

**Еремин Л.П.**  
**Методические рекомендации магистрантам**  
**по изучению дисциплины М.2.В.05 Нанохимия;**  
**направление: 020100.68 Химия (магистерская программа «Физическая химия»)**

Курс изучается в течение одного семестра. Перед началом занятий магистрант должен ознакомиться с разделами изучаемой дисциплины и их содержанием, получить перечень вопросов, выносимых на самостоятельную работу и на экзамен. Магистрант должен быть знаком с требованиями к уровню освоения дисциплины, формами текущего, промежуточного и итогового контроля. В процессе обучения магистранты должны выступать и принимать участие в дискуссиях на семинарах. По каждому разделу дисциплины необходимо выступить не менее, чем с одним докладом на семинаре.

**1. Темы лекций и их содержание.**

*1.1. Особые свойства вещества в высокодисперсном состоянии.* Условия и причины возникновения размерных эффектов. Внутренний и внешний размерный эффект. Отличительные особенности электронной структуры наночастиц. Диаграмма энергетических уровней и электронные спектры поглощения атомов, кластеров и наночастиц металлов. Проявление размерного эффекта. Влияние размеров полупроводниковых наночастиц на их оптические и люминесцентные характеристики. Механизм влияния. Физические явления, связанные с проявлением размерных эффектов (понижение температуры плавления, электрические и магнитные свойства наночастиц).

*1.2. Классификация нанобъектов и методы их получения.* Наночастицы, кластеры, наноструктуры, структуры с квантоворазмерным эффектом (квантовые ямы, квантовые нити, квантовые точки). Методы синтеза наночастиц: принципы снизу–вверх и сверху–вниз. Химические методы синтеза. Синтез в микроэмульсиях, обратных мицеллах, в полимерах и дендримерах. Радиационно-химические методы. Золь-гель-метод и его модификации. Принципы получения монодисперсных частиц. Возможности управления размерами и формой наночастиц при использовании различных методов синтеза. Получение частиц типа ядро-оболочка.

*1.3. Методы визуализации и исследования наночастиц.* Просвечивающая и сканирующая электронная микроскопия. Сканирующая туннельная и атомно-силовая микроскопия. Электронные спектры поглощения, инфракрасная спектроскопия и люминесцентный анализ.

*1.4. Нанотехнологии.* Фундаментальные и прикладные исследования: связь нанонауки и нанотехнологии. Механические наноустройства. Магнитные наноматериалы. Нанотехнологии в медицине.

*1.5. Углеродные наноматериалы.* Аллотропные формы углерода – «нано» и не «нано». Наноалмазы. Фуллерен  $C_{60}$ : получение, строение, свойства и его аналоги. Основные виды производных фуллеренов. Нанотрубки, их классификация и свойства. Общие свойства наноформ углерода.

*1.6. Наноматериалы для энергетики.* Фотосинтетическое преобразование световой энергии. Наноматериалы в топливных элементах. Наноматериалы для водородной энергетики.

*1.7. Нанокатализ.* Роль состояния поверхности и поверхностных реакций в нанохимии. Наноразмерный катализ. Зависимость каталитических свойств кластеров от их строения и размеров. Возможности молекулярного дизайна активных центров. Каталитические свойства наночастиц металлов и полупроводников.

*1.8. Нанoeлектронные элементы информационных систем.* Квантовые основы электроники (квантовое ограничение, интерференционные эффекты и туннелирование).

