

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
профессионального образования «Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б.Н.Ельцина»

Институт Материаловедения и металлургии
Кафедра Термообработки и физики металлов

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

С.Т. Князев
«10» _____ 2015 г.


РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
УЛЬТРАДИСПЕРСНЫЕ И НАНОМАТЕРИАЛЫ

Рекомендована учебно-методическим советом ИММт
для направлений подготовки и специальностей:

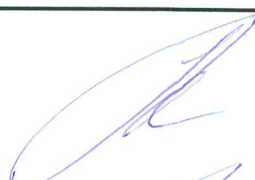

Код ООП	Направление	Направленность программы магистратуры	Номер учебного плана	Код дисциплины по учебному плану
22.04.01 / 0901	Материаловедение и технологии материалов	Материаловедение, технологии получения и обработки металлических материалов со специальными свойствами	5254	Б1.6

Екатеринбург, 2015

Рабочая программа дисциплины-модуля составлена авторами:

№	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Кардолина Наталья Игоревна	Доцент, к.т.н.	доцент	ТОФМ	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры:

№	Наименование кафедры (УМС)	Дата заседания	Номер протокола	ФИО зав. кафедрой (предс. УМС)	Подпись
1	Термообработки и физики металлов [Кафедра, преподающая дисциплину]	14.05.2015	05	Попов Артемий Александрович	
2	Термообработки и физики металлов [Выпускающая кафедра]*	14.05.2015	05	Попов Артемий Александрович	

Согласовано:

Начальник отдела образовательных программ



Е.В. Сатыбалдина

Председатель учебно-методического совета
ИММТ
19.05.2015, протокол № 12



В.В.Шимов

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ-МОДУЛЯ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫЕ И НАНОМАТЕРИАЛЫ

Рабочая программа дисциплины-модуля составлена в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования

Код направления/ специальности	Название направления/ специальности	Реквизиты приказа Министерства образования и науки Российской Федерации об утверждении и вводе в действие ФГОС ВО	
		Дата	Номер приказа
22.04.01	Материаловедение и технологии материалов	28.08.2015	907

1.1. Требования к результатам освоения дисциплины-модуля

РО 2 Способность осуществлять выбор материалов и управлять качеством готового продукта на основе анализа условий эксплуатации изделий

РО 3 Способность осуществлять технологические процессы производства с учетом экологических и экономических факторов

РО 4 Способность проектировать инновационные технологические процессы термической, термомеханической и химико-термической обработки материалов для достижения требуемого комплекса свойств

РО 6 Способность разрабатывать и использовать методическую, научно-техническую и технологическую документацию

Изучение дисциплины-модуля направлено на формирование компетенций:

ОК - 1 способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;

ОК - 2 готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения;

ОК - 4 способность пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения, четко и ясно излагать проблемы и решения, аргументировать выводы;

ОК -5 способность подготавливать и представлять презентации планов и результатов собственной и командной деятельности;

ОПК-1 готовность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности;

ОПК-3 способность самостоятельно развивать базовые знания теоретических и прикладных наук при моделировании, теоретическом и экспериментальном исследовании материалов и процессов в профессиональной деятельности;

ОПК-4 способность применять основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач с учетом последствий для общества, экономики и экологии;

ОПК-5 готовность применять принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды при решении профессиональных задач;

ОПК-6 способность выполнять маркетинговые исследования и разрабатывать технико-экономическое обоснование инновационных решений в профессиональной деятельности;

ОПК-7 готовность проводить патентный поиск, исследовать патентоспособность и показатели

технического уровня разработок и использовать процедуры защиты интеллектуальной собственности;

ОПК-8 готовность проводить экспертизу процессов, материалов, методов испытаний;

ПК-1 готовность к использованию современных информационно-коммуникационных технологий, глобальных информационных ресурсов в научно-исследовательской и расчетно-аналитической деятельности в области материаловедения и технологии материалов;

ПК-5 способность самостоятельно осуществлять сбор данных, изучать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию по тематике исследования, разрабатывать и использовать техническую документацию в профессиональной деятельности;

