

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра химии и химической технологии

“УТВЕРЖДАЮ”

ДЕКАН МТФ

к.т.н. Янпольский В. В.

“ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Функциональные наноматериалы

Образовательная программа: 18.03.01 Химическая технология, профиль: Химические технологии функциональных материалов

Курс: 4, семестр : 8

Механико-технологический факультет,

		Семестр
№	Вид деятельности	8
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	55
4	Лекции, час.	22
5	Практические занятия, час.	22
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	10
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	9
10	Самостоятельная работа, час.	89
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	ДЗ

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 18.03.01 Химическая технология

ФГОС введен в действие приказом №1005 от 11.08.2016 г. , дата утверждения: 29.08.2016 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 18.03.01 Химическая технология

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ХХТ, протокол заседания кафедры №2/1 от 20.06.2017

Утверждена на совете механико-технологического факультета, протокол № 5 от 21.06.2017

Программу разработал:

, д.х.н. Уваров Н. Ф.

Заведующий кафедрой:

д.х.н. Уваров Н. Ф.

Ответственный за образовательную программу:

доцент Апарнев А. И.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ПК.16 способность планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; в части следующих результатов обучения:	
у1. уметь использовать технологическое и лабораторное оборудование для решения профессиональных задач	
Компетенция ФГОС: ПК.18 готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:	
з1. знать физико-химические характеристики, методы получения наноструктурированных композиционных материалов; перспективные направления развития отрасли наноструктурированных композиционных материалов	
з3. знать физико-химические свойства функциональных наноматериалов и основные методы их синтеза	
у3. уметь проводить оценку структуры и свойств веществ и материалов различными методами исследования	

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
Функциональные наноматериалы	
ПК.16.у1 уметь использовать технологическое и лабораторное оборудование для решения профессиональных задач	
1. уметь планировать эксперименты по определению состава, строения и свойств функциональных наноматериалов;	Практические занятия; Самостоятельная работа
2. уметь получать функциональные наноматериалы различными способами;	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.18.з1 знать физико-химические характеристики, методы получения наноструктурированных композиционных материалов; перспективные направления развития отрасли наноструктурированных композиционных материалов	
3. знать основные методы получения наноматериалов;	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.18.з3 знать физико-химические свойства функциональных наноматериалов и основные методы их синтеза	
4. знать физико-химические основы влияния размерных характеристик на строение и свойства наноматериалов;	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
5. знать области применения наноматериалов в развитии науки и технологий;	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
6. знать классификацию наноматериалов;	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.18.у3 уметь проводить оценку структуры и свойств веществ и материалов различными методами исследования	
7. уметь анализировать процессы, связанные с химическими и структурными изменениями в наноматериалах, приводящие к изменению их функциональных характеристик	Практические занятия; Самостоятельная работа
8. владеть навыками использования методов экспериментального исследования структуры, физико-химических и функциональных свойств наноматериалов;	Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 8				
Дидактическая единица: Термодинамические основы химии наноматериалов. Размерные эффекты				
1. Понятие наночастицы и наноматериала. Общая классификация наноматериалов по типу систем, физическим и химическим признакам. Сравнение с коллоидными системами: сходства и различия. Поверхностные свойства и термодинамика малых частиц.	0	2	4, 6	
2. Размерные эффекты. Причины и различные проявления размерных эффектов. Зависимость термодинамических свойств веществ от размера частиц. Закон Томсона (Кельвина). Увеличение растворимости веществ при уменьшении размера частиц, уравнение Гиббса-Фрейндлиха-Оствальда. Изменение параметров кристаллической решетки и положения энергетических уровней электронов при уменьшении размера частиц. Квантовые точки. Размерные эффекты первого и второго рода. Области применения размерных эффектов.	0	4	4, 6	
Дидактическая единица: Классификация и методы исследования наноматериалов				
3. Основные методы исследования структурных, поверхностных и термодинамических свойств наноматериалов. Дифракционные методы: рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ, дифракция электронов. Изучение микроструктуры: оптическая и электронная микроскопия. Сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия. Электронная микроскопия высокого разрешения. Микрозондовый химический анализ с использованием различных методов и принципов детектирования. Атомно-силовая микроскопия. Адсорбционные методы.	2	4	4	Студенты обсуждают методы изучения наноматериалов: их возможности, преимущества и недостатки

