

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор

по учебной работе

_____ Э.Ю. Майкова
« ____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений
Блока 1 «Дисциплины (модули)»

«Методы синтеза нанокластеров и наноструктур»

Направление подготовки магистров 04.04.01 Химия

Направленность (профиль) – Химия функциональных наноматериалов

Тип задач профессиональной деятельности – научно-исследовательский

Форма обучения – очная

Химико-технологический факультет

Кафедра «Биотехнологии, химии и стандартизации»

Тверь 20__

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки магистров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы:
доцент кафедры БХС

Л.Ж. Никошвили

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БХС
« ____ » _____ 20__ г., протокол № ____.

Заведующий кафедрой

М.Г. Сульман

Согласовано:
Начальник учебно-методического
отдела УМУ

Д.А.Барчуков

Начальник отдела
комплектования
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Методы синтеза нанокластеров и наноструктур» является формирование у студентов знаний об основных современных химических, физических и физико-химических методах синтеза наноструктур и нанокластеров различного строения.

Задачами дисциплины являются:

- приобретение знаний о существующих подходах к синтезу нанокластеров и наноструктур, о современном оборудовании и методах получения наноструктурированных материалов заданного состава и свойства;
- овладение основами процессов синтеза нанокластеров и наноструктур; методами планирования и проведения теоретических и экспериментальных исследований; методами обработки и анализа полученных результатов;
- формирование умения оценивать и сравнивать результаты использования различных методов для синтеза нанокластеров и наноструктур заданного состава и свойства;
- формирование навыков применять полученные знания о методах синтеза наноструктурированных объектов в различных сферах профессиональной деятельности, в ходе проведения исследовательской работы, при изучении других дисциплин.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплине части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 ОП ВО. Для изучения курса требуются знания, умения и навыки, полученные в процессе изучения дисциплин: «Математика», «Физика», «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Коллоидная химия», «Физические методы исследования», «Химическая технология», «Теоретические и экспериментальные методы исследования в химии», «Основы нанотехнологии».

Приобретенные знания в рамках данной дисциплины необходимы в дальнейшем для выполнения научно-исследовательской работы, написании статей и тезисов, при подготовке выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:

ПК-1. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в области химии функциональных наноматериалов, химической технологии наноструктурированных композиционных материалов и смежных с химией наук.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИПК-1.1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

31.1. Существующие химические, физические и физико-химические методы синтеза нанокластеров и наноструктур.

Уметь:

У1.1. Выбирать метод синтеза для получения наноструктурированного материала с заданными свойствами.

Иметь опыт практической подготовки:

ПП1.1. Ведения научных исследований; методикой выбора объекта исследования и метода синтеза наноструктурированного материала.

ИПК-1.2. *Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.*

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

32.1. Основные виды современной аппаратуры, используемой для синтеза и анализа наноструктурированных материалов.

Уметь:

У2.1. Применять полученные знания при планировании и постановке исследований, направленных на синтез и характеризацию нанокластеров и наноструктур, с использованием современных методов.

Иметь опыт практической подготовки:

ПП2.1. Разработки методики синтеза наноструктурированных материалов с использованием современного оборудования.

ИПК-1.3. *Контролирует правильность проведения химического анализа, физико-химических и других видов исследований.*

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

33.1. Границы применимости, а также достоинства и недостатки существующих методов синтеза нанокластеров и наноструктур.

Уметь:

У3.1. Применять полученные знания при выборе метода синтеза наноструктурированного материала с заданными свойствами.

Иметь опыт практической подготовки:

ПП3.1. В установлении взаимосвязь между методом синтеза наноструктурированного материала и его свойствами.

Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:

ПК-2. Способен проводить патентно-информационные исследования в области химии функциональных наноматериалов и смежных наук.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИПК-2.1. *Проводит поиск специализированной научной информации в патентно-информационных базах данных.*

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

34.1. Базы данных, включая международные, содержащие информацию о научных публикациях (статьях, монографиях, книгах, диссертациях) и патентах.

Уметь:

У4.1. Проводить поиск специализированной научной информации в области синтеза нанокластеров и наноструктур.

Иметь опыт практической подготовки:

ПП4.1. Осуществления патентного поиска по теме синтеза наноструктурированных материалов тем или иным выбранным методом.

Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:

ПК-3. Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в области химии функциональных наноматериалов, химической технологии наноструктурированных композиционных материалов или смежных с химией науках.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИПК-3.1. Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

35.1. Современные концепции и направления развития методов синтеза стабильных наноструктурированных материалов.

Уметь:

У5.1. Выбирать наиболее перспективные направления синтеза наноструктурированных материалов.

Иметь опыт практической подготовки:

ПП5.1. Сопоставления характеристик и потенциальных областей практического применения наноструктурированных материалов, полученных разными методами.

