

Аннотация к рабочей программе

дисциплины «Материаловедение наноструктурированных материалов»

Цель преподавания дисциплины

Формирование системы знаний в области наноматериалов - веществ и (или)

композиций веществ, представляющих собой искусственно или естественно упорядоченную или неупорядоченную систему элементов с нанометрическими характеристическими размерами и особым проявлением физического и (или) химического взаимодействий при кооперации наноразмерных элементов, обеспечивающей возникновение у материалов и систем совокупности ранее неизвестных механических, химических, электрофизических, оптических, теплофизических и других свойств, определяемых проявлением наномасштабных факторов.

Задачи изучения дисциплины

Приобретение студентами знаний о внутреннем строении, свойствах и классификации наноструктурированных материалов, технологиях их получения и обработки, физических и химических процессах, происходящих при изготовлении и обработке наноструктурированных материалов, закономерностях изменения свойств наноматериалов под воздействием внешних факторов с целью достижения заранее заданных характеристик; методах испытаний наноструктурированных конструкционных материалов и основах их производства.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины

- готовность проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники (ПК-2);
- готовность использовать базовые технологические процессы и оборудование, применяемые в производстве материалов, компонентов нано- и микросистемной техники (ПК-8);
- готовность к участию в наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов изделий нанотехнологии, нано- и микросистемной техники (ПК-15).

Разделы дисциплины

Нанокластеры. Наноструктуры. Тубулярные наноструктуры. Двумерные наноструктуры. Свойства веществ в нанокристаллическом состоянии. Фотонные кристаллы. Магнитные свойства наносистем. Механические свойства наносистем. Методы получения наноматериалов. Методы разделения наночастиц по размеру. Процессы самосборки в наносистемах. Нанолитография. Методы исследования веществ в нанокристаллическом состоянии. Спектроскопические методы. Дифракционные методы исследования. Применение функциональных наноматериалов. Нанoeлектроника. Молекулярная электроника. Материалы для бионанотехнологии.

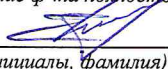
МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан естественно-научного факультета

(наименование ф-та полностью)



(подпись, инициалы, фамилия)

П.А. Ряполов

«31» августа 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Материаловедение наноструктурированных материалов

(наименование дисциплины)

Направление подготовки (специальность) 28.03.01

шифр согласно ФГОС

Нанотехнологии и микросистемная техника

и наименование направления подготовки (специальности)

Материалы микро- и наносистемной техники

наименование профиля, специальности или магистерской программы

Форма обучения очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Курс – 2016

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования направления подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» и на основании учебного плана направления подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника», утвержденного Ученым советом университета 27.04.15г., протокол № 8.

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения студентов по направлению подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» на заседании кафедры нанотехнологий и инженерной физики 31.08.16, протокол №1.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой нанотехнологий
и инженерной физики



Кузько А.Е.

Разработчик программы
к.ф.-м.н., доцент



Стороженко А.М.

Согласовано:

Директор научной библиотеки

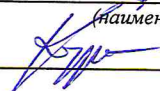


Макаровская В.Г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника», одобренного Ученым советом университета протокол № 8 «27» 04 2015 г. на заседании кафедры НТ, 31.08.17, Протокол №1

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой

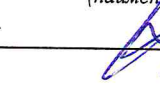


Кузько А.Е.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника», одобренного Ученым советом университета протокол № 10 «30» 05 2016 г. на заседании кафедры НТО и ПР, 31.08.18, Протокол №1

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой



Кузько А.Е.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника», одобренного Ученым советом университета протокол № 5 «30» 01 2017 г. на заседании кафедры НТО и ПР, 31.08.2019, протокол №1

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой



Кузько А.Е.

на заседании кафедры КТО и ПР З. А. Корова

Зав. кафедрой Кузнецов А.Е.

на заседании кафедры ММДи ГП / 31.08.2021 №1

Зав. кафедрой _____ Кузнецов А.В.

на заседании кафедры _____

Зав. кафедрой _____

на заседании кафедры _____

Зав. кафедрой _____

на заседании кафедры _____

Зав. кафедрой _____

на заседании кафедры _____

Зав. кафедрой _____

1 Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Цель дисциплины

Формирование системы знаний в области наноматериалов - веществ и (или) композиций веществ, представляющих собой искусственно или естественно упорядоченную или неупорядоченную систему элементов с нанометрическими характеристическими размерами и особым проявлением физического и (или) химического взаимодействий при кооперации наноразмерных элементов, обеспечивающей возникновение у материалов и систем совокупности ранее неизвестных механических, химических, электрофизических, оптических, теплофизических и других свойств, определяемых проявлением наномасштабных факторов.

1.2 Задачи дисциплины

Основными задачами изучения дисциплины являются приобретение студентами знаний о внутреннем строении, свойствах и классификации наноструктурированных материалов, технологиях их получения и обработки, физических и химических процессах, происходящих при изготовлении и обработке наноструктурированных материалов, закономерностях изменения свойств наноматериалов под воздействием внешних факторов с целью достижения заранее заданных характеристик; методах испытаний наноструктурированных конструкционных материалов и основах их производства.