4. Наноматериалы на основе однокомпонентных систем. Кластеры, макромолекулы, супрамолекулярные соединения, нанокристаллы. Изменение кристаллической структуры с ростом размера кластера. Наноматериалы с различной морфологией: одномерные, двумерные и трехмерные наносистемы. Аэрогели, слоистые материалы, мезопористые системы.	0	2	3, 5	
5. Углеродные наноматериалы: нанотрубки, нановолокна, мезопористый углерод. Уникальные свойства углеродных материалов. Особенности свойств углеродных нанотрубок, графена, графита и аморфного углерода. Области применения.	0	2	3, 5, 6	
6. Гетерогенные и квазигетерогенные однокомпонентные системы: нанокерамика, ситаллы. Получение ситаллов путем контроля кинетики процессов образования и роста зародышей кристаллической фазы. Нанокерамика, структура межзеренных границ. Свойства, обусловленные влиянием межзеренных границ.	0	2	5, 6	
7. Многокомпонентные гетерогенные системы. Классификация композиционных материалов. Наноккомпозиты. Термодинамическое описание композиционного материала. Стабильность наноккомпозитов. Термодинамические условия самопроизвольного образования композитов и наноккомпозитов.	0	2	4	
Дидактическая единица: Методы синтеза наноматериалов				
11. Методы получения наносистем. Методы механохимии, осаждения из газовой и жидкой фазы. Физическое осаждение из газовой фазы (PVD), химическое осаждение из газовой фазы (CVD), методы атомного или молекулярного наслаивания, молекулярно-лучевой эпитаксии. Метод "золь-гель", методы нанесения слоев, методы разложения прекурсоров и CBC.	0	2	5, 6	

12. Синтез композитов специальной морфологии. Методы темплатного синтеза функциональных наноматериалов. Получение монослойных пленок Ленгмюра-Блоджетт, реакции в нанореакторах, мицеллярный синтез, электрохимическое осаждение пленок, получение анодных пористых пленок. Области применения наноматериалов.	2	2	3, 5, 6	Студенты обсуждают методики темплатного синтеза наноматериалов
--	---	---	---------	--

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 8				
Дидактическая единица: Термодинамические основы химии наноматериалов. Размерные эффекты				
1. Размерные эффекты. Исследование влияния размера частиц на растворимость веществ	2	6	1, 3, 4, 5, 6, 8	1. Методом кондуктометрии определить растворимость вещества с частицами различного размера. 2. С помощью уравнения Гиббса-Фрейндлиха-Оствальда рассчитать значение удельной поверхностной энергии вещества.
Дидактическая единица: Классификация и методы исследования наноматериалов				
2. Методы исследования структурных, поверхностных и термодинамических свойств наноматериалов.	2	4	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8	1. Проанализировать экспериментальную дифрактограмму наноматериала и с помощью уравнения Шеррера определить размер частиц вещества. 2. Из анализа изотермы адсорбции определить величину удельной поверхности и оценить размер частиц адсорбционным методом.

3. Углеродные наноматериалы.	0	4	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	1. Методом прессования приготовить композиты с добавками различных углеродных наноматериалов. 2. Измерить электропроводность полученных материалов, определить порог перколяции и определить наиболее эффективную добавку, обеспечивающую повышение электропроводности композита.
4. Физико-химические процессы на межфазных границах. Композиционные твердые электролиты.	2	4	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	1. Приготовить таблетки чистой ионной соли и композитов ионная соль/нанокристаллический оксид. 2. Измерить ионную проводимость образцов. 3. Сделать вывод о влиянии гетерогенного допирования на электрофизические свойства ионных солей.
Дидактическая единица: Методы синтеза наноматериалов				
6. Методы темплатного синтеза функциональных наноматериалов.	0	4	1, 2, 3, 4, 5, 6	1. Приготовить два мицеллярных коллоидных раствора исходных реагентов. 2. Провести смешивание этих растворов и проследить за образованием наночастиц. 3. Определить размер полученных частиц.

