

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

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета РТЭ  Небольсин В.А.
«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«Перспективные материалы»

Направление подготовки 16.03.01 Техническая физика

Профиль Физическая электроника

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2021

Автор программы  /Янченко Л.И./

И.о. заведующего кафедрой
Физики твердого тела  /Калинин Ю.Е./

Руководитель ОПОП  /Янченко Л.И./

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

формирование у студента универсальных, предметно-специализированных компетенций, способствующих уверенной ориентации будущих бакалавров в области физики перспективных материалов электронной техники, способах их получения и закономерностях, определяющих влияние внутреннего состояния и внешних воздействий на их физические свойства.

1.2. Задачи освоения дисциплины

изучение структурных особенностей и методов получения новых перспективных материалов электронной техники; изучение физических механизмов, обуславливающих появление новых свойств у материалов электронной техники; изучение физических свойств, проявляемых перспективными материалами электронной техники; изучение возможностей использования перспективных материалов в приборах и устройствах электронной техники.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Перспективные материалы» относится к дисциплинам вариативной части (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Перспективные материалы» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Готовность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике профессиональной деятельности

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	Знать основные типы и систематизацию наноструктурированных материалов; основные физические свойства наноструктурных материалов и наноструктур;
	Уметь выбирать приемлемые методы для исследования физических свойств наноструктурированных материалов; определять основные области применения наноструктурных материалов
	Владеть терминологией, систематизацией, алгоритмом выбора материала для достижения требуемых физических характеристик; принципами получения наноструктурных материалов;

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Перспективные материалы» составляет 3 з.е.

**Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		6
Аудиторные занятия (всего)	54	54
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Самостоятельная работа	54	54
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	108	108
зач.ед.	3	3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Углеродные наноструктуры	Фуллерен и его производные. Структура фуллеренов и фуллеритов. Методы получения и разделения фуллеренов. Применение фуллеренов. Фуллерены как полупроводниковые и наноконструкционные материалы. Фуллерены как материалы для нелинейной оптики. Свойства легированного фуллерита. Фуллерены как прекурсоры для роста алмазных пленок и пленок карбида кремния. Фуллерены как материал для литографии. Углеродные нанотрубки и нановолокна. Структура углеродных нанотрубок, хиральность. Дефекты структуры углеродных нанотрубок. Методы получения нанотрубок. Дуговой синтез. Лазерный синтез. Пиролиз углеводородов. Очистка и раскрытие нанотрубок: химические способы, физические способы. Электрические и механические	6	2	8	16

		свойства нанотрубок Применение углеродных нанотрубок. Углеродные нанотрубки как зонды АСМ. Углеродные нанотрубки как соединительные проводники. Полевая эмиссия и экранирование. Переключающие устройства из углеродных нанотрубок для компьютера. Химические сенсоры на основе углеродных нанотрубок. Полевой транзистор, нанодиод на основе однослойной углеродной нанотрубки. Углеродная «наноткань». Механическое упрочнение композитов Графен и наноалмазы. Графен как перспективный материал для нанoeлектронных устройств. Электронные свойства графена. Поведение электронов проводимости в графене. Электроны и дырки в графене. Подвижность носителей заряда в графене. Модификации графена: наноленты и двухслойный графен. Приборы на основе графена: современное состояние.				
2	Оксидные наноматериалы	Фотонные кристаллы. Принципы структурной организации материалов с оптической зонной структурой. Типы фотонных кристаллов. Фотонные кристаллы на основе SiO₂. Методы синтеза фотонных кристаллов на основе SiO₂: литография, спекание порошка SiO₂ с модификаторами. Перспективы применения фотонных кристаллов: управление спонтанными переходами в оптических системах; замедление фотонов, сжатие информации и оптические компьютеры; оптоволокно для световодов Сенсоры на основе нанокристаллического диоксида олова. Структура объема и	6	2	8	16

		поверхности диоксида олова. Типы активных центров на поверхности диоксида олова. Кисотно-основные центры. Адсорбированные формы кислорода. Парамагнитные центры. Гидратно-гидроксильный слой. Влияние активных центров на сенсорные свойства нанокристаллического диоксида олова.				
3	Аэрогели	Основы методов получения аэрогелей. Сверхкритическая сушка. Сушка при атмосферном давлении. Типы аэрогелей. Неорганические аэрогели: аэрогели на основе SiO ₂ . Модификация аэрогелей на основе SiO ₂ . Органические и углеродные аэрогели. Композитные аэрогели. Применение аэрогелей. Аэрогели как тепло- и акустические изоляторы. Оптические применения аэрогелей. Аэрогели в качестве сорбентов и наполнителей. Аэрогели как сенсоры. Аэрогели как катализаторы.	6	2	8	16
4	Нанокристаллические материалы	Нанопленки. Кинетика, термодинамика, механизмы роста пленок. Критерии ориентированной кристаллизации. Атомная структура и субструктура межфазных границ. Методы получения тонких пленок. Полупроводниковые нанопленки. Магнитные нанопленки. Многослойные пленочные наноструктуры. Алмазоподобные и керамические нанопленки. Пленки Лэнгмюра-Блоджетт. Биоактивные наноструктурированные покрытия. Объемные нанокристаллические материалы, полученные интенсивной пластической	6	4	10	20