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

В результате изучения дисциплины студент должен знать:

- технологию проведения экспериментальных исследований по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники с заданными свойствами,
- типовые технологические процессы, элементную базу, а также типовое оборудование для производства и контроля качества материалов и компонентов нано- и микросистемной техники
- типовые технологические процессы наладки, испытаний и сдачи в эксплуатацию опытных образцов изделий;

уметь

- выбирать и применять современные методы теоретических и экспериментальных исследований для изготовления материалов с заданными свойствами;
- выбирать базовое контрольно-измерительное оборудование, используемого в процессе получения наноматериалов
- проводить испытания опытных образцов изделий нанотехнологии,

- владеть

- способностью использовать передовые отечественные и зарубежные достижения в области нанотехнологии при проведении научных исследований и разработки перспективных технологий, систем и устройств на их основе;
- навыками настройки базового контрольно-измерительного оборудования для производства и контроля качества материалов и компонентов нано- и микросистемной техники;
- навыками настройки, испытания и сдачи в эксплуатацию опытных образцов изделий нанотехнологии

Изучение дисциплины, обеспечивая перечисленные профессиональные компетенции (ПК), способствует тому, что выпускник владеет:

- готовностью проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники (ПК-2);
- готовностью использовать базовые технологические процессы и оборудование, применяемые в производстве материалов, компонентов микро- и наносистемной техники (ПК-8);
- готовностью к участию в наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов изделий нанотехнологии, нано- и микросистемной техники (ПК-15).

2 Указание места дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Материаловедение наноструктурированных материалов» (Б1.Б.17) относится к базовой части дисциплин направления подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника». Курс 3-4, семестр 6-7.

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

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 7 зачетных единиц (з.е.), 252 часа.

Таблица 3 – Объем дисциплины по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	252
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	144,25
в том числе:	
Лекции	54
Лабораторные работы	54
Практические занятия	36
Экзамен	0,15
Зачет	0,1
Курсовая работа (проект)	не предусмотрен
Расчетно-графическая (контрольная) работа	не предусмотрена

Аудиторная работа (всего):	108
в том числе:	
Лекции	54
Лабораторные работы	54
Практические занятия	36
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	72
Контроль/экз (подготовка к экзамену)	36

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

4.1 Содержание дисциплины

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
6 семестр		
1	Нанокластеры	Классическая теория зародышеобразования Методы синтеза кластеров Структура и свойства кластеров Магические числа Теоретическая модель кластера
2	Наноструктуры	Классификация наноструктур Нульмерные наноструктуры Одномерные наноструктуры Материалы одномерных наноструктур Формирование одномерных наноструктур
3	Тубулярные наноструктуры	Углеродные нанотрубки История открытия углеродных нанотрубок Структура углеродных нанотрубок Многостенные нанотрубки Механизмы роста нанотрубок Синтез углеродных нанотрубок Разделение ОСНТ Физические свойства углеродных нанотрубок Интеркалированные нанотрубки Неорганические тубулярные структуры Подходы к синтезу неорганических нанотрубок Синтез неорганических нанотрубок
4	Двумерные наноструктуры	Осаждение пленок из газовой фазы Кинетика и термодинамика процессов роста пленок Механизмы роста пленок Физические методы осаждения пленок Молекулярно-лучевая эпитаксия (МЛЭ) Импульсное лазерное осаждение (ИЛО) Распылительное осаждение Методы химического осаждения пленок Химическое осаждение из газовой фазы (CVD) Послойное осаждение пленок Химическое осаждение из растворов Пленки Ленгмюра-Блоджетт
5	Свойства веществ в нанокристаллическом состоянии	Оптические и электронные свойства наносистем Оптические свойства наночастиц металлов. Плазмонный резонанс Оптические свойства полупроводниковых наночастиц. Квантоворазмерный эффект Зонная структура

		<p>Поверхность нанокристаллов: дефекты координации и барьерное ограничение</p> <p>Сокращение поверхностных связей, энергия связывания и отношение поверхности к объему</p> <p>Зависимость зонной структуры от размера наночастиц</p>
6	Фотонные кристаллы	<p>Размерность фотонных кристаллов</p> <p>Основы теории фотонных кристаллов: одномерный случай</p> <p>Методы формирования фотонных кристаллов</p> <p>Опалы как шаблон для создания фотонных кристаллов</p> <p>Синтетические опалы</p> <p>Кристаллическая структура синтетических опалов</p> <p>Фотонные кристаллы на основе синтетических опалов</p> <p>Материалы на основе фотонных кристаллов. Области применения</p>
7	Магнитные свойства наносистем	<p>Доменная структура ферромагнитных материалов</p> <p>Суперпарамагнетизм</p> <p>Энергия магнитной анизотропии</p> <p>Анизотропия формы</p> <p>Анизотропия механического напряжения</p> <p>Обменная анизотропия</p> <p>Перемагничивание однодоменных частиц</p> <p>Когерентное вращение магнитных моментов</p> <p>“Свертка” магнитных моментов с образованием вихревого поля</p> <p>Магнитостатические взаимодействия нанонитей</p> <p>Магнитные наноматериалы</p>
8	Механические свойства наносистем	<p>Закон Холла-Петча</p> <p>Структура межзеренных границ</p> <p>Дефекты в наноструктурированных материалах</p> <p>Влияние границ раздела на механические свойства нанокристаллических наноматериалов</p> <p>Упругие свойства. Высокотемпературная ползучесть</p> <p>Моделирование зерен и межзеренных границ при нагружении</p> <p>Нанокompозиты. Армирование. Адгезионная прочность</p> <p>Механические свойства углеродных нанотрубок</p>
9	Методы получения наноматериалов.	<p>Классификация методов синтеза наноматериалов</p> <p>Физические методы синтеза</p> <p>Газофазный синтез</p> <p>Механосинтез, детонационный синтез и электровзрыв</p> <p>Химические методы синтеза</p> <p>Золь-гель метод</p> <p>Гидротермальный и сольвотермальный синтез</p> <p>Коллоидные нанореакторы</p>
10	Методы разделения наночастиц по размеру. Процессы самосборки в наносистемах	<p>Сверхкластеры</p> <p>Движущие силы организации наносистем</p> <p>Консервативная самоорганизация</p> <p>Диссипативная самоорганизация</p> <p>Синтез наночастиц в аморфных матрицах</p> <p>Синтез наночастиц в упорядоченных матрицах</p> <p>Наночастицы в нульмерных нанореакторах</p> <p>Наночастицы в одномерных нанореакторах</p> <p>Наночастицы в двумерных нанореакторах</p>
11	Нанолитография	<p>Классификация методов литографии</p> <p>Оптическая литография</p> <p>Электронно-лучевая литография</p> <p>Ионно-лучевая литография</p> <p>Безмасочная литография</p> <p>Технологии нанопечати</p>
12	Методы исследования веществ в нанокристаллическом состоянии	<p>Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ)</p> <p>Сканирующая туннельная микроскопия</p> <p>Атомно-силовая микроскопия</p> <p>Автоионная микроскопия (АИМ)</p> <p>Методы электронной микроскопии</p> <p>Формирование изображения</p> <p>Возможности электронной микроскопии</p>

