

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
АПАТИТСКИЙ ФИЛИАЛ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ  
ОБУЧАЮЩИХСЯ

По дисциплине ФТД.01 Функциональные наноматериалы: синтез, свойства и применение  
указывается цикл (раздел) ОП, к которому относится дисциплина, название дисциплины

для направления подготовки (специальности) 04.03.01 Химия  
код и наименование направления подготовки (специальности)

Неорганическая химия и химия координационных соединений  
наименование профиля /специализаций/образовательной программы

Квалификация выпускника, уровень подготовки  
бакалавр  
(указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО)

Кафедра - разработчик: кафедра химии и строительного материаловедения  
название кафедры - разработчика рабочей программы

Разработчик(и) Г.О. Калашникова, доцент, к.т.н.  
(ФИО, должность, ученая степень, (звание))

## Пояснительная записка

1. **Методические указания составлены** на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 Химия, утвержденного приказом Минобрнауки РФ от 17 июля 2017 года, № 671, учебного плана в составе ОП по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профилю «Неорганическая химия и химия координационных соединений».

2. **Цель дисциплины (модуля)** «Функциональные наноматериалы: синтез, свойства и применение» - сформировать основы системных знаний в области получения и применения природных и синтетических наноматериалов.

Задачи дисциплины (модуля) «Функциональные наноматериалы: синтез, свойства и применение» - заложить основные принципы классификации наноматериалов, методы получения и их свойства; изучить основные положения, связывающие химическое строение и структуру наноматериалов с их основными свойствами

3. **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю) «Функциональные наноматериалы: синтез, свойства и применение».**

Процесс изучения дисциплины (модуля) «Функциональные наноматериалы: синтез, свойства и применение» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению 04.03.01 Химия (уровень бакалавриата):

**ПК-2-г** - Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции;

**ПК-3-г** - Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-конструкторские работы и технологические испытания

Результаты формирования компетенций и обучения представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Планируемые результаты обучения**

№ п/п	Код компетенции	Компоненты компетенции, степень их реализации	Результаты обучения
1.	<b>ПК-2-г</b> - Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины и компетенция реализуется полностью за исключением проведения паспортизации товарной продукции	<b>Знать:</b> основные свойства и характеристики наноразмерных объектов; принципиальные методы и технологии получения различных наноразмерных материалов; методы и способы анализа получаемых продуктов и их природных прототипов <b>Уметь:</b> планировать и проводить синтез заданных титаносиликатных аналогов минералов; применять различные методы для анализа их химических и физических свойств; анализировать, обрабатывать и систематизировать получаемые результаты. <b>Владеть:</b> -навыками планирования и проведения экспериментов по синтезу наноматериалов и изучению их свойств  <i>Индикаторы сформированности</i>

			<p><b>компетенций:</b></p> <p><b>ПК-2-т-1.</b> Выполняет стандартные операции на высокотехнологическом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства</p> <p><b>ПК-2-т-2.</b> Составляет протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме</p>
2.	<p><b>ПК-3-т -</b> Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-конструкторские работы и технологические испытания</p>	<p>Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины и компетенция реализуется полностью</p>	<p><b>Знать:</b> основные отечественные и зарубежные источники получения информации (книги, журналы, базы данных о свойствах минералов и химических веществ; базы данных российских и зарубежных патентов) по химии, материаловедению, синтетическим и природным объектам.</p> <p><b>Уметь:</b> находить информацию в различных источниках, анализировать, систематизировать и сравнивать результаты изучения материалов в области химии и материаловедения; следить за новыми открытиями и изобретениями в области наноматериаловедения.</p> <p><b>Владеть:</b> Методами сбора информации, её обработки и анализа.</p> <p><b>Индикаторы сформированности компетенций в реализуемой части:</b></p> <p><b>ПК-3-т-1.</b> Владеет навыками поиска необходимой информации в профессиональных базах данных (в т.ч., патентных)</p> <p><b>ПК-3-т-2.</b> Составляет обзор литературных источников по заданной теме, оформляет отчеты о выполненной работе по заданной форме</p>

**Таблица 2 – Тематический план**

№ ПР	Наименование и содержание тем для самостоятельной работы	Номер темы по табл.4 РП	Кол-во часов
СР 1	Тип строения и свойства вещества в наномире. Супрамолекулярные структуры. Структурные особенности вещества в наномире. Роль поверхностной фазы у нанодисперсных частиц.	1	2
СР 2	Слабые и сверхслабые воздействия в наномире. Особенности строения объектов наномира. Проблемы метрологии и контроля в наномире.	2	2