ПК-6 готовность использовать знания основных положений патентного законодательства и авторского права РФ, нормативные документы по вопросам интеллектуальной собственности при подготовке документов к патентованию и оформлению ноу-хау;

ПК-7 готовность проводить выбор материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения на основе знания основных типов неорганических и органических материалов различного назначения, в том числе наноматериалов;

ПК-8 способность самостоятельно разрабатывать методы и средств автоматизации процессов производства, выбирать оборудование и оснастку, методы и приемы организации труда, обеспечивающих эффективное, технически и экологически безопасное производство;

ПК-9 готовность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с целями магистерской программы;

ПК-11 способность самостоятельно использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологических процессов, структуры и свойств материалов и изделий из них, планирования и реализации исследований и разработок;

ПК-12 готовность применять инженерные знания для разработки и реализации проектов, удовлетворяющих заданным требованиям, в том числе требованиям экономической эффективности, технической и экологической безопасности;

ПК-13 способность применять методологию проектирования;

ПК-14 готовность самостоятельно проектировать технологические процессы производства материала и изделий из него с заданными характеристиками;

ПК-15 способность рассчитывать и конструировать технологические оснастки и использовать современных прикладных программ и компьютерной графики, сетевых технологий и баз данных;

ПК-17 способность к анализу технологического процесса как объекта управления, проведению стоимостной оценки основных производственных ресурсов, обобщению, анализу и использованию информации о ресурсах предприятия;

ПК-18 готовность к внедрению системы управления качеством продукции в сфере профессиональной деятельности;

ДПК-2 способность анализировать и применять методы сбора исходных данных для проектирования новых материалов с заданным комплексом физико-химических свойств;

ДПК-6 способность адаптировать инновационные технологии обработки и переработки материалов к условиям металлургического производства;

ДПК-9 способность осуществлять профессиональную деятельность в соответствии с требованиями промышленной безопасности;

1.2. Содержание результатов обучения

В результате освоения дисциплины-модуля студент должен:

знать:

- современные проблемы теоретического и прикладного материаловедения и технологии материалов применительно к различным областям техники и технологии;

- взаимосвязь дисперсности и физическо- механических свойств тел; основные характеристики ультрадисперсных и наноматериалов; методы их получения и аттестации;
- основные классы ультрадисперсных и наноматериалов и области их применения;
- современные представления о нанобезопасности и сертификации в области наноматериалов.

уметь:

- оценивать необходимость и возможность применения ультрадисперсных или наноматериалов в технике и жизни человека, а также технологических процессов их получения;
- всесторонне анализировать результаты, полученные от внедрения разработанных инновационных технологий обработки материалов со спец. свойствами;
- применять полученные знания для интерпретации наблюдаемых экспериментально явлений; экспериментально определять различные характеристики ультрадисперсных и наноматериалов;
- заниматься поисково-аналитической деятельностью в области сертификации, метрологии и безопасности в области наноматериалов.

владеть:

- современными методами анализа и определения физических, химических и механических свойств ультрадисперсных и наноматериалов;
- навыками разработки и использования новых технологических процессов и оборудования в производстве ультрадисперсных и наноматериалов;
- навыками инженерных и теоретических расчётов, связанных с проектированием новых материалов и технологических процессов их получения и обработки;
- основами методов исследования, анализа и диагностики свойств нано- и ультрадисперсных материалов, физических и химических процессов их получения.

1.3. Место дисциплины-модуля в структуре образовательной программы

1. Пререквизиты	Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов
2. Кореквизиты*	Материаловедение композиционных материалов, Специальные сплавы, Структура и свойства функциональных покрытий и технологии их нанесения
3. Постреквизиты*	

* Данные поля заполняется в случае необходимости. Все остальные поля заполняются обязательно

1.4. Объем (трудоемкость) дисциплины-модуля по очной форме обучения

[таблицы формируются отдельно по каждой форме обучения]

Виды учебной работы, формы контроля	Всего, час.	Учебные семестры, номер
		3
Аудиторные занятия, час.	108	108
Лекции, час.	18	18
Практические занятия, час.	36	36
Лабораторные работы, час.	54	54
Самостоятельная работа студентов, включая время, отводимое на все виды текущей и промежуточной	108	108

