

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 17.11.2023 12:40:09
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf55f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Утверждаю:

Руководитель ООП

Никольский В.М.

27 июня 2023 г.



Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

Нанохимия

Направление подготовки

04.04.01 Химия

Направленность (профиль)

Аналитическая химия

Для студентов 1 курса очной формы обучения

Составитель: д.х.н. Алексеев В.Г.

Тверь, 2023

I. Аннотация

1. Цель и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является: изучение студентами научных основ современных нанотехнологий.

Задачами освоения дисциплины являются:

- изучение методов получения наночастиц и наноразмерных покрытий;
- изучение методов исследования наноструктур;
- изучение областей применения наночастиц и наноструктурированных материалов.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Нанохимия» входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины» учебного плана. Дисциплина закладывает знания для выполнения научно-исследовательской работы и прохождения научно-исследовательской практики.

Дисциплина непосредственно связана с дисциплинами «Актуальные задачи современной химии. Часть 1», «Актуальные задачи современной химии. Часть 2», «Техногенные системы и экологический риск».

3. Объем дисциплины: 4 зачетные единицы, 144 академических часа, в том числе:

контактная аудиторная работа: лекции 30 часов;

самостоятельная работа: 114 часов.

4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-3 Способен использовать вычислительные методы и адаптировать существующие программные продукты для	ОПК-3.2Использует стандартные и оригинальные программные продукты, при необходимости адаптируя их для решения зада профессиональной деятельности

решения задач профессиональной деятельности	ОПК-3.3 Использует современные вычислительные методы для обработки данных химического эксперимента, моделирования свойств веществ (материалов) и процессов с их участием
---	--

5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения:

Зачёт в 1-м семестре.

6. Язык преподавания: русский.

II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)	Самостоятельная работа, в том числе контроль (час.)
		Лекции	
<i>Раздел 1. Получение и стабилизация наночастиц</i>			
Тема 1. Основные понятия нанохимии и нанотехнологии	8	2	6
Тема 2. Наночастицы металлов	7	1	6
Тема 3. Наночастицы оксидов	7	1	6
Тема 4. Квантовые точки	8	2	6
Тема 5. Дендримеры	8	2	6
Тема 6. Фуллерены	7	1	6
Тема 7. Нанотрубки	7	1	6
<i>Раздел 2. Получение наноразмерных покрытий и пленок</i>			
Тема 8. Химическое парофазное осаждение	8	2	6
Тема 9. Молекулярное наслаивание	8	2	6
Тема 10. Молекулярно-пучковая эпитаксия	8	2	6
Тема 11. Метод Ленгмюра-Блоджетт	7	1	6
Тема 12. Золь-гель технология	7	1	6

<i>Раздел 3. Методы исследования наноструктур</i>			
Тема 13. Электронная микроскопия	8	2	6
Тема 14. Атомно-силовая микроскопия	8	2	6
Тема 15. Динамическое рассеяние света	8	2	6
Тема 16. Эллипсометрия	8	2	6
<i>Раздел 4. Применение наночастиц и нанотехнологий</i>			
Тема 17. Наночастицы в современной технике	8	2	6
Тема 18. Наночастицы в химическом синтезе	7	1	6
Тема 19. Наночастицы в биологии и медицине	7	1	6
ИТОГО	144	30	114

III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем	Вид занятия	Образовательные технологии
<i>Раздел 1. Получение и стабилизация наночастиц</i>		
Тема 1. Основные понятия нанохимии и нанотехнологии	Лекция	традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), цифровые (показ презентаций)
Тема 2. Наночастицы металлов	Лекция	традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), цифровые (показ презентаций)
Тема 3. Наночастицы оксидов	Лекция	традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), цифровые (показ презентаций)
Тема 4. Квантовые точки	Лекция	традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), цифровые (показ презентаций)
Тема 5. Дендримеры	Лекция	традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), цифровые (показ презентаций)
Тема 6. Фуллерены	Лекция	традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), цифровые (показ презентаций)
Тема 7. Нанотрубки	Лекция	традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), цифровые (показ презентаций)