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных занятий; выполнение практических работ; самостоятельная работа под руководством преподавателя.

4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
2 семестр		
Общая трудоемкость дисциплины	3	108
Аудиторные занятия (всего)		28
В том числе:		
Лекции		14
Практические занятия (ПЗ)		14
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		44+36(экз)

В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к практическим занятиям		24
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		не предусмотрен
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		20+36(экз)
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		14
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Практические занятия (ПЗ)		14
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
3 семестр		
Общая трудоемкость дисциплины	4	144
Аудиторные занятия (всего)		52
В том числе:		
Лекции		26
Практические занятия (ПЗ)		26
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		56+36(экз)
В том числе:		
Курсовая работа		26
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к практическим занятиям		20
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (дифференцированный зачет)		не предусмотрен
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		10+36(экз)
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		26
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Практические занятия (ПЗ)		26
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины

Таблица 2. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. практикум	Сам. работа
2 семестр						
1	Классификация наноструктурированных объектов. Размерные эффекты	24	4	2	-	10+8(экз.)
2	Основные подходы к синтезу нанокластеров и наноструктур	20	2	-	-	10+8(экз.)
3	Методы диспергирования	30	4	6	-	12+8(экз.)
4	Методы испарения-конденсации	34	4	6	-	14+10(экз.)
	<i>Всего часов за 2 семестр</i>	108	14	14	-	46+34(экз)
3 семестр						
5	Лазерно-плазменные методы синтеза	30	6	6	-	10+8(экз.)
6	Получение наноструктур с использованием методов локальной зондовой микроскопии	32	6	6	-	12+8(экз.)
7	Методы интенсивной пластической деформации	22	4	2	-	10+6(экз.)
8	Химические методы синтеза наночастиц	34	6	8	-	12+8(экз.)
9	Методы самосборки	26	4	4	-	12+6(экз.)
	<i>Всего часов за 3 семестр</i>	144	26	26	-	56+36(экз)
Всего на дисциплину		252	40	40	-	100+72(экз)

5.2. Содержание дисциплины

МОДУЛЬ 1 «КЛАССИФИКАЦИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ОБЪЕКТОВ. РАЗМЕРНЫЕ ЭФФЕКТЫ»

Наночастицы и нанокластеры. Квантовые точки и квантовые нити. Нанокристаллы. Углеродные наноструктуры. Дендримеры. Нанопористые вещества. Наноструктурированные поверхности и пленки. Супрамолекулярные структуры.

Переход от макро- к нано-: электронная структура, реакционная способность, флуктуации, магнитные свойства, температура плавления, оптические свойства.

МОДУЛЬ 2 «ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К СИНТЕЗУ НАНОКЛАСТЕРОВ И НАНОСТРУКТУР»

Промышленное производство наночастиц. Нисходящие процессы синтеза и производства наночастиц. Восходящие процессы синтеза и производства наночастиц.

МОДУЛЬ 3 «МЕТОДЫ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ»

Механическое диспергирование. Механохимическая обработка. Распыление расплавов: диспергирование струи расплава газами, диспергирование струи расплава жидкостями, центробежное распыление, двойное распыление, спиннингование. Ультразвуковое (кавитационное) диспергирование. Метод ударной волны (детонационный синтез). Электровзрыв проводников. Криодиспергирование. Расширение сверхкритических растворов.

МОДУЛЬ 4 «МЕТОДЫ ИСПАРЕНИЯ-КОНДЕНСАЦИИ»

Химическое осаждение из газовой фазы (CVD). Физическое осаждение из газовой фазы (PVD). Электроосаждение. Гидролиз в пламени. Метод молекулярных пучков (молекулярно-лучевая эпитаксия (МВЕ), эпитаксия из металлоорганических соединений (МОСVD) и летучих неорганических гидридов (MOVPE)). Методы ионного и молекулярного напыления и атомно-слоевой эпитаксии. Аэрозольный метод. Криоконденсация. Фототермический синтез. Пиролиз: спрей-пиролиз, пиролиз в пламени.

МОДУЛЬ 5 «ЛАЗЕРНО-ПЛАЗМЕННЫЕ МЕТОДЫ СИНТЕЗА»

Лазерная абляция: нерреакционная лазерная абляция, реакционная лазерная абляция. Плазменная абляция (плазмохимический метод): переработка газообразных соединений, переработка капельно-жидкого сырья, переработка твердых частиц, взвешенных в потоке плазмы. Абляция твердых тел в жидкости.