Таблица 3.3

Темы для самостоятельного изучения	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 8				
Дидактическая единица: Термодинамические основы химии наноматериалов. Размерные эффекты				
1. Размерные эффекты	0	20	3, 4, 5, 6	Студенты знакомятся с размерными эффектами и оценивают эти эффекты
Дидактическая единица: Классификация и методы исследования наноматериалов				
2. Применение физических методов для исследования наноматериалов	0	24	3, 4, 5, 6, 7	Студенты знакомятся с методами исследования и учатся оценивать характеристики наноматериалов из экспериментальных данных.

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 8				
1	РГЗ	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	5	3
: Введение в нанотехнологии [Электронный ресурс] : учебный мультимедийный компьютерный курс. - Саратов, 2007. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с этикетки диска. Изучение свойств нановолокнистого углерода и других материалов методом синхронного термического анализа : методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу "Инструментальные методы анализа" для механико-технологического факультета по направлению 241000 "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: И. С. Чуканов и др.]. - Новосибирск, 2012. - 33, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000177594				
2	Подготовка к занятиям	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	22	0
: Введение в нанотехнологии [Электронный ресурс] : учебный мультимедийный компьютерный курс. - Саратов, 2007. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с этикетки диска. Изучение свойств нановолокнистого углерода и других материалов методом синхронного термического анализа : методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу "Инструментальные методы анализа" для механико-технологического факультета по направлению 241000 "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: И. С. Чуканов и др.]. - Новосибирск, 2012. - 33, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000177594				
3	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	18	6
: Введение в нанотехнологии [Электронный ресурс] : учебный мультимедийный компьютерный курс. - Саратов, 2007. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с этикетки диска. Изучение свойств нановолокнистого углерода и других материалов методом синхронного термического анализа : методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу "Инструментальные методы анализа" для механико-технологического факультета по направлению 241000 "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: И. С. Чуканов и др.]. - Новосибирск, 2012. - 33, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000177594				
4	Самостоятельное изучение теоретического материала	3, 4, 5, 6, 7	44	0
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.3 : Введение в нанотехнологии [Электронный ресурс] : учебный мультимедийный компьютерный курс. - Саратов, 2007. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с этикетки диска. Изучение свойств нановолокнистого углерода и других материалов методом синхронного термического анализа : методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу "Инструментальные методы анализа" для механико-технологического факультета по направлению 241000 "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: И. С. Чуканов и др.]. - Новосибирск, 2012. - 33, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000177594				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail; Портал НГТУ

Консультирование	e-mail; Портал НГТУ
Размещение учебных материалов	ЭБС

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм	Коды формируемых компетенций
1	Дискуссия	ПК.16; ПК.18;
Формируемые умения: з1. знать физико-химические характеристики, методы получения наноструктурированных композиционных материалов; перспективные направления развития отрасли наноструктурированных композиционных материалов ; з3. знать физико-химические свойства функциональных наноматериалов и основные методы их синтеза ; у1. уметь использовать технологическое и лабораторное оборудование для решения профессиональных задач		
Краткое описание применения: Обсуждение в группах проблемных вопросов по синтезу функциональных наноматериалов		
Подробная информация об использовании технологии приводится в "Введение в нанотехнологии [Электронный ресурс] : учебный мультимедийный компьютерный курс. - Саратов, 2007. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с этикетки диска."		

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS.

Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 8		
<i>Практические занятия:</i>	24	48
<i>РГЗ:</i>	16	32
<i>Зачет:</i>	10	20

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита РГЗ	Зачет
ПК.16	у1. уметь использовать технологическое и лабораторное оборудование для решения профессиональных задач	+	+
ПК.18	з1. знать физико-химические характеристики, методы получения наноструктурированных композиционных материалов; перспективные направления развития отрасли наноструктурированных композиционных материалов	+	+
	з3. знать физико-химические свойства функциональных наноматериалов и основные методы их синтеза	+	+

	у3. уметь проводить оценку структуры и свойств веществ и материалов различными методами исследования	+	+
--	--	---	---

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Фахльман Б. Д. Химия новых материалов и нанотехнологии : [учебное пособие] / Б. Фахльман ; пер. с англ. Д. О. Чаркина, В. В. Уточниковой ; под ред. Ю. Д. Третьякова, Е. А. Гудилина. - Долгопрудный, 2011. - 463 с., [20] л. ил. : ил., табл.
2. Батаев В. А. Материалы с нанокристаллической структурой : учебное пособие / В. А. Батаев, З. Б. Батаева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2007. - 262, [1] с. : ил., схемы. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000086242. - Инновационная образовательная программа НГТУ "Высокие технологии".
3. Чесноков В. В. Введение в курс органической химии. Технологии получения углеродсодержащих наноматериалов : учебное пособие по специальности "Инженерная экология" / В. В. Чесноков, М. Н. Тимофеева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 198, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000120297. - Инновационная образовательная программа НГТУ «Высокие технологии».

Дополнительная литература

1. Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев. - М., 2007. - 414 с. : ил.
2. Шабанова Н. А. Химия и технология нанодисперсных оксидов : [учебное пособие для вузов по специальностям "Химическая технология неорганических веществ" и "Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов"] / Н. А. Шабанова, В. В. Попов, П. Д. Саркисов. - М., 2007. - 301 с. : схемы, табл.
3. Пул Ч. Нанотехнологии : учебное пособие по направлению подготовки "Нанотехнологии" / Ч. Пул-мл., Ф. Оуэнс ; пер. с англ. под ред. Ю. И. Головина ; доп. В. В. Лучинина. - М., 2006. - 334 с. : ил.
4. Генералов М. Б. Криохимическая нанотехнология : [учебное пособие для вузов по специальности "Машины и аппараты химических производств" и "Автоматизированное производство химических предприятий"] / М. Б. Генералов. - М., 2006. - 325 с. : ил.
5. Балабанов В. И. Нанотехнологии: правда и вымысел / Виктор Балабанов, Иван Балабанов. - М., 2010. - 380, [1] с. : ил.
6. Алымов М. И. Порошковая металлургия нанокристаллических материалов / М. И. Алымов ; Рос. акад. наук, Ин-т металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова. - М., 2007. - 167, [1] с. : ил.
7. Суздалев И. П. Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И. П. Суздалев. - М., 2006. - 589 с. : ил.
8. Андриевский Р. А. Наноструктурные материалы : учебное пособие для вузов по направлению подготовки дипломированных специалистов 651800 "Физическое материаловедение" / Р. А. Андриевский, А. В. Рагуля. - М., 2005. - 178, [9] с. : ил.
9. Сергеев Г. Б. Нанохимия : [учебное пособие [по направлению 020100 (510500) - Химия и специальности 020101(011000) - Химия] / Г. Б. Сергеев. - М., 2006. - 333 с. : ил.
10. Илюшин В. А. Физикохимия наноструктурированных материалов : учебное пособие / В. А. Илюшин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2013. - 105, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180741

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>

2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniium.com" : <http://znaniium.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Введение в нанотехнологии [Электронный ресурс] : учебный мультимедийный компьютерный курс. - Саратов, 2007. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с этикетки диска.
2. Изучение свойств нановолокнистого углерода и других материалов методом синхронного термического анализа : методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу "Инструментальные методы анализа" для механико-технологического факультета по направлению 241000 "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: И. С. Чуканов и др.]. - Новосибирск, 2012. - 33, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000177594

