

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета  В.А. Небольсин
« _ » 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«Современные проблемы в изучении наноструктурированных
материалов»

Направление подготовки 16.04.01 ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Профиль Прикладная физика твердого тела

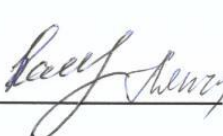
Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2019

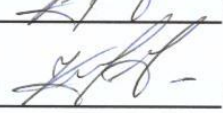
Автор программы

 Калинин Ю.Е., Янченко Л.И./

И.О. Зав. кафедрой Физики
твердого тела

 / Костюченко А.В. /

Руководитель ОПОП

 / Костюченко А.В. /

Воронеж 2019

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Целью дисциплины является формирование у студентов систематических знаний о фундаментальных принципах, определяющих структуру и физические свойства наноструктурированных материалов, а также влияющих на изменение физических свойств твердых тел при переходе к наноструктурному состоянию, которые составляют основу подготовки специалистов в области электронной техники и физики твердого тела.

1.2. Для достижения цели ставятся задачи:

Задачи изучения дисциплины состоят в:

- освоение основных физических теорий, позволяющих описать явления в природе, и пределов применимости этих теорий для решения современных и перспективных профессиональных задач;
- овладение фундаментальными принципами и методами решения научно-технических задач;
- умение ориентироваться в научно-технической информации;
- формирование навыков по применению положений фундаментальной теории к грамотному научному анализу ситуаций, с которыми магистру придется сталкиваться при создании или использовании новой техники и новых технологий;
- умение использовать физические принципы и законы, а также результаты экспериментальных открытий в тех областях техники, в которых они будут трудиться;
- ознакомление студентов с историей и логикой развития научных знаний о наноструктурированных материалах и современных проблемах при их изучении.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Современные проблемы в изучении наноструктурированных материалов» относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока Б.1 учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Современные проблемы в изучении наноструктурированных материалов» направлен на формирование следующих компетенций:

ДПК-2 - способность самостоятельно разрабатывать новые материалы, элементы, приборы и устройства электронной техники, работающие на новых физических принципах

ОПК-5 способность осуществлять научный поиск и разработку новых перспективных подходов и методов к решению профессиональных задач, готовностью к профессиональному росту

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ДПК-2	Знать физические свойства функциональных наноструктурированных систем
	Уметь выбирать метод, режимы получения и условия формирования наноструктурного состояния;
	Владеть навыками анализа и систематизации новой информации, касающейся различных аспектов наноструктурированных материалов
ОПК -5	Знать основные физические явления и основные законы физики наноструктурированного состояния, границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях; методы получения наноструктурированных систем; механические свойства полимерных композиционных материалов;
	Уметь выявлять факторы, влияющие на механизм роста и структуру формирующейся структуры композитов различного назначения; объяснить основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий; истолковывать смысл физических величин и понятий;
	Владеть навыками исследования физических свойств наноструктурированных материалов; навыками применения основных методов физико-математического анализа для исследования наноструктурированного состояния;

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Современные проблемы в изучении наноструктурированных материалов» составляет 5 зачетных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения
2 семестр

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Не- деля семест- ра	Вид учебной нагрузки и их трудоем- кость в часах				
				Лекции	Практи- ческие занятия	Лабо- ратор- ные ра- боты	СРС	Все- го часов
1	Углеродные материалы	2	1-7	6	6		28	40
2	Фрактальные структуры вещества	2	8-9	2	2		8	12
3	Процессы кристаллизации в хими- ческом материаловедении	2	10	2	2		4	8
4	Физические свойства веществ в на- нокристаллическом	2	11-14	4	4		16	24
5	Применение функциональных на- номатериалов	2	15-18	4	4		16	24
Итого				18	18		72	108

3 семестр

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Не- деля семест- ра	Вид учебной нагрузки и их трудоем- кость в часах				
				Лекции	Практи- ческие занятия	Лабо- ратор- ные ра- боты	СРС	Все- го часов
1	Фундаментальные основы нанострук- тур	3	1-4		8		8	16
2	Основные методы исследования, анализа и аттестации наноструктур	3	5-7		6		6	12
3	Зондовые нанотехнологии	3	8-9		4		4	8
4	Полимерные композиционные на- номатериалы	3	10-18		18		18	36
Итого					36		36	72

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Лекции

2 семестр

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов
2 семестр		18

Раздел 1. Углеродные материалы		18
1	Основные модификации углерода. Материалы на основе графита, пироуглерод, стеклоуглерод. Алмаз. Органические соединения углерода. Фуллерены Свойства фуллеренов. Структура фуллеренов и их производных. Кристаллическая решетка. Фуллерены в растворах. Физические свойства. Получение фуллеренов. Методы синтеза фуллеренов. Воздействие энергетического луча. Дуговые разряды постоянного тока. Дуговые разряды промышленной частоты. ВЧ-разряд переменного тока. ВЧ-разряды мегагерцового диапазона.	2
3	Фуллериты. Электрические свойства фуллеритов. Интеркалированные соединения фуллеренов. Превращение фуллерита при высоких давлениях и температурах. Возможные пути использования фуллеренов. Углеродные нанотрубки. Методы получения углеродных нанотрубок. Термическое распыление графита. Лазерное распыление графита.	4
5	Физические свойства углеродных нанотрубок. Графены и нанографиты Капиллярные эффекты в нанотрубках углерода. Удельное электрическое сопротивление углеродных нанотрубок. Эмиссионные свойства нанотрубок углерода. Магнитная восприимчивость нанотрубок. Теоретические сведения. Методы получения графенов. Применение графенов. Нанографиты: структура, методы получения, свойства и применение.	2
	Раздел 2. Фрактальные структуры вещества	
7	Общие сведения о фракталах. Фрактальная структура наполнителей в каучуках. Геометрическая фрактальная размерность. Экспериментальные методы определения фрактальной размерности. Методы получения конденсированных сред с фрактальной структурой. Образование фрактальных структур в парогазовой фазе. Формирование фрактальных структур в плазме дугового разряда. Фрактальная структура наполнителей в каучуках. Общие сведения. Основы теории перколяции. Механизмы образования фрактальных агрегатов из активных наполнителей. Механические свойства. Аномальная диффузия во фрактальной сетке. Электрическая проводимость	2
	Раздел 3. Процессы кристаллизации в химическом материаловедении	
9	Процессы формирования нанокристаллов. Формы существования материалов. Образование новой фазы. Механизмы роста новой фазы. Явление роста кристалла	2
	Раздел 4. Физические свойства веществ в нанокристаллическом состоянии	
11	Оптические, магнитные и электронные свойства наносистем. Оптические свойства наночастиц металлов. Плазмонный резонанс. Оптические свойства полупроводниковых наночастиц. Квантоворазмерный эффект Магнитные свойства наноструктурированных ферромагнетиков. Зонная структура. Поверхность нанокристаллов: дефекты координации и	2

