

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

Институт архитектуры, строительства и энергетики

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института

С.Н. Авдеев
« 23 » 05 2022 г.


**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
НАНОМАТЕРИАЛЫ В ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

**направление подготовки / специальность
18.04.01 «Химическая технология»**

направленность (профиль) подготовки
Химическая технология переработка пластических масс и композиционных материалов

г. Владимир

2022

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение основных специальных, а также физических и механических свойств наноматериалов и наносистем, а также технологий их получения. Обучение студентов научным основам выбора наноматериала для решения специальных инженерных нанотехнологий в химической технологии, которые определяют последующую специализацию выпускника и формируют содержание учебного плана подготовки магистра по направлению 18.04.01 "Химическая технология", профилю «Химическая технология переработки пластических масс и композиционных материалов».

Задачи:

- ознакомление студентов с современными методами получения наноматериалов и наносистем, их обработки, обучение научным основам выбора материала с учетом его состава, структуры, метода получения и достигающихся при этом эксплуатационных и технологических свойств, необходимых для химических продуктов;
- выработка умения поставить типовые задачи и разработать алгоритм создания наноматериалов и наносистем процесс создания изделий целевого назначения;
- обучение методологии создания наносистем и наноматериалов и применения их в химической технологии.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Наноматериалы в химической технологии» относится к базовой части.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-3- Способен применять методы и средства проведения исследований и разработок композиционных материалов, в т.ч. полимерных наноструктурированных композиционных материалов	ПК-3.1. Знает характеристики оборудования, принципы его работы, правила эксплуатации и метрологической поверке, методы ПК-3.2. Умеет разрабатывать и выбирать методы исследования, синтеза и переработки полимерных и композиционных материалов ПК-3.3. Владеет методами проведения экспериментальных исследований и разработок современных наноструктурированных композиционных материалов	Знает методики исследования наносистем и наноматериалов Умеет проводить анализ структуры новых материалов Владеет способностью организации проведения анализа структуры новых материалов, адаптировать методики исследования свойств материалов к потребностям производства и разрабатывать новые методики	Тестовые вопросы
ПК-4 - Способен осуществлять аналитический	ПК-4.1. Знает физико-химические характеристики	Знает физико-химические характеристики наномате-	Тестовые вопросы

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
контроль этапов разработки композиционных материалов с заданными свойствами, в т.ч. композиционных полимерных наноструктурированных материалов	полимерных и композиционных материалов, систему аналитического контроля этапов разработки материалов, системы аккредитации лабораторий в промышленности, требования системы менеджмента качества, экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья ПК-4.2. Умеет контролировать соблюдение требований и норм, установленных в стандартах и технических условиях, при разработке документов ПК-4.3. Владет методами контроля состояния оборудования для получения и испытаний полимерных и композиционных материалов	риалов для химической индустрии Умеет контролировать соблюдение требований и норм, установленных в стандартах и технических условиях при получении наноматериалов Владет методами контроля состояния оборудования для получения и испытаний наноматериалов	

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Тематический план

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Раздел 1. Особенности наноструктуры Тема 1. Общая характеристика наноструктуры	2	1-2	4	2		2		
2	Тема 2. Структура консолидированных материалов	2	3-4	4	2				
3	Тема 3. Дефекты структур	2	5-6	4	2			Рейтинг-контроль № 1	
4	Тема 4. Структура высокомолекулярных наноматериалов	2	7-8	4	2		2		
5	Раздел 2. Особенности физико-химических свойств наи-	2	9-10	4	2		2		

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
	оматериалов Тема 5. Взаимосвязь свойств материалов с размерами частиц								
6	Тема 6. Фазовые равновесия и термодинамика	2	11-12	4	2		2		Рейтинг-контроль № 2
7	Тема 7. Фононный спектр и термические свойства	2	13-14	4	2		2		
8	Тема 8. Тип проводимости. Оптические характеристики	2	15-16	4	2		2		
9	Тема 9. Магнитные характеристики	2	17-18	4	2				Рейтинг-контроль № 3
Всего за 2 семестр:				36	18			18	Зачет с оценкой
Наличие в дисциплине КП/КР		-							-
Итого по дисциплине				18	18			18	Зачет с оценкой