7 семестр		
13	Спектроскопические методы	<p>Радиоспектроскопия</p> <p>Микроволновая спектроскопия</p> <p>Ядерный магнитный резонанс (ЯМР)</p> <p>Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР)</p> <p>ИК и КР-спектроскопия</p> <p>Рентгеновская и фотоэлектронная спектроскопия</p> <p>Рентгеновская спектроскопия поглощения (EXAFS, XANES)</p> <p>Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС)</p> <p>Рентгенофлуоресцентная спектроскопия</p> <p>Мессбауэровская спектроскопия</p>
14	Дифракционные методы исследования	<p>Основы теории дифракции</p> <p>Дифракция на кристаллических решетках</p> <p>Дифракция в аморфных веществах</p> <p>Размерные эффекты в дифракционных картинах наноструктур</p> <p>Характеризация функциональных свойств наносистем дифракционными методами</p>
15	Применение функциональных наноматериалов	<p>Наномеханизмы и наноустройства. Микро- и нанoeлектромеханические системы</p> <p>Микро- и нанотрибология</p> <p>Наномеханика и износ наномеханизмов</p> <p>Преобразование энергии</p> <p>Электростатические актюаторы</p> <p>Магнитные актюаторы</p> <p>Пьезоэлектрические актюаторы</p> <p>Тепловые актюаторы</p> <p>Гидравлические актюаторы</p> <p>Сенсорные НЭМС</p> <p>Технологии производства МЭМС и НЭМС</p> <p>Материалы для МЭМС и НЭМС</p> <p>Молекулярные актюаторы</p>
16	Нанoeлектроника	<p>Современные транзисторы</p> <p>Проявление квантовых эффектов</p> <p>Проблема плотности энергии и теплоотвода</p> <p>Дефекты и ошибки</p> <p>Транзисторы на основе углеродных нанотрубок</p> <p>Квантовые компьютеры</p> <p>Принципы квантового компьютера (КК)</p> <p>Алгоритмы квантового компьютера</p> <p>Материалы для квантового компьютера</p> <p>Перспективы развития квантовых компьютеров</p>
17	Молекулярная электроника	<p>Исследование электрических свойств структур Hg SAM/SAM Hg</p> <p>Определение напряжения пробоя самособирающихся монослоев из ароматических и алифатических сульфонов</p> <p>Использование слабой связи для измерения электрических свойств молекул</p> <p>Использование шаблона из Si₃N₄ для измерения электрических свойств отдельных молекул</p> <p>Измерение электронных характеристик молекул</p> <p>Элементы молекулярной электроники</p> <p>Магнитные носители информации</p>
18	Материалы для бионанотехнологии	<p>Конструкционные наноматериалы для медицины</p> <p>Нанофармакология и нанолечения</p> <p>Синтез, биоконъюгация и биосовместимость наночастиц</p> <p>Магнитные наноматериалы в медицине</p> <p>Магнито-жидкостная гипертермия</p> <p>Нанокapsулы</p> <p>Нанолечения и наномедицина</p> <p>Наносистемы для диагностики заболеваний</p> <p>Наноинструменты для микробиологии и медицины</p> <p>Токсичность веществ в нанодисперсном состоянии</p>