МОДУЛЬ 6 «ПОЛУЧЕНИЕ НАНОСТРУКТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ЛОКАЛЬНОЙ ЗОНДОВОЙ МИКРОСКОПИИ»

Механическая модификация поверхности: царапание, вдавливание, прививка, перетаскивание. Литография: ионная, рентгеновская, электронная, оптическая, «мягкая» литография. Химическая модификация поверхности: электрохимическое окисление или травление, разложение органометаллических газов, экспозиция диэлектрического слоя электронным пучком, электрон-стимулированная десорбция или реакция. Модификация поверхности электрическим полем: поверхностная диффузия, десорбция под воздействием электрического поля, испарение атомов с поверхности, испарение атомов с иглы. Термическая модификация поверхности. Магнитная модификация поверхности:

модификация с помощью термического нагрева, модификация с помощью магнитного поля иглы, атомарная модификация поверхностных спиновых структур.

МОДУЛЬ 7 «МЕТОДЫ ИНТЕНСИВНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ»

Кручение под высоким давлением. Равноканальное угловое прессование. Метод всестороннейковки. Равноканальная угловая вытяжка. Метод «песочных часов». Метод интенсивного трения скольжением. Другие методы экструзии и прокатки.

МОДУЛЬ 8 «ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ СИНТЕЗА НАНОЧАСТИЦ»

Золь-гель метод. Гидротермальный синтез. Сольвотермальный синтез. Химическое восстановление. Фотолиз. Радиолиз. Криохимический синтез. Матричные методы синтеза наночастиц: синтез наночастиц в мицеллах, синтез наночастиц в дендримерах, синтез наночастиц в порах неорганических и полимерных материалов, синтез наночастиц в тонких пленках.

МОДУЛЬ 9 «МЕТОДЫ САМОСБОРКИ»

Самосборка наночастиц на границе раздела фаз. Мицеллоподобные пространственные структуры. Самосборка биологических жидкостей. S-слои белков и их применение в синтезе наноструктур. Технологии послойного нанесения полиэлектролитов и их применение при создании биосенсоров. Создание искусственных вирусоподобных частиц и их использование для синтеза наноструктур. ДНК нанотехнологии.

5.3. Лабораторные работы

Учебным планом лабораторные работы не предусмотрены.

5.4. Практические занятия

Таблица 3. Тематика, форма практических занятий (ПЗ) и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели практических занятий	Примерная тематика занятий и форма их проведения	Трудоемкость в часах
<p>Модуль 1 Цель: формирование представления о многообразии нанообъектов и их свойств</p>	<p>Размерных эффекты при переходе от макро- к нано-. Возможности для перемещения электронов и взаимодействие электронных волн в наноструктурах. Изменение температур фазовых превращений. Влияние наноразмерности на кинетические свойства материалов (теплопроводность, коэффициенты диффузии, электросопротивление). Размерная зависимость механических характеристик наноматериалов. Химические свойства (реакционная способность) наноматериалов. Способность к флуктуациям. Магнитные свойства. Оптические спектры наночастиц. Токсичность.</p>	<p>2</p>

<p>Модуль 3 Цель: изучение основных особенностей современных методов диспергирования</p>	<p>Методы диспергирования расплавов (диспергирование струи расплава газами, диспергирование струи расплава жидкостями, центробежное распыление, двойное распыление, спиннингование). Применение сверхкритических флюидных технологий для получения наночастиц. Электровзрыв проводников. Синтез наноматериалов в детонационной волне. Криодиспергирование.</p>	<p>6</p>
<p>Модуль 4 Цель: формирование представления о существующих методах испарения-конденсации</p>	<p>Осаждение из газовой фазы (PVD и CVD), электроосаждение. Гидролиз в пламени. Многообразие методов эпитаксии: МВЕ, МОСVD (МОС-гидридная технология), MOVPE и методы ионного и молекулярного наплавления и атомно-слоевой эпитаксии. Метод сверхзвукового кластерного пучка. Методы пиролиза.</p>	<p>6</p>
<p>Модуль 5 Цель: изучение основ лазерно-плазменных методов синтеза наночастиц</p>	<p>Лазерно-индуцированный рост наночастиц: нереакционная лазерная абляция, реакционная лазерная абляция. Формирование наночастиц в низкотемпературной плазме дугового, высокочастотного или сверхвысокочастотного разрядов. Плазмохимические методы синтеза наночастиц: переработка газообразных соединений, переработка капельножидкого сырья, переработка твердых частиц.</p>	<p>6</p>
<p>Модуль 6 Цель: изучение возможностей использования зондовой микроскопии для создания наноструктур</p>	<p>Разновидности АСМ. Возможности применения АСМ для модификации поверхности: механической, химической, термической, магнитной, модификации электрическим полем. Многообразие методов литографии. Способы организации процессов литографии. Современные достижения и перспективы развития литографической техники получения наноструктур.</p>	<p>6</p>
<p>Модуль 7 Цель: формирование представления о методах интенсивной пластической деформации с точки зрения создания субмикроструктурных материалов</p>	<p>Получение субмикроструктурных материалов методами интенсивной пластической деформации: кручение под высоким давлением, равноканальное угловое прессование, метод всестороннейковки, равноканальная угловая вытяжка, метод «песочных часов», метод интенсивного трения скольжением, и другие методы экструзии и прокатки.</p>	<p>2</p>
<p>Модуль 8 Цель: изучение основ химических методов синтеза наночастиц</p>	<p>Золь-гель методы синтеза наночастиц металлов. Синтез наночастиц с использованием темплатов. Наноструктурированные полимеры, как</p>	<p>8</p>