СР 3	Дефекты кристаллической структуры как нульразмерные объекты. Суператомы. Пылевая плазма.	3	2
СР 4	Наноразмерные нити. Наносу и вискеры. Нановолокна. Фрактальные нити. Углеродные нанотрубки.	4	2
СР 5	Природные и синтетические микро- и нанопористым материалы с гетерокаркасными структурами. Области применения нанопористых материалов.	5	2
СР 6	Исследование процессов получения прекурсоров из минеральных концентратов и синтеза на их основе нанопористых титаносиликатов.	6	2
СР 7	Природные и синтетические слоистые двойные гидроксиды. Области применения СДГ. Методы синтеза СДГ.	7	2
СР 8	Разработка метода гидротермального синтеза титаносиликатов. Разработка технологической схемы гидротермального синтеза аналогов природных титаносиликатов.	8	1
СР 9	Изучение образцов природных нанопористых титаносиликатов методами электронной микроскопии, микронзондового и рентгенофазового анализов. Рентгеноструктурный анализ монокристаллов новых и перспективных для дальнейшего синтеза минералов.	9	1
	<b>Всего:</b>		<b>16</b>

## ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основная:*

1. Елисеев А.А., Лукашин А.В. Функциональные наноматериалы под. ред. Ю.В.Третьякова. М.: ФИЗМАТЛИТ. 2010. 456 с.  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922111201.html?SSr=010134171b106b0b2512518>
2. Фостер Л. Нанотехнология. Наука, инновации и возможности. М.: Техносфера, 2008. 352 с.  
[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=135424&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=135424&sr=1)
3. Жабрев В.А., Калинин В.Т., Марголин В.И., Николаев А.И., Тупик В.А. Физические и химические основы синтеза наноразмерных объектов. Апатиты, С.-Пб.: Изд-во «ЭЛМОР». 2012. - 328 с.
4. Жабрев В.А., Лукьянов Г.Н., Марголин В.И., Рыбалко В.В., Тупик В.А. Введение в нанотехнологию. Издательство "Лань" , 2012. 293 с.  
<https://e.lanbook.com/book/4310>
5. Максимов А.И., Мошников В.А., Таиров Ю.М., Шилова О.АП. Основы золь-гель технологии нанокompозитов. Санкт-Петербург : Лань, 2013  
<https://e.lanbook.com/reader/book/12940/#1>

**Дополнительная:**

6. Елисеев А.А., Функциональные наноматериалы/ Под ред. Ю.Д. Третьякова. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 456 с.

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922111201.html?SSr=010134171b106b0b2512518>

Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии: монография. Изд.: Физмалит, 2009.

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922105828.html?SSr=160133f0dd1319b61d0a518>

## **СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

**1. Тема:** Введение.

**Вопросы для самоконтроля знаний:**

1. Основные представления о наномире и наноразмерном состоянии вещества.
2. Тип, строение и свойства вещества в наномире.
3. Супрамолекулярные структуры.
4. Структурные особенности вещества в наномире.
5. Роль поверхностной фазы у нанодисперсных частиц.

**Рекомендуемая литература: [1-6].**

**2. Тема:** Свойства наноразмерных частиц и размерные эффекты.

**Вопросы для самоконтроля знаний:**

1. Некоторые особенности наномира.
2. Слабые и сверхслабые воздействия в наномире.
3. Особенности строения объектов наномира.
3. Проблемы метрологии и контроля в наномире.

**Рекомендуемая литература: [1-6].**

**3. Тема:** Нульмерные объекты в нанотехнологии.

**Вопросы для самоконтроля знаний:**

1. Общие представления о ридберговских атомах, как нульмерных объектах.
2. Квантовые точки.
3. Дефекты кристаллической структуры как нульразмерные объекты.
4. Суператомы.
5. Нульмерные объекты как база квантового компьютера.

**Рекомендуемая литература: [1-6].**

**4. Тема:** Одномерные объекты нанотехнологии.

**Вопросы для самоконтроля знаний:**

1. Наноразмерные нити.
2. Наноусы и вис커еры.
3. Нановолокна.
4. Фрактальные нити.
5. Углеродные нанотрубки.

**Рекомендуемая литература: [1-6].**

**5. Тема:** Природные и синтетические микро- и нанопористым материалы с гетерокаркасными структурами.

**Вопросы для самоконтроля знаний:**

1. Природные цеолиты.
2. Природные титаносиликаты.
3. Синтетические аналоги цеолитов и титаносиликатных минералов.
4. Области применения нанопористых материалов.
5. Методы синтеза микро- и нанопористых материалов.

**Рекомендуемая литература: [1-6].**

**6. Тема:** Исследование процессов получения прекурсоров из минеральных концентратов и синтеза на их основе нанопористых титаносиликатов.

**Вопросы для самоконтроля знаний:**

1. Процесс получения прекурсоров из минеральных концентратов.
2. Синтез нанопористых титаносиликатов.

**Рекомендуемая литература: [1-6].**

**7. Тема:** Природные и синтетические слоистые двойные гидроксиды.

**Вопросы для самоконтроля знаний:**

1. Природные СДГ.
2. Особенности кристаллической структуры СДГ и их химических свойств.
3. Области применения СДГ.
4. Методы синтеза СДГ.

