

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Одобрено на заседании
Ученого совета ИАТЭ
НИЯУ МИФИ, протокол
№25.8 от 25.08.2025

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Нанотехнологии

название дисциплины

для направления подготовки

22.04.01 - Материаловедение и технологии материалов

код и название направления подготовки

образовательная программа

Композиты и материалы фотоники

Форма обучения: очная

г. Обнинск

1. Цель и задачи изучения дисциплины:

Цели:

- приобретение знаний о наноматериалах, их классификации;
- определение и прогнозирование физических свойств (механических, электрических, магнитных, оптических) наноматериалов;
- развитие практических навыков логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь.

Задачи:

- приобретение знаний о применении наноматериалов в электронике, в качестве композиционных материалов, сенсорике и др.;
- *умение* самостоятельно осуществлять сбор данных, изучать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию по тематике исследования, разрабатывать и использовать техническую документацию в профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина реализуется в рамках вариативной части.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: Математическое моделирование и современные проблемы наук о материалах, Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов, Физическое материаловедение, Физика конденсированного состояния.

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Научная работа, Преддипломная практика.

Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 семестре.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения ООП магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компетенции	Результаты освоения ООП <i>Содержание компетенций (в соответствии с ФГОС)</i>	Перечень планируемых результатов обучения
ПК-1	Способен использовать методы моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов	3-ПК-1 Знать основные методы моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов; У-ПК-1 Уметь использовать методы моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов; В-ПК-1 Владеть навыками моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов.
ОПК-1.	Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов	3-ОПК-1 Знать основы физики конденсированного состояния, современные представления о структуре материалов и технологических процессов получения конструкционных и функциональных материалов; У-ОПК-1 Уметь решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов; В-ОПК-1 владеть навыками исследования материалов и производственной деятельности в области материаловедения.
ОПК-2.	Способен разрабатывать	3-ОПК-2 Знать перечень основных

	научно- техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии	стандартов по оформлению научно-технической документации; У-ОПК-2 Уметь оформлять научно-техническую, проектную и служебную документацию, научно- технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии; В-ОПК-2 Владеть навыками разработки научно- технической, проектной и служебной документации, научно-технических отчетов, обзоров, публикаций, рецензий.
ОПК-3.	Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области системы менеджмента качества	З-ОПК-3 Знать основы системы менеджмента качества; У-ОПК-3 Уметь использовать основы системы менеджмента качества в управлении профессиональной деятельностью; В-ОПК-3 Владеть навыками управления профессиональной деятельностью, используя знания в области системы менеджмента качества.
ОПК-4	Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности	З-ОПК-4 Знать перечень основных источников информации, необходимых для проведения научных исследований; У-ОПК-4 Уметь находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности; В-ОПК-4 Владеть навыками поиска и переработки информации, требуемой для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности
ОПК-5	Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях	З-ОПК-5 Знать основные методы оценки результатов научно-технических разработок, научных исследований; У-ОПК-5 Уметь оценивать результаты научно- технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях В-ОПК-5 Владеть навыками оценки результатов научно-технических разработок, научных исследований и обоснования собственного выбора,

		систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях.
ПК-2	Способен понимать физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модифицировании, использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, проводить комплексные исследования, применяя стандартные и сертификационные испытания	3-ПК-2 Знать основные физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модифицировании, У-ПК-2 Уметь использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов; В-ПК-2 Владеть навыками проведения комплексных исследований, применяя стандартные и сертификационные испытания. Владеть методами моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов
УКЦ-1	Способен решать исследовательские, науднотехнические и производственные задачи в условиях неопределенности, в том числе выстраивать деловую коммуникацию и организовывать работу команды с использованием цифровых ресурсов и технологий в цифровой среде	3-УКЦ-1 Знать современные цифровые технологии, используемые для выстраивания деловой коммуникации и организации индивидуальной и командной работы У-УКЦ-1 Уметь подбирать наиболее релевантные цифровые решения для достижения поставленных целей и задач, в том числе в условиях неопределенности В-УКЦ-1 Владеть навыками решения исследовательских, научно-технических и производственных задач с использованием цифровых технологий
УКЦ-2	Способен к самообучению, самоактуализации и саморазвитию с использованием различных цифровых технологий в условиях их	3-УКЦ-2 Знать основные цифровые платформы, технологи и интернет ресурсы используемые при онлайн обучении У-УКЦ-2 Уметь использовать

	непрерывного совершенствования	различные цифровые технологии для организации обучения В-УКЦ-2 Владеть навыками самообучения, самоактуализации и саморазвития с использованием различных цифровых технологий
--	--------------------------------	---

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих: - формирование культуры безопасности при работе с лазерным излучением различного вида; - формирование культуры безопасности при работе с высокомоощными экспериментальными и промышленными установками.	Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин и всех видов практик для: - формирования культуры безопасности лазерного излучения посредством тематического акцентирования в содержании дисциплин и учебных заданий, подготовки эссе, рефератов, дискуссий, а также в ходе практической работы с лазерным оборудованием; - формирования культуры безопасности при работе на высокомоощных экспериментальных и промышленных установках, которые имеют повышенный уровень опасности через выполнение студентами практических и лабораторных работ, в том числе на оборудовании для исследования высокотемпературной плазмы.