Таблица 4.1.2 – Содержание дисциплины и ее методическое обеспечение

№ п/п	Раздел, темы дисциплины	Виды деятельности			Учебно- метод. материалы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточно й аттестации (по семестрам)	Компе- тенции
		лек.	лаб.	пр.			
6 семестр							
1	Нанокластеры	2	1		У-1 МУ-1	1-2 КО	ПК-2, ПК-8, ПК-15
2	Наноструктуры	4		1	У-1 МУ-3	3 КО	ПК-2, ПК-8
3	Тубулярные наноструктуры	2	2		У-1 МУ-1	4-5 КО	ПК-2, ПК-8, ПК-15
4	Двумерные наноструктуры	4			У-1	6 КО	ПК-2, ПК-8
5	Свойства веществ в нанокристаллическом состоянии	2	3	2	У-1 МУ-1,3	7-8 КО	ПК-2, ПК-8
6	Фотонные кристаллы	4			У-1	9 КО	ПК-2, ПК-8, ПК-15
7	Магнитные свойства наносистем	2	4		У-1 МУ-1	10-11 КО	ПК-2, ПК-8
8	Механические свойства наносистем	4		3	У-1	12 КО	ПК-2, ПК-8, ПК-15
9	Методы получения наноматериалов	2		4	У-1	13-14 КО	ПК-2, ПК-8
10	Методы разделения наночастиц по размеру. Процессы самосборки в наносистемах	4	5		У-1 МУ-1	15 КО	ПК-2, ПК-8
11	Нанолитография	2		5	У-1 МУ-3	16-17 КО	ПК-2, ПК-8, ПК-15
12	Методы исследования веществ в нанокристаллическом состоянии	4			У-1	18 КО Зачет 6 семестр	ПК-2, ПК-8
7 семестр							
13	Спектроскопические методы	2	6	6	У-1 МУ-1,3	1-4 КО	ПК-2, ПК-8
14	Дифракционные методы исследования	4			У-1	5-6 КО	ПК-2, ПК-8, ПК-15
15	Применение функциональных наноматериалов	2		7	У-1 МУ- 3	7-10 КО	ПК-2, ПК-8
16	Нанoeлектроника	4	7		У-1 МУ-1	11-12 КО	ПК-2, ПК-8, ПК-15
17	Молекулярная электроника	2		8	У-1 МУ- 3	13-16 КО	ПК-2, ПК-8
18	Материалы для бионанотехнологии	4			У-1	17-18 КО Экзамен 7 семестр	ПК-2, ПК-8, ПК-15

КО – контрольный опрос

4.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

4.2.1 Лабораторные работы

Таблица 4.2.1 – Лабораторные работы

№	Наименование лабораторной работы	Объем, час.
6 семестр		
1	Наблюдение роста кристаллов из растворов	7
2	Построение изотерм органических нерастворимых амфифильных веществ на границе раздела фаз «вода-воздух» на установке Ленгмюра-Блоджетт	7
3	Построение изотермы сжатия-растяжения пленок Ленгмюра-Блоджетт	7
4	Получение мономолекулярных слоев органических нерастворимых амфифильных веществ на границе раздела фаз «вода-воздух» на установке Ленгмюра-Блоджетт	8
5	Анализ распределения наночастиц магнитной жидкости на основе данных просвечивающей электронной микроскопии	7
	ИТОГО:	36
7 семестр		
6	Определение структурных параметров нанодисперсной магнитной жидкости с помощью магнитогранулометрического анализа	9
7	Методы изучения пористых композиционных материалов	9
	ИТОГО:	18

4.2.2 Практические занятия

Таблица 4.2.2 – Практические занятия

№	Наименование практического (семинарского) занятия	Объем, час.
6 семестр		
1	Структура кристалла. Пространственная решетка. Метод кристаллографического индизирования.	3
2	Закон целых чисел. Символы граней и ребер, связь между ними. Четырехиндексные оси гексагональной системы. Закон поясов.	3
3	Обратная кристаллическая решетка.	4
4	Плотнейшие шаровые упаковки, проекции ячеек, тип решетки	4
5	Дифракция рентгеновских лучей. Уравнение Брэгга - Вульфа. Индексы узловых сеток. Межплоскостные расстояния.	4
	ИТОГО:	18
7 семестр		
6	Определение дисперсности и удельной поверхности дисперсной фазы	6
7	Пористые вещества, процессы перколяции, диффузии и роста фрактального нанокластера.	6
8	Нанодисперсные магнитные жидкости	6
	ИТОГО:	18

4.3 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов

№	Наименование раздела дисциплины	Срок	Время, затрачи-
---	---------------------------------	------	-----------------

		выполнения	ваемое на выпол- нение СРС, час.
6 семестр			
1	Нанокластеры	1-2 неделя	4
2	Наноструктуры	3 неделя	4
3	Тубулярные наноструктуры	4-5 неделя	4
4	Двумерные наноструктуры	6 неделя	4
5	Свойства веществ в нанокристаллическом состоянии	7-8 неделя	4
6	Фотонные кристаллы	9 неделя	4
7	Магнитные свойства наносистем	10-11 неделя	6
8	Механические свойства наносистем	12 неделя	6
9	Методы получения наноматериалов	13-14 неделя	4
10	Методы разделения наночастиц по размеру. Процессы самосборки	15 неделя	6
11	Нанолитография	16-17 неделя	4
12	Методы исследования веществ в нанокристаллическом состоянии	18 неделя	4
ИТОГО			54
7 семестр			
13	Спектроскопические методы	1-4 неделя	8
14	Дифракционные методы исследования	5-6 неделя	8
15	Применение функциональных наноматериалов	7-10 неделя	10
16	Нанoeлектроника	11-12 неделя	8
17	Молекулярная электроника	13-16 неделя	10
18	Материалы для бионанотехнологии	17-18 неделя	10
ИТОГО			54
	Экзамен	7 семестр	36

5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

библиотекой университета:

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;

- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

кафедрой:

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;

- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.

- путем разработки:

- методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной ра-

боты студентов;

- тем рефератов;
- вопросов к зачету;
- методических указаний к выполнению лабораторных работ и т.д.