аттестации, час.		
Вид промежуточной аттестации (Э, З)	18	Э
Общая трудоемкость по учебному плану, час.	216	216
Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.	6	6

1.5. Краткое описание (аннотация) дисциплины-модуля

Целью преподавания данной дисциплины является знакомство обучающихся с основными особенностями ультрадисперсных материалов и наноматериалов, методами их получения и применением в современных технологиях. Ознакомление с основными свойствами и экспериментальными методами изучения подобных материалов.

2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ-МОДУЛЯ

Код раздела, темы	Раздел, тема* дисциплины	Содержание
P1	Ультрадисперсные материалы и методы их получения	
P1.T1	Влияние дисперсности структуры на физико-механические свойства материалов. Области применения ультрадисперсных материалов.	Влияние дисперсности на термодинамические свойства дисперсных систем. Фазовые переходы. Правило фаз Гиббса для дисперсных систем. Влияние изменения размера зерна в поликристаллических материалах на магнитные свойства, диффузию, механические свойства и другие функциональные свойства.
P1.T2	Объемные субмикроструктурные материалы, методы их получения и свойства.	Получение объемных субмикроструктурных материалов путем интенсивной пластической деформации, консолидацией ультратонких порошков и методом закалки. Особенности внутреннего строения ультрамелкого зерна. Термическая стабильность зерна. Прочность, пластичность, сверхпластичность и ползучесть субмикроструктурных материалов, особенности разрушения.
P1.T3	Ультрадисперсные порошки и методы их получения.	Получение ультратонких порошков методами электрического взрыва, плазмохимическим синтезом, механоактивацией и др. Примеры использования ультрадисперсных порошков.
P1.T4	Пленки и покрытия.	CVD и PVD метод получения пленок и покрытий. Вакуумно-плазменные методы. Функциональные свойства пленок и покрытий.
P2	Наноматериалы и методы их получения	
P2.T1	Фундаментальные основы нанотехнологий.	Основные понятия и определения наук о наносистемах и нанотехнологий. История возникновения нанотехнологий и наук о наносистемах. Объекты и методы нанотехнологий. Принципы и перспективы развития нанотехнологий. Размерные эффекты в наноматериалах. Роль

		<p>объема и поверхности в физических свойствах наноразмерных объектов. Механика нанобъектов. Механические колебания и резонансы в наноразмерных системах. Сила трения. Кулоновское взаимодействие. Оптика нанобъектов. Соотношение длины волны света и размеров наночастиц. Различия в распространении света в однородных и наноструктурированных средах. Фазовые превращения в наноматериалах.</p> <p>Вещество, фаза, материал. Иерархическое строение материалов. Наноматериалы и их классификация. Неорганические и органические функциональные наноматериалы. Гибридные (органонеорганические и неоргано-органические) материалы. Биоминерализация и биокерамика. Наноструктурированные 1D, 2D и 3D материалы. Мезопористые материалы. Молекулярные сита. Наноконпозиты и их синергетические свойства. Конструкционные наноматериалы.</p>
P2.T2	Методы получения наночастиц и их применение.	<p>Методы химической гомогенизации (соосаждение, золь-гель метод, криохимическая технология, пиролиз аэрозолей, сольвотермальная обработка, сверхкритическая сушка). Классификация наночастиц и нанобъектов. Приемы получения и стабилизации наночастиц. Агрегация и дезагрегация наночастиц. Синтез наноматериалов в одно и двумерных нанореакторах.</p>
P2.T3	Углеродные наноматериалы	<p>Основные понятия квантовой химии. Гибридизация атомных орбиталей и многообразие аллотропных модификаций и химических соединений углерода. Алмаз и алканы. Графит, графен, арены, алкены, чаоит, карбин, алкины. Смешанные и промежуточные аллотропные модификации углерода.</p> <p>Структура нанотрубок. Одностенные нанотрубки. Многостенные нанотрубки нанотрубки. История открытия. Структурные свойства. Хиральность нанотрубок. Электронные свойства нанотрубок. Электронные свойства графитовой плоскости. Механические свойства углеродных нанотрубок. Упругие свойства углеродных нанотрубок. Электромеханические свойства углеродных нанотрубок. Нанотехнологические применения углеродных нанотрубок. Токсичность нанотрубок. Графен. Структура, упругие свойства, применение в электронике – «графеновая» электроника. Многослойный эпитаксиальный графен (MEG) . Структура, электрические свойства, механические свойства, возможности применения в электронике. Наноалмаз, углеродные волокна. Структура, свойства, возможности применения. История открытия фуллеренов. Симметрия, космос, звезды и C60. Кластеры углерода.</p>