<i>Раздел 2. Получение наноразмерных покрытий и пленок</i>		
Тема 8. Химическое парофазное осаждение	Лекция	традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), цифровые (показ презентаций)
Тема 9. Молекулярное наслаивание	Лекция	традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), цифровые (показ презентаций)
Тема 10. Молекулярно-пучковая эпитаксия	Лекция	традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), цифровые (показ презентаций)
Тема 11. Метод Ленгмюра-Блоджетт	Лекция	традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), цифровые (показ презентаций)
Тема 12. Золь-гель технология	Лекция	традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), цифровые (показ презентаций)
<i>Раздел 3. Методы исследования наноструктур</i>		
Тема 13. Электронная микроскопия	Лекция	традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), цифровые (показ презентаций)
Тема 14. Атомно-силовая микроскопия	Лекция	традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), цифровые (показ презентаций)
Тема 15. Динамическое рассеяние света	Лекция	традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), цифровые (показ презентаций)
Тема 16. Эллипсометрия	Лекция	традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), цифровые (показ презентаций)
<i>Раздел 4. Применение наночастиц и нанотехнологий</i>		
Тема 17. Наночастицы в современной технике	Лекция	традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), цифровые (показ презентаций)
Тема 18. Наночастицы в химическом синтезе	Лекция	традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), цифровые (показ презентаций)
Тема 19. Наночастицы в биологии и медицине	Лекция	традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), цифровые (показ презентаций)

IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ОПК-3 Способен использовать вычислительные методы и адаптировать существующие программные продукты для решения задач профессиональной деятельности

Номер задания	Правильный ответ (ключ)	Содержание вопроса/задания	Критерии оценивания заданий
Задания закрытого типа			
1	В. Необходим компьютерный кластер или суперкомпьютер.	Для моделирования процессов самоорганизации в растворах дендримеров методом молекулярной динамики А. Достаточно вычислительной мощности обычного ноутбука. Б. С этой задачей справится настольный персональный компьютер; В. Необходим компьютерный кластер или суперкомпьютер.	1 балл за правильный ответ
2	В. Неэмпирической квантовой механики	Какой метод обеспечивает корректный расчёт парциальных зарядов атомов в молекуле? А. Молекулярной механики; Б. Полуэмпирической квантовой механики; В. Неэмпирической квантовой механики.	1 балл за правильный ответ
3	А. Функционала электронной плотности	Корректный расчёт энергии молекулярных орбиталей возможен методом А. Функционала электронной плотности; Б. Хартри-Фока	1 балл за правильный ответ
4	А. Неэмпирической квантовой механики Б. Полуэмпирической квантовой механики;	Программа Gaussian позволяет проводить расчёты методами А. Неэмпирической квантовой механики; Б. Полуэмпирической квантовой механики; В. Молекулярной механики; Г. Молекулярной динамики	1 балл за каждый правильный ответ
5	А. Ascalaph Designer Б. GAMESS Г. MOPAC Д. ORCA	Какие из перечисленных программ являются свободно распространяемыми (бесплатными) для использования в учебных заведениях? А. Ascalaph Designer Б. GAMESS В. Gaussian Г. MOPAC Д. ORCA Е. Spartan	1 балл за каждый правильный ответ