типографией университета:

– помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;

– удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

6 Образовательные технологии

6 Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС и Приказа Министерства образования и науки РФ от 05.04.2017 г. №301 по направлению подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов.

Перечень интерактивных образовательных технологий по видам аудиторных занятий представлен в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№	Наименование раздела (лекции, практического или лабораторного занятия)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Объем, час.
1	2	3	4
1	Лекция по теме «Методы исследования веществ в нанокристаллическом состоянии»	Экскурсия в региональный центр нанотехнологий.	2
2	Практическое занятие по теме «Пористые вещества, процессы перколяции, диффузии и роста фрактального нанокластера»	Компьютерное моделирование	2
Итого:			4

7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

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

Код и содержание компетенции	Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули), при изучении которых формируется данная компетенция		
	начальный	Основной	завершающий
1	2	3	4
Готовность проводить экспериментальные	Химия аналитическая	Материаловедение наноструктурированных	Материаловедение наноструктурированных

исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники (ПК-2)	химия и физико-химические методы анализа	материалов Процессы на поверхности раздела фаз Рентгеноструктурный анализ наноматериалов Поверхностные явления и дисперсные системы Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	материалов Процессы получения наночастиц и наноматериалов электронная микроскопия нано – микроструктурированные конструкционные материалы нано- и микродисперсные магнитные системы НИР
Готовность использовать базовые технологические процессы и оборудование, применяемые в производстве материалов, компонентов микро- и наносистемной техники (ПК-8)	химический практикум наноматериаловедение технология конструкционных материалов	Материаловедение наноструктурированных материалов Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	Материаловедение наноструктурированных материалов Нано- и микроструктурированные конструкционные материалы Нано- и микродисперсные магнитные системы
готовностью к участию в наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов изделий нанотехнологии, нано- и микросистемной техники (ПК-15)	Материаловедение наноструктурированных материалов практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	Материаловедение наноструктурированных материалов практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	Материаловедение наноструктурированных материалов Процессы получения наночастиц и наноматериалов квантовая и оптическая электроника

7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код компетенции, содержание компетенции	Показатели оценивания компетенций	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый (удовлетворительный)	Продвинутый (хорошо)	Высокий (отлично)
Готовность проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и	1. Доля освоенных обучающимся знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН,	Знать: основы конструирования наноструктурных материалов с заданными свойствами Уметь: использовать	Знать: технологии изготовления микро- и наноэлектронных компонентов Уметь: давать оценку	Знать: технологию проведения экспериментальных исследований по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной

компонентов нано- и микросистем ной техники (ПК-2)	установленны х в п.1.3 РПД 2.Качество освоенных обучающимся знаний, умений, навыков 3.Умение применять знания, умения, навыки в типовых и нестандартны х ситуациях	типовые методы контроля качества выпускаемой продукции с заданными свойствами Владеть: навыками проведения экспериментальн ых исследований по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники с заданными свойствами	инновационного потенциала новой продукции с заданными свойствами Владеть: навыками разработки технологии изготовления материалов с заданными свойствами	техники с заданными свойствами Уметь: выбирать и применять современные методы теоретических и экспериментальных исследований для изготовления материалов с заданными свойствами Владеть: способностью использовать передовые отечественные и зарубежные достижения в области нанотехнологии при проведении научных исследований и разработки перспективных технологий, систем и устройств на их основе
Готовность использовать базовые технологичес кие процессы и оборудование , применяемые в производстве материалов, компонентов микро- и наносистемно й техники (ПК-8)	1. Доля освоенных обучающимся знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН, установленны х в п.1.3 РПД 2.Качество освоенных обучающимся знаний, умений, навыков 3.Умение применять знания, умения, навыки в типовых и нестандартны х ситуациях	Знать: фундаментальные основы процессов синтеза материалов и компонентов нано- и микросистемной техники Уметь: выбирать оптимальные технологические процессы для производства и контроля качества материалов нано- и микросистемной техники Владеть: методами обработки и оценки погрешности результатов измерений	Знать: контрольно- измерительные операции для производства и контроля качества материалов и компонентов нано- и микросистемной техники Уметь: последовательно применять контрольно- измерительные операции для производства и контроля качества материалов и компонентов нано- и микросистемной техники Владеть: способностью анализировать базовые	Знать: типовые технологические процессы, элементную базу, а также типовое оборудование для производства и контроля качества материалов и компонентов нано- и микросистемной техники; Уметь: выбирать базовое контрольно- измерительное оборудование, используемого в процессе получения наноматериалов Владеть: навыками настройки базового контрольно- измерительного оборудования для производства и контроля качества материалов и компонентов нано- и микросистемной техники

			технологические процессы, используемые в производстве материалов и компонентов nano- и микросистемной техники	
готовность к участию в наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов изделий нанотехнологии, nano- и микросистемной техники (ПК-15)	1. Доля освоенных Обучающимся знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН, установленны х в п.1.3 РПД 2. Качество освоенных обучающимся знаний, умений, навыков 3. Умение применять знания, умения, навыки в типовых и нестандартны х ситуациях	Знать: фундаментальные основы процессов синтеза материалов и компонентов nano- и микросистемной техники Уметь: выбирать оптимальные технологические процессы для производства и контроля качества материалов nano- и микросистемной техники Владеть: методами обработки и оценки погрешности результатов измерений	Знать: контрольно-измерительные операции для производства и контроля качества материалов и компонентов nano- и микросистемной техники Уметь: последовательно применять контрольно-измерительные операции для производства и контроля качества материалов и компонентов nano- и микросистемной техники Владеть: способностью анализировать базовые технологические процессы, используемые в производстве материалов и компонентов nano- и микросистемной техники	Знать: типовые технологические процессы наладки, испытаний и сдачи в эксплуатацию опытных образцов изделий Уметь: проводить испытания опытных образцов изделий нанотехнологии, Владеть: навыками настройки, испытания и сдачи в эксплуатацию опытных образцов изделий нанотехнологии