		деформацией (Схемы ИПД). Структурообразование в процессе ИПД. Свойства материалов в результате ИПД. Объемные нанокристаллические материалы, полученные компактированием нанопорошков.				
5	Консолидированные наноматериалы	Нанокompозиты. Металлические композиты, армированные наночастицами. Полимерные композиты, армированные наночастицами. Стекланные композиты, армированные наночастицами. Магнитные и радиопоглощающие металлсодержащие наноматериалы. Простые (монометаллические) наночастицы. Наночастицы со структурой ядро-оболочка. Ферритовые наночастицы. Материалы с комбинированными наполнителями	6	4	10	20
6	Наноматериалы в энергетике Химически активные наноматериалы	Наноматериалы с ионной проводимостью. Влияние дисперсности соединений на их ионную проводимость. Ионная проводимость мембранных материалов. Ионная проводимость композиционных материалов. Низкотемпературные топливные элементы. Протонпроводящие мембраны для топливных элементов. Гибридные протонпроводящие мембраны. Проблема устойчивости свойств гибридных ионпроводящих мембран. Электрокатализаторы для низкотемпературных топливных элементов. Носители для катализаторов топливных элементов. Твердооксидные топливные элементы Наноматериалы для литий-ионных аккумуляторов. Углеродные анодные наноматериалы. Металлические	6	4	10	20

		анодные наноматериалы. Наноструктурированные оксиды металлов как электроды литий-ионных аккумуляторов. Анодные наноматериалы на основе кремния. Наноструктурированные катодные материалы положительных электродов на основе феррофосфата лития Солнечные элементы на основе сенсibilизированных широкозонных полупроводников (ССЭ). Принцип действия ССЭ. Фотоанод на основе наноструктурированного диоксида титана. Медиаторные системы в ССЭ. Полимерные электролиты в ССЭ. Дизайн красителей для ССЭ. Солнечные элементы с экстремально тонким поглощающим слоем. Природа изменения химической активности при наноструктурировании. Размерный эффект в работе выхода электрона из наночастицы, соотношении поверхностной и свободной энергии частиц, Гетерогенный катализ с использованием наночастиц..				
Итого			36	18	54	108

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации

оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-1	знать основные типы и систематизацию наноструктурированных материалов; основные физические свойства наноструктурных материалов и наноструктур;	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при зачете	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь выбирать приемлемые методы для исследования физических свойств наноструктурированных материалов; определять основные области применения наноструктурных материалов.	Решение стандартных практических задач, написание тестовых заданий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть терминологией, систематизацией, алгоритмом выбора материала для достижения требуемых физических характеристик; принципами получения наноструктурных материалов;	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана самостоятельных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 6 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-1	знать основные типы и систематизацию наноструктурированных материалов; основные физические свойства наноструктурных материалов и наноструктур;	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь выбирать	Решение стандартных	Продемонстрирова	Задачи не решены

	приемлемые методы для исследования физических свойств наноструктурированных материалов; определять основные области применения наноструктурных материалов.	практических задач	н верный ход решения в большинстве задач	
	владеть терминологией, систематизацией, алгоритмом выбора материала для достижения требуемых физических характеристик; принципами получения наноструктурных материалов;	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирова н верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

	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)

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)

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

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) $\geq 10^3$ А/см ² 2) $\geq 10^4$ А/см ² 3) $\geq 10^5$ А/см ² 4) $\geq 10^6$ А/см ² (Эталон: 4)
35	Скорость нагрева металлов	1) 10^4 К/с

	при взрыве проволоки более :	2) 10^5 K/c 3) 10^6 K/c 4) 10^7 K/c (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)

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

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)
48	В зависимости от схемы сворачивания графитовой плоскости, нанотрубки могут быть ...	1) металлами 2) полупроводниками 3) полуметаллами 4) проводниками (Эталон: 2,3,4)
49	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)
50	Модуль Юнга однослойной нанотрубки достигает величин :	1) 0.1 ТПа 2) 1–5 ТПа 3) 10-20 ТПа 4) 50 ТПа (Эталон: 2)
51	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)

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

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

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. Одноразмерный 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 антискелетного 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 наноустройства. 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 монослоев 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. Нанокапсулы

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.

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

(Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Углеродные наноструктуры	ПК-1	Тест, контрольная работа, защита практических и самостоятельных работ, защита реферата
2	Оксидные наноматериалы	ПК-1	Тест, контрольная работа, защита практических и самостоятельных работ, защита реферата
3	Аэрогели	ПК-1	Тест, контрольная работа, защита практических и самостоятельных работ, защита реферата
4	Нанокристаллические материалы	ПК-1	Тест, контрольная работа, защита практических и самостоятельных работ, защита реферата
5	Консолидированные материалы	ПК-1	Тест, контрольная работа, защита практических и самостоятельных работ, защита реферата
6	Наноматериалы в энергетике	ПК-1	Тест, контрольная

	Химически активные наноматериалы		работа, защита практических и самостоятельных работ, защита реферата
--	----------------------------------	--	--

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. И.В. Золотухин, Ю.Е. Калинин, О.В. Стогней Новые направления физического материаловедения Учебное пособие - Воронеж: Изд-во ВГУ, 2000. 360 с.

2. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии 2009г.

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

Microsoft Word, Microsoft Excel, Internet Explorer.

Автоматизированный измерительный комплекс сбора и предварительной обработки экспериментальных данных.

- Графическая обработка экспериментальных данных Origin 8.0.
- Обработка результатов сканирующей туннельной микроскопии с использованием программы «Image_Analysis_P9»

Работа с базой межплоскостных расстояний «Powder Diffraction File Alphabetical Index Inorganic Compounds»

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная плакатами и пособиями по профилю.

1. Лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.
2. Учебно-научная лаборатория “Нанотехнологии и наноматериалы”.
3. Учебно-научная лаборатория “Технология материалов электронной техники”.
4. Учебно-научная лаборатория “Физических методов исследования”.

Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами

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

По дисциплине «Перспективные материалы» 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 расчета значений параметров физических свойств перспективных материалов. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

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.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:

	- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начинаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.