6	I – В II – А III – Б	Установите правильное соответствие метода расчёта и решаемой задачи	1 балл за каждый правильный ответ	
		Метод		Задача
		I. Мёллера-Плессе		А. Расчёт УФ спектра поглощения
		II. Time-depended DFT		Б. Расчёт конформации макромолекулы в растворе
		III. Молекулярной динамики	В. Расчёт водородных связей	
7	Б. неправильным	Выбор полуэмпирического метода РМ6 для расчёта ИК спектра фуллерена C₆₀ является А. правильным Б. неправильным	1 балл за правильный ответ	
8	Б. Неверно	Верно ли утверждение: при расчёте геометрии молекулы фуллерена C₆₀ использование базиса 6-31G**++ обеспечит более высокую точность по сравнению с базисом 6-31G*+ ? А. Верно Б. Неверно	1 балл за правильный ответ	
9	Б. Невозможно	Возможно ли использование базиса 6-31G*+ для расчёта геометрии нанокластеров серебра? А. Возможно Б. Невозможно	1 балл за правильный ответ	
10	I – Г II – В III – А IV – Б	Установите правильное соответствие	1 балл за каждый правильный ответ	
		Функционал		Тип функционала
		I. BLYP		А. meta-GGA
		II. V3LYP		Б. Long range corrected
		III. TPSS	В. Hybrid GGA	
		IV. ωB97X-D	Г. GGA	
Задания открытого типа				
1	Мёллера-Плессе	Для расчёта нековалентных взаимодействий между молекулами (водородных связей, π-π-стекинга) обычно используют метод _____.	1 балл за правильный ответ	
2	полуэмпирической квантовой механики	Программа MORAC предназначена для расчёта геометрии и свойств молекул и молекулярных систем методом _____	1 балл за правильный ответ	
3	скорость вычислений	Преимуществом полуэмпирических методов расчёта по сравнению с неэмпирическими является высокая _____	1 балл за правильный ответ	

4	молекулярной динамики	Моделирование процессов самоорганизации в растворах дендримеров проводят методом _____	1 балл за правильный ответ
5	молекулярной механики	Для расчёта оптимальной (энергетически выгодной) конформации сложной органической молекулы обычно используют метод _____	1 балл за правильный ответ
6	функционала электронной плотности	Для расчёта ИК спектра обычно используют метод _____	1 балл за правильный ответ
7	молекулярной механики	В основе программ молекулярного докинга (предсказания биологической активности), как правило, лежит метод _____	1 балл за правильный ответ
8	параметрической модели	Достоинством программы MORAC 2016 является возможность использования _____ PM7 для расчёта макромолекул дендримеров	1 балл за правильный ответ
9	силовые поля	Программа Chem3D позволяет использовать для оптимизации структуры молекул _____ MM2 и MMFF94	1 балл за правильный ответ
10	гибридных	Широко используемый для расчётов методом DFT функционал B3LYP относится к типу _____ функционалов	1 балл за правильный ответ

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1) Рекомендуемая литература

а) Основная литература:

1. Нанотехнологии. Химические, физические, биологические и экологические аспекты : монография / М. Н. Тимофеева, В. Н. Панченко, В. В. Ларичкин [и др.]. — Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2019. — 283 с. — (Серия «Монографии НГТУ»). — ISBN 978-5-7782-3863-3. — Текст : электронный. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/1866282> (дата обращения: 02.10.2023). — Режим доступа: по подписке.
2. Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям : учебное пособие / Е. Д. Мишина, Н. Э. Шерстюк, А. А. Евдокимов [и др.] ; под ред. А. С. Сигова. — 6-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2021. — 187 с. — (Учебник для высшей школы). — ISBN 978-5-93208-545-5. — Текст : электронный. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/1984941> (дата обращения: 02.10.2023). — Режим доступа: по подписке.

б) Дополнительная литература:

1. Раков, Э. Г. Неорганические наноматериалы : учебное пособие / Э. Г. Раков. — 3-е изд., электрон. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 480 с. — (Нанотехнологии). — ISBN 978-5-00101-741-7. — Текст : электронный. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/1094379> (дата обращения: 21.06.2021).
2. Метрологическое обеспечение нанотехнологий и продукции nanoиндустрии : учебное пособие / О. Д. Анашина, С. Е. Андрюшечкин, С. И. Аневский [и др.] ; под. ред. В. Н. Крутикова. — Москва : Логос, 2020. — 592 с. — ISBN 978-5-98704-613-5. — Текст : электронный. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/1212442> (дата обращения: 21.06.2021).
3. Годымчук, А. Ю. Экология наноматериалов : учебное пособие / А. Ю. Годымчук, Г. Г. Савельев, А. П. Зыкова ; под ред. Л. Н. Патрикеева, А. А. Ревинной. — 3-е изд., электрон. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 275 с. — (Нанотехнологии). — ISBN 978-5-00101-838-4. — Текст : электронный. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/1093269> (дата обращения: 21.06.2021).
4. Илюшин В.А. Наноматериалы : учебное пособие / Илюшин В.А.. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. — 114 с. — ISBN 978-5-7782-3858-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/98719.html>