	<i>барьерное ограничение. Магнитные свойства наносистем. Доменная структура ферромагнитных материалов. Суперпарамагнетизм..</i>	
13	Намагничивание наноструктурированных ферромагнетиков. <i>Обменная анизотропия. Когерентное вращение магнитных моментов доменных частиц. “Свертка” магнитных моментов с образованием вихревого поля. Влияние дефектов на физические свойства. Структура межзеренных границ. Дефекты в наноструктурированных материалах. Влияние границ раздела на свойства нанокристаллических наноматериалов. Эластические свойства. Высокотемпературная ползучесть.</i>	2
	Раздел 5. Применение функциональных наноматериалов	
15	Наноэлектроника. МЭМС, НЭМС <i>Наномеханизмы и наноустройства. Микро- и наноэлектромеханические системы (МЭМС и НЭМС). Микро- и нанотрибология. Наномеханика и износ наномеханизмов. Преобразование энергии. Электростатические актюаторы. Нанолифт. Устройства на основе алкенов. Наноэлектроника. Современные транзисторы. Проявление квантовых эффектов. Проблема плотности энергии и теплоотвода. Дефекты и ошибки. Транзисторы на основе углеродных нанотрубок. Квантовые компьютеры. Принципы квантового компьютера (КК). Алгоритмы квантового компьютера. Материалы для квантового компьютера. Перспективы развития.</i>	2
17	Молекулярная электроника, магнитные носители информации, материалы для бионанотехнологий <i>Молекулярная электроника. Исследование диэлектрических свойств структур Hg-SAM/SAM-Hg. Определение напряжения пробоя самособирающихся монослоев из ароматических и алифатических сульфонов. Использование шаблона из SiN для измерения электрических свойств отдельных молекул. Молекулярная электроника, магнитные носители информации, материалы для бионанотехнологий. Молекулярная электроника. Исследование диэлектрических свойств структур Hg-SAM/SAM-Hg. Определение напряжения пробоя самособирающихся монослоев из ароматических и алифатических сульфонов. Использование шаблона из SiN для измерения электрических свойств отдельных молекул.</i>	2
Итого часов		18

5.2. Практические занятия

2 семестр

№ п/п	Тема практического занятия	Объем часов
	Раздел 1. Углеродные материалы	
1	Основные модификации углерода. <i>Материалы на основе графита, пироуглерод, стеклоуглерод. Алмаз. Органические соединения углерода. Фуллерены Свойства фуллеренов. Структура фуллеренов и их производных. Кристаллическая решетка. Фуллерены в растворах. Физические свойства.</i>	2

2	Получение фуллеренов. <i>Методы синтеза фуллеренов. Воздействие энергетического луча. Дуговые разряды постоянного тока. Дуговые разряды промышленной частоты. ВЧ-разряд переменного тока. ВЧ-разряды мегагерцового диапазона. Фуллериты.</i> <i>Электрические свойства фуллеритов. Интеркалированные соединения фуллеренов. Превращение фуллерита при высоких давлениях и температурах. Возможные пути использования фуллеренов.</i> Углеродные нанотрубки. <i>Методы получения углеродных нанотрубок. Термическое распыление графита. Лазерное распыление графита</i>	2
3	. Физические свойства углеродных нанотрубок. <i>Капиллярные эффекты в нанотрубках углерода. Удельное электрическое сопротивление углеродных нанотрубок. Эмиссионные свойства нанотрубок углерода. Магнитная восприимчивость нанотрубок.</i> Графены и нанографиты . <i>Теоретические сведения. Методы получения графенов. Применение графенов. Нанографиты: структура, методы получения, свойства и применение.</i>	2
	Раздел 2. Фрактальные структуры вещества	
4	Общие сведения о фракталах. <i>Геометрическая фрактальная размерность. Экспериментальные методы определения фрактальной размерности. Методы получения конденсированных сред с фрактальной структурой. Образование фрактальных структур в парогазовой фазе. Формирование фрактальных структур в плазме дугового разряда.</i> Фрактальная структура наполнителей в каучуках. <i>Общие сведения. Основы теории перколяции. Механизмы образования фрактальных агрегатов из активных наполнителей. Механические свойства. Аномальная диффузия во фрактальной сетке. Электрическая проводимость.</i>	2
	Раздел 3. Процессы кристаллизации в химическом материаловедении	
5	Процессы формирования нанокристаллов. <i>Формы существования материалов. Образование новой фазы. Механизмы роста новой фазы. Явление роста кристалла.</i>	2
	Раздел 4. Физические свойства веществ в нанокристаллическом состоянии	
6	Оптические и электронные свойства наносистем. <i>Оптические свойства наночастиц металлов. Плазмонный резонанс. Оптические свойства полупроводниковых наночастиц. Квантоворазмерный эффект.</i> Магнитные свойства наноструктурированных ферромагнетиков. <i>Зонная структура. Поверхность нанокристаллов: дефекты ко-</i>	2

	<i>ординации и барьерное ограничение. Магнитные свойства наносистем. Доменная структура ферромагнитных материалов. Суперпарамагнетизм.</i>	
7	Намагничивание наноструктурированных ферромагнетиков. Обменная анизотропия. Когерентное вращение магнитных моментов доменных частиц. "Свертка" магнитных моментов с образованием вихревого поля. Влияние дефектов на физические свойства. Структура межзеренных границ. Дефекты в наноструктурированных материалах. Влияние границ раздела на свойства нанокристаллических наноматериалов. Эластические свойства. Высокотемпературная ползучесть.	2
	Раздел 5. Применение функциональных наноматериалов	
8	МЭМС, НЭМС, Наномеханизмы и наноустройства. Микро- и наноэлектромеханические системы (МЭМС и НЭМС). Микро- и нанотрибология. Наномеханика и износ наномеханизмов. Преобразование энергии. Электростатические актюаторы. Наноэлектроника. Нанолифт. Устройства на основе алкенов. Наноэлектроника. Современные транзисторы. Проявление квантовых эффектов. Проблема плотности энергии и теплоотвода. Дефекты и ошибки. Транзисторы на основе углеродных нанотрубок. Квантовые компьютеры. Принципы квантового компьютера (КК). Алгоритмы квантового компьютера. Материалы для квантового компьютера. Перспективы развития.	2
9	Молекулярная электроника, магнитные носители информации, материалы для бионанотехнологий Молекулярная электроника. Исследование диэлектрических свойств структур Hg-SAM/SAM-Hg. Определение напряжения пробоя самособирающихся монослоев из ароматических и алифатических сульфонов. Использование шаблона из SiN для измерения электрических свойств отдельных молекул. Конструкционные наноматериалы для медицины. Нанофармакология и нанолекарства. Синтез, биоконъюгация и биосовместимость наночастиц. Магнитные наноматериалы в медицине. Магнито-жидкостная гипертермия. Нанокапсулы.	2
Итого часов		18

Семестр 3

Неделя семестра	Тема практического занятия	Объем часов
-----------------	----------------------------	-------------

	Тема 1. Фундаментальные основы наноструктур	8
1	Общие особенности наноструктур. <i>Размерные эффекты. Роль поверхности и приповерхностных явлений. Явления переноса. Самоорганизация и самосборка.</i>	2
2	Атомно-молекулярная структура наночастиц и наносистем. <i>Атомный порядок и его влияние на свойства наноструктур. Зарождение и эволюция наноструктур.</i>	2
3	Электронная структура наноструктурированных твердых тел. <i>Электроны в наноструктурах: одноэлектроника, Спинтроника, Квантовые ямы, проволоки и точки.</i>	2
4	Свободные и внутренние поверхности в наноструктурах. <i>Перестройка решетки вблизи поверхности. Атомные дефекты поверхности. Атомарные процессы на поверхности. Электронные свойства поверхности. Соотношение объемных и поверхностных сил.</i>	2
	Тема 2. Основные методы исследования, анализа и аттестации наноструктур	6
5	Применение электронной микроскопии для исследования наноструктурированных материалов. <i>Просвечивающая электронная микроскопия. Растровая электронная микроскопия.</i>	2
6	Дифракционные методы анализа наноструктур. <i>Дифракция рентгеновского излучения, электронов и нейтронов. Рентгеноструктурный анализ. Электронография. Нейтронография.</i>	2
7	Спектральные методы при исследовании наноструктур. <i>Оптическая спектроскопия. ИК-Фурье-спектроскопия. Рамановская спектроскопия. ОЖЕ-спектроскопия. Магниторезонансная спектроскопия. Масс-спектроскопия. Гамма-резонансная спектроскопия.</i>	2
	Тема 3. Зондовые нанотехнологии	4
8	Сканирующая зондовая микроскопия. <i>Общие принципы сканирующей зондовой микроскопии. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая сканирующая микроскопия. Электросиловая зондовая микроскопия. Магнитно-силовая зондовая микроскопия. Другие разновидности сканирующей зондовой микроскопии.</i>	2
9	Силовой нанотестинг приповерхностных слоев. <i>Методы тестирования локальным нагружением. Основы техники наноиндентирования. Информативные возможности наноиндентирования. Анализ диаграмм нагружения при наноиндентировании. Примеры использования наноиндентирования при исследовании твердых тел.</i>	2
	Тема 4. Полимерные композиционные наноматериалы	18