	нанореакторы для синтеза наночастиц; синтез наночастиц в мицеллах, синтез наночастиц в дендримерах, синтез наночастиц в порах неорганических и полимерных материалов, синтез наночастиц в тонких пленках.	
Модуль 9 Цель: формирование понятия о методах синтеза наноструктур с использованием современных достижений нанобиотехнологии	Создание наноструктур на основе биологически активных соединений, способных к самосборке и самоорганизации. Объединение биологических и синтетических молекул для получения новых наноматериалов. Технологии создания биосенсоров.	4

6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости

6.1. Цели самостоятельной работы

Основными целями самостоятельной работы магистрантов является формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых, рациональных и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к практическим занятиям, к текущему контролю успеваемости; подготовке курсовой работы, доклада и презентации; подготовке к экзаменам.

После вводных лекций, в которых обозначается содержание дисциплины, ее проблематика и практическая значимость, студентам выдаются задания на практические и лабораторные занятия. Студенты выполняют задания в часы СРС в течение семестра в соответствии с освоением учебных разделов. Защита выполненных заданий производится поэтапно в часы практических занятий. Оценивание осуществляется путем устного опроса проводится по содержанию и качеству выполненного задания.

После вводных лекций в третьем семестре студентам выдаются темы курсовой работы, определяется порядок подготовки доклада и презентации для его защиты.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература по дисциплине

1. Введение в нанотехнологию : учебник для вузов по направлению 211000 - "Конструирование и технология электронных средств" / В.И. Марголин [и др.]. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-8114-1318-8. - URL: <https://e.lanbook.com/book/211034> . - (ID=111363-0)

2. Головин, Ю.И. Основы нанотехнологий / Ю.И. Головин. - Москва : Машиностроение, 2012. - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-94275-662-8. - URL: https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5793 . - (ID=111312-0)

3. Мартин-Пальма, Р. Нанотехнологии: ударный вводный курс : учеб. пособие / Р. Мартин-Пальма, А. Лахтакия; пер. с англ.: Е.Г. Заболоцкого, А.В. Заболоцкого. - Долгопрудный : Интеллект, 2014. - 206 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-91559-146-1 : 1012 p. - (ID=105397-4)

7.2. Дополнительная литература по дисциплине

1. Золь-гель технология микро- и нанокompозитов : учеб. пособие для вузов по напр. подготовки 210100 — «Электроника и микроэлектроника» и 222900 — «Нанотехнологии и микросистемная техника» / В.А. Мошников [и др.]; под ред. О.А. Шиловой. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - 304 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 12.08.2022. - ISBN 978-5-8114-1417-8. - URL: <https://e.lanbook.com/book/211277> . - (ID=105923-0)

2. Рыжонков, Д.И. Наноматериалы : учеб. пособие : в составе учебно-методического комплекса / Д.И. Рыжонков, В.В. Левина, Э.Л. Дзидзигури. - 2-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 365 с. : ил., табл. - (Нанотехнологии) (УМК-У). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-9963-0345-8 : 246 p. 40 к. - (ID=78277-10)

3. Физические методы нанесения нанопокрывтий : учебное пособие для вузов по инженерно-техническим направлениям / В.С. Мухин [и др.]; под редакцией: В.С. Мухина, С.Р. Шехтмана. - 3-е изд. - Москва : Юрайт, 2021. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-13807-8. - URL: <https://urait.ru/book/fizicheskie-metody-naneseniya-nanopokrytiy-466910> . - (ID=135794-0)

4. Старостин, В.В. Материалы и методы нанотехнологий : учебное пособие для вузов по напр. "Нанотехнологии" : в составе учебно-методического комплекса / В.В. Старостин. - 2-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 431 с. - (Нанотехнологии) (УМК-У). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-9963-0346-5 : 242 p. - (ID=78276-10)