7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения

образовательной программы

Таблица 7.3 Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или её части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
1	Нанокластеры	ПК-2, ПК-8, ПК-15	лекция, СРС, лаб. работа	контр. опрос, защита лаб. работы	1 -5 1-3	см. табл. 7.2
2	Наноструктуры	ПК-2, ПК-8	лекция, СРС, практ. занятие	контр. опрос, практ. задание	1-5 1	см. табл. 7.2
3	Тубулярные наноструктуры	ПК-2, ПК-8, ПК-15	лекция, СРС, лаб. работа	контр. опрос, защита лаб. работы	1-12 1-4	см. табл. 7.2
4	Двумерные наноструктуры	ПК-2, ПК-8	лекция, СРС	контр. опрос	1-12	см. табл. 7.2
5	Свойства веществ в нанокристаллическом состоянии	ПК-2, ПК-8	лекция, СРС, лаб. работа, практ. занятие	контр. опрос, защита лаб. работы, практ. задание	1-8 1-3 2	см. табл. 7.2
6	Фотонные кристаллы	ПК-2, ПК-8, ПК-15	лекция, СРС	контр. опрос	1-8	см. табл. 7.2
7	Магнитные свойства наносистем	ПК-2, ПК-8	лекция, СРС, лаб. работа	контр. опрос, защита лаб. работы	1-11 1-5	см. табл. 7.2
8	Механические свойства наносистем	ПК-2, ПК-8, ПК-15	лекция, СРС, практ. занятие	контр. опрос, практ. задание	1-8 3	см. табл. 7.2
9	Методы получения наноматериалов	ПК-2, ПК-8	лекция, СРС, практ. занятие	контр. опрос, практ. задание	1-8 4	см. табл. 7.2
10	Методы разделения наночастиц по размеру. Процессы самосборки в наносистемах	ПК-2, ПК-8	лекция, СРС, лаб. работа	контр. опрос, защита лаб. работы	1-9 1-5	см. табл. 7.2
11	Нанолитография	ПК-2, ПК-8, ПК-15	лекция, СРС, практ. занятие	контр. опрос, практ. задание	1-6 5	см. табл. 7.2
12	Методы исследования веществ в нанокристаллическом состоянии	ПК-2, ПК-8	лекция, СРС	контр. опрос	1-7	см. табл. 7.2

13	Спектроскопические методы	ПК-2, ПК-8	лекция, СРС, лаб. работа, практ. занятие	контр. опрос, защита лаб. работы, практ. задание	1-10 1-5 6	см. табл. 7.2
14	Дифракционные методы исследования	ПК-2, ПК-8, ПК-15	лекция, СРС	контр. опрос	1-5	см. табл. 7.2
15	Применение функциональных наноматериалов	ПК-2, ПК-8	лекция, СРС, практ. занятие	контр. опрос, практ. задание	1-13 7	см. табл. 7.2
16	Нанoeлектроника	ПК-2, ПК-8, ПК-15	лекция, СРС, лаб. работа	контр. опрос, защита лаб. работы	1-10 1-5	см. табл. 7.2
17	Молекулярная электроника	ПК-2, ПК-8	лекция, СРС, практ. занятие	контр. опрос, практ. задание	1-7 8	см. табл. 7.2
18	Материалы для бионанотехнологии	ПК-2, ПК-8, ПК-15	лекция, СРС	контр. опрос	1-10	см. табл. 7.2

Примеры типовых контрольных заданий для текущего контроля

Полностью вопросы для текущего контроля представлены в УМК.

В части формирования профессиональных компетенций по теме «Тубулярные наноструктуры» в качестве примера проверочных заданий могут использоваться следующие:

1. Приведите способы получения углеродных нанотрубок, укажите достоинства и недостатки этих методов.
2. Укажите движущие силы роста углеродных нанотрубок.
3. Какие электронные свойства могут проявлять углеродные нанотрубки в зависимости от строения и вектора хиральности? Как можно управлять электронными свойствами углеродных нанотрубок?

Типовые задания для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета и экзамена в форме тестирования (бланкового и/или компьютерного).

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется.

Для проверки знаний используются вопросы и задания в закрытой форме (с выбором одного или нескольких правильных ответов).

Умения, навыки и компетенции проверяются с помощью задач (ситуационных, производственных и расчетных). Все задачи являются

многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

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

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

- Положение П 02.016–2015 «О балльно-рейтинговой системе оценки качества освоения образовательных программ»;
- методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные в списке литературы.