10	Принципы создания, составы и свойства ПКМ <i>Общие сведения. Классификация ПКМ. Основные механические и эксплуатационные свойства.</i>	2
11	Связующие для ПКМ. <i>Ненасыщенные сложные полиэфиры. Олигоакрилаты. Формополимеры. Эпоксидные связующие. Термоэластопласты.</i>	2
12	Основные виды наполнителей и армирующих элементов композиционных наноматериалов. <i>Классификация наполнителей. Дисперсные наполнители. Армирующие элементы: стекловолокнистые, углеволокнистые, органоволокнистые, бороволокнистые, базальтоволокнистые</i>	2
13	Полиамидные ПКМ. <i>Волокна из ароматических полиамидов. Технология, строение и свойства полиамидных волокон. Волокна из сверхмолекулярного полиэтилена. Полимерные композиционные материалы с полимерными «матричными» волокнами.</i>	2
14	Углеродные композиционные материалы. <i>Аллотропные и переходные формы углерода. Углеродные и графитизированные волокна. Углеродные волокна на основе гидратцеллюлозы и полиакрилонитрила. Углеродные волокна из пеков. Обработка поверхности углеродных волокон</i>	2
15	Углепластики. <i>Конструкционные свойства углепластиков. Терморезистивные углеволокниты. Термопластичные углеволокниты. Применение углепластиков.</i>	2
16	ПКМ с минеральными наполнителями. <i>Тенденции развития ПКМ с минеральными наполнителями. Полимерные нанокомпозиты с природными, синтетическими и металлическими наноразмерными наполнителями. Минеральные волокна и ПКМ на их основе.</i>	2
17	Стеклопластики и ПКМ на основе неорганических волокон. <i>Стекланные волокна и ткани на их основе. Свойства стеклопластиков. ПКМ на основе волокон из базальта, карбида кремния и керамики.</i>	2
18	Поливолоконные ПКМ. <i>Упругопрочностные свойства поливолоконных ПКМ при статическом и динамическом нагружении. Конструкционные свойства промышленных поливолоконных ПКМ.</i>	2
Итого часов:		36

5.3 Лабораторные работы (не предусмотрены)

5.4. Самостоятельная работа

Семестр 2

№ п/п	Тема практического занятия	Объ- ем часов	Форма контроля
	Раздел 1. Углеродные материалы		
1	Основные модификации углерода, материалы на основе графита, пироуглерод, стеклоуглерод	4	Доклад на семинаре
2	Фуллерены Свойства фуллеренов. Структура фуллеренов и их производных. Кристаллическая решетка. Фуллерены в растворах. Физические свойства	4	Реферат
3	Получение фуллеренов Методы синтеза фуллеренов. Воздействие энергетического луча. Дуговые разряды постоянного тока. Дуговые разряды промышленной частоты. ВЧ-разряд переменного тока. ВЧ-разряды мегагерцового диапазона	4	Доклад на семинаре
4	Фуллериты Электрические свойства фуллеритов. Интеркалированные соединения фуллеренов. Превращение фуллерита при высоких давлениях и температурах. Возможные пути использования фуллеренов	4	Реферат
5	Углеродные нанотрубки Методы получения углеродных нанотрубок. Термическое распыление графита. Лазерное распыление графита	4	Доклад на семинаре
6	Физические свойства углеродных нанотрубок Капиллярные эффекты в нанотрубках углерода. Удельное электрическое сопротивление углеродных нанотрубок. Эмиссионные свойства нанотрубок углерода. Магнитная восприимчивость нанотрубок	4	Реферат
7	Графены и нанографиты Теоретические сведения. Методы получения графенов. Применение графенов. Нанографиты: структура, методы получения, свойства и применение	4	Доклад на семинаре
	Раздел 2. Фрактальные структуры вещества		
8	Понятие о фракталах. Геометрическая фрактальная размерность. Экспериментальные методы определения фрактальной размерности. Методы получения конденсированных сред с фрактальной структурой. Образование фрактальных структур в парогазовой фазе. Формирование фрактальных структур в плазме дугового разряда	4	Реферат

9	Фрактальная структура наполнителей в каучуках Общие сведения. Основы теории перколяции. Механизмы образования фрактальных агрегатов из активных наполнителей. Механические свойства. Аномальная диффузия во фрактальной сетке. Электрическая проводимость	4	Реферат.
	Раздел 3. Процессы кристаллизации в химическом материаловедении		
10	Формы существования материалов. Образование новой фазы. Механизмы роста новой фазы. Явление роста кристалла	4	Реферат
	Раздел 4. Физические свойства веществ в нанокристаллическом		
11	Оптические и электронные свойства наносистем. Оптические свойства наночастиц металлов. Плазмонный резонанс. Оптические свойства полупроводниковых наночастиц. Квантоворазмерный эффект	4	Реферат
12	Зонная структура. Поверхность нанокристаллов: дефекты координации и барьерное ограничение. Магнитные свойства наносистем. Доменная структура ферромагнитных материалов. Суперпарамагнетизм	4	Доклад на семинаре
13	Обменная анизотропия. Перемагничивание одно. Когерентное вращение магнитных моментов доменных частиц. “Свертка” магнитных моментов с образованием вихревого поля	4	Реферат
14	Структура межзеренных границ. Дефекты в наноструктурированных материалах. Влияние границ раздела на свойства нанокристаллических наноматериалов. Эластические свойства. Высокотемпературная ползучесть	4	Доклад на семинаре
	Раздел 5. Применение функциональных наноматериалов		
15	Часть 1: МЭМС, НЭМС, наноэлектроника Применение функциональных наноматериалов. Наномеханизмы и наноустройства. Микро- и наноэлектромеханические системы (МЭМС и НЭМС). Микро- и нанотрибология. Наномеханика и износ наномеханизмов. Преобразование энергии. Электростатические актюаторы	4	Реферат
16	Нанолифт. Устройства на основе алкенов. Наноэлектроника. Современные транзисторы. Проявление квантовых эффектов. Проблема плотности энергии и теплоотвода. Дефекты и ошибки. Транзисторы на основе углеродных нанотрубок. Квантовые компьютеры. Принципы квантового компьютера (КК). Алгоритмы квантового компьютера. Материалы для квантового компьютера. Перспективы развития	4	Доклад на семинаре

17	Часть 2: Молекулярная электроника, магнитные носители информации, материалы для бионанотехнологий Молекулярная электроника. Исследование диэлектрических свойств структур Hg-SAM/SAM-Hg. Определение напряжения пробоя самособирающихся монослоев из ароматических и алифатических сульфонов. Использование шаблона из SiN для измерения электрических свойств отдельных молекул	4	Реферат
18	Конструкционные наноматериалы для медицины. Нанофармакология и нанолечения. Синтез, биоконъюгация и биосовместимость наночастиц. Магнитные наноматериалы в медицине. Магнито-жидкостная гипертермия. Нанокапсулы	4	Доклад на семинаре
Итого часов		72	