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Windows
- 2 Office

9. Материально-техническое обеспечение

Комплект оборудования

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Для презентации лекционного курса

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине **Функциональные наноматериалы** приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК.16/НИ способность планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	у1. уметь использовать технологическое и лабораторное оборудование для решения профессиональных задач	Методы исследования структурных, поверхностных и термодинамических свойств наноматериалов. Методы темплатного синтеза функциональных наноматериалов. Исследование влияния размера частиц на растворимость веществ	Практические занятия, РГЗ, раздел.1	Зачет, вопросы 1-10
ПК.18/НИ готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности	з1. знать физико-химические характеристики, методы получения наноструктурированных композиционных материалов; перспективные направления развития отрасли наноструктурированных композиционных материалов	Наноматериалы на основе однокомпонентных систем. Кластеры, макромолекулы, супрамолекулярные соединения, нанокристаллы. Изменение кристаллической структуры с ростом размера кластера. Наноматериалы с различной морфологией: одномерные, двумерные и трехмерные наносистемы. Аэрогели, слоистые материалы, мезопористые системы. Размерные эффекты. Исследование влияния размера частиц на растворимость веществ Области применения наноматериалов. Углеродные наноматериалы. Области применения. Физико-химические процессы на межфазных границах.	Практические занятия, РГЗ, раздел 2	Зачет, вопросы 11-20
ПК.18/НИ	з3. знать физико-химические свойства функциональных наноматериалов и основные методы их синтеза	Гетерогенные и квазигетерогенные однокомпонентные системы: нанокерамика, ситаллы. Получение ситаллов путем контроля кинетики процессов образования и роста	РГЗ, раздел.3	Зачет, вопросы 21-30

		зародышей кристаллической фазы. Методы получения наносистем. Методы механохимии, осаждения из газовой и жидкой фазы. Физическое осаждение из газовой фазы (PVD), химическое осаждение из газовой фазы (CVD), методы атомного или молекулярного наслаивания, молекулярно-лучевой эпитаксии. Метод "золь-гель", методы нанесения слоев, методы разложения прекурсоров и СВС. Методы темплатного синтеза функциональных наноматериалов.		
ПК.18/НИ	у3. уметь проводить оценку структуры и свойств веществ и материалов различными методами исследования	Применение физических методов для исследования наноматериалов Размерные эффекты. Исследование влияния размера частиц на растворимость веществ Углеродные наноматериалы. Физико-химические процессы на межфазных границах. Композиционные твердые электролиты.	Практические занятия, РГЗ, раздел 4	Зачет, вопросы 31-40

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 8 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.16/НИ, ПК.18/НИ.

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билеты состояются из вопросов, приведенных в паспорте зачета, позволяющих оценить показатели сформированности соответствующих компетенций

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 8 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (РГЗ). Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.16/НИ, ПК.18/НИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований сформированности компетенций ПК.16/НИ, ПК.18/НИ, теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками. Оценка составляет менее 50 баллов.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований сформированности компетенций ПК.16/НИ, ПК.18/НИ, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с

ошибками. Оценка составляет 50-73 баллов.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям сформированности компетенций ПК.16/НИ, ПК.18/НИ, теоретическое содержание курса освоено полностью, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки. Оценка составляет 74-86 баллов.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям сформированности компетенций ПК.16/НИ, ПК.18/НИ, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. Оценка составляет 87-100 баллов.