*1.9. Нанотехнологии как основное стратегическое направление развития человеческой деятельности в XXI веке.* Особенности нанопроблематики, ее связь с другими областями

науки. Перспективы применения достижений нанотехнологии. Возможные экологические и социальные последствия применения нанотехнологий

## **2. Вопросы, выносимые на практические занятия по темам.**

### *2.1. Особые свойства вещества в высокодисперсном состоянии.*

1. Условия и причины возникновения размерных эффектов.
2. Отличительные особенности электронной структуры наночастиц. Диаграмма энергетических уровней и электронные спектры поглощения атомов, кластеров и наночастиц металлов.
3. Влияние размеров полупроводниковых наночастиц на их оптические и люминесцентные характеристики

### *2.2. Классификация нанообъектов и методы их получения.*

1. Наночастицы, кластеры, наноструктуры, структуры с квантоворазмерным эффектом (квантовые ямы, квантовые нити, квантовые точки).
2. Методы синтеза наночастиц: принципы снизу–вверх и сверху-вниз .
3. Возможности управления размерами и формой наночастиц при использовании различных методов синтеза. Получение частиц типа ядро-оболочка.

### *2.3. Методы визуализации и исследования наночастиц.*

1. Просвечивающая и сканирующая электронная микроскопия. Сканирующая туннельная и атомно-силовая микроскопия.
2. Электронные спектры поглощения, инфракрасная спектроскопия и люминесцентный анализ.

### *2.4. Нанотехнологии.*

1. Связь нанонауки и нанотехнологии.
2. Механические наноустройства.
3. Магнитные наноматериалы.
4. Нанотехнологии в медицине.

### *2.5. Углеродные наноматериалы.*

1. Аллотропные формы углерода – «нано» и не «нано».
2. Наноалмазы.
3. Фуллерен  $C_{60}$  и его производные.
4. Нанотрубки

### *2.6. Наноматериалы для энергетики.*

1. Фотосинтетическое преобразование световой энергии.
2. Наноматериалы в топливных элементах.
3. Наноматериалы для водородной энергетики.

### *2.7. Нанокатализ.*

1. Роль состояния поверхности и поверхностных реакций в нанохимии.
2. Наноразмерный катализ. Зависимость каталитических свойств кластеров от их строения и размеров.
3. Каталитические свойства наночастиц металлов и полупроводников.

### *2.8. Нанoeлектронные элементы информационных систем.*

1. Квантовые основы электроники (квантовое ограничение, интерференционные эффекты и туннелирование).

*2.9. Нанотехнологии как основное стратегическое направление развития человеческой деятельности в XXI веке.*

1. Особенности нанопроблематики, ее связь с другими областями науки.
2. Перспективы применения достижений нанотехнологии.
3. Возможные экологические и социальные последствия применения нанотехнологий

### **3. Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.**

#### ***3.1. Тематика рефератов (докладов, эссе):***

1. Нанoeлектроника – основа информационных систем XXI века.
2. Экологические риски, связанные с использованием наноматериалов.
3. Коллоидная химия наночастиц.
4. Наноматериалы в топливно-энергетическом комплексе.
5. Химия полупроводниковых наночастиц.
6. Металлические наносистемы в катализе.
7. Наноструктурные композитные фотокатализаторы на основе поликристаллического сульфида кадмия.
8. Нанотехнологии в охране окружающей среды.
9. Биологическая наноинженерия.
10. Военные нанотехнологии.
11. Наномедицина.
12. Неуглеродные нанотрубки.
13. Социальные и этические вопросы развития нанотехнологий.

#### ***3.2. Вопросы и задания для самостоятельной работы, в том числе групповой самостоятельной работы обучающихся:***

1. Ключевые особенности нанохимии.
2. Особенности физико-химических процессов, связанных с уменьшением размера частиц.
3. Особенности описания кинетики и термодинамики реакций с участием наночастиц.
4. Классификация методов синтеза наночастиц.
5. Функции органических растворителей в синтезе наночастиц.
6. Криохимический синтез наночастиц.
7. Управление размером и формой наночастиц.
8. Методы исследования свойств наночастиц на поверхности и в объеме.
9. Связь нанонауки и нанотехнологии.
10. Химические реакции с участием фуллеренов.
11. Химия нанотрубок.
12. Размерные эффекты в фотокатализе.
13. Получение и использование полупроводниковых наночастиц.
14. Методы использования наночастиц в биологии и медицине.
15. Возможные перспективные направления исследований в нанохимии.