СЕМЕСТР 3

Неделя семестра	Вид СРС	Форма контроля	Объем часов
1	Самостоятельное изучение материала. Подготовка к практическому занятию.	Выступление на семинаре. Опрос	2
2	Самостоятельное изучение материала. Подготовка к практическому занятию.	Выступление на семинаре. Опрос	2
3	Самостоятельное изучение материала. Подготовка к практическому занятию.	Выступление на семинаре. Опрос	2
4	Самостоятельное изучение материала. Подготовка к практическому занятию.	Выступление на семинаре. Опрос	2
5	Самостоятельное изучение материала. Подготовка к практическому занятию.	Выступление на семинаре. Опрос	2
6	Самостоятельное изучение материала. Подготовка к практическому занятию.	Выступление на семинаре. Опрос	2
7	Самостоятельное изучение материала. Подготовка к практическому занятию.	Выступление на семинаре. Опрос	2
8	Самостоятельное изучение материала. Подготовка к практическому занятию.	Выступление на семинаре. Опрос	2
9	Самостоятельное изучение материала. Подготовка к практическому занятию.	Выступление на семинаре. Опрос	2
10	Самостоятельное изучение материала. Подготовка к практическому занятию.	Выступление на семинаре. Опрос	2
11	Самостоятельное изучение материала. Подготовка к практическому занятию.	Выступление на семинаре. Опрос	2
12	Самостоятельное изучение материала. Подготовка к практическому занятию.	Выступление на семинаре. Опрос	2
13	Самостоятельное изучение материала. Подготовка к	Выступление на	2

	практическому занятию.	семинаре. Опрос	
14	Самостоятельное изучение материала. Подготовка к практическому занятию.	Выступление на семинаре. Опрос	2
15	Самостоятельное изучение материала. Подготовка к практическому занятию.	Выступление на семинаре. Опрос	2
16	Самостоятельное изучение материала. Подготовка к практическому занятию.	Выступление на семинаре. Опрос	2
17	Самостоятельное изучение материала. Подготовка к практическому занятию.	Выступление на семинаре. Опрос	2
18	Самостоятельное изучение материала. Подготовка к практическому занятию.	Выступление на семинаре. Опрос	2
Итого часов:			36

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

1. (не предусмотрены)

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1 Индексированные результаты обучения

Компетенция	Результат	Индекс
ДПК-2 - способность самостоятельно разрабатывать новые материалы, элементы, приборы и устройства электронной техники, работающие на новых физических принципах	Знать физические свойства функциональных наноструктурированных систем	П1.Р1
	Уметь выбирать метод, режимы получения и условия формирования наноструктурного состояния;	П1.Р2
	Владеть навыками анализа и систематизации новой информации, касающейся различных аспектов наноструктурированных материалов	П1.Р3

ОПК -5	Знать основные физические явления и основные законы физики наноструктурированного состояния, границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях; методы получения наноструктурированных систем; механические свойства полимерных композиционных материалов;
	Уметь выявлять факторы, влияющие на механизм роста и структуру формирующейся структуры композитов различного назначения; объяснить основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий; истолковывать смысл физических величин и понятий;
	Владеть навыками исследования физических свойств наноструктурированных материалов; навыками применения основных методов физико-математического анализа для исследования наноструктурированного состояния;

Паспорт фонда оценочных средств

Семестр 2.

Разделы: «Углеродные и функциональные наноматериалы»

Вид контроля	Контролируемые модули (темы) дисциплины	Индекс компетенции / результата	Форма контроля	Индекс и объем КОС
Текущий	Углеродные материалы	П1.Р1. ДПК-2, ОПК-5 П1,Р2. ДПК-2 ОПК-5 П1.Р2. ДПК-2 ОПК-5	Тестирование	
Текущий	Фрактальные структуры вещества Процессы кристаллизации в химическом материаловедении	П1.Р1. ДПК-2 ОПК-5 П1,Р2. ДПК-2 ОПК-5 П1.Р2. ДПК-2 ОПК-5	Тестирование	
		П1.Р1. ДПК-2 ОПК-5 П1,Р2. ДПК-2 ОПК-5 П1.Р2. ДПК-2 ОПК-5	Тестирование	
Текущий	Физические свойства веществ в нанокристаллическом	П1.Р1. ДПК-2 ОПК-5 П1,Р2. ДПК-2 ОПК-5 П1.Р2. ДПК-2 ОПК-5	Тестирование	
Текущий	Применение функциональных наноматериалов	П1.Р1. ДПК-2 ОПК-5 П1,Р2. ДПК-2 ОПК-5 П1.Р2. ДПК-2 ОПК-5	Тестирование	

Семестр 3.

Разделы: «Фундаментальные основы наноструктур и функциональные композиционные наноматериалы»

Вид контроля	Контролируемые модули (темы) дисциплины	Индекс компетенции/ результата	Форма контроля	Индекс и объем КОС
Текущий	Общие сведения о наноструктурах	П1.Р1. ДПК-2 ОПК-5 П1.Р2. ДПК-2 ОПК-5 П1.Р2. ДПК-2 ОПК-5	Коллоквиум	Коллоквиум №1
Текущий	Физические основы нанотехнологий	П1.Р1. ДПК-2 ОПК-5 П1.Р2. ДПК-2 ОПК-5 П1.Р2. ДПК-2 ОПК-5	Коллоквиум	Коллоквиум № 2
Текущий	Методы исследования, анализа и аттестации наноструктур	П1.Р1. ДПК-2 ОПК-5 П1.Р2. ДПК-2 ОПК-5 П1.Р2. ДПК-2 ОПК-5	Тестирование	Тесты 3.1
Промежуточный	Функциональные композиционные наноматериалы	П1.Р1. ДПК-2 ОПК-5 П1.Р2. ДПК-2 ОПК-5 П1.Р2. ДПК-2 ОПК-5	Тестирование	Тесты 3.2

7.2. Оценочные средства по контрольной работе (ИДЗ¹)

7.2.a. Примерные тестовые задания

6.2.2. Тестовые задания ко 2 семестру

(правильные ответы выделены курсивом)

	Вопрос	Варианты ответа
1	Нанотехнология работает с объектами размером менее:	1) 10^{-9} м 2) 10^{-8} м 3) 10^{-7} м 4) 10^{-6} м (Эталон: 3)
2	Наноматериалы характеризуют...	1) отсутствие дефектов 2) энергонасыщенность 3) химическая активность 4) повышенная температура плавления (Эталон: 1, 2, 3)
3	Основные механизмы образования малых частиц...	1) бездиффузионный 2) диффузионный 3) коагуляционный 4) фрактальный (Эталон: 1, 2, 3)
4	У металлов переход к квантовым эффектам наблюдается при размере частиц : нм	1) 100-200 2) 50-60 3) 10-20 4) 1-2 (Эталон: 4)
5	К характерным углеродным наноматериалам относятся...	1) фуллерены 2) графит 3) карбин 4) углеродные нанотрубки. (Эталон: 1, 4)

¹Индивидуальное домашнее задание (типовой расчет, расчетно-графическая работа)

6	Последовательность структурных единиц по возрастанию количества атомов...	1) молекула 2) атом 3) кластер 4) наночастица (Эталон: 2, 1, 3, 4)
7	Все методы синтеза наноматериалов можно разделить на две группы...	1) физические 2) механические 3) взрывные 4) химические (Эталон: 1,4)
8	Наиболее производительный и управляемый процесс получения ультрадисперсных материалов метод :	1) измельчения 2) диспергирования 3) испарения в газе 4) распыление газом (Эталон: 3)
9	У металлов переход к квантовым эффектам наблюдается при размере частиц : нм	1) 100-200 2) 50-60 3) 10-20 4) 1-2 (Эталон: 4)
10	К характерным наноматериалам относятся...	1) фуллерены 2) графит 3) карбин 4) углеродные нанотрубки. (Эталон: 1, 4)
11	При термическом разложении сложные соединения распадаются с образованием синтезируемого вещества и выделением : фазы	1) жидкой 2) газовой 3) твердой 4) плазменной 4 (Эталон: 2)
12	При получении наночастиц испарением размер их частиц зависит в большей степени от :	1) теплоемкости металла 2) температуры плавления 3) давления газа 4) скорости испарения (Эталон: 3)

