковая технология. Характеристики метода. Получаемые объекты. Интенсивная пластическая деформация. Характеристики метода. Получаемые объекты. Кристаллизация из аморфного состояния. Характеристики метода. Получаемые объекты. Пленочная технология. Характеристики метода. Получаемые объекты. Золь - гель технология. Основы золь - гель метода получения наноматериалов. Вриантs применения золь - гель технологии для синтеза функциональных и конструкционных наноматериалов. Темплатный метод синтеза. Основы темплатного метода получения наноматериалов. Влияние различных темплатов на наноструктурирование и самосборку материалов. Лазерная абляция. Лазерное напыление планарных структур. Молекулярно - лучевая эпитаксия. Напыление планарных структур с помощью молекулярно - лучевого метода. Нанолитография. Использование подходов литографии для модифицирования поверхности. Возможности и ограничения нанолитографии для получения наноматериалов. "Рисование" ионным пучком. Литография с помощью сфокусированного ионного пучка. Возможности и ограничения FIB - литографии для получения наноматериалов.

Раздел 3 Наноматериалы. Виды. Применение изделий из наноматериалов в машиностроении и радио-электронной технике.

Углеродные нанотрубки. Применение. Фуллерены и углеродные нанотрубки – новая аллотропная форма углерода. Применение. Понятие интеллектуальных технологий. Сплавы с эффектом памяти (односторонняя память формы, эффект двусторонней памяти, эффект суперупругости). Основные виды сверхпроводниковых наноструктур и их практическое использование. Полупроводниковые гетероструктуры, квантовые ямы, проволоки и точки.

Раздел 4 Методы исследования наноразмерных материалов и изделий из них.

Морфологические методы исследования наноструктур. Атомная силовая микроскопия (АСМ). Сканирующая туннельная микроскопия (СТМ). Ионно-полевая микроскопия (ИПМ). Магнитно-резонансная томография (МРТ). Высокоразрешающая электронная микроскопия (ВРЭМ) – электронная дифракционная микроскопия. Аналитические методы исследования наноструктур. Электропарамагнитный резонанс (ЭПР), ядерный магнитный резонанс (ЯМР), спектроскопия малоуглового рассеяния нейтронов (SANS), флюоресцентный резонансный перенос энергии (FRET). Тритиевая планиграфия. Рентгеновская (дифракционная) кристаллография. Фотоэмиссионная спектроскопия. Масс спектроскопия. Сканирующая лазерная конфокальная микроскопия. Препаративные методы исследования наноструктур: высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ), ультрацентрифугирование, ультрафильтрация, электрофорез, проточная флюориметрия. Позитронная аннигиляционная спектроскопия. Теория метода