Организация интерактивных мероприятий и реализация специализированных заданий с воспитательным и социальным акцентом:

1. Организация научно-практических конференций, встреч с выдающимися учеными и ведущими представителями отраслей в области лазерных и плазменных технологий, круглых столов, и прикладной математики.
2. Участие в студенческих олимпиадах и студенческих конкурсах, конкурсах профессионального мастерства, студенческих научных обществах и объединениях, а также летних школах.
3. Участие в подготовке публикаций в высокорейтинговых международных журналах.
4. Проведение научного семинара студентов и аспирантов отделения лазерных и плазменных технологий.

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

Вид работы	Форма обучения очная
	Семестр
	№ 3
	Количество часов на вид работы:
Контактная работа обучающихся с преподавателем	
Аудиторные занятия (всего)	32
В том числе:	
<i>лекции</i>	32
<i>практические занятия</i>	
<i>лабораторные занятия</i>	-
Промежуточная аттестация	
В том числе:	
<i>Зачет (оценка)</i>	-
<i>экзамен</i>	54
Самостоятельная работа обучающихся	
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	166
В том числе:	
<i>проработка учебного (теоретического) материала</i>	116
<i>подготовка к контрольным испытаниям текущего контроля успеваемости (в течение семестра)</i>	-
<i>выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)</i>	-
<i>подготовка к зачету</i>	50
Всего (часы):	252
Всего (зачетные единицы):	7

*Примерные нормы времени на выполнение студентами
внеаудиторной самостоятельной работы*

Вид самостоятельной работы	Единица измерения	Норма времени, ак. ч
1. Выполнение:		
– курсового проекта	1 проект	45-50
– курсовой работы	1 работа	25-35
– домашнего задания	1 задание	3-10
2. Решение отдельных задач	1 задача	0,5

3. Проработка		
– конспекта лекций	1 п. л.	0,5-1
– учебников, учебных пособий и обязательной литературы (материал излагается в лекциях)	1 п. л.	3-4
– учебников, учебных пособий и обязательной литературы (материал не излагается на лекциях)	1 п. л.	3-4
– специальной методической литературы	1 п. л.	5-15
4. Изучение первоисточников:		
– с составлением плана	1 п. л.	1-2
– с составлением конспекта	1 п. л.	4-5
5. Написание реферата	1 реферат	10-15
6. Составление обзора литературы	обзор, 1 п. л.	15-20
7. Подготовка:		
– к семинарским занятиям,	1 занятие	2-2,5
– к выполнению лабораторной работы, оформлению отчета	4-х часовая аудиторная работа	1-2 самостоятельной работы
– к коллоквиуму	1 коллоквиум	5-7
– к контрольной работе	1 работа	2-3
8. Перевод текста с иностранного языка	1000 знаков	1-2

6. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

6.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Виды учебной работы в часах (вносятся данные по реализуемым формам)									
		Очная форма обучения					Заочная форма обучения				
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО	Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
	Название раздела										
1.	Классификация наноматериалов	8	-	-	-	40	-	-	-	-	-
2.	Свойства индивидуальных наночастиц	8	-	-	-	40	-	-	-	-	-
3.	Углеродные наноструктуры	8	-	-	-	46	-	-	-	-	-
4.	Компактные нанокристаллические материалы	8	-	-	-	40	-	-	-	-	-
	Итого за семестр:	32	-	-	-	166	-	-	-	-	-
	Всего:	32	-	-	-	166	-	-	-	-	-

Прим.: Лек – лекции, Пр – практические занятия / семинары, Лаб – лабораторные занятия, Внеауд – внеаудиторная работа, СРО – самостоятельная работа обучающихся