Раздел 1. Особенности наноструктуры

Тема 1. Основные типы структур

СОДЕРЖАНИЕ ТЕМЫ: КЛАССИФИКАЦИЯ СТРУКТУР ПО ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ И РАСПРЕДЕЛЕНИЮ ФАЗ. СТРУКТУРЫ КОНСОЛИДИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ. СХЕМА ТРОЙНОГО СТЫКА. ДОЛЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ РАЗДЕЛА ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ОСАЖДЕНИЯ НА ТОЛЩИНУ ПЛЕНОК. ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ ПОЛУЧЕНИЯ КОНСОЛИДИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ. РЕНТГЕНОГРАММЫ МЕДИ. РЕНТГЕНОГРАММЫ НИТРИДА ТИТАНА

Тема 2. Структура консолидированных материалов

СОДЕРЖАНИЕ ТЕМЫ: МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СВЕРХРЕШЕТОК. ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ РАЗМЕРА СТРУКТУРНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ НАНОМАТЕРИАЛОВ. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗЕРЕН НАНОЧАСТИЦ ПО РАЗМЕРАМ НАНОСТРУКТУРНОГО ПАЛЛАДИЯ. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ЗЕРЕН ПАЛЛАДИЯ И НИТРИДОВ ТИТАНА. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ НАНОСТРУКТУР ПЭМ И РСА. КВАНТОВЫЙ ЗАГОН

Тема 3 Дефекты структур

СОДЕРЖАНИЕ ТЕМЫ: ДЕФЕКТЫ КВАНТОВЫХ МАЛОРАЗМЕРНЫХ СТРУКТУР. ВОЗНИКНОВЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ ВАКАНСИЙ, РАСТВОРЕНИЕ СФЕРИЧЕСКИХ МИКРОПОР. СООТНОШЕНИЕ ГИББСА-ТОМПСОНА ДЛЯ ОЦЕНКИ ИЗБЫТОЧНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ВАКАНСИЙ. МИНИМАЛЬНЫЙ РАЗМЕР НАНОКРИСТАЛЛОВ. ПЛОТНОСТЬ ДИСЛОКАЦИЙ. ЗАВИСИМОСТЬ МИКРОИСКАЖЕНИЙ ОТ РАЗМЕРА КРИСТАЛЛИТОВ. ВЛИЯНИЕ МИКРОИСКАЖЕНИЯ В СТРУКТУРЕ НАНОКРИСТАЛЛИТОВ НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОМАТЕРИАЛОВ.

ВИДЫ РЕШЕТОК НАНОКРИСТАЛЛОВ. ПРИРОДА МЕЖКРИСТАЛЛИТНЫХ ГРАНИЦ В НАНОМАТЕРИАЛАХ. АМОРФНЫЕ ПРОСЛОЙКИ НА ГРАНИЦАХ РАЗДЕЛА В НАНОМАТЕРИАЛАХ

Тема 4. Структура высокомолекулярных наноматериалов

СОДЕРЖАНИЕ ТЕМЫ: Нанополимерные структуры. Особенности наноструктурных полимерных материалов. Схема укладки ламелей. Эволюция морфологии структур полимеров и блоксополимеров. Надмолекулярная структура частично закристаллизовавшихся полимеров. Основные типы макромолекулярной архитектуры. Темплаты. Супрамолекулярные структуры. Самосборка супрамолекулярной структуры и ансамблей. Рецепторы и субстраты супрамолекулярных ансамблей. Комбинации четырех нитей ДНК. Основа (субстрат, «хозяин») нанопористые структуры. Тубулярные и луковичные структуры.

Раздел 2 Особенности физико-химических свойств наноматериалов

Тема 5. Взаимосвязь свойств материалов с размерами частиц

СОДЕРЖАНИЕ ТЕМЫ: Формула Д.Томсона. Основные особенности проявления размерных эффектов в наноматериалах. Трудность изучения размерных эффектов в наноматериалах. Влияние квантовых размерных эффектов на электронные свойства наноматериалов. Зависимость плотности электронных состояний от энергии для разномерных структур. Межатомное взаимодействие в макроскопических кристаллах. Полупроводниковые гетера-структуры с квантовыми точками. Оптические свойства нанокристаллов CdSe. Схемы нанокмполитов, состоящих из различно заряженных кристаллитов.