13	.Распределение получаемых испарением и конденсацией частиц по размерам является:	1) нормальным 2) логарифмическим 3) экспоненциальным 4) логарифмически нормальным (Эталон: 4)
14	При получении наночастиц испарение и конденсация могут протекать в...	1) вакууме 2) плотном газе 3) потоке газа 4) струе плазмы (Эталон: 1,3,4)
15	Для сбора получаемых порошков используют...	1) сорбенты 2) фильтры 3) центробежное осаждение 4) жидкую пленку (Эталон: 2,3,4)
16	Главные недостатки плазмохимического синтеза ...	1) широкое распределение частиц по размерам 2) наличие довольно крупных частиц 3) высокое содержание примесей 4) низкая производительность (Эталон: 1,2,3)
17	. Карат составляет :	1) 1 г 2) 20 г 3) 0,2 г 4) 0,5 г (Эталон: 3)
18	Состав продуктов синтеза определяют с помощью :	1) химического метода 2) рентгеноструктурного анализа 3) растрового микроскопа 4) ультразвука Эталон: (1,2)
19	Детонационный алмазный порошок образуется в зоне химического разложения за время не более :	1) 1 мкс 2) 0,4 мкс 3) 2 мкс 4) 5 мкс Эталон: (2)

20	При малых размерах углеродных наночастиц термодинамически стабильной формой углерода является...	1) алмаз 2) фуллерен 3) графит 4) карбин Эталон: (1)
21	Отношение длины к диаметру синтезированных нитевидных кристаллов MgO достигает :	1) 1 2) 10 3) 100 4) 1000 Эталон: (3)
22	В качестве охладителя при синтезе используется химически нейтральная по отношению к получаемому материалу ...	1) плазма 2) газовая среда 3) жидкая среда 4) смесь порошков Эталон: (2,3)
23	С увеличением температуры равновесие сдвигается в сторону реакций, идущих с ...	1) выделением тепла 2) поглощением тепла 3) увеличением давления 4) уменьшением давления (Эталон: 2)
24	Расширение продуктов синтеза – процесс :	1) изотермический 2) адиабатический 3) изохорический 4) изобарический (Эталон: 2)
25	Свободный углерод конденсируется в зоне химической реакции в аморфном виде по механизму :	1) жидко-капельной коалесценции 2) газовой конденсации 3) кластерной агрегации 4) фрактальной кластеризации (Эталон: 1)
26	Для идеального алмаза без примесей удельное сопротивление : Ом·см.	1) 10^{20} 2) 10^{40} 3) 10^{70} 4) 10^{80} (Эталон: 3)

27	Диэлектрическая проницаемость алмаза при 300 К равна :	1) 3,24 2) 5,68. 3) 7,56 4) 11,32 (Эталон: 2)
28	Последовательность технологических операций синтеза ...	1) детонация 2) улавливание алмазов 3) создание атмосферы в камере 4) выгрузка (Эталон: 3,1,2,4)
29	Золи могут длительное время существовать в жидкой фазе не осаждаясь и не коагулируя благодаря :	1) силам поверхностного натяжения 2) смачиванию 3) броуновскому движению 4) капиллярным эффектам (Эталон: 3)
30	Процесс образования наночастиц в результате разложения при высокой температуре твердых веществ называется :	1) термическим разложением 2) термораспадом 3) терморазложением 4) термолизом (Эталон: 4)
31	Отношение относительных изменений поперечного и продольного размеров образца при деформации – это :	1) модуль Юнга 2) коэффициент Гука 3) коэффициент Пуассона 4) коэффициент Грюнайзена (Эталон: 3)
32	Методы получения ультрадисперсных материалов...	1) научные 2) искусственные 3) техногенные 4) природные (Эталон: 2,3,4)
33	К техногенным методам получения наночастиц относятся...	1) металлургические процессы 2)ковка 3) процессы, использующие мельницы 4) литье (Эталон: 1,3)

34	Для осуществления электрического взрыва необходимо пропускание импульса тока плотности :	1) $\geq 10^3 \text{ А/см}^2$ 2) $\geq 10^4 \text{ А/см}^2$ 3) $\geq 10^5 \text{ А/см}^2$ 4) $\geq 10^6 \text{ А/см}^2$ (Эталон: 4)
35	Скоростьнагрева металлов при взрыве проволочки более :	1) 10^4 К/с 2) 10^5 К/с 3) 10^6 К/с 4) 10^7 К/с (Эталон: 4)
36	Последовательность процессов при электрическом взрыве проводника ...	1) нагрев и плавление 2) расширение проводника 3) потеря проводимости 4) подаче напряжения 5) загорание дуги (Эталон: 4,1,2,3,5)
37	Керамические материалы имеют ...	1) высокую прочность 2) большую теплопроводность 3) износо-, коррозионную и эрозионную стойкость 4) химически инертны (Эталон: 1,3,4)
38	Плотность нанокерамического материала после спекания : обычной керамики	1) больше чем у 2) меньше чем у 3) такая же как у (Эталон: 1)
39	Технология создания новых нанокерамик включает разработку...	1) высококачественных порошков 2) новых видов армирующих элементов 3) оборудования для контроля качества 4) термостойких композиционных материалов 5) технологии очистки (Эталон: 1,2,3,4)

40	По применению различают керамику ...	1) строительную 2) огнеупорную 3) бытовую 4) техническую 5) научно-технологическую (Эталон: 1,2,3,4)
41	Изделия из нанокерамики в биотехнологиях можно использовать как ...	1) носители лекарств 2) биофильтры 3) «сосуды» для выращивания клеток 4) материал для кровеносных сосудов 5) биоимплантат (Эталон: 1,2,3,5)
42	Меру раздробленности дисперсных материалов характеризуют ...	1) фрактальной размерностью 2) размером частиц 3) дисперсностью 4) удельной поверхностью (Эталон: 2,3,4)
43	Для характеристики размера частиц произвольной формы используют понятия ...	1) эффективного диаметра 2) приведенного диаметра 3) эквивалентного диаметра 4) седиментационного диаметра (Эталон: 3,4)
44	Последовательность частиц по возрастанию размеров ...	1) микрочастицы 2) атомы, молекулы 3) грубодисперсные частицы 4) кластеры 5) ультрадисперсные частицы (Эталон: 2,4,5,1,3)
45	К нарушению равновесия сил в наночастице и деформации ее решетки приводит то, что...	1) поверхностный атом имеет меньше соседей, чем в объеме. 2) поверхностные атомы адсорбируют газы 3) соседи поверхностного атома расположены по одну сторону 4) поверхностные атомы совершают тепловые колебания (Эталон: 1,3)