6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
Название раздела		
1.	Классификация наноматериалов	Понятие о наноматериалах. Основы классификации и типы структур наноматериалов. Физические причины специфики наноматериалов.
2.	Свойства индивидуальных наночастиц	Металлические нанокластеры, магические числа структурные и электронные, модель «желе». Фононный спектр и теплоемкость наночастиц. Электронные и магнитные свойства наночастиц, каталитическая активность, суперпарамагнетизм. Оптические свойства полупроводниковых частиц. Фотофрагментация. Кулоновский взрыв. Оптические свойства металлических частиц. Методы получения наночастиц: газофазный синтез, плазмохимический синтез, осаждение из коллоидных растворов, термическое разложение и восстановление, механосинтез, детонационный синтез, электрический взрыв.
3.	Углеродные наноструктуры	Углеродные кластеры, фуллерены. Фуллериты – электрические, магнитные свойства. Углеродные нанотрубки, получение, электрические свойства, применение. Графен. Зонная структура графена. Получение графена Применения углеродных наноструктур
4.	Компактные нанокристаллические материалы	Методы получения компактных нанокристаллических материалов. Структура, механические, теплофизические и электрофизические свойства нанокристаллических материалов. Проблема термодинамической стабильности компактных нанокристаллических материалов. Магнитные свойства компактных нанокристаллических материалов. Оптические свойства наноструктурных сред и стекол.

Практические/семинарские занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
Название раздела		
1.	Классификация наноматериалов	Физические причины специфики наноматериалов.
2.	Свойства индивидуальных наночастиц	Магические числа структурные и электронные Фононный спектр и теплоемкость наночастиц. Электронные и магнитные свойства наночастиц, суперпарамагнетизм. Оптические свойства металлических частиц.
3.	Углеродные наноструктуры	Углеродные нанотрубки, электрические свойства, применение. Графен. Зонная структура графена
4.	Компактные нанокристаллические материалы	Методы получения компактных нанокристаллических материалов. Структура, механические, теплофизические и электрофизические свойства нанокристаллических материалов.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Гусев А.И. Нанокристаллические материалы: методы получения и свойства. Екатеринбург: УрО РАН, 1998, ISBN 5-7691-0770-7.
2. Методические материалы сайта Нанометр - http://www.nanometer.ru/all_list.html
3. Новые материалы. Коллектив авторов. Под научной ред. Ю.С.Карабасова.- М.: МИСиС, 2002, 736 с.
4. Троян В.И., Пушкин М.А., Борман В.Д., Тронин В.Н. Физические основы методов исследования наноструктур и поверхности твердого тела / Под ред. В.Д. Бормана: Учебное пособие. – М.: МИФИ, 2008. – 260 с.

8. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

8.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка	Наименование оценочного средства
Текущий контроль, 3 семестр			
1	1. Классификация наноматериалов 2. Свойства индивидуальных	ПК-1 Способен использовать методы моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и	Коллоквиум - Свойства наночастиц (Кл.)

	наночастиц	эффективности технологических процессов ПК-2 Способен понимать физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модифицировании, использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, проводить комплексные исследования, применяя стандартные и сертификационные испытания УКЦ-1 Способен решать исследовательские, научнотехнические и производственные задачи в условиях неопределенности, в том числе выстраивать деловую коммуникацию и организовывать работу команды с использованием цифровых ресурсов и технологий в цифровой среде УКЦ-2 Способен к самообучению, самоактуализации и саморазвитию с использованием различных цифровых технологий в условиях их непрерывного совершенствования	
2	3. Углеродные наноструктуры 4. Компактные нанокристаллические материалы	ОПК-1 Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов ОПК-2 Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии ОПК-5 Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях ПК-1 Способен использовать методы моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов ПК-2 Способен понимать физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модифицировании, использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, проводить комплексные исследования, применяя стандартные и сертификационные испытания УКЦ-1 Способен решать исследовательские, научнотехнические и производственные задачи в условиях неопределенности, в том числе выстраивать деловую коммуникацию и организовывать	Контрольная работа (Кр.)

		работу команды с использованием цифровых ресурсов и технологий в цифровой среде УКЦ-2 Способен к самообучению, самоактуализации и саморазвитию с использованием различных цифровых технологий в условиях их непрерывного совершенствования	
Промежуточный контроль			
	Экзамен	ОПК-1 Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов ОПК-2Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии ОПК-3Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области системы менеджмента качества ОПК-4Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности природных ресурсов и защиты окружающей среды при решении профессиональных задач ОПК-5Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях ПК-1 Способен использовать методы моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов ПК-2 Способен понимать физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модифицировании, использовать в исследованиях и расчетах знания о методах	Экзаменационный билет

		исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, проводить комплексные исследования, применяя стандартные и сертификационные испытания УКЦ-1 Способен решать исследовательские, науднотехнические и производственные задачи в условиях неопределенности, в том числе выстраивать деловую коммуникацию и организовывать работу команды с использованием цифровых ресурсов и технологий в цифровой среде УКЦ-2 Способен к самообучению, самоактуализации и саморазвитию с использованием различных цифровых технологий в условиях их непрерывного совершенствования	
--	--	--	--

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

8.2.1. Зачет

а) типовые вопросы (задания):

1. Металлические нанокластеры и структурные магические числа.
2. Получение графена

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

в) описание шкалы оценивания:

Оценка	Критерии оценки
Зачтено 24-40	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровнях «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».
Не зачтено 23 и меньше	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровне «неудовлетворительно».