5. Неволин, В.К. Физические основы туннельно-зондовой нанотехнологии : учеб. пособие / В.К. Неволин; Московский институт электронной техники (техн. ун-т). - М. : Московский институт электронной техники, 2000. - Внешний сервер. - Текст : электронный. - URL: http://window.edu.ru/window/library?p_frubr=3.52&p_frubr=3.53&p_frubr=3.23&p_frubr=3.54&p_frubr=3.55&p_frubr=3.56&mode=1&rid=60572&p_rubr=2.2.75.26 . - (ID=78966-0)

6. Андриевский, Р.А. Наноструктурные материалы : учеб. пособие для вузов по напр. подготовки дипломир. спец. 651800 "Физ. материаловедение" : в составе учебно-методического комплекса / Р.А. Андриевский, А.В. Рагуля. - Москва : Академия, 2005. - 187 с. : ил. - (Высшее профессиональное

образование) (УМК-У). - Библиогр. в конце гл. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-7695-2034-5 : 235 р. 73 к. - (ID=47566-9)

7.3. Методические материалы

1. Учебно-методический комплекс дисциплины "Методы синтеза нанокластеров и наноструктур" направления подготовки 04.04.01 Химия. Профиль: Химия функциональных наноматериалов : ФГОС 3+ / Каф. Биотехнология и химия ; сост. Л.Ж. Никошвили. - 2022. - (УМК). - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/125165> . - (ID=125165-1)

7.4. Программное обеспечение по дисциплине

Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭК ТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ": сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНИПы и др.]. Диск 1, 2, 3, 4. - М.: Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст: электронный. - 119600 р. - (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>
УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/125165>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины «Методы синтеза нанокластеров и наноструктур» используются современные средства обучения, возможна демонстрация лекционного материала с помощью проектора. Аудитория для проведения лекционных занятий, проведения защит и презентаций курсовых работ оснащена современной компьютерной и офисной техникой, необходимым программным обеспечением, электронными учебными пособиями и

законодательно-правовой поисковой системой, имеющий выход в глобальную сеть.

9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена

1. Экзаменационный билет соответствует форме, утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования с учетом профессиональных стандартов. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении. Обучающемуся даётся право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

Число экзаменационных билетов – 15. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3 (1 вопрос для категории «знать» и 2 вопроса для категории «уметь»).

Продолжительность экзамена – 60 минут.

2. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

3. Критерии оценки за экзамен:

для категории «знать»:

выше базового – 2;

базовый – 1;

ниже базового – 0;

критерии оценки и ее значение для категории «уметь»:

отсутствие умения – 0 балл;

наличие умения – 2 балла.

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

4. Вид экзамена – письменный экзамен, включающий решение задач с использованием справочного материала и непрограммируемого калькулятора.

5. База заданий, предъявляемая обучающимся на экзамене:

2 семестр:

1. Дайте определение следующим терминам: нанотехнология, наноматериалы, наноконпозиты, супрамолекулярные материалы. Приведите различные варианты классификации нанообъектов.

2. Дайте определение понятию нанокластер. Какие существуют варианты классификации нанокластеров по размерам? Как классифицируют нанокластеры по степени упорядоченности?

3. Какие существуют подходы к оценке минимального размера нанокристаллов? Особенности строения органических нанокристаллов.

4. Приведите примеры размерных эффектов для наночастиц. Что такое квантовые точки? За счет чего квантовые точки могут служить «ловушками» электронов?

5. Что такое дендримеры и дендримерсомы? Как можно использовать дендримеры в синтезе наночастиц? Каковы возможности практического применения дендримеросом?

6. Какие соединения относят к супрамолекулярным? Приведите примеры. Какие соединения называют клатратами? Приведите примеры.

7. Что такое фуллерены, и чем обусловлена их устойчивость? Что такое углеродные нанотрубки (УНТ)? Опишите особенности строения и разновидности УНТ.

8. Дуговой способ получения углеродных нанотрубок: приведите схему организации процесса, опишите достоинства и недостатки метода.

9. Каким образом можно осуществлять синтез углеродных нанотрубок методом пиролиза углеводородов? Опишите возможные варианты организации процессов. Укажите достоинства и недостатки методов пиролиза.

10. Каким образом можно осуществлять синтез углеродных нанотрубок методом лазерного испарения графита? Приведите схему процесса, опишите его достоинства и недостатки.

11. Каким образом можно осуществлять синтез углеродных нанотрубок из углеродсодержащих газов? Опишите процессы NiPCO и CoMoCAT.

12. Классификация методов синтеза наноматериалов по способу получения и стабилизации наночастиц.

13. На чем основан метод получения наноматериалов путем механического дробления? От каких факторов зависит эффективность дробления? Достоинства и недостатки данного метода.

14. На чем основан метод получения наноматериалов путем криопомола? Достоинства и недостатки метода криопомола. В чем заключается особенность наночастиц, синтезируемых данным методом?