#### ***3.3. Вопросы для самопроверки, диалогов, обсуждений, дискуссий, экспертиз:***

1. Особые свойства вещества в высокодисперсном состоянии
2. Отличительные особенности электронной структуры наночастиц. Диаграмма энергетических уровней и электронные спектры поглощения атомов, кластеров и наночастиц металлов.
3. Проявление размерного эффекта. Влияние размеров полупроводниковых наночастиц на их оптические и люминесцентные характеристики. Механизм влияния.
4. Физические явления, связанные с проявлением размерных эффектов (понижение температуры плавления, электрические и магнитные свойства наночастиц).
5. Методы синтеза наночастиц: принципы снизу–вверх и сверху–вниз . Химические методы синтеза .
6. Синтез в микроэмульсиях, обратных мицеллах, в полимерах и дендримерах. Методы визуализации и исследования наночастиц. Просвечивающая и сканирующая электронная микроскопия. Сканирующая туннельная и атомно-силовая микроскопия.

Электронные спектры поглощения, инфракрасная спектроскопия и люминесцентный анализ.

7. Фундаментальные и прикладные исследования: связь наноуки и нанотехнологии.

8. Углеродные наноматериалы.. Фуллерен  $C_{60}$ . Нанотрубки, их классификация и свойства. Общие свойства наночастиц углерода.

9. Наноматериалы для энергетики.

10. Наноразмерный катализ.

11. Нанозлектронные элементы информационных систем.

12. Нанотехнологии как основное стратегическое направление развития человеческой деятельности в XXI веке.

### **3.4. Примеры тестов:**

1. Одним из наиболее важных свойств наночастиц является:

- (а) более сильный запах;
- (б) повышенная кислотность;
- (в) большая поверхностная площадь;
- (г) большая стоимость

2. Наноструктуры с разветвленным древовидным физическим строением, которое позволяет прекрасно доставлять лекарства в нужное место и лечить болезни, называются:

- а) дендримерами;
- б) фуллеренами;
- в) дедритами;
- г) полипами.

3. Частицы считаются наночастицами, если одно из их измерений меньше:

- а) 100 мм;
- б) 10 мм;
- в) 100 нм;
- г) 1 дм.

4. Квантовая точка ограничивает электроны:

- (а) в воде;
- (б) пончиках;
- (в) нанодоменах проводника или полупроводника;
- (г) в нуль\_пространстве.г

5..Материалы, хотя бы с одним наномасштабным размером и повышенной каталитической активностью, называются:

- (а) биокерамическими мембранами;
- (б) космическими точками;
- (в) нановспышками;
- (г) нанокатализаторами

6.Самосборка микрокапсул и других наночастиц выполняется:

- (а) сверху вниз;
- (б) снизу вверх;
- (в) сбоку;
- (г) вдоль оси z.