8.2.2. Вопросы для коллоквиума

а) типовые задания (вопросы) - образец:

1. Основы классификации и типы структур наноматериалов.

2. Методы получения наночастиц - газофазный синтез.
3. Электронные и магнитные свойства наночастиц, суперпарамагнетизм.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

- уровень освоения обучающимся материала, предусмотренного учебной программой;
- умение обучающегося использовать теоретические знания при выполнении заданий и задач;
- обоснованность, четкость, краткость изложения ответа.

в) описание шкалы оценивания:

Отметка «отлично» (в баллах от 37 до 40) ставится, если:

- изученный материал изложен полно, определения даны верно;
- ответ показывает понимание материала;
- обучающийся может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, не только по учебнику и конспекту, но и самостоятельно составленные.

Отметка «хорошо» (в баллах от 34 до 37) ставится, если:

- изученный материал изложен достаточно полно;
- при ответе допускаются ошибки, заминки, которые обучающийся в состоянии исправить самостоятельно при наводящих вопросах;
- обучающийся затрудняется с ответами на 1-2 дополнительных вопроса.

Отметка «удовлетворительно» (в баллах от 30 до 33) ставится, если:

- материал изложен неполно, с неточностями в определении понятий или формулировке определений;
- материал излагается непоследовательно;
- обучающийся не может достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- на 50% дополнительных вопросов даны неверные ответы.

Отметка «неудовлетворительно» (в баллах от 0 до 29) ставится, если:

- при ответе обнаруживается полное незнание и непонимание изучаемого материала;
- материал излагается неуверенно, беспорядочно;
- даны неверные ответы более чем на 50% дополнительных вопросов.

6.2.3. Комплект заданий для контрольной работы

а) типовые задания (вопросы) - образец:

Задание 1

Теплоемкость наночастиц меди размером 50 нм при температуре 450 К больше компактной меди в 1,2 раза. Каково смещение частоты колебаний атомов в приграничном слое частицы? Считать толщину граничного слоя равной $6b$, $b=0,25$ нм.

Задание 2

Сплав переходит в ферромагнитное состояние при 180 К. Рассчитать критический

размер частицы, при котором в результате квантовых флуктуаций исчезает упорядочение магнитного момента (исчезает ферромагнетизм).

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

в) описание шкалы оценивания:

Оценка	Критерии оценки
с 38 до 40 баллов	Студент должен в решении задачи показать владение: - основными теоретическими методами решения задач по свойствам наночастиц и наноматериалов; - численными методами определения свойств наночастиц и наноматериалов
с 34 до 37 баллов	Студент должен в решении задачи показать достаточное владение: - основными теоретическими методами решения задач по свойствам наночастиц и наноматериалов; - численными методами определения свойств наночастиц и наноматериалов
с 30 до 33 баллов	Студент должен в решении задачи показать общее владение: - основными теоретическими методами решения задач по свойствам наночастиц и наноматериалов; - численными методами определения свойств наночастиц и наноматериалов

8.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется два раза в семестр: контрольная точка № 1 (КТ № 1) и контрольная точка № 2 (КТ № 2).

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Вид контроля	Этап рейтинговой системы Оценочное средство	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущий	Контрольная точка № 1		

	Оценочное средство № 1.	30	40
	Контрольная точка № 2		
	Оценочное средство № 2.	30	40
Промежуточный	Экзамен		
	Оценочное средство		
	Билеты к зачету	0	40
ИТОГО по дисциплине		60	100

Процедура оценивания знаний, умений, владений по дисциплине включает учет успешности по всем видам заявленных оценочных средств.

По окончании освоения дисциплины проводится промежуточная аттестация в виде экзамена, что позволяет оценить совокупность приобретенных в процессе обучения компетенций. Зачет предназначен для оценки работы обучающегося в течение всего срока изучения дисциплины и призван выявить уровень, прочность и систематичность полученных обучающимся теоретических знаний. При выставлении итоговой оценки применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов обучения.