Для текущего контроля по дисциплине в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы применяется следующий порядок начисления баллов:

Таблица 7.4 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

№	Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
		балл	примечание	балл	примечание
6 семестр					
1	Контрольный опрос по теме 1	1	Ответил правильно менее чем на половину вопросов	2	Ответил правильно более чем на половину вопросов
2	Контрольный опрос по теме 2	1	Ответил правильно менее чем на половину вопросов	2	Ответил правильно более чем на половину вопросов
3	Контрольный опрос по теме 3	1	Ответил правильно менее чем на половину вопросов	2	Ответил правильно более чем на половину вопросов
4	Контрольный опрос по теме 4	1	Ответил правильно менее чем на половину вопросов	2	Ответил правильно более чем на половину вопросов
5	Контрольный опрос по теме 5	1	Ответил правильно менее чем на половину вопросов	2	Ответил правильно более чем на половину вопросов
6	Контрольный опрос по теме 6	1	Ответил правильно менее чем на половину вопросов	2	Ответил правильно более чем на половину вопросов
7	Контрольный опрос по теме 7	1	Ответил правильно менее чем на половину вопросов	2	Ответил правильно более чем на половину вопросов

8	Контрольный опрос по теме 8	1	Ответил правильно менее чем на половину вопросов	2	Ответил правильно более чем на половину вопросов
9	Контрольный опрос по теме 9	1	Ответил правильно менее чем на половину вопросов	2	Ответил правильно более чем на половину вопросов
10	Контрольный опрос по теме 10	1	Ответил правильно менее чем на половину вопросов	2	Ответил правильно более чем на половину вопросов
11	Контрольный опрос по теме 11	1	Ответил правильно менее чем на половину вопросов	2	Ответил правильно более чем на половину вопросов
12	Контрольный опрос по теме 12	1	Ответил правильно менее чем на половину вопросов	2	Ответил правильно более чем на половину вопросов
13	Защита лабораторной работы №1	1	Выполнил, ответил менее чем на половину вопросов	2	Выполнил, ответил на все дополнительные вопросы
14	Защита лабораторной работы №2	1	Выполнил, ответил менее чем на половину вопросов	2	Выполнил, ответил на все дополнительные вопросы
15	Защита лабораторной работы №3	1	Выполнил, ответил менее чем на половину вопросов	2	Выполнил, ответил на все дополнительные вопросы
16	Защита лабораторной работы №4	1	Выполнил, ответил менее чем на половину вопросов	2	Выполнил, ответил на все дополнительные вопросы
17	Защита лабораторной работы №5	1	Выполнил, ответил менее чем на половину вопросов	2	Выполнил, ответил на все дополнительные вопросы
18	Практическое задание 1	1	Выполнил, ответил менее чем на половину вопросов	2	Выполнил, ответил на все дополнительные вопросы
19	Практическое задание 2	1	Выполнил, ответил менее чем на половину вопросов	2	Выполнил, ответил на все дополнительные вопросы
20	Практическое задание 3	1	Выполнил, ответил менее чем на половину вопросов	2	Выполнил, ответил на все дополнительные вопросы
21	Практическое задание 4	1	Выполнил, ответил менее чем на половину вопросов	2	Выполнил, ответил на все дополнительные вопросы
22	Практическое задание 5	1	Выполнил, ответил менее чем на половину вопросов	2	Выполнил, ответил на все дополнительные вопросы
23	СРС	2	Выполнил, ответил менее чем на половину вопросов	4	Выполнил, ответил на все дополнительные вопросы
	Итого:	24		48	
	Посещаемость			16	
	Зачет			36	
	ИТОГО:	24		100	

7 семестр					
13	Контрольный опрос по теме 13	2	Ответил правильно менее чем на половину вопросов	4	Ответил правильно более чем на половину вопросов
14	Контрольный опрос по теме 14	2	Ответил правильно менее чем на половину вопросов	4	Ответил правильно более чем на половину вопросов
15	Контрольный опрос по теме 15	2	Ответил правильно менее чем на половину вопросов	4	Ответил правильно более чем на половину вопросов
16	Контрольный опрос по теме 16	2	Ответил правильно менее чем на половину вопросов	4	Ответил правильно более чем на половину вопросов
17	Контрольный опрос по теме 17	2	Ответил правильно менее чем на половину вопросов	4	Ответил правильно более чем на половину вопросов
18	Контрольный опрос по теме 18	2	Ответил правильно менее чем на половину вопросов	4	Ответил правильно более чем на половину вопросов
19	Защита лабораторной работы №6	2	Выполнил, ответил менее чем на половину вопросов	4	Выполнил, ответил на все дополнительные вопросы
20	Защита лабораторной работы №7	2	Выполнил, ответил менее чем на половину вопросов	4	Выполнил, ответил на все дополнительные вопросы
21	Практическое задание 6	2	Выполнил, ответил менее чем на половину вопросов	4	Выполнил, ответил на все дополнительные вопросы
22	Практическое задание 7	2	Выполнил, ответил менее чем на половину вопросов	4	Выполнил, ответил на все дополнительные вопросы
23	Практическое задание 8	2	Выполнил, ответил менее чем на половину вопросов	4	Выполнил, ответил на все дополнительные вопросы
24	СРС	2		4	
	Итого:	24		48	
	Посещаемость			16	
	Экзамен			36	
	ИТОГО:	24		100	

Для промежуточной аттестации, проводимой в форме тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ - 9 заданий.

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме – 4 балла.

Максимальное количество баллов за тестирование - 36 баллов.

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1 Основная учебная литература

1. Елисеев, Андрей Анатольевич. Функциональные наноматериалы [Текст] :

учебное пособие / А. А. Елисеев, А. В. Лукашин; под ред. Ю. Д. Третьякова. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 452 с.