Вопросы для подготовки к зачету

1. Физико-химические особенности, связанные с уменьшением размера частицы.
2. Внутренний и внешний размерные эффекты, их проявление. Методы управления размером и формой наночастиц.
3. Сформулируйте особенности описания кинетики и термодинамики реакций с участием наночастиц.
4. Перечислите основные нанообъекты и приведите их определения.
5. Как можно классифицировать методы синтеза наночастиц?
6. Сформулируйте особенности химического восстановления при получении наночастиц металлов.
7. Каковы функции органических растворителей в синтезе наночастиц?
8. Принципы золь-гель-метода и особенности использования сверхкритических растворов для синтеза наночастиц.
9. Особенности конденсации веществ на холодные поверхности. Факторы, влияющие на реакции при низких температурах.
10. Установки для получения наночастиц с применением различных химических методов.
11. Методы исследования свойств частиц на поверхности и охарактеризуйте получаемую информацию.
12. Применение полимеров для стабилизации моно- и биметаллических наночастии,
13. Активность и селективность наночастиц металлов. Примеры.
14. Что такое нанореакторы?
15. Получение биметаллических частиц.
16. Условия, влияющие на самоорганизацию наночастиц.
17. Методы исследования самоорганизации наночастиц. Их характеристика.
18. Получение нанотрубк. Использование нанотрубок в промышленности.
19. Внедрения атомов и молекул в многослойные трубки. Примеры.
20. Зависимость оптических спектров от размеров частиц.
21. Как связана постоянная решетки с размером частицы?
22. Особенности кинетики реакций с участием малого числа частиц.
23. Особенности термодинамики наночастиц. Влияние pH на термодинамику наночастиц.
24. Методы исследования структуры и состава наноматериала: рентгено-структурный анализ; дифракция медленных электронов.
25. Методы исследования структуры и состава наноматериала: просвечивающая электронная микроскопия; ионно-полевая микроскопия.
26. Методы исследования структуры и состава наноматериала: масспректрометрия, ФЭС, РЭС, ОЭС.
27. Методы исследования структуры и состава наноматериала: методы магнитного резонанса ядер и электронов (ЭПР, ЯМР).
28. Методы исследования структуры и состава наноматериала: сканирующая зондовая микроскопия; сканирующая тунельная микроскопия; атомно-силовая микроскопия; колебательные методики атомно-силовой микроскопии; электросиловая зондовая микроскопия; магнитносиловая зондовая микроскопия; ближнепольная оптическая микроскопия.
29. Инструментальные методы зондовой микроскопии (процессы переноса атомов: параллельные, перпендикулярные, контактный перенос, полевое испарение, электромиграция);
30. Модификация свойств поверхности (локальное окисление, нанолитография, сканирующая зондовая литография).

Критерии оценивания знаний обучающихся на зачете

Оценка «***зачтено***» выставляется обучающемуся, который:

- прочно усвоил предусмотренный программный материал; правильно, аргументировано ответил на все вопросы, с приведением примеров;
- показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов;

Оценка «***не зачтено***» выставляется обучающемуся, который не справился с 50% вопросов, в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки.

Приложение 2

Лист согласования

Ф.И.О.	**Подразделение**	**Должность**	**Дата**	**Подпись**
1	2	3	4	5

Лист регистрации изменений

Номер изменения	Номер листа			Дата внесения изменения	Дата введения изменения	Всего листов в документе	Подпись, ответственного за внесение изменений
	измененного	нового	изъятого				

ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Программа переутверждена на заседании научно-технического совета протокол № 7 от «29» 09 2016 г. / Иванов Д.В / (подпись. Ф.И.О. председателя)	Программа переутверждена на заседании кафедры М и М протокол № 1 от «29» 08 2016 г. / Амбеков С.Я. / (подпись. Ф.И.О. зав. кафедры)
Программа переутверждена на заседании научно-технического совета протокол № 3 от «16» 11 2017 г. / Иванов Д.В / (подпись. Ф.И.О. председателя)	Программа переутверждена на заседании кафедры М и М протокол № 1 от «30» 08 2017 г. / Амбеков С.Я / (подпись. Ф.И.О. зав. кафедры)
Программа переутверждена на заседании научно-технического совета протокол № 8 от «27» 09 2018 г. / Иванов Д.В / (подпись. Ф.И.О. председателя)	Программа переутверждена на заседании кафедры М и М протокол № 1 от «29» 08 2018 г. / Амбеков С.Я / (подпись. Ф.И.О. зав. кафедры)
Программа переутверждена на заседании научно-технического совета протокол № ____ от «___» _____ 20__ г. _____/_____/ (подпись. Ф.И.О. председателя)	Программа переутверждена на заседании кафедры _____ протокол № ____ от «___» _____ 20__ г. _____/_____/ (подпись. Ф.И.О. зав. кафедры)
Программа переутверждена на заседании научно-технического совета протокол № ____ от «___» _____ 20__ г. _____/_____/ (подпись. Ф.И.О. председателя)	Программа переутверждена на заседании кафедры _____ протокол № ____ от «___» _____ 20__ г. _____/_____/ (подпись. Ф.И.О. зав. кафедры)