Оценка сформированности компетенций на зачете для тех обучающихся, которые не набрали необходимого количества баллов (60) по оценочным средствам, пропускали занятия и не участвовали в проверке компетенций с помощью оценочных средств текущего контроля во время изучения дисциплины, проводится после дополнительной проверки компетенций преподавателем по пропущенным или не усвоенным обучающимся темам с последующей оценкой самостоятельно усвоенных знаний на дополнительных занятиях.

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная учебная литература:

1. Б.Фахльман Химия новых материалов и нанотехнологии. Учебное пособие. Пер. с англ.: Научное издание / Б.Фахльман - Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011.- 464 с.

2. Гусев А.И. Нанокристаллические материалы: методы получения и свойства. Екатеринбург: УрО РАН, 1998, ISBN 5-7691-0770-7 - [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://bookre.org/reader?file=467814> – (Дата обращения: 14.04.2014).

3. Ч.Пул, Ф.Оуэнс Нанотехнологии М.: Техносфера, 2004, 323 с - [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.twirpx.com/file/252417/> – (Дата обращения: 14.04.2014).

4. Новые материалы. Коллектив авторов. Под научной ред. Ю.С.Карабасова.- М.: МИСиС, 2002, 736 с.

б) дополнительная учебная литература:

1. В.М.Фридкин и др. Сегнетоэлектрические нанокристаллы и их переключение. УФН.- 2010.- Т.180.- №2.-С. 209 - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ufn.ru/ru/articles/2010/2/f/> – (Дата обращения: 14.04.2014).
2. Троян В.И., Пушкин М.А., Борман В.Д., Тронин В.Н.
Физические основы методов исследования наноструктур и поверхности твердого тела / Подред. В.Д. Бормана: Учебное пособие. – М.: МИФИ, 2008. – 260 с.
3. А.В.Елецкий и др. Графен: методы получения и свойства // УФН.-2011.- Т.181.- №3.-С.233 - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ufn.ru/ru/articles/2011> – (Дата обращения: 14.04.2014).

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

Интернет – сайт (<http://www.iatephysics.narod.ru>)

Сайт "Нанометр" [официальный сайт]- <http://www.nanometr.ru>

Федеральный интернет-портал «Нанотехнологии и наноматериалы» - <http://www.portalnano.ru/>

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении *понятий о наноматериалах* необходимо обратить внимание на:

- Основы классификации и типы структур наноматериалов.
- Физические причины специфики наноматериалов.

При изучении *свойств индивидуальных наночастиц* необходимо обратить внимание на вопросы:

- Металлические нанокластеры, магические числа структурные и электронные, модель «желе».
- Фононный спектр и теплоемкость наночастиц.
- Электронные и магнитные свойства наночастиц, каталитическая активность, суперпарамагнетизм.
- Оптические свойства полупроводниковых частиц. Фотофрагментация. Кулоновский взрыв.
- Оптические свойства металлических частиц.
- Методы получения наночастиц: газофазный синтез, плазмохимический синтез, осаждение из коллоидных растворов, термическое разложение и восстановление, механосинтез, детонационный синтез, электрический взрыв.

При изучении *углеродных наноструктур* необходимо обратить внимание на вопросы:

- Углеродные кластеры, фуллерены. Фуллериты – электрические, магнитные свойства.
- Углеродные нанотрубки, получение, электрические свойства, применение.
- Графен. Зонная структура графена. Получение графена
- Применения углеродных наноструктур.

При изучении *компактных нанокристаллических материалов* **необходимо обратить внимание на вопросы:**

- Методы получения компактных нанокристаллических материалов.
- Структура, механические, теплофизические и электрофизические свойства нанокристаллических материалов.
- Проблема термодинамической стабильности компактных нанокристаллических материалов.
- Магнитные свойства компактных нанокристаллических материалов.
- Оптические свойства наноструктурных сред и стекол.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для освоения дисциплины не требуются специализированные лаборатории и кабинеты с оборудованием, компьютерные классы, лекционные аудитории, оснащенные мультимедийным оборудованием и т.п.

13. Иные сведения и (или) материалы

13.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

- Плановая организация последовательности различных видов аудиторных занятий (лекций, практических занятий и лабораторных работ) в сочетании с внеаудиторной работой студента.
- При изложении всех разделов (тем) указание на связь с учебным материалом других дисциплин учебного плана, а также практическими приложениями.
- Систематические индивидуальные консультации.
- Стимулирование использования в процессе обучения компьютерной техники и информационных технологий.

13.2. Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки)

1. Структура наночастиц ([1], стр.151-156)
2. Получение наноматериалов [1-3]
3. Свойства графена [2,3]

Контроль самостоятельной работы осуществляется в виде проверки письменных работ по указанным темам, а также при проведении семинарских занятий и рейтинговом контроле.