### **3.5. Перечень вопросов для промежуточной аттестации (к экзамену, зачету):**

1. Объекты нанохимии: кластеры, наночастицы, наноструктуры, структуры с квантоворазмерным эффектом (квантовые ямы, квантовые нити, квантовые точки).
2. Условия и причины возникновения размерных эффектов. Внутренний и внешний размерный эффект
3. Диаграмма энергетических уровней и электронные спектры поглощения атомов, кластеров и наночастиц металлов.
4. Влияние размеров полупроводниковых наночастиц на их оптические и люминесцентные характеристики. Механизм влияния.
5. Физические явления, связанные с проявлением размерных эффектов (понижение температуры плавления, электрические и магнитные свойства наночастиц).
6. Квантовые размерные эффекты в наносистемах: изменение электронных и термодинамических свойств вещества.
7. Классификация методов синтеза наночастиц. Химические методы синтеза («снизу вверх»).
8. Синтез наночастиц в микроэмульсиях, обратных мицеллах, в полимерах и дендримерах
9. Радиационно-химические методы синтеза наночастиц. Золь-гель-метод и его модификации.
10. Принципы получения монодисперсных наночастиц. Возможности управления размерами и формой наночастиц при использовании различных методов синтеза. Получение частиц типа ядро-оболочка.
11. Методы визуализации и исследования наночастиц. Просвечивающая и сканирующая электронная микроскопия.
12. Методы визуализации и исследования наночастиц. Сканирующая туннельная и атомно-силовая микроскопия.
13. Электронные спектры поглощения, инфракрасная спектроскопия и люминесцентный анализ в исследовании наночастиц.
14. Механические наноразмерные устройства. Магнитные наноматериалы.
15. Нанотехнологии в медицине.
16. Углеродные наноматериалы. Аллотропные формы углерода – «нано» и не «нано». Наноалмазы. Фуллерен  $C_{60}$ : получение, строение, свойства и его аналоги.
17. Основные виды производных фуллеренов. Нанотрубки, их классификация и свойства. Общие свойства наноразмерных форм углерода.
18. Фотосинтетическое преобразование световой энергии.
19. Наноматериалы в топливных элементах. Наноматериалы для водородной энергетики.
20. Роль состояния поверхности и поверхностных реакций в нанохимии. Наноразмерный катализ. Зависимость каталитических свойств кластеров от их строения и размеров. Возможности молекулярного дизайна активных центров.
21. Каталитические свойства наночастиц металлов и полупроводников.
22. Нанoeлектронные элементы информационных систем. Квантовые основы электроники (квантовое ограничение, интерференционные эффекты и туннелирование).
23. Возможные экологические и социальные последствия применения нанотехнологий.
24. Нанотехнологии как основное стратегическое направление развития человеческой деятельности в XXI веке. Особенности нанопроблематики, ее связь с другими областями науки. Перспективы применения достижений нанотехнологии.

### 3.6. Информационные источники

- 1. Сайт о нанотехнологиях в России [Электронный ресурс]:  
<http://www.nanoware.ru/>
- 2. Нанотехнологическое сообщество [Электронный ресурс]:  
<http://www.nanometer.ru>

- 3. Интернет-журнал о нанотехнологиях. [Электронный ресурс]: <http://www.nanodigest.ru/>
- 4. Нанобиотехнология. [Электронный ресурс]: [http://www.community.livejournal.com/ru\\_nanobiotech](http://www.community.livejournal.com/ru_nanobiotech)
- 5. Российский электронный НАНОЖУРНАЛ. [Электронный ресурс]: <http://www.nanorf.ru/>
- 6. Нанотехнологии. Научно-информационный портал по нанотехнологиям [Электронный ресурс]: <http://www.nano-info.ru/>
- 7. Нанотехнологии: сегодня и будущее. [Электронный ресурс]: <http://www.nanoevolution.ru/cat/nanomedicina/>
- 8. Федеральный интернет-портал "Нанотехнологии и наноматериалы" [Электронный ресурс]: <http://www.portalnano.ru/>
- 9. Портал нанотехнологического общества России [Электронный ресурс]: <http://www.ntsр.info/>
- 10. Сайт Государственной корпорации «Российская корпорация нанотехнологий» (РОСНАНО) [Электронный ресурс]: <http://www.rusnano.com/>
- 11. Контролирующая программа по нанохимии (электронный вариант).
- 12. Князев А.В., Кузнецова Н.Ю. Нанохимия. Электронное учебное пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2010. – 102 с.
- 13. Курс лекций «Нанохимия и нанотехнологии» Еремин В.В., Дроздов А.А., [http://him.1september.ru/view\\_article.php?id=200901702](http://him.1september.ru/view_article.php?id=200901702).
- 14. Презентации МГУ: <http://video.nano.msu.ru/nano/player2.html>.