		Установка и методики Ричарда Смолли. Открытия Бакминстера Фуллера. Теорема Эйлера о многогранниках. Понятие о фуллеренах. Теорема Эйлера и структура молекул фуллеренов и углеродных нанокластеров, фуллереноподобные структуры в живой природе. Углеродные кластеры фуллероидного типа. Синтез, модифицирование, практическое использование фуллеренов.
P2.T4	Экспериментальные методы исследований наноматериалов.	Методы исследования и диагностика нанообъектов и наносистем. Электронная растровая и просвечивающая микроскопия. Электронная томография. Электронная спектроскопия. Дифракционные методы исследования. Оптические и нелинейно-оптические методы диагностики. Особенности конфокальной микроскопии. Сканирующая зондовая микроскопия: Силовая микроскопия. Спектроскопия атомных силовых взаимодействий. Туннельная микроскопия и спектроскопия. Оптическая микроскопия и поляриметрия ближнего поля. Применение сканирующей зондовой микроскопии в нанотехнологиях.
P2.T5	Области применения наноматериалов.	Магнетизм нанообъектов. Квантовая механика наносистем. Квантоворазмерные эффекты в нанообъектах. Квазичастицы в твердом теле и в наноструктурированных материалах. Квантовые точки. Нитевидные кристаллы, волокна, нанотрубки, тонкие пленки и гетероструктуры. Квантовые эффекты в наноструктурах в магнитном поле. Электропроводимость нанообъектов. Понятие баллистической проводимости. Одноэлектронное туннелирование и кулоновская блокада. Оптические свойства квантовых точек. Спинтроника нанообъектов.

**Дисциплина может содержать деление только на разделы, без указания тем, либо только темы*

3 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ (по формам обучения)

3.1. Распределение для изучаемой дисциплины-модуля аудиторной нагрузки и контрольных мероприятий по разделам для очной формы обучения

4 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторный практикум

Код раздела, темы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P1.T1	Зернограничное упрочнение поликристаллических материалов	12
P1.T2	Определение размера зерна поликристаллических материалов	4
P1.T3	Исследование структуры порошковых сплавов, полученных SPS методом	10
P1.T3	Исследование влияния структуры и дефектов порошковых материалов на коэрцитивную силу	10
P2.T4	Применение рентгеноструктурного анализа для исследования фазового состава и текстуры тонких пленок.	10
P2.T4	Возможности растровой электронной микроскопии в исследованиях наноразмерных включений	8

4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1.T1	Расчет теоретической прочности поликристаллических материалов	10
P1.T2	Расчет теоретической прочности композиционных материалов	10
P2.T4	Расчет координационных чисел в нанокластерах	8
P2.T5	Кристаллография двумерных кристаллов	8

4.3. Самостоятельная работа студентов

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

1. Ультрадисперсные материалы с памятью формы.
2. Схемы интенсивной пластической деформации.
3. Области применения наноматериалов.
4. Углеродные наноматериалы.
5. Синтетические наноматериалы.
6. Ультрадисперсные порошки и методы их получения

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено

4.3.4. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено

4.3.5. *Примерный перечень тем расчетно-графических работ*

Не предусмотрено

4.3.6. *Примерная тематика курсового проекта (работы) (индивидуального или группового)*