2. Нанотехнология химических компонентов систем очистки и регенерации воздуха [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. Ф. Гладышев [и др.] ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». – Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 116 с. // Режим доступа – <http://biblioclub.ru/>

8.2 Дополнительная учебная литература

1. Материаловедение [Электронный ресурс] : курс лекций / ЮЗГУ ; сост. Е. В. Агеев. – Курск : ЮЗГУ, 2013. – 131 с.

2. Полунин, В.М. Акустические свойства нанодисперсных магнитных жидкостей [Текст] : монография / В. М. Полунин. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2012. – 384 с.

3. Материаловедение и технология конструкционных материалов [Текст] : учебник / под ред. В. Б. Арзамасова, А. А. Черепашкина. – 3-е изд., стер. – М.: «Академия», 2011. – 448 с.

8.3 Перечень методических указаний

1. Материаловедение наноструктурированных материалов [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов направления подготовки 28.03.01 / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: И.А.Шабанова, А.М.Стороженко, Ряполов П.А. Курск, 2016. – 20 с.

2. Материаловедение наноструктурированных материалов [Электронный ресурс] : методические рекомендации для самостоятельной работы студентов направления подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: И.А. Шабанова, А.М. Стороженко. – Курск, 2016. – 10 с.

3. Материаловедение наноструктурированных материалов [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению практических работ для студентов специальности 28.03.01 / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.М.Стороженко, И.А. Шабанова. - Курск, 2016. - 20 с.

8.4 Другие учебно-методические материалы

В учебном процессе используются материалы, опубликованные в отраслевых научно-технических журналах и справочниках «Материаловедение», «Нанотехника», «Вопросы материаловедения», а также в учебных кинофильмах.

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

Использование информационных технологий предусматривает использование следующих ресурсов:

Российская Государственная Библиотека <http://www.rsl.ru/>

Научная электронная библиотека <http://txt.elibrary.ru/>

Научная библиотека Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова <http://www.lib.msu.su/index.html>

Национальная библиотека Украины имени В.И. Вернадского, Киев
<http://www.nbuv.gov.ua/>

Открытая русская электронная библиотека <http://orel.rsl.ru/index.shtml>

Научная библиотека Санкт-Петербургского государственного университета
<http://www.lib.pu.ru/>

Фундаментальная библиотека СПбГПУ <http://www.unilib.neva.ru/rus/lib/>

8.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Изучение дисциплины проводится на основе учебников, учебных пособий и конспекта лекций. В рабочей программе дисциплины представлены список обязательной и дополнительной литературы и методических указаний. Конспект лекций студенты обязаны вести на занятиях.

Самостоятельная работа проводится непосредственно после лекции и предназначена в основном для закрепления курса и более глубокого самостоятельного изучения пройденного материала. Самостоятельная работа студентов включает в себя работу с конспектом лекций и чтение дополнительной литературы по изученному курсу. Работа с конспектом лекции предполагает анализ лекционного материала, внесение дополнений и разъяснений там, где это необходимо (не успел записать в аудитории, очень сложный материал, который требует уточнения по словарю или другой учебно-методической литературе и т.д.). Эту работу целесообразно проводить после лекции, пока легко можно восстановить объяснения преподавателя. Главными принципами организации самостоятельной работы должны стать регулярность и систематичность, что позволит глубоко разобраться во всех изучаемых вопросах, активно участвовать в дискуссиях на занятиях и в конечном итоге успешно сдать экзамен.

Процесс выполнения лабораторных работ можно расчленить на следующие основные операции: теоретическое изучение материала; подготовка необходимого оборудования; освоение методики проведения экспериментальной части работы (составление алгоритма); непосредственное выполнение работы; обработка и анализ полученных данных; написание отчета. Отчет по лабораторной работе должен содержать следующие основные элементы: название и номер лабораторной работы, задание и цель лабораторной работы, описание хода работы, полученные результаты и их анализ, выводы по работе.

Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплины - закрепить теоретические знания, полученные в процессе лекционных занятий, а также сформировать практические навыки самостоятельного анализа особенностей дисциплины.

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

В процессе преподавания дисциплины «Материаловедение наноструктурированных материалов» используются компьютерные презентационные материалы, сопровождающие лекционный материал и

иллюстрирующие выполнение заданий к лабораторным работам.

Лекционные занятия сопровождаются презентационными демонстрациями в формате .pdf и .ppt, проецируемыми на экран с целью более наглядного представления излагаемого теоретического материала.

LibreOffice (Бесплатная, GNU General Public License)

KSV NIMA / Attension Device Server Software v. 2.1.1

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

Для обеспечения лабораторного практикума требуется оборудование, подробный перечень которого изложен в методических указаниях к лабораторным работам. Данное оборудование включает в себя следующее:

Снимки образцов магнитной жидкости, весы электронные ВСТ -600/10 (600/0.01г. II высокий класс точности (9558), химические реактивы, дистиллированная вода, химическая посуда, бумажный фильтр, установка для исследования физических полей в магнитных образцах; Установка для презентации уникальных свойств магнитной жидкости; установка для получения монослоев методом Лэнгмюра-Блоджетт KSV, плитка нагревательная C-Mag HP 7

Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу дисциплины

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц	Дата	Основание для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	измен ённых	замен ённых	аннул ирова нных	новых			
1	4,8	20,22	-	-	4	31.08. 17	Протокол №1 заседания каф.НТ от 31.08.17 