

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 15.07.2025 10:27:42
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФГБОУ ВО «Тверской Государственный университет»

Утверждаю:

Руководитель ООП

Ворончихина Л.И.

14 мая 2025



Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

Нанохимия

Направление подготовки

04.04.01 Химия

Направленность (профиль)

Аналитическая химия

Органическая химия

Физическая химия

Для студентов 1 курса очной формы обучения

Составитель: д.х.н. Алексеев В.Г.

Тверь, 2025

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, в т.ч. практическая подготовка 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	ОПК-3.2Использует стандартные и оригинальные программные продукты, при

адаптировать существующие программные продукты для решения задач профессиональной деятельности	необходимости адаптируя их для 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:

экзамен во 2-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

1. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ОПК – 3.2 Использует стандартные и оригинальные программные продукты, при необходимости адаптируя их для решения задач профессиональной деятельности

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков (2-3 примера)	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
Владеть: навыками работы с программами, обеспечивающими реализацию методов молекулярной механики, молекулярной динамики и квантовой химии.	Задание 1. С использованием программы Spartan создать компьютерную модель молекулы фуллерена C₆₀ и провести её геометрическую оптимизацию полуэмпирическим методом PM6. Задание 2. С использованием программы Spartan создать компьютерную модель молекулы ПАМAM второй генерации и провести её геометрическую оптимизацию	Правильно предложены методы для решения трех задач – 3 балла, двух задач – два балла, одной задачи – один балл, ни одного

	методом молекулярной механики в силовом поле SYBYL	правильно предложенного метода – 0 баллов.
Уметь: составить аппаратно-программный комплекс, обеспечивающий решение поставленной задачи моделирования структуры и свойств наночастиц.	Тест 1. 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. Тест 2. Для оптимизации геометрии наночастиц методом полуэмпирической квантовой механики А. Достаточно вычислительной мощности обычного ноутбука. Б. С этой задачей справится настольный персональный компьютер; В. Необходим компьютерный кластер или суперкомпьютер.	
Знать: возможности имеющегося программного обеспечения и вычислительной техники для моделирования свойств наночастиц	Тест 1: Укажите правильный ответ. Какая из программ пакета Schrodinger Materials Science Suite обеспечивает возможность проведения расчетов методом неэмпирической квантовой механики? А. Jaguar; Б. Macro Model; В. Desmond. Тест 2. Укажите правильный ответ. 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

2. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ОПК – 3.3 Использует современные вычислительные методы для обработки данных химического эксперимента, моделирования свойств веществ (материалов) и процессов с их участием

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков (2-3 примера)	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
---	--	--

Владеть: методиками составления компьютерных моделей наночастиц и наноструктурированных материалов	Задание 1. С использованием программы Mestro создать компьютерную кластера Au₁₁, стабилизированного трифенилфосфином Задание 2. С использованием программы Maestro создать компьютерную модель фуллерена C₇₀	Задание выполнено правильно – 1 балл
Уметь: подобрать метод моделирования, соответствующий поставленной задаче.	Тест 1. Укажите правильные ответы. Для теоретического расчёта инфракрасного спектра фуллерена C₆₀ в программе Spartan можно использовать методы: А. Molecular Mechanics – SYBYL; Б. Semi-Empirical – PM6; В. Hartree–Fock – STO3G; Г. Density Functional – B3LYP – 6-31G** Д. Moller–Plesset – MP2 – cc-pVTZ Тест 2. Укажите правильный ответ. Для моделирования структуры одностенной нанотрубки можно использовать методы: А. Молекулярной динамики; Б. Молекулярной механики; В. Полуэмпирической квантовой механики; Г. Неэмпирической квантовой механики	1 балл за каждый правильный ответ.
Знать: современные методы компьютерного химии моделирования структуры и свойств наночастиц.	Тест 1. Укажите правильный ответ. На сегодняшний день наиболее часто применяемым для оптимизации геометрии наночастиц является метод: А. Hartree–Fock – 3-21G; Б. Density Functional – B3LYP – 6-31G В. Moller–Plesset – MP2 – cc-pVTZ Тест 2. Укажите правильный ответ. При расчете энергии наночастицы методом DFT наибольшую точность обеспечит использование набора базисных функций А. cc-pVTZ; Б. STO3G; В. 6-31G.	По каждому тесту: 3 правильных ответа – 3 балла; 2 правильных ответа – 2 балла; 1 правильный ответ – 1 балл; Нет правильных ответов – 0 баллов.

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1) Рекомендуемая литература

а) Основная литература:

1. Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям: Учебное пособие / Мишина Е.Д., - 5-е изд., (эл.) - Москва :Лаборатория знаний, 2017. - 187 с.: ISBN 978-5-00101-473-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/502584> (дата обращения: 21.06.2021).

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).
- 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

Многофункциональный редактор ONLYOFFICE
Hyper Chem

Свободно распространяемое программное обеспечение

MOPAC 2016, GAMESS, ORCA, Schrodinger Maestro, ISISDraw 2.4 Standalone

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. NanoNewsNet: сайт о нанотехнологиях в России <http://www.nanonewsnet.ru/>
3. Нанометр: нанотехнологическое сообщество <http://www.nanometer.ru>
4. НАНООБР: Междисциплинарное обучение <http://www.nanoobr.ru>
5. Нанотехнологии <http://www.phys.rsu.ru/web/nano/home.html>
6. Федеральный портал по нанотехнологиям и наноматериалам <http://www.portalnano.ru/>
7. Нанотехнологии и наноматериалы в России: официальный сайт потребителей нанотоваров и наноуслуг <http://www.nanoware.ru/>
8. Сайт Нанотехнологического общества России (НОР) -<http://www.ntsр.info>
9. Журнал Федерального агентства по науке и инновациям РФ «Российские нанотехнологии» <http://nanorf.ru/>
10. Журнал Нанотехнологии: разработка, применение – XXI век <http://www.radiotec.ru/catalog.php?cat=jr17>
11. Международный научно-технический и теоретический журнал Наноматериалы и наноструктуры – XXI век <http://www.radiotec.ru/catalog.php?cat=jr18>
12. Нано Дайджест: Интернет-журнал о нанотехнологиях <http://nanodigest.ru/>
13. Популярные Нанотехнологии http://www.big-big.ru/854?link_url=http://popnano.ru
14. Электронная библиотека по химии и технике <http://rushim.ru/books/books.htm>
15. Химический портал ChemPort.Ru <http://www.chemport.ru>
16. Электронная библиотека учебных материалов по химии на портале Chemnet <http://www.chem.msu.su/rus/elibrary>
17. Российский химико-аналитический портал <http://www.anchem.ru/>
18. Сайт о химии <http://xumuk.ru/>
19. Сайт Chemworld.Narod.Ru -Мир химии <http://chemworld.narod.ru>

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 те 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 pH 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. Криохимия 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 па 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.	Раздел V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	Добавлены новые пособия в основной список литературы	Протокол №11 от 28.04.21г. заседания ученого совета химико-технологического факультета
2.			