46	Основные термодинамические потенциалы...	1) свободная энергия 2) внутренняя энергия 3) потенциал Гиббса 4) энтальпия 5) химический потенциал (Эталон: 1,2,3,4)
47	Прохождение света через дисперсную систему сопровождается такими явлениями, как ...	1) преломление 2) поглощение 3) поляризация 4) рассеяние 5) отражение (Эталон: 1,2,4,5)
	В зависимости от схемы сворачивания графитовой плоскости, нанотрубки могут быть ...	1) металлами 2) полупроводниками 3) полуметаллами 4) проводниками (Эталон: 2,3,4)
	Значение плотности тока в проводящей нанотрубке :	1) сравнимо со сверхпроводником 2) на порядок превосходит плотность тока в объемных сверхпроводниках 3) на два порядка больше плотности тока в объемных сверхпроводниках 4) на три порядка больше плотности тока в объемных сверхпроводниках (Эталон: 3)
	Модуль Юнга однослойной нанотрубки достигает величин :	1) 0.1 ТПа 2) 1–5 ТПа 3) 10-20 ТПа 4) 50 ТПа (Эталон: 2)
	Уникальное сочетание у нанотрубок высокой прочности и высокой упругости уже сейчас служат в :	1) растровых электронных микроскопах 2) просвечивающих электронных микроскопах 3) Сканирующих туннельных микроскопах 4) атомных силовых микроскопах (Эталон: 4)

	. Основные методы получения углеродных нанотрубок и нановолокон ...	1) Дуговой 2) Биотехнологический 3) Лазерно-термический 4) Пиролитический (Эталон: 1,3,4)
--	---	---

Вопросы к промежуточной аттестации во 2 семестре

Раздел 1. Углеродные материалы

Основные модификации углерода, материалы на основе графита, пироуглерод, стеклоуглерод.

Фуллерены.

Свойства фуллеренов. Структура фуллеренов и их производных. Кристаллическая решетка. Фуллерены в растворах. Физические свойства. Кластеры металлов с фуллеренами. Фуллерены как газовая система.

Получение фуллеренов. Методы синтеза фуллеренов. Воздействие энергетического луча. Дуговые разряды постоянного тока. Дуговые разряды промышленной частоты. ВЧ-разряд переменного тока. ВЧ-разряды мегагерцового диапазона. Другие методы синтеза фуллеренов. Методы синтеза фуллереновых производных. Выделение чистых фуллеренов

Фуллериты. Электрические свойства фуллеритов. Интеркалированные соединения фуллеренов. Превращение фуллерита при высоких давлениях и температурах. Возможные пути использования фуллеренов.

Углеродные нанотрубки Структура нанотрубок. Однослойные нанотрубки и хиральность. Многослойные нанотрубки.

Методы получения углеродных нанотрубок. Термическое распыление графита. Лазерное распыление графита.

Физические свойства углеродных нанотрубок. Капиллярные эффекты в нанотрубках углерода. Удельное электрическое сопротивление углеродных нанотрубок. Эмиссионные свойства нанотрубок углерода. Магнитная восприимчивость нанотрубок.

Практическое использование нанотрубок. Углеродные нанотрубки для инженерных наноустройств. Углеродные нанотрубки как материал для электроники и наноэлектроники. Получение углеродных нанотрубок в композитах и порошках оксидных твердых растворов. Углеродные нановолокна

Графены и нанографиты

Теоретические сведения. Методы получения графенов. Применение графенов. Нанографиты: структура, методы получения, свойства и применение

Термоэлектрические материалы нанометрового масштаба

Введение в термоэлектричество. Теория термоэлектрического транспорта в малоразмерных твердых телах. Одномерный термоэлектрический транспорт в квантовых проволочках. Квази - нуль размерные системы, твердые тела, содержащие квантовые точки.

Раздел 2. Фрактальные структуры вещества

Понятие о фракталах. Геометрическая фрактальная размерность. Экспериментальные методы определения фрактальной размерности. Методы получения конденсированных сред с фрактальной структурой. Образование фрактальных структур в парогазовой фазе. Формирование фрактальных структур в плазме дугового разряда

Фрактальная структура наполнителей в каучуках

Общие сведения. Основы теории перколяции. Механизмы образования фрактальных агрегатов из активных наполнителей. Механические свойства. Аномальная диффузия во фрактальной сетке. Электрическая проводимость

Поглощение электромагнитных волн фрактальными агрегатами

Воздействие электромагнитных волн на кластеры. Природа поглощения электромагнитной волны светового диапазона.

Аэрогели. Свойства аэрогеля. Термическая устойчивость аэрогелей SiO_2 . Применение аэрогелей.

Раздел 3. Процессы кристаллизации в химическом материаловедении

Формы существования материалов. Образование новой фазы. Механизмы роста новой фазы. Явление роста кристалла

Молекулярная природа процессов роста кристалла. Молекулярные механизмы роста грани кристалла.

Габитус кристаллов. Нитевидные кристаллы. Кристаллы скелетного и анти-скелетного типа. Дендритные кристаллы

Раздел 4. Физические свойства веществ в нанокристаллическом состоянии

Оптические и электронные свойства наносистем. Оптические свойства наночастиц металлов. Плазмонный резонанс. Оптические свойства полупроводниковых наночастиц. Квантоворазмерный эффект

Зонная структура. Поверхность нанокристаллов: дефекты координации и барьерное ограничение. Сокращение длины связей в приповерхностном слое. Поверхностный потенциальный барьер. Сокращение поверхностных связей, энергия связывания и отношение поверхности к объему. Зависимость зонной структуры от размера наночастиц.

Магнитные свойства наносистем. Доменная структура ферромагнитных материалов. Суперпарамагнетизм

Обменная анизотропия. Перемагничивание однодоменных частиц. Когерентное вращение магнитных моментов доменных частиц. “Свертка” магнитных моментов с образованием вихревого поля

Энергия магнитной анизотропии. Магнитокристаллическая анизотропия.

Анизотропия формы. Анизотропия механического напряжения.

Магнитостатические взаимодействия нанонитей. Магнитные наноматериалы.

Механические свойства наносистем. Закон Холла-Петча

Структура межзеренных границ. Дефекты в наноструктурированных материалах. Влияние границ раздела на свойства нанокристаллических наноматериалов. Эластические свойства. Высокотемпературная ползучесть.

Моделирование поведения зерен и межзеренных границ до и после нагрузки.

Наноккомпозиты. Армирование. Адгезионная прочность. Механические свойства углеродных нанотрубок

Раздел 5. Применение функциональных наноматериалов

Часть 1: МЭМС, НЭМС, наноэлектроника

Применение функциональных наноматериалов. Наномеханизмы и наноразмеры. Микро- и наноэлектромеханические системы (МЭМС и НЭМС).

Микро- и нанотрибология. Наномеханика и износ наномеханизмов.

Преобразование энергии. Электростатические актюаторы. Магнитные актюаторы. Пьезоэлектрические актюаторы. Тепловые актюаторы. Гидравлические актюаторы. Сенсорные НЭМС. Технологии производства МЭМС и НЭМС.

Материалы для МЭМС и НЭМС. Молекулярные актюаторы

Молекулярные моторы

АТФ синтетаза. Флагеллярные моторы бактерий. Миозин, кинезин и диенин.

Искусственно создаваемые молекулярные моторы. Интеграция биологических молекулярных агрегатов в устройства. Ротаксаны и катенаны. Химически-индуцированное движение в ротаксанах. Фотоиндуцированное движение в ротаксанах. Более точный контроль направления движения

Нанолифт. Устройства на основе алкенов. Наноэлектроника. Современные транзисторы. Проявление квантовых эффектов. Проблема плотности энергии и теплоотвода. Дефекты и ошибки. Транзисторы на основе углеродных нанотрубок. Квантовые компьютеры. Принципы квантового компьютера (КК).

Алгоритмы квантового компьютера. Материалы для квантового компьютера.