Паспорт зачета

по дисциплине «Функциональные наноматериалы», 8 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет содержит 4 вопроса и формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-10, и относится к дидактической единице «Термодинамические основы химии наноматериалов. Размерные эффекты», второй вопрос выбирается из диапазона вопросов 10-20 и относится к дидактической единице «Классификация и методы исследования наноматериалов», и 2 вопроса относятся к дидактической единице «Методы синтеза наноматериалов» (вопросы 20-40). Общий список вопросов приведен ниже. Правильный ответ на каждый вопрос билета для зачета оценивается оценкой, не превышающей 5 баллов. Максимальное число баллов за билет равно 20. В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет МТФ

Билет № _____

к зачету по дисциплине «Функциональные наноматериалы»

1. Как изменяются термодинамические свойства вещества при уменьшении размера частиц?
2. Чем отличаются нанокерамики от обычных керамик. Привести как минимум два отличия, объяснить причины.
3. Что такое «золь-гель» синтез? Для получения каких материалов можно применить этот метод?
4. Что такое опалы и как синтезируют подобные системы?

Утверждаю: зав. кафедрой _____ зав. кафедрой, Уваров Н.Ф.
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если он не отвечает большинству требований формируемых компетенций ПК.16/НИ, ПК.18/НИ, студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, у него не сформированы

необходимые практические навыки работы с требуемым материалом, оценка составляет *менее 10 баллов*.

- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если он отвечает большинству требований формируемых компетенций ПК.16/НИ, ПК.18/НИ, студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, некоторые виды заданий выполнены с ошибками, оценка оставляет *10-13 баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **базовом** уровне, если он отвечает большинству требований формируемых компетенций ПК.16/НИ, ПК.18/НИ, студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, содержание курса освоено полностью и лишь некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, оценка составляет *14-17 баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **продвинутом** уровне, если он отвечает большинству требований формируемых компетенций ПК.16/НИ, ПК.18/НИ, студент при ответе на вопросы проводит сравнительный комплексный анализ подходов, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, содержание курса освоено полностью, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены без ошибок, оценка составляет *17-20 баллов*.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если средняя сумма баллов по всем заданиям составляет не менее 10 баллов. В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины. Соотношение баллов за текущую и промежуточную аттестации составляют 80:20. Количество баллов, полученное в результате промежуточной аттестации (минимум 10 баллов, максимум 20 баллов), суммируется с баллами, полученными за текущую аттестацию (минимум 40 баллов, максимум 80 баллов), по общей сумме которых выставляется общая оценка по дисциплине. Соответствие баллов с традиционной оценкой и оценкой ECTS представлено в таблице ниже.

98-100	93-97	90-92	87-89	83-86	80-82	77-79	73-76	70-72	67-69	63-66	60-62	50-59	25-49	0-24
A+	A	A-	B+	B	B-	C+	C	C-	D+	D	D-	E	FX	F
отлично				хорошо			удовлетворительно					неудовлетворительно		

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Функциональные наноматериалы»

1. Поверхностная энергия, влияние поверхности на свойства вещества.
2. Что такое размерные эффекты и как их применить на практике. Привести как минимум три примера.
3. Назвать условия самопроизвольного образования композитов и нанокомпозитов.

4. Как изменяются термодинамические свойства вещества при уменьшении размера частиц? Привести примеры.
5. Чем определяется характерный размер частиц для пленок, волокон, нанотрубок и аэрогелей?
6. Отличаются ли квантовые точки от атомных кластеров. Привести примеры особых свойств квантовых точек.
7. Как зависит растворимость вещества от размера частиц?
8. Чем обусловлены необычные каталитические свойства металлических наночастиц? Привести примеры.
9. Оценить относительное количество поверхностных и объемных атомов в частице вещества заданного размера.
10. Чем отличаются лиофильные системы от лиофобных. Привести пример.
11. Чем отличаются нанокерамики от обычных керамик. Привести как минимум два отличия, объяснить причины.
12. Чем отличаются свойства аэрозолей в газах и суспензий в жидкостях? Какими способами можно оказать влияние на скорость роста частиц в газах и жидкостях?
13. Как определить характерный размер наночастиц методами рентгеновской дифракции?
14. Какими необычными свойствами обладают кластеры? Привести примеры кластеров. Как синтезировать такие материалы?
15. Описать существующие методы классификации наноматериалов.
16. Что такое нанокерамические материалы, предложить методы их синтеза.
17. Как определить размер частиц с помощью адсорбционных методов?
18. Углеродные наноматериалы: основные типы и области применения.
19. Привести примеры наноматериалов с одномерной микроструктурой. Как синтезировать такие материалы?
20. В чем отличие нанокомпозитов от обычных гетерогенных материалов?
21. Использование критерия полного растекания для оценки возможности синтеза тонких пленок и нанокомпозитов
22. Как регулировать механизм и кинетику реакций темплатного синтеза композитных материалов? Предложить варианты и идеи.
23. Как регулировать размер наночастиц продукта реакции, образующихся из мицеллярного раствора? Предложить варианты и идеи.
24. Что такое «золь-гель» синтез? Для получения каких материалов можно применить этот метод?
25. В чем отличие методов молекулярно-лучевой эпитаксии и атомного напыления? В чем недостатки и преимущества этих методов?
26. В чем отличие стратегии синтеза наноматериалов «сверху-вниз» и «снизу – вверх»? Привести примеры этих подходов.
27. Как получить мезопористые системы (с размером пор порядка 3-10 нм)? Предложить варианты и идеи.