Тема 6. Фазовые равновесия и термодинамика

Содержание темы: Основные причины удаления от термодинамического равновесия. Изменение поверхностного натяжения на границах зерен при уменьшении размера кристаллита. Зависимость поверхностной энергии от размера частиц. Изменение максимальных эффектов при отжиге от размеров частиц. Особенности термодинамики малых объектов. Тепловые эффекты) и изменение твердости по Виккерсу образцов серебра. Избыточные термодинамические величины применительно к консолидированным нанокристаллическим материалам. Изменение энтальпии при нагреве наносистем. Оценка энтропийных избыточных вкладов в наноматериалах. Влияние размера частиц на образования фаз меньшей поверхностной энергией. Влияние изменения температуры фазовых превращений в зависимости от размера зерна для титаната бария.

Тема 7. Фононный спектр и термические свойства

СОДЕРЖАНИЕ ТЕМЫ: Функция распределения энергий и частот фононных спектров. Термодемкости для материалов в различных состояниях. Температурная зависимость теплоемкости нанокристаллической меди (А) и коллоидного серебра. Статические составляющие фактора Дебая-Уоллера. Коэффициент объемного термического расширения. Температура и энтальпия плавления индия. Температуры плавления и стеклования полиэтилена.

Тема 8. Тип проводимости. Оптические характеристики

СОДЕРЖАНИЕ ТЕМЫ: Электросопротивление металлических твердых тел. Формула для расчета электросопротивления. Температурная зависимость электросопротивления образца никеля. Электросопротивления пленок. Влияния квантовых эффектов. Оптические свойства наночастиц. Оптические и люминесцентные характеристики полупроводниковых наночастиц.

Тема 9 . Магнитные характеристики

СОДЕРЖАНИЕ ТЕМЫ подразделение веществ по магнитным свойствам . Перестройка доменной структуры. Суперпарамагнетизм. Влияние размерного фактора на характеристики ферромагнетиков, сегнетоэлектриков и сегнетоэластиков. Магнитная восприимчивость наночастиц Pd и Cu. Влияние размера кристаллитов на коэрцитивную силу H_C ферромагнетиков. Гигантский магниторезистивный эффект. Магнитные свойства сверхрешеток и магнитотвердых материалов. Схема антиферромагнитного (антипараллельного) и ферромагнитного (параллельного) упорядочения в магнитных сверхрешетках.

Содержание практических занятий по дисциплине

Раздел 1. Особенности наноструктуры

СОДЕРЖАНИЕ ТЕМЫ 1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЕЛЕКТИВНОСТИ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ НАНОПОРИСТОЙ СИСТЕМЫ. МЕТОД ОБРАТНОГО ОСМОСА.

СОДЕРЖАНИЕ ТЕМЫ 2. УСТАНОВКА ДЛЯ ОЦЕНКИ ГЕТЕРОПОРОЗНОСТИ НАНОПОРИСТОЙ СИСТЕМЫ ПО МЕТОДУ ПРОДАВЛИВАНИЯ ЖИДКОСТИ

Содержание темы 3. Расчет распределения пор по размерам нанопористой пленки

СОДЕРЖАНИЕ ТЕМЫ 4. УСТАНОВКА ДЛЯ ОЦЕНКИ ГЕТЕРОПОРОЗНОСТИ НАНОПОРИСТОГО МАТЕРИАЛА ПО МЕТОДУ ПРОДАВЛИВАНИЯ ГАЗА. РАСЧЕТ ГЕТЕРОПОРОЗНОСТИ

Раздел 2. Особенности физико-химических свойств наноматериалов

Содержание темы 5. Определение формы и ориентации пор в нанопористой системе по методу оценки электросопротивления. Расчет извилистости пор.

Содержание темы 6. Механические свойства наноматериалов.

Содержание темы 7. Влияние размеров зерна наноматериалов на прочность

Содержание темы 8. Стабильность наносистем. Рост зерен. Диффузия

Содержание темы 9. Реакционная способность. Катализ

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1. Текущий контроль успеваемости

Вопросы рейтинг-контроля 1

- 1 Классификация структур по химическому составу и распределению фаз.
- 2 Структуры консолидированных материалов.
- 3 Схема тройного стыка.
- 4 Доля поверхностей раздела
- 5 Влияние продолжительности осаждения на толщину пленок.
- 6 Основные приемы получения консолидированных материалов.
- 7 Рентгенограммы меди.
- 8 Рентгенограммы нитрида титана
- 9 Морфологические особенности сверхрешеток.
- 10 Исследование изменения размера структурных составляющих наноматериалов.
- 11 Распределение зерен наночастиц по размерам наноструктурного палладия.
- 12 Распределение размеров зерен палладия и нитридов титана.
- 13 Основные методы изучения наноструктур ПЭМ и РСА
- 14 Дефекты структур.
- 15 Возникновение тепловых вакансий
- 16 Определение селективности и производительности нанопористой системы.
- 17 Метод обратного осмоса.
- 18 Установка для оценки гетеропорозности нанопористой системы пометоду продавливания жидкости
- 19 Расчет распределения пор по размерам нанопористой пленки

Вопросы рейтинг-контроля 2

1. Структура высокомолекулярных наноматериалов
2. Тубулярные и луковичные структуры.