Перспективы развития

Часть 2: Молекулярная электроника, магнитные носители информации, материалы для бионанотехнологий

Молекулярная электроника. Исследование диэлектрических свойств структур Hg-SAM/SAM-Hg. Определение напряжения пробоя самособирающихся мо-

нослоев из ароматических и алифатических сульфонов. Использование шаблона из SiN для измерения электрических свойств отдельных молекул. Конструкционные наноматериалы для медицины. Нанофармакология и нанолечения. Синтез, биоконъюгация и биосовместимость наночастиц. Магнитные наноматериалы в медицине. Магнито-жидкостная гипертермия. Нанокapsулы

Использование слабой связи для измерения электрических свойств молекул. Магнитные носители информации.

Материалы для бионанотехнологии. Нанолечения и наномедицина. Наносистемы для диагностики заболеваний. Наноинструменты для микробиологии и медицины. Токсичность веществ в нанодисперсном состоянии.

Наноматериалы в современных химических источниках тока.

Химические источники тока как преобразователи химической энергии в электрическую.

Литиевые источники тока: принцип работы и особенности устройства.

Материалы для литий-ионных аккумуляторов: анодные материалы и электролиты. Материалы для литий-ионных аккумуляторов: катодные материалы.

Побочные процессы при работе литий-ионных аккумуляторов.

Наноматериалы для отрицательных электродов. Наноматериалы для положительных электродов и полимерных электролитов литий-ионных аккумуляторов.

Самоорганизация и самосборка в наносистемах. Консервативная самоорганизация. Диссипативная самоорганизация. Спонтанно возникающие упорядоченные структуры.

Процессы самосборки в наносистемах. Связывание наночастиц в блоки. Самоорганизация массивов наночастиц. Самосборка сложных наноструктур.

Сверхкластеры. Темплатный синтез пористых материалов.

6.2.3 Примерные тестовые задания к 3 семестру

Тесты 3.1.

(правильные ответы выделены курсивом)

	Вопрос	Варианты ответа
--	--------	-----------------

1	Поверхностную чувствительность метода рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии можно повысить путём...	а) подбора соответствующей энергии рентгеновских квантов; <i>б) перехода к скользящим углам сбора выходящих электронов;</i> в) перехода к скользящим углам падения возбуждающего рентгеновского излучения.
2	Поверхностную чувствительность метода электронной оже- спектроскопии можно повысить путём...	а) подбора соответствующей энергии первичных электронов; б) перехода к скользящим углам сбора выходящих электронов; <i>в) перехода к скользящим углам падения первичного электронного пучка.</i>
3	В чем принципиальное различие методов сканирующей туннельной (СТМ) и атомно-силовой микроскопии?	а) туннелирование электронов в случае атомно-силовой микроскопии происходит при гораздо меньшей разности потенциалов; б) измерения в первом случае должны проводиться в вакууме, а во втором возможны и при атмосферном давлении; <i>в) в атомно-силовом микроскопе отслеживается непосредственно рельеф поверхности на атомном уровне, а в СТМ измеряется туннельный ток между острием прибора и поверхностью.</i>
4	Преимуществом метода атомно-силовой микроскопии перед СТМ является...	<i>а) возможность анализа на атомном уровне структуры поверхности непроводящих образцов;</i> б) более высокое пространственное разрешение; в) гораздо более простое аппаратное оснащение.
5	Вторично-ионная масс-спектрометрия является...	а) неразрушающим методом анализа поверхности; <i>б) разрушающим методом анализа поверхности;</i> в) ответ зависит от дозы облучения.

6	Чем определяется толщина приповерхностной области металла, дающей основной вклад в фотоэлектронную эмиссию?	а) Глубиной проникновения возбуждающего электромагнитного излучения. б) Длиной свободного пробега возбужденных электронов по отношению к упругому рассеянию. в) <i>Длиной свободного пробега возбужденных электронов по отношению к потере энергии.</i>
7	Что ограничивает пространственное разрешение полевого электронного микроскопа-проектора, не позволяя различать отдельные поверхностные атомы?	а) Дифракция электронов на кристаллической решетке. б) <i>Тепловой разброс по тангенциальной составляющей начальных скоростей.</i> в) Тепловой разброс по продольной составляющей начальных скоростей.
8	Чем определяется глубина выхода фотоэлектронов в вакуум из полупроводников, у которых электронное сродство меньше ширины запрещенной зоны?	а) Коэффициентом оптического поглощения. б) <i>Рассеянием фотоэлектронов на электронах валентной зоны.</i> в) Рассеянием фотоэлектронов на фононах.
9	Чем определяется глубина выхода оже-электронов из металлов?	а) Глубиной проникновения первичных электронов. б) Длиной свободного пробега возбужденных электронов по отношению к упругому рассеянию. в) <i>Длиной свободного пробега возбужденных электронов по отношению к потере энергии.</i>
10	Какой из перечисленных процессов определяет физический механизм электронно - стимулированной десорбции?	а) Непосредственная передача импульса поверхностному атому. б) Локальный разогрев приповерхностной области электронным пучком. в) <i>Разрыв связи атома с поверхностью в результате его возбуждения.</i>
11	Глубина зондирования поверхности в методе оже-спектроскопии определяется...	а) <i>энергией выходящих оже-электронов;</i> б) энергией первичных электронов; в) сечением упругого рассеяния оже-электронов при выходе в вакуум.
12	Пространственное разрешение сканирующего туннельного микроскопа имеет порядок величины...	а) 10^{-8} см; б) 10^{-9} см; в) 10^{-7} см.

13	Пространственное разрешение сканирующего оже-спектрометра определяется...	а) степенью неоднородности поверхности; б) <i>поперечным сечением электронного пучка</i> ; в) энергией электронного зондирующего пучка.
14	Порог чувствительности вторично-ионной масс-спектрометрии для данного спектрометра...	а) равен $\sim 10^{-4}$ ат.% и не зависит от условий регистрации масс-спектров; б) определяется особенностями кристаллического строения образца; в) <i>зависит от свойств детектируемого элемента и химического состава матрицы</i> .
15	При количественном оже-анализе наиболее точным из перечисленных методов является...	а) <i>метод внешних эталонов</i> ; б) метод коэффициентов элементной чувствительности; в) метод измерения абсолютных значений тока оже-электронов.
16	Преимуществом сферического анализатора с тормозящим полем перед дисперсионными энергоанализаторами является...	а) <i>большая светосила и возможность в этих условиях наблюдения картин дифракции медленных электронов</i> ; б) очень высокое энергетическое разрешение; в) возможность применения модуляционной методики при анализе электронов по энергиям.
17	Наиболее эффективным приемником-детектором электронов на выходе дисперсионного анализатора является...	а) цилиндр Фарадея; б) <i>вторично-электронный умножитель</i> ; в) электронно-оптический преобразователь.
18	Интерпретация «химических сдвигов» в спектрах наиболее доступна при использовании метода...	а) электронной оже-спектроскопии; б) ионной оже-спектроскопии; в) <i>рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии</i> .