28. Электрохимические методы получения наноматериалов и темплат для проведения темплатного синтеза.
29. Механохимические методы синтеза наноматериалов.
30. Применение метода самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) для синтеза наноматериалов.
31. Синтез наноматериалов методом химического осаждения из газовой фазы.
32. Синтез углеродных нановолокон и нанотрубок.
33. Синтез графена и графеновых материалов
34. Основные подходы темплатного синтеза, назвать примеры и предложить способы синтеза металлических нанопроволок.
35. Определение темплатного синтеза. Назвать примеры и предложить способы темплатного синтеза полых сферических наночастиц.
36. Что такое опалы и как синтезируют подобные системы?
37. Что такое темплат? Типы темплатов. Предложить способы темплатного синтеза полых кубических частиц.
38. Привести пример темплатного синтеза с помощью метода репликации. Можно ли этим методом синтезировать полые сферические наночастицы?
39. Темплатный синтез методом присоединения. Назвать примеры и предложить способы темплатного синтеза наночастиц типа «ядро-оболочка».
40. Привести пример темплатного синтеза методом замещения. Можно ли таким образом синтезировать наночастицы типа «ядро-оболочка».

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Функциональные наноматериалы», 8 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты должны предложить и обосновать метод темплатного синтеза наноматериала на основе соединения, предложенного преподавателем или студентом (по согласованию с преподавателем).

Основные этапы работы:

1. Определить морфологию (форму, размеры), которую должны иметь синтезируемые наноматериалы:
 - отдельные наночастицы заданного размера (индивидуальные или в матрице),
 - одномерные наноструктуры (нанопроволоки, нановолокна, в том числе в матрицах),
 - двухмерные структуры (нанослои, нанослойные покрытия на частицах темплата, слоистые нанокомпозиты)
 - трехмерные системы (нано- или мезопористые матрицы, наносистемы со сложной морфологией)
2. Выбрать подходящий темплат, который бы обеспечил синтез материала с заданной морфологией наноматериала. Требования к темплату:
 - подходящая морфология (форма, размеры);
 - наличие хорошей адгезии синтезируемого вещества к поверхности темплата;
 - химическая инертность и стабильность в условиях синтеза (для нерасходуемого темплата)
 - химическая активность (для расходуемого темплата).
3. Выяснить и кратко описать метод(ы) синтеза выбранного темплата (необходимо воспользоваться литературными источниками), например:
 - термолиз прекурсоров;
 - мицеллярный синтез
 - анодирование металлов.
4. Описать методы и условия темплатного синтеза заданного наноматериала с использованием основных подходов темплатного синтеза наноматериалов:
 - методов репликации
 - замещения
 - присоединения
 - элиминирования (выщелачивания)
5. Описать морфологию наноматериала, его характерные размеры и указать (желательно), какими необычными свойствами может обладать данный материал.