3. Строение многослойных трубок.
4. Фуллереновая луковица
5. Взаимосвязь свойств материалов с размерами частицб Электросопротивление материалов
6. Особенности появления размерных эффектов.
7. Электронное строение.
8. Зависимости плотности электронных состояний
9. Переход от крупнокристаллических полупроводников к наноструктурам
10. Оптические свойства нанокристаллов.
11. Модификация электронных свойств
12. Спектры комбинационного рассеивания монокристалла алмаза.
13. Структуры нанокомпозитов
14. Основные причины удаления от равновесия
15. Поверхностное натяжение на границе зерен
16. Термодинамика изолированных наночастиц
17. Особенности термодинамики малых объектов.
18. Максимальные тепловые эффекты при рекристаллизационном отжиге
19. Тепловые эффекты изменение твердости при нагревании.
20. Свободная энергия Гиббса.
21. Причина возникновения избытка свободной энергии
22. Изотермы адсорбции водорода в системах FeTi - H₂
23. Установка для оценки гетеропорозности нанопористого материала по методу продавливания газа.
24. Расчет гетеропорозности
25. Определение формы и ориентации пор в нанопористой системе пометоду оценки электросопротивления.
26. Расчет извилистости пор

Вопросы рейтинг-контроля 3

1. Функция распределения энергий и частот фононных спектров.
2. Теплоемкости для материалов в различных состояниях.
3. Температурная зависимость теплоемкости нанокристаллической меди (а) и коллоидного серебра.
4. Статические составляющие фактора Дебая-Уоллера.
5. Коэффициент объемного термического расширения.
6. Температура и энтальпия плавления индия.
7. Температуры плавления и стеклования полиэтилена.
8. Коэффициента объемного термического расширения
9. Электросопротивление металлических твердых тел.
10. Температурная зависимость электросопротивления образца никеля.
11. Электросопротивления пленок.
12. Влияния квантовых эффектов.
13. Оптические свойства наночастиц.
14. Оптические и люминесцентные характеристики полупроводниковых наночастиц.
15. Подразделение веществ по магнитным свойствам .
16. Перестройка доменной структуры.
17. Суперпарамагнетизм.
18. Влияние размерного фактора на характеристики ферромагнетиков
19. Влияние размерного фактора на характеристики сегнетоэлектриков
20. Влияние размерного фактора на характеристики сегнетоэластиков.
21. Магнитная восприимчивость наночастиц Pd и Cu.
22. Влияние размера кристаллитов на коэрцитивную силу H_c ферромагнетиков.
23. Гигантский магниторезистивный эффект.
24. Магнитные свойства сверхрешеток и магнитотвердых материалов.
25. Схема антиферромагнитного (антипараллельного) и ферромагнитного (параллельного) упорядочения в магнитных сверхрешетках.
26. Влияние размеров зерна наноматериалов на прочность

27. Стабильность наносистем.
28. Рост зерен.
29. Диффузия
30. Реакционная способность наносистем.
31. Катализ при использовании наноматериалов