Каждый правильный ответ оценивается одним баллом (N)

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если $15 < N < 18$;
- оценка «хорошо» $11 < N < 14$;
- оценка «удовлетворительно» $7 < N < 10$;
- оценка «неудовлетворительно» $0 < N < 6$

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если ... $8 < N < 18$;
- оценка «не зачтено» $0 < N < 7$

Вопросы к промежуточной аттестации во 3 семестре

1. Общие особенности наноструктур.
Размерные эффекты. Роль поверхности и приповерхностных явлений. Явления переноса. Самоорганизация и самосборка.
2. Атомно-молекулярная структура наночастиц и наносистем.
Атомный порядок и его влияние на свойства наноструктур. Зарождение и эволюция наноструктур.
3. Электронная структура наноструктурированных твердых тел.
Электроны в наноструктурах: одноэлектроника, Спинтроника, Квантовые ямы, проволоки и точки.
4. Свободные и внутренние поверхности в наноструктурах.
Перестройка решетки вблизи поверхности. Атомные дефекты поверхности. Атомарные процессы на поверхности. Электронные свойства поверхности. Соотношение объемных и поверхностных сил.
5. Применение электронной микроскопии для исследования наноструктурированных материалов.
Просвечивающая электронная микроскопия. Растровая электронная микроскопия
6. Дифракционные методы анализа наноструктур.
Дифракция рентгеновского излучения, электронов и нейтронов. Рентгеноструктурный анализ. Электронография. Нейтронография.
7. Спектральные методы при исследовании наноструктур.
Оптическая спектроскопия. ИК-Фурье-спектроскопия. Рамановская спектроскопия. ОЖЕ-спектроскопия. Магниторезонансная спектроскопия. Масс-спектроскопия. Гамма-резонансная спектроскопия
8. Сканирующая зондовая микроскопия.
Общие принципы сканирующей зондовой микроскопии. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая сканирующая микроскопия. Электросиловая зондовая микроскопия. Магнитно-силовая зондовая микроскопия. Другие разновидности сканирующей зондовой микроскопии.
9. Силовой нанотестинг приповерхностных слоев.
Методы тестирования локальным нагружением. Основы техники наноиндетирования. Информативные возможности наноиндетирования. Анализ диаграмм нагружения при наноиндетировании. Примеры использования наноиндетирования при исследовании твердых тел.
10. Принципы создания, составы и свойства ПКМ
Общие сведения. Классификация ПКМ. Основные механические и эксплуатационные свойства.
11. Связующие для ПКМ.
Ненасыщенные сложные полиэферы. Олигоакрилаты. Форполимеры. Эпоксидные связующие. Термозластопласты.

12. Основные виды наполнителей и армирующих элементов композиционных наноматериалов.

Классификация наполнителей. Дисперсные наполнители. Армирующие элементы: стекловолокнистые, углеволокнистые, органоволокнистые, бороволокнистые, базальтоволокнистые.

13. Полиамидные ПКМ.

Волокна из ароматических полиамидов. Технология, строение и свойства полиамидных волокон. Волокна из сверхмолекулярного полиэтилена. Полимерные композиционные материалы с полимерными «матричными» волокнами.

14. Углеродные композиционные материалы.

Аллотропные и переходные формы углерода. Углеродные и графитизированные волокна. Углеродные волокна на основе гидратцеллюлозы и полиакрилонитрила. Углеродные волокна из пеков. Обработка поверхности углеродных волокон

15. Углепластики.

Конструкционные свойства углепластиков. Терморезистивные углеволокнисты. Термопластичные углеволокнисты. Применение углепластиков.

16. ПКМ с минеральными наполнителями.

Тенденции развития ПКМ с минеральными наполнителями. Полимерные нанокомпозиты с природными, синтетическими и металлическими наноразмерными наполнителями. Минеральные волокна и ПКМ на их основе.

17. Стеклопластики и ПКМ на основе неорганических волокон.

Стекланные волокна и ткани на их основе. Свойства стеклопластиков. ПКМ на основе волокон из базальта, карбида кремния и керамики.

18. Поливолокнистые ПКМ.

Упругопрочностные свойства поливолокнистых ПКМ при статическом и динамическом нагружении. Конструкционные свойства промышленных поливолокнистых ПКМ.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1 Рекомендуемая литература				
№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Вид издания, год	Обеспеченность
8.1.1. Основная литература				
1	С.А. Гриднев, Ю.Е. Калинин, А.В. Ситников,	Нелинейные явления в нано- и микроразмерных системах.	М.: Бином. Лаборатория зна-	

	О.В. Стогней.		ний. - 2012.- 352 с.	
2	Г.Н. Чурилов, Н.В. Булина, А.С. Федоров	Фуллерены. Синтез и теория образования	Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007, 230 с.	
3	И.В. Золотухин, Ю.Е. Калинин, О.В. Стогней	Новые направления физического материаловедения	Учебное пособие- Воронеж: Изд-во ВГУ, 2000. 360 с.	
4	И.В. Золотухин, Ю.Е. Калинин	Углеродные нанотрубки и нановолокна	учеб. пособие Воронеж: ГОУВПО «ВГТУ», 2006, 228 с.	
5	И.В. Золотухин, Л.И. Янченко, А.В. Нефедов	Графены и термоэлектрические материалы нанометрового масштаба	учеб. пособие. Воронеж: ГОУВПО «ВГТУ», 2010. 112 с.	
6	Головин Ю.И.	Введение в нанотехнику	М.: Машиностроение, 2007 – 496 с.	
7	Головин Ю.И.	Основы нанотехнологий	М.: Машиностроение, 2012 – 656 с	
8	Кербер, Виноградов В.М., головкин Г.С. и др.	Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология	СПб.: Профессия, 2014. – 560 с.	
8.1.2. Дополнительная литература				
1				
7.1.3 Методические разработки				
1				
2	Калинин Ю.Е., Коротков Л.Н.	МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ к практическим занятиям по дисциплинам «Современные проблемы в изучении наноструктурированных материалов» (части 1,3) для студентов направления		

		16.03.04 «Техническая физика» (магистерская программа «Прикладная физика твердого тела») очной формы обучения		
--	--	---	--	--

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсо-информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Microsoft Word, Microsoft Excel, Internet Explorer.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная видеопроектором Epson

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Современные проблемы в изучении наноструктурированных материалов» читаются лекции, проводятся практические занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков, подбора научной литературы и навыков работы с ней. Занятия проводятся путем проведения семинарских занятий в аудитории.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию о всех видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой остаточных знаний при тестировании. Освоение дисциплины оценивается на зачете.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практические занятия	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме.
Подготовка к дифференцированному зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и работу практических занятиях.

АННОТАЦИЯ
к рабочей программе дисциплины
«Современные проблемы в изучении наноструктурированных
материалов»

Направление подготовки (специальность) 16.04.01 –Техническая физика

Профиль (специализация) Прикладная физика твердого тела

Квалификация выпускника Магистр

Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения Очная

Год начала подготовки 2019 г.

Цель изучения дисциплины: формирование у студентов систематических знаний о фундаментальных принципах, определяющих структуру и физические свойства наноструктурированных материалов, а также влияющих на изменение физических свойств твердых тел при переходе к наноструктурному состоянию, которые составляют основу подготовки специалистов в области электронной техники и физики твердого тела.

Задачи изучения дисциплины:

- освоение основных физических теорий, позволяющих описать явления в природе, и пределов применимости этих теорий для решения современных и перспективных профессиональных задач;
- овладение фундаментальными принципами и методами решения научно-технических задач;
- умение ориентироваться в научно-технической информации;
- формирование навыков по применению положений фундаментальной теории к грамотному научному анализу ситуаций, с которыми магистру придется сталкиваться при создании или использовании новой техники и новых технологий;
- умение использовать физические принципы и законы, а также результаты экспериментальных открытий в тех областях техники, в которых они будут трудиться;
- ознакомление студентов с историей и логикой развития научных знаний о наноструктурированных материалах и современных проблемах при их изучении.

Формирование у студентов знаний теплотехнической терминологии, законов получения и преобразования энергии, методов анализа эффективности использования теплоты, принципов действия, конструирования, областей применения основного и вспомогательного оборудования систем теплогазоснабжения.

Перечень формируемых компетенций:

ДПК-2 - способность самостоятельно разрабатывать новые материалы, элементы, приборы и устройства электронной техники, работающие на новых физических принципах

ОПК-5 - способность осуществлять научный поиск и разработку новых перспективных подходов и методов к решению профессиональных задач, готовностью к профессиональному росту

Общая трудоемкость дисциплины ЗЕТ: 5 з.е.

Форма итогового контроля по дисциплине: _____ зачет _____
(зачет, зачет с оценкой, экзамен)