Не предусмотрено

4.3.7. *Примерный перечень тем контрольных работ*

Не предусмотрено

4.3.8. *Примерная тематика коллоквиумов*

Не предусмотрено

5 СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные и интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной работы											
		Лекция	Практич., семинар. занятие	Лабораторное занятие	И/и семинар-конференция, коллоквиум	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Расчетная работа (программный продукт)	Расчетно-графич. работа	Курс. проект (работа)	Контрольная работа	Коллоквиум
P1	Технологии активного обучения												
	Имитационные технологии (деловые игры и др.)			+									
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)			+		+							
	Командная работа	+		+									
P2	Технологии активного обучения												
	Имитационные технологии (деловые игры и др.)			+									
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)			+		+							
	Командная работа	+		+									

6 ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. **Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц.**

В том числе, **коэффициент значимости курсовых работ/проектов, если они предусмотрены – к курс.** (утверждается по предложению выпускающей кафедры учебно-методическим советом института)

6.2. **Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине (в случае реализации модуля**

(дисциплины) в течение нескольких семестров итоги текущей и промежуточной аттестации подводятся по каждому семестру)

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – к лек. = 0,6		
Текущая аттестация на лекциях (<i>перечислить возможные контрольно-оценочные мероприятия во время лекций, в том числе, связанные с самостоятельной работой студентов – СРС</i>)	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций (18 лекций)	III с. (1-9 нед.)	15
Участие в обсуждениях	III с. (1-9 нед.)	15
Домашняя работа (код темы Р1.Т.1)	III с. (1-3 нед.)	20
Домашняя работа (код темы Р1.Т.2)	III с. (2-4 нед.)	20
Домашняя работа (код темы Р1.Т.3)	III с. (4-6 нед.)	20
Домашняя работа (код темы Р2.Т.3)	III с. (6-8 нед.)	20
Домашняя работа (код темы Р2.Т.4)	III с. (9-12 нед.)	30
Домашняя работа (код темы Р2.Т.5)	III с. (12-15 нед.)	30
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – к тек.лек.= 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – к пром.лек.= 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических занятий – к прак. = 0,2		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях (<i>перечислить возможные контрольно-оценочные мероприятия во время практических/семинарских занятий, в том числе, связанные с самостоятельной работой студентов – СРС</i>)	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение практических занятий (4 занятия)	III с. (1-9 нед.)	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – к тек.прак.=1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим занятиям – к пром.прак. = 0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – к лаб. = 0,2		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях (<i>перечислить возможные контрольно-оценочные мероприятия во время лабораторных занятий, в том числе, связанные с самостоятельной работой студентов – СРС</i>)	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Участие в лабораторных работах	10-18 нед.	50
Выполнение отчетов по лабораторным работам	10-18 нед.	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – к тек.лаб.= 1		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – к пром.лаб. = 0		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы - не предусмотрена

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

Порядковый номер семестра (по учебному плану), в котором осваивается модуль (дисциплина)	Коэффициент значимости результатов освоения модуля в семестре – к сем. n
Семестр 3	к сем. 3= 1

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ-МОДУЛЯ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологии : учеб. пособие.— Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008 .— 431 с. (Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета. **Инвентарный номер:** 20779 - уч. фонд 5 экз.)
2. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии . Изд. 2-е, испр. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009 .— 416 с. (Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета. **Инвентарный номер:** 20665 - уч. фонд 5 экз.)
3. Рыжонков Д.И. Наноматериалы: учеб. пособие.— Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008 .— 365 с. (Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета. **Инвентарный номер:** 20778 - уч. фонд 5 экз.)
4. Рыжонков Д.И. Наноматериалы : учеб. пособие. 2-е изд. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012 .— 365 с. (Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета. **Инвентарный номер:** 22693 - уч. фонд 4 экз.)
5. Рамбиди Н.Г. Физические и химические основы нанотехнологий. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2009 .— 456 с. (Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета. **Инвентарный номер:** 21818 - уч. фонд 4 экз.)