2) Программное обеспечение

Kaspersky Endpoint Security 10 акт на передачу прав ПК545 от 16.12.2022

Google Chrome

Яндекс Браузер

Многофункциональный редактор ONLYOFFICE

ОС Linux Ubuntu

Ascalaph Designer

(http://www.biomolecular-modeling.com/Ascalaph/Ascalaph_Designer.html)

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Единая компьютерная база данных по наноматериалам и нанотехнологиям, используемым в Российской Федерации http://web.ion.ru/GM_1/GM.aspx
2. Explore Chemistry <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>

4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Научно-образовательный центр по нанотехнологиям МГУ им. М.В. Ломоносова <http://nano.msu.ru/>

2. Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов
Описание сайта <https://thesaurus.rusnano.com/>
3. Сайт о нанотехнологиях в России <https://www.nanonewsnet.ru/>
4. Моделирование свойств, электронной структуры ряда углеродных и неуглеродных нанокластеров
http://test.kirensky.ru/master/articles/monogr/Book/book_old.htm
5. Нано технологическое общество России <http://www.rusnor.org/>
6. Журнал «Наносистемы: физика, химия, математика»
<http://nanojournal.ifmo.ru/>
7. Журнал «Наноструктуры. Математическая физика и моделирование»
<https://www.nano-journal.ru/>
8. Коллекция онлайн-ресурсов по нанотехнологиям и технологическому предпринимательству <https://edunano.ru/nanotekhnologii/otkrytaya-kollektsiya/>

VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

Вопросы и задания к самостоятельной работе студентов:

1. Как можно классифицировать методы синтеза наночастиц?
2. Сформулируйте особенности химического восстановления при получении наночастиц металлов.
3. Приведите примеры получения наночастиц металлов химическим и радиационно-химическим восстановлением.
4. Каковы функции органических растворителей в синтезе наночастиц?
5. Объясните, почему мицеллы и дендримеры можно использовать для стабилизации наночастиц.
6. Приведите примеры применения пористых структур для стабилизации наночастиц.
7. Сравните фотохимическое и радиационно-химическое восстановление для синтеза наночастиц металлов. Приведите примеры.
8. Объясните принципы золь-гель-метода и особенности использования сверхкритических растворов для синтеза наночастиц.
9. Охарактеризуйте сходство и различие методов матричной изоляции и препаративной криохимии.
10. Назовите особенности конденсации веществ на холодные поверхности.
11. Опишите факторы, влияющие на реакции при низких температурах.
12. Приведите примеры установок для получения наночастиц с применением различных химических методов.
13. Как можно управлять размером и формой наночастиц?
14. Приведите примеры использования полимеров для управления формой наночастиц.
15. Назовите известные вам формы наночастиц. Приведите примеры.