15. Использование механического дробления для получения наноматериалов. К каким побочным процессам может привести механическая активация материала, возникающая в ходе дробления? Что такое механическое сплавление?

16. Охарактеризуйте механохимический синтез как способ получения наноматериалов. Опишите ключевые особенности твердотельных механохимических реакций. Какие типы механохимических реакций вы знаете (приведите примеры)?

17. Метод самораспространяющегося высокотемпературного синтеза как способ получения наноматериалов. Какие процессы происходят при механической активации топохимической реакции?

18. На чем основан метод получения наноматериалов путем ультразвукового диспергирования в растворах? Для каких материалов может использоваться данный метод?

19. Основные особенности организации процесса получения наноматериалов методом электровзрыва проводников. Характеристики получаемых порошков.

20. На чем основан ударно-волновой (детонационный) метод синтеза наноматериалов? Основные стадии, достоинства и недостатки процесса.

21. На чем основаны методы получения наноматериалов путем распыления струи расплава жидкостью или газом? В чем состоит отличие диспергирования расплава газом от диспергирования жидкостью?

22. На чем основаны следующие методы получения наноматериалов из расплавов: метод двойного и центробежного распыления, метод спиннингования. Достоинства и недостатки метода спиннингования.

23. Расширение сверхкритических растворов как метод получения наноматериалов. Охарактеризуйте достоинства и недостатки данного метода.

24. На чем основан метод получения наноматериалов путем спрей-пиролиза? Приведите схему процесса, опишите достоинства и недостатки метода.

25. Методы получения наноматериалов путем физического осаждения из паровой фазы (PVD). Опишите сущность PVD процессов и типичную технологию нанесения покрытия PVD-методом. Чем отличаются методы физической и химической конденсации?

26. На чем основаны PVD-методы получения наноматериалов путем термического испарения? Достоинства и недостатки метода термического испарения.

27. На чем основаны PVD-методы получения наноматериалов путем катодного распыления? Как можно повысить производительность PVD-установки катодного распыления?

28. Опишите технологию получения наноматериалов методом магнетронного распыления. Каковы преимущества данного метода по сравнению с катодным распылением?

29. На чем основаны ионно-лучевые PVD-методы получения наноматериалов? Достоинства и недостатки метода ионно-лучевого распыления.

30. На чем основаны PVD-методы получения наноматериалов путем ионного плакирования? Достоинства и недостатки метода ионного плакирования.

31. На чем основаны PVD-методы получения наноматериалов путем ионной имплантации? Достоинства и недостатки метода ионной имплантации.

32. На чем основаны PVD-методы получения наноматериалов путем ионно-лучевого перемешивания? Отличие ионно-лучевого перемешивания от ионной имплантации.

33. Физическое осаждение из паровой фазы (PVD) как метод получения наноматериалов. В чем заключаются особенности лазерных PVD-методов получения наноматериалов?

34. На чем основаны методы получения наноматериалов путем химического осаждения из паровой фазы? Достоинства и недостатки CVD-методов, сравнение с методами PVD.

35. Химическое осаждение из паровой фазы (CVD) как метод получения наноматериалов. Проведите сравнение CVD-метода с методом получения наноматериалов путем осаждения с использованием плазмы тлеющего разряда.

36. На чем основан метод сверхзвукового кластерного пучка? Опишите технологию получения пленок данным методом. Какие источники кластеров могут быть использованы в данном методе?

37. На чем основан метод получения наноматериалов путем молекулярно-лучевой эпитаксии? Схема процесса, достоинства и недостатки метода.

38. На чем основан метод получения наноматериалов путем атомно-слоевой эпитаксии? Схема процесса, достоинства и недостатки метода.

39. На чем основан метод получения наноматериалов путем металлоорганической газофазной эпитаксии (MOVPE)? Достоинства и недостатки данного метода.

40. На чем основан метод получения наноматериалов путем металлоорганического химического осаждения из паровой фазы (MOCVD)? Достоинства и недостатки данного метода.

41. Охарактеризуйте возможности использования низкотемпературной плазмы дугового, высокочастотного или сверхвысокочастотного разрядов для синтеза наночастиц.

42. На чем основаны плазмохимические методы синтеза наночастиц? Опишите схему организации процесса, укажите достоинства и недостатки плазмохимических методов.

3 семестр:

1. Охарактеризуйте возможности методов интенсивной пластической деформации (равноканального углового прессования, всестороннейковки, «песочных часов», интенсивного трения скольжением) для получения наноматериалов.

2. Кручение под высоким давлением как метод получения наноматериалов. Ограничения метода, достоинства и недостатки.

3. Равноканальное угловое прессование как метод получения наноматериалов. Ограничения метода, достоинства и недостатки.

4. Опишите синтез наноструктур методом равноканальной угловой вытяжки. Приведите достоинства и недостатки метода.