7.1.2. Дополнительная литература

1. Родунер Э. Размерные эффекты в наноматериалах. М.: Техносфера, 2010. 352с. (Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета. **Инвентарный номер:** 1164168).
2. Генералов М.Б. Кримохимическая нанотехнология: Учебное пособие для вузов. М.:ИКЦ "Академкнига", 2006, 325 с. (Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета. **Инвентарный номер:** 1139716, 19003 - уч. фонд 4 экз.)
3. А.Адамсон. Физическая химия поверхностей. М., Мир, 1979. 568 с. (Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета. **Инвентарный номер:** 0852714, 3459 - уч. фонд 11 экз.)
4. А.В. Суворов, А.Б Никольский, «Общая Химия, СПб., Химия, 1994. (Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета. **Инвентарный номер:** 12007 - уч. фонд 15 экз.)
5. В.М.Смирнов. Химия наноструктур. Синтез, строение, свойства. СПб, СПбГУ, 1996.
6. Шабанова Н.А., Попов В.В., Саркисов П.Д. Химия и технология нанодисперсных оксидов. Учебное пособие. М.: ИКЦ «Академкнига», 2006, 309 с. (Зональная научная

- библиотека Уральского Федерального Университета. **Инвентарный номер:** 1141487, 1145088, 19566- уч. фонд 6 экз.).
7. Русанов А.И. Термодинамические основы механохимии. – СПб.: Наука, 2006.– 221с. (Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета. **Инвентарный номер:** 1144463).
 8. Помогайло А.Д., Розенберг А.С., Уфлянд И.Е. Наночастицы металлов в полимерах. М.: Химия. 2000. – 672 с. (ЦНБ УрО РАН. **Инвентарный номер:** 189136).
 9. Шабанова Н.А., Саркисов П.Д. Основы золь-гель технологии нанодисперсного кремнезема. М.: ИКЦ «Академкнига», 2004, 208 с. (Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета. **Инвентарный номер:** 1130928, 18207 - уч. фонд 20 экз.)
 10. Сергеев Г.Б. Нанохимия. – М.: Изд-во МГУ, 2003. – 288 с. (Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета. **Инвентарный номер:** 1125787, 1147662, 1152746, 1147661, 1152840).
 11. Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии. – М.: Техносфера, 2005. –336 с. (Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета. **Инвентарный номер:** 1131457, 1136004; 18100, 17355 - уч. фонд 23 экз.).
 12. Справочник Шпрингера по нанотехнологиям : в 3 т. Т. 1 / Науч.-произв. комплекс "Технол. центр" Моск. гос. ин-та электрон. техники ; под ред. Б. Бхушана ; пер. с англ. под общ. ред. А. Н. Саурова .— Москва : Техносфера, 2010 .— 864 с. (Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета. **Инвентарный номер:** 1162508, 1163809 – науч. Фонд 2 экз.)
 13. Справочник Шпрингера по нанотехнологиям : в 3 т. Т. 2 / Науч.-произв. комплекс "Технол. центр" Моск. гос. ин-та электрон. техники ; под ред. Б. Бхушана ; пер. с англ. под общ. ред. А. Н. Саурова .— Москва : Техносфера, 2010 .— 1040 с. (Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета. **Инвентарный номер:** 1162509, 1163810 – науч. Фонд 2 экз.)
 14. Справочник Шпрингера по нанотехнологиям : в 3 т. Т. 3 / Науч.-произв. коплекс "Технол. центр" Моск. гос. ин-та электрон. техники ; под ред. Б. Бхушана; пер. с англ. под общ. ред. А. Н. Саурова .— Москва : Техносфера, 2010 .— 832 с. (Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета. **Инвентарный номер:** 1162506, 1163811 – науч. Фонд 2 экз.)

14.1.3. Методические разработки

Не используются

14.2. Программное обеспечение

Не используется

14.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», информационно-справочные и поисковые системы

Не используются

14.4. Электронные образовательные ресурсы

Не используются

14.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания,

как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

14.6. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине

1. Размерный эффект в ультрадисперсных объемных материалах.
2. Размерный эффект в наноматериалах.
3. Схемы интенсивной пластической деформации.
4. Методы нанесения тонких покрытий.
5. Методы нанесения пленок.
6. Размерная классификация нанообъектов.