5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

Вопросы для подготовки к зачету с оценкой

- 1 Классификация структур по химическому составу и распределению фаз.
- 2 Структуры консолидированных материалов.
- 3 Схема тройного стыка.
- 4 Доля поверхностей раздела
- 5 Влияние продолжительности осаждения на толщину пленок.
- 6 Основные приемы получения консолидированных материалов.
- 7 Рентгенограммы меди.
- 8 Рентгенограммы нитрида титана
- 9 Морфологические особенности сверхрешеток.
- 10 Исследование изменения размера структурных составляющих наноматериалов.
- 11 Распределение зерен наночастиц по размерам наноструктурного палладия.
- 12 Распределение размеров зерен палладия и нитридов титана.
- 13 Основные методы изучения наноструктур ПЭМ и РСА
- 14 Дефекты структур.
- 15 Возникновение тепловых вакансий
- 16 Определение селективности и производительности нанопористой системы.
- 17 Метод обратного осмоса.
- 18 Установка для оценки гетеропорозности нанопористой системы по методу продавливания жидкости
- 19 Расчет распределения пор по размерам нанопористой пленки
- 20 Структура высокомолекулярных наноматериалов
- 21 Тубулярные и луковичные структуры.
- 22 Строение многослойных трубок.
- 23 Фуллереновая луковица
- 24 Взаимосвязь свойств материалов с размерами частиц
- 25 Электросопротивление материалов
- 26 Особенности появления размерных эффектов.
- 27 Электронное строение.
- 28 Зависимости плотности электронных состояний
- 29 Переход от крупнокристаллических полупроводников к наноструктурам
- 30 Оптические свойства нанокристаллов.
- 31 Модификация электронных свойств
- 32 Спектры комбинационного рассеивания монокристалла алмаза.
- 33 Структуры нанокомпозитов
- 34 Основные причины удаления от равновесия
- 35 Поверхностное натяжение на границе зерен
- 36 Термодинамика изолированных наночастиц
- 37 Особенности термодинамики малых объектов.
- 38 Максимальные тепловые эффекты при рекристаллизационном отжиге
- 39 Тепловые эффекты изменение твердости при нагревании.
- 40 Свободная энергия Гиббса.
- 41 Причина возникновения избытка свободной энергии
- 42 Изотермы адсорбции водорода в системах FeTi - H₂
- 43 Установка для оценки гетеропорозности нанопористого материала по методу продавливания газа.

- 44 Расчет гетеропорозности
- 45 Определение формы и ориентации пор в нанопористой системе по методу оценки электросопротивления.
- 46 Расчет извилистости пор
- 47 Функция распределения энергий и частот фононных спектров.
- 48 Теплоемкости для материалов в различных состояниях.
- 49 Температурная зависимость теплоемкости нанокристаллической меди (а) и коллоидного серебра.
- 50 Статические составляющие фактора Дебая-Уоллера.
- 51 Коэффициент объемного термического расширения.
- 52 Температура и энтальпия плавления индия.
- 53 Температуры плавления T_m и стеклования T_g полиэтилена.
- 54 Коэффициента объемного термического расширения
- 55 Электросопротивление металлических твердых тел.
- 56 Формула для расчета электросопротивления.
- 57 Температурная зависимость электросопротивления образца никеля.
- 58 Электросопротивления пленок.
- 59 Влияния квантовых эффектов.
- 60 Оптические свойства наночастиц.
- 61 Оптические и люминесцентные характеристики полупроводниковых наночастиц.
- 62 Подразделение веществ по магнитным свойствам .
- 63 Перестройка доменной структуры.
- 64 Суперпарамагнетизм.
- 65 Влияние размерного фактора на характеристики ферромагнетиков
- 66 Влияние размерного фактора на характеристики сегнетоэлектриков
- 67 Влияние размерного фактора на характеристики сегнетоэластиков.
- 68 Магнитная восприимчивость наночастиц Pd и Cu.
- 69 Влияние размера кристаллитов на коэрцитивную силу H_c ферромагнетиков.
- 70 Гигантский магниторезистивный эффект.
- 71 Магнитные свойства сверхрешеток и магнитотвердых материалов.
- 72 Схема антиферромагнитного (антипараллельного) и ферромагнитного (параллельного) упорядочения в магнитных сверхрешетках.
- 73 Влияние размеров зерна наноматериалов на прочность
- 74 Стабильность наносистем.
- 75 Рост зерен.
- 76 Диффузия
- 77 Реакционная способность наносистем.
- 78 Катализ при использовании наноматериалов

5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

Самостоятельная работа студентов включает в себя подготовку к рейтинг-контролю, практическим занятиям, разработку рефератов, подготовку к сдаче зачета.

Виды самостоятельной работы студентов: изучение материала дисциплины по учебникам, монографиям, учебным пособиям, подготовка к практическим занятиям, подготовка текста и презентации курсовой работы по патентным, литературным и интернет-источникам.

ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

1. Консолидированные материалы. Порошковая технология.
2. Основные методы получения наноматериалов для порошковой технологии консолидации.
3. Фазоинверсионные методы формирования консолидированных наноструктурных пористых материалов (сухое формование, мокрое формование, терми-

- ческий фазоинверсионный процесс, спекание)
4. Интенсивная пластическая деформация, кручением под высоким давлением
 5. Равноканальное угловое прессование
 6. Технология нанопленок и покрытий:
 7. Термическое испарение
 8. Ионное осаждение
 9. Осаждение из газовой фазы
 10. Плазма-химическая модификация активного слоя нанопористой пленки
 11. Термическое разложение.
 12. Трубочатые наноматериалы
 13. Установка для получения фуллеренов и нанотрубок
 14. Деформационно-индуцированная наносборка
 15. Формирования нанопористых систем выщелачиванием нанозаполнителя
 16. Термоформование композитов с последующим удалением паробразователей
 17. Конструкционные наноматериалы
 18. Триоотехнические наноматериалы
 19. Наноматериалы со специальными физическими свойствами (магниты, полупроводники, транзисторы)
 20. Одноэлектронный транзистор
 21. Медицинские и биологические материалы
 22. Наноэлектромеханические системы

По тематике рефератов возможно опубликование статей в научных изданиях.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература		
1. Тимофеева, М. Н. Нанотехнологии. Химические, физические, биологические и экологические аспекты : монография / М. Н. Тимофеева, В. Н. Панченко, В. В. Ларичкин и др. - Новосибирск : НГТУ, 2019. - 283 с. (Серия "Монографии НГТУ") - ISBN 978-5-7782-3863-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента"	2019	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778238633.html
2. Солнцев, Ю. П. Нанотехнологии и специальные материалы : учебное пособие для вузов / Солнцев Ю. П., Пряхин Е. И., Вологжанина С. А., Петкова А. П. - 2-е изд., стереотип. - Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2017. - 336 с. - ISBN 978-5-93808-296-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента"	2017	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938082960.html
3. Иванов, Н. Б. Нанотехнологии материалов и покрытий : учебное пособие / Иванов Н. Б., Покалюхин Н. А. - Казань : КНИТУ, 2019. - 236 с. - ISBN 978-5-7882-2538-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента"	2019	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788225388.html
Дополнительная литература		
1. Кузнецов, Н. Т. Основы нанотехнологии : учебник / Н. Т. Кузнецов, В. М. Новоторцев, В. А.	2017	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001014768.html

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Жабрев, В. И. Марголин - Москва : Лаборатория знаний, 2017. - 400 с. (Учебник для высшей школы) - ISBN 978-5-00101-476-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" :		
2.Дзидзигури, Э. Л. Процессы получения наночастиц и наноматериалов. Нанотехнологии : нанотехнологии / Дзидзигури, Э. Л. - Москва : МИСиС, 2012. - 71 с. - ISBN 978-5-87623-605-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL :	2012	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN/N9785876236050.html
3.Хартманн, У. Очарование нанотехнологии / У. Хартманн - Москва : Лаборатория знаний, 2017. - 176 с. (Нанотехнологии) - ISBN 978-5-00101-477-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента"	2017	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN/N9785001014775.html

7.2. Периодические издания

- журнал «Вестник Российской академии наук»;
- журнал «Нано- и микросистемная техника»;
- журнал «Наноматериалы и нанотехнологии-Наноиндустрия»;
- журнал «Наука и технологии России-STRF.ru@»
- журнал «Российские нанотехнологии»;
- журнал «Российский электронный наножурнал (нанотехнологии и их применение)»;
- журнал «Нанотехника».
- журнал «Нано Дайджест»;

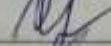
7.3. Интернет-ресурсы

- сайты ведущих научных журналов по нанотехнологии;
- электронные библиотечные системы библиотеки ВлГУ (бесплатный доступ через электронную библиотеку ВлГУ).

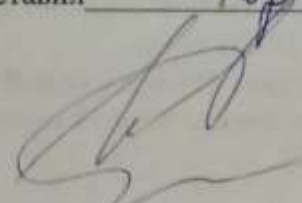
8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Практические работы проводятся в ауд. 303а, корп. 1.

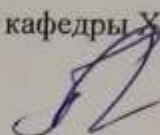
Перечень используемого лицензионного программного обеспечения: Windows 7 Microsoft Open License 62857078; MS Office 2010 Microsoft Open License 65902316.

Рабочую программу составил  д.т.н., профессор Христофорова И.А.


Рецензент


директор ООО «Промпласт»
Тиманцев Я.А.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХТ
Протокол № 09 от 23.05.21 года
Заведующий кафедрой

 Панов Ю.Т.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления 18.04.01 «Химическая технология»
Протокол № 02 от 21.05.21 года
Председатель комиссии

 Панов Ю.Т.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____