5. Опишите синтез наноструктур методом всестороннейковки. Приведите достоинства и недостатки метода.

6. Метод «песочных часов» как способ получения наноматериалов. Ограничения метода, достоинства и недостатки.

7. Метод интенсивного трения скольжением как способ получения наноматериалов. Ограничения метода, достоинства и недостатки.

8. Опишите сущность методов, основанных на лазерно-индуцированном росте наночастиц (лазерная абляция). Охарактеризуйте достоинства и недостатки метода лазерной абляции.

9. Нереакционная лазерная абляция и реакционная лазерная абляция: сравнение методов, их достоинства и недостатки.

10. Химические методы синтеза наночастиц. Золь-гель метод. Возможные варианты организации процесса, достоинства и недостатки.

11. Матричные методы синтеза наночастиц: синтез наночастиц в мицеллах, синтез наночастиц в дендримерах, синтез наночастиц в порах неорганических и полимерных материалов, синтез наночастиц в тонких пленках.

12. Литография как метод получения наноматериалов: ионная, рентгеновская, электронная, оптическая и «мягкая» литография.

13. Химическая модификация поверхности (электрохимическое окисление или травление, разложение органометаллических газов, экспозиция диэлектрического слоя электронным пучком, электрон-стимулированная десорбция или реакция) как способ получения наноматериалов.

14. Магнитная модификация поверхности (модификация с помощью термического нагрева, модификация с помощью магнитного поля иглы, атомарная модификация поверхностных спиновых структур) как способ получения наноматериалов.

15. Модификация поверхности электрическим полем (поверхностная диффузия, десорбция под воздействием электрического поля, испарение атомов с поверхности, испарение атомов с иглы) как способ получения наноматериалов.

16. Термическая модификация поверхности как способ получения наноматериалов. Приведите схему процесса, опишите достоинства и недостатки.

17. Механическая модификация поверхности как способ получения наноструктур. Возможные варианты организации процесса, достоинства и недостатки.

18. Методы самосборки. Создание искусственных вирусоподобных частиц и их использование для синтеза наноструктур.

19. Методы самосборки. Самосборка наночастиц на границе раздела фаз. Мицеллоподобные пространственные структуры.

20. Методы самосборки. Использование нуклеиновых кислот в методах самосборки для создания наноматериалов. ДНК нанотехнологии.

21. Технологии послойного нанесения полиэлектролитов и их применение при создании биосенсоров.

22. Криохимический синтез наноматериалов. Основы метода, схема организации процесса, достоинства и недостатки.

23. Гидротермальный метод получения наноматериалов. Основы метода, схема организации процесса, достоинства и недостатки.

24. Сольвотермальный метод получения наноматериалов. Основы метода, схема организации процесса, достоинства и недостатки.

25. Получение наноматериалов методом химического восстановления. Основы метода, схема организации процесса, достоинства и недостатки.

26. Многообразие химических методов синтеза наночастиц. Опишите возможные варианты организации процессов. Сравните методы фотолиза и радиолиза.

Пользование различными техническими устройствами, кроме ЭВМ компьютерного класса и программным обеспечением, необходимым для решения поставленных задач, не допускается. При желании студента покинуть пределы аудитории во время экзамена экзаменационный билет после его возвращения заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы и решенных на компьютере задач задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного студенту.

Иные нормы, регламентирующие процедуру проведения экзамена, представлены в Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета

Учебным планом зачет по дисциплине не предусмотрен.

9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсовой работы

1. Шкала оценивания курсовой работы – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

2. Примерная тематика курсовой работы (3 семестр).

1) Современные технологии лазерной абляции для синтеза наночастиц и обработки поверхностей.

2) Многообразие плазмохимических методов получения наноматериалов.

3) Современные методы оптической литографии. Голографическая литография.

4) Использование природных и синтетических полимеров в литографических техниках.

5) Возможности использования наноструктурированных полимеров в качестве нанореакторов для синтеза наночастиц металлов.

6) Углеродные нанотрубки как перспективные носители для синтеза наночастиц металлов.

7) Возможности использования молекулярных сит в качестве носителей для синтеза наночастиц металлов.

8) Использование способных к самосборке биомолекул для синтеза наноструктур.

9) ДНК-нанотехнологии: способы организации, возможности и перспективы практического использования.

10) Биомиметический синтез наночастиц.

11) Искусственные вирусные частицы как инструмент нанотехнологии.

Студент по согласованию с преподавателем может самостоятельно выбрать объект курсовой работы на базе организации или предприятия, на котором проводится практика или научно-исследовательская работа.

Курсовая работа может являться этапом подготовки к написанию ВКР.

3. Критерии итоговой оценки за курсовую работу.