16. Назовите методы исследования свойств частиц на поверхности и охарактеризуйте получаемую информацию.
17. Назовите методы исследования свойств наночастиц в объеме и охарактеризуйте получаемую информацию.
18. Охарактеризуйте особенности и специфику просвечивающей электронной микроскопии.
19. Опишите принципы работы зондовых микроскопов различных типов.
20. Охарактеризуйте особенности дифракционных методов анализа.
21. Сопоставьте специфику и чувствительность различных спектральных методов.
22. Объясните конкурентные механизмы реакций частиц магния с галогенуглеводородами.
23. Охарактеризуйте особенности криореакций частиц различных металлов с диоксидом углерода.
24. Объясните особенности и причины взрывных криореакций.
25. Приведите примеры применения полимеров для стабилизации моно- и биметаллических наночастиц.
26. Опишите и объясните особенности спектров серебро–свинец.
27. Охарактеризуйте особенности изменения проводимости моно- и бинаночастиц различных металлов.
28. На каких свойствах жидких кристаллов основано их использование в качестве стабилизаторов?
29. Объясните изменения, наблюдаемые в электронных спектрах и спектрах ЭПР в системе серебро-цианобифенил.
30. Приведите примеры использования метастабильных комплексов для изучения активности частиц металлов.
31. Охарактеризуйте особенности электронного строения РЗЭ.
32. Охарактеризуйте особенности реакций частиц самария со спиртами и углеводородами.
33. Назовите специфические особенности реакций частиц металлов в низкотемпературных соконденсатах.
34. Проанализируйте реакционные возможности метода криоконденсации.
35. На примере самария и гольмия объясните особенности их спектров в матрице аргона.
36. Назовите и объясните особенности реакций частиц магния с галогенметанами при сверхнизких температурах.
37. Сравните реакции частиц магния и самария в двойных и тройных системах.
38. Охарактеризуйте особенности реакций частиц магния с четыреххлористым углеродом. Сформулируйте возможный механизм реакции.
39. Поясните на примерах понятия активности и селективности наночастиц металлов.
40. Объясните на примере частиц серебра, как можно управлять их размером и формой.

41. Охарактеризуйте особенности полуэмпирических, неэмпирических и гибридных методов теоретического моделирования.
42. Охарактеризуйте преимущества низких температур при изучении реакций с участием частиц металлов.
43. Охарактеризуйте особенности метода матричной изоляции и требования к матрицам.
44. Что такое нанореакторы?
45. Почему частицы магния пользуются особым вниманием исследователей? Приведите примеры.
46. Объясните особенности реакций и активности частиц магния и кальция с моногалогенметанами.
47. Приведите примеры реакций с участием нанокристаллов оксида магния.
48. Охарактеризуйте особенности реакций частиц ниобия с различными молекулами.
49. Объясните особенности размерного эффекта в кинетике реакций частиц ниобия с дейтерием и азотом.
50. Приведите примеры размерных эффектов с участием частиц вольфрама и ванадия.
51. Приведите примеры реакций немонотонной зависимости от числа атомов железа.
52. Охарактеризуйте особенности процесса получения сольватированных частиц металлов.
53. Приведите примеры реакций с участием наночастиц кобальта.
54. Охарактеризуйте особенности получения биметаллических частиц FePt.
55. Охарактеризуйте специфику реакций заряженных и нейтральных частиц меди.
56. Что такое пересольватация частиц металла? Приведите примеры.
57. Приведите примеры получения частиц разной формы.
58. Приведите примеры и проанализируйте особенности реакций с участием частиц алюминия.
59. Приведите примеры реакций с участием четных и нечетных частиц.
60. Охарактеризуйте самоорганизацию частиц и стабилизирующих лигандов. Приведите те примеры.
61. Приведите примеры и объясните процессы самоорганизации сферических и стержнеобразных частиц.
62. Сформулируйте условия, влияющие на самоорганизацию наночастиц.
63. Перечислите и охарактеризуйте методы исследования самоорганизации наночастиц.
64. Охарактеризуйте особенности химических реакций с участием фуллеренов.
65. Как получают нанотрубки? Какова химия нанотрубок?
66. Охарактеризуйте процессы заполнения нанотрубок.
67. Как осуществляют прививку функциональных групп к нанотрубкам?
68. Приведите примеры внедрения атомов и молекул в многослойные трубки.
69. Какие размерные эффекты наблюдаются в нанохимии?