Обязательные элементы РГЗ:

Задание должно быть напечатано на стандартных листах формата А4 и должно содержать:

1. Лицевой лист, оформленный по правилам НГТУ
2. Введение, в котором дано определение темплатного синтеза, описаны примеры

использования такого синтеза и поставлена цель работы

3. Основная часть, в которой:

- обсуждается выбор темплата и описываются методы его синтеза.
- описаны методы темплатного синтеза заданного наноматериала

4. Выводы: в которых описана предполагаемая морфология наноматериала, с указанием формы и характерных размеров, а также дана информация о том, какими необычными свойствами может обладать данный материал и где он может применяться на практике.

Оцениваемые позиции (максимальное количество баллов):

- присутствие и правильность выполнения всех структурных частей РГЗ (4 балла);
- качество литературного обзора (8 баллов);
- корректность схемы синтеза (8 баллов);
- правильность описания химических процессов, происходящих при синтезе (8 баллов);
- описание необычных свойств и областей возможного применения полученного материала (2 балла);
- аккуратность оформления и отсутствие ошибок (2 балла).

2. Критерии оценки

• Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ, отсутствуют обязательные структурные части РГЗ, не указаны схемы синтеза, не указаны физико-химические процессы, происходящие при синтезе, не обсуждены свойства и области возможного применения наноматериалов, образующихся в системе, работа оформлена небрежно, с многочисленными ошибками, оценка составляет *менее 16 баллов*.

• Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если выполнены все части РГЗ, указана схема синтеза, но недостаточно правильно описаны физико-химические процессы, происходящие при синтезе, не обсуждены свойства и области возможного применения сплавов, образующихся в системе, не указаны области применения наноматериалов, образующихся в системе, работа оформлена небрежно, с ошибками, оценка составляет *17-21 баллов*.

• Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если выполнены все части РГЗ, указана схема синтеза, правильно описаны физико-химические процессы, происходящие при синтезе, обсуждены свойства и области возможного применения наноматериалов, образующихся в системе, указаны области использования полученных систем, но работа оформлена с несущественными ошибками, оценка составляет *22-26 баллов*.

• Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если выполнены все части РГЗ, указана оптимальная схема синтеза, корректно описаны физико-химические процессы, происходящие при синтезе, обсуждены свойства и области возможного применения материалов, работа оформлена аккуратно и не содержит ошибок, оценка составляет *27-32 баллов*.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами бально-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины. Количество баллов, полученное за выполнение РГЗ (минимум 16 баллов, максимум 32 балла) суммируется с баллами, полученными за выполнение практических занятий (минимум 24 максимум 48 баллов) и по итогам зачета (минимум 10 максимум – 20 баллов).

4. Примерный перечень наноматериалов

(студент может предложить и свой альтернативный вариант по согласованию с преподавателем)

№	вещество	№	вещество
1	Au	11	Co ₃ O ₄
2	AgI	12	ZnO
3	Ag	13	Ag ₂ S
4	TiO ₂	14	ZrO ₂
5	ZnS	15	Al ₂ O ₃
6	CdS	16	MnO ₂
7	Pt	17	SnO ₂
8	Ni	18	C
9	Pd	19	Cu ₂ O
10	Fe ₃ O ₄	20	Fe

Образец титульного листа РГЗ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра Химии и химической технологии

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

по дисциплине «**Функциональные наноматериалы**»

Тема: «Темплатный синтез наноматериала _____»*

*(задается преподавателем)

Образовательная программа: 18.03.01 Химическая технология, профиль:
Химические технологии функциональных материалов

Выполнил:

Студент _____
(Ф. И. О.)

Группа _____

Факультет _____

подпись

«__» _____ 20__ г.

Проверил:

Преподаватель _____
(Ф. И. О.)

Балл: _____, ECTS _____,

Оценка _____
«отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неуд.»

подпись

«__» _____ 20__ г.

Новосибирск 20__