№ раздела	Наименование раздела	Баллы по шкале уровня
	Нормативные ссылки	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
	Термины и определения	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
	Введение	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
1	Общая часть (обзор литературных источников по теме курсовой работы)	Выше базового – 6 Базовый – 3 Ниже базового – 0
2	Специальная часть (характеристика объекта исследования с подробной интерпретацией)	Выше базового – 6 Базовый – 3 Ниже базового – 0
	Заключение	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
	Список использованных источников	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0

Критерии итоговой оценки за курсовую работу:

«отлично» – при сумме баллов от 20 до 22;

«хорошо» – при сумме баллов от 15 до 19;

«удовлетворительно» – при сумме баллов от 11 до 14;

«неудовлетворительно» – при сумме баллов менее 11, а также при любой другой сумме, если по разделам «Общая часть» и «Специальная часть» работа имеет 0 баллов.

4. В процессе выполнения курсовой работы руководитель осуществляет систематическое консультирование.

5. Дополнительные процедурные сведения:

- студенты выбирают тему для курсовой работы самостоятельно из предложенного списка и согласовывают свой выбор с преподавателем в течение двух первых недель обучения;

- проверку и оценку работы осуществляет руководитель, который доводит до сведения обучающего достоинства и недостатки курсовой работы и ее оценку. Оценка проставляется в зачетную книжку обучающегося и ведомость для курсовой работы. Если обучающийся не согласен с оценкой руководителя, проводится защита работы перед комиссией, которую назначает заведующий кафедрой;

- защита курсовой работы проводится в течение двух последних недель семестра и выполняется в форме устной защиты в виде доклада и презентации на 5-7 минут с последующим ответом на поставленные вопросы, в ходе которых выясняется глубина знаний студента и самостоятельность выполнения работы;

- работа не подлежит обязательному внешнему рецензированию;
- курсовые работы хранятся на кафедре в течение трех лет.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Студенты перед началом изучения дисциплины ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки.

Студенты, изучающие дисциплину, обеспечиваются электронными изданиями или доступом к ним, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению практических работ, всех видов самостоятельной работы.

В учебный процесс рекомендуется внедрение субъект-субъектной педагогической технологии, при которой в расписании каждого преподавателя определяется время консультаций студентов по закрепленному за ним модулю дисциплины.

11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины

Содержание рабочих программ дисциплин ежегодно обновляется протоколами заседаний кафедры по утвержденной «Положением о структуре, содержании и оформлении рабочих программ дисциплин по образовательным программам, соответствующим ФГОС ВО с учетом профессиональных стандартов» форме.

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

Направление подготовки магистров 04.04.01 Химия
Профиль – Химия функциональных наноматериалов
Кафедра «Биотехнологии, химии и стандартизации»
Дисциплина «Методы синтеза нанокластеров и наноструктур»
Семестр 2

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Задание для проверки уровня «знать» – или 0, или 1, или 2 балла:
Классификация методов синтеза наноматериалов по способу получения и стабилизации наночастиц.
2. Задание для проверки уровня «уметь» – или 0, или 2 балла:
На чем основан метод получения наноматериалов путем спрей-пиролиза?
Приведите схему процесса, опишите достоинства и недостатки.
3. Задание для проверки уровня «уметь» – или 0, или 2 балла:
Расширение сверхкритических растворов как метод получения наноматериалов. Охарактеризуйте достоинства и недостатки данного метода.

Критерии итоговой оценки за экзамен:

- «отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
- «хорошо» - при сумме баллов 4;
- «удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
- «неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2 балла;

Составитель: доц. кафедры БХС

Л.Ж, Никошвили

Заведующий кафедрой БХС

М.Г. Сульман

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

Направление подготовки магистров 04.04.01 Химия
Профиль – Химия функциональных наноматериалов
Кафедра «Биотехнологии, химии и стандартизации»
Дисциплина «Методы синтеза нанокластеров и наноструктур»
Семестр 3

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Задание для проверки уровня «знать» – или 0, или 1, или 2 балла:
Криохимический синтез наноматериалов. Основы метода, схема организации процесса, достоинства и недостатки.
2. Задание для проверки уровня «уметь» – или 0, или 2 балла:
Методы самосборки. Самосборка наночастиц на границе раздела фаз. Мицеллоподобные пространственные структуры.
3. Задание для проверки уровня «уметь» – или 0, или 2 балла:
Литография как метод получения наноматериалов: ионная, рентгеновская, электронная, оптическая и «мягкая» литография.

Критерии итоговой оценки за экзамен:

- «отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
- «хорошо» - при сумме баллов 4;
- «удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
- «неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2 балла;

Составитель: доц. кафедры БХС

Л.Ж. Никошвили

Заведующий кафедрой БХС

М.Г. Сульман