70. Какие модели использованы для анализа взаимодействий металл–лиганд?
71. Охарактеризуйте модели, использованные для описания зависимости температуры плавления от размера частиц металла.
72. Охарактеризуйте зависимость оптических спектров от размера частиц.
73. Как связана постоянная решетки с размером частицы?
74. Охарактеризуйте особенности кинетики реакций с участием малого числа частиц.
75. Охарактеризуйте особенности термодинамики наночастиц.
76. Охарактеризуйте влияние рН на термодинамику наночастиц.
77. Приведите примеры каталитических реакций на наночастицах различных металлов.
78. Охарактеризуйте отдельные стадии фотокаталитического восстановления дисульфидов на диоксиде титана с нанесенными наночастицами серебра.
79. Приведите примеры размерных эффектов в фотокатализе.
80. Охарактеризуйте возможности зондовой микроскопии в осуществлении химических реакций.
81. Охарактеризуйте особенности окисления оксида углерода частицами разного размера различных металлов.
82. Приведите примеры и отметьте особенности каталитических реакций с участием наночастиц палладия.
83. Приведите примеры реакции нанокристаллических оксидов.
84. Приведите примеры получения и использования полупроводниковых наночастиц.
85. Объясните влияние размера частиц полупроводников на ширину запрещенной зоны.
86. Объясните принцип работы наноразмерного электронного выключателя.
87. Приведите примеры сенсорных материалов на основе полупроводниковых оксидов и гетероструктур.
88. Какие возможности открывает для получения сенсоров использование наноматериалов?
89. Приведите примеры фотохимических превращений с участием наночастиц.
90. Приведите примеры использования углеродных нанотрубок.
91. Охарактеризуйте методы использования наночастиц в биологии и медицине.
92. Назовите методы введения биоматериалов в живые клетки и организмы.
93. Охарактеризуйте процессы распознавания биомолекулами неорганических материалов.
94. Охарактеризуйте значение квантово-химических методов анализа и реакций в газовой фазе.
95. Сформулируйте возможности использования низких температур для развития нанохимии.
96. Поясните, как в нанохимии пересекаются научные и практические проблемы.

97. Охарактеризуйте проблемы масштабирования и воспроизводимости и их связь с размером изучаемых частиц.
98. Объясните значение для нанохимии исследований в широком интервале температур.

Тематика рефератов:

1. Использование нанотрубок в химических сенсорах.
2. Лаборатории на чипе – химические наносенсоры
3. Наночастицы как катализаторы
4. Кримохимия наночастиц
5. Полимерные нанокомпозиты
6. Наночастицы в современной медицине
7. Компьютерное моделирование структуры наночастиц
8. Компьютерное моделирование структуры нанокомпозитов
9. Размерные эффекты в нанохимии и нанотехнологии
10. Синтез и свойства наночастиц оксидов металлов
11. Синтез и свойства квантовых точек
12. Дендримеры как наночастицы и макромолекулы
13. Фуллерены в современной технологии наноматериалов
14. Неуглеродные нанотрубки
15. Координационная химия наночастиц
16. Методы исследования наноструктуры поверхностей
17. Методы исследования наночастиц в растворе
18. Методы получения нанокомпозитов
19. Наноструктурированные волокна. Получение и свойства.
20. Наноструктурированные пленки. Получение и свойства.

Вопросы для подготовки к зачету по дисциплине:

1. Как можно классифицировать методы синтеза наночастиц?
2. Как можно управлять размером и формой наночастиц?
3. Назовите методы исследования свойств частиц на поверхности и охарактеризуйте получаемую информацию.
4. Назовите методы исследования свойств наночастиц в объеме и охарактеризуйте получаемую информацию.
5. На каких свойствах жидких кристаллов основано их использование в качестве стабилизаторов?
6. Назовите и объясните особенности реакций частиц магния с галогенметанами при сверхнизких температурах.
7. Охарактеризуйте особенности полуэмпирических, неэмпирических и гибридных методов теоретического моделирования.
8. Охарактеризуйте особенности метода матричной изоляции и требования к матрицам.
9. Как получают нанотрубки? Какова химия нанотрубок?

10. Приведите примеры каталитических реакций на наночастицах различных металлов.

VII. Материально-техническое обеспечение

Проведение лекций обеспечено переносной мультимедийной системой, состоящей из ноутбука и проектора.

VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения
1.			
2.			