**Рекомендуемая литература: [1-6].**

**8. Тема:** Гидротермальный синтез титаносиликатов.

**Вопросы для самоконтроля знаний:**

1. Определение и подбор метода гидротермального синтеза титаносиликатов.
2. Оборудование для гидротермального синтеза.
3. Разработка технологической схемы гидротермального синтеза аналогов природных титаносиликатов.
4. Выбор исходных реагентов и прекурсоров для синтеза титаносиликатов. Оценка исходных компонентов с точки зрения экологии.

**Рекомендуемая литература: [1-6].**

**9. Тема:** Природные нанопористые титаносиликаты

**Вопросы для самоконтроля знаний:**

1. Изучение имеющихся и вновь собранных образцов природных нанопористых титаносиликатов методами электронной микроскопии, микронзондового и рентгенофазового анализов.
2. Особенности рентгенофазового анализа природных образцов и синтетических порошков – аналогов.
3. Особенности пробоподготовки для сканирующей зондовой микроскопии природных образцов и синтетических порошков – аналогов.
4. Рентгеноструктурный анализ монокристаллов новых и перспективных для дальнейшего синтеза минералов.

## Рекомендуемая литература: [1-6].

### Темы для рефератов

1. Классификация методов получения наноматериалов.
2. Современное развитие нанотехнологий – приоритетные направления развития наноматериалов в 21 веке.
3. Органо-неорганические наноматериалы: способы их получения и области применения.
4. Сорбенты на основе наноматериалов для иммобилизации радиоактивных веществ.
5. Синтез нанокристаллических твёрдых растворов.
6. Синтез и области применения природных и синтетических цеолитов.
7. Золь-гель технология при получении наноматериалов.
8. Процессы самоорганизации и синергетика в технологии наноматериалов.
9. Нанокпозиционные материалы, их свойства и отличие от композиционных материалов.
10. Микропористые природные титаносиликаты Кольского полуострова.
11. Получение прекурсоров для синтеза микропористых титаносиликатов.
12. Методы синтеза аналогов природных микропористых титаносиликатов.
13. Области применения природных и синтетических микропористых титаносиликатов.
14. Углеродные нанотрубки: история создания, их природа, получение и применение.
15. Слоистые двойные гидроксиды как перспективные функциональные материалы.
16. Методы используемые для изучения наноматериалов.
17. Токсикологические свойства наноразмерных материалов и безопасность их использования.
18. Связь нанотехнологии с цифровыми технологиями
19. Синтез и применение наночастиц золота и серебра различных размеров, форм и состава.
20. Методы получения и особенности применения люминесцентных наноматериалов.
21. Материалы для бионанотехнологии.
22. История развития нанотехнологий в России и за рубежом.
23. Свойства и значение фуллеренов.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Итоговый уровень знаний студентов, приобретенный студентами при изучении дисциплины «Функциональные наноматериалы: синтез, свойства и применение», проверяется на зачете.

Для проверки теоретической подготовки студентов по дисциплине на зачет выносятся следующие вопросы:

1. В чём отличие нанотехнологии от существующей промышленной технологии?
2. В чём сущность размерных эффектов в микро- и нанотехнологии?
3. В чём состоит различие терминов «нанокластер» и «наночастица»?
4. В чём вы видите причины низкой устойчивости свободных нанокластеров!
5. Дайте определение термину «наноструктура». Что можно сказать о классификации наноструктур.
6. Каков минимальный и максимальный диаметр углеродных нанотрубок? Поверхностные характеристики углеродных нанотрубок.

7. Способы получения углеродных нанотрубок, их достоинства и недостатки.
8. Укажите движущие силы роста углеродных нанотрубок. Можно ли управлять электронными свойствами углеродных нанотрубок?
9. Приведите примеры неуглеродных нанотрубок, причины их роста и способы получения.
10. Приведите способы получения тонких плёнок, укажите достоинства и недостатки этих методов.
11. Перечислите основные условия для формирования эпитаксиальных плёнок?
12. Охарактеризуйте основные типы магнитных наноматериалов. Что общего и в чём различия в природе магнитных свойств ферро-, ферри- и антиферромагнетиков?
13. Наблюдаемые дефекты в наноматериалах. Как они влияют на проявляемые материалом механические свойства?
14. Направление модификации объёмных материалов с целью улучшения их механических характеристик.
15. Почему именно с углеродными нанотрубками связывают грядущий бум в наноматериаловедении?
16. Методы синтеза наноматериалов. В чём суть подходов «Top down» и «Bottom-up»?
17. Дайте определение «золь-гель метода» получения наноматериалов.
18. Перечислите основные недостатки «золь-гель метода».
19. В чём суть гидротермального метода синтеза материалов?
20. Что такое микро- и миниэмульсии? Каким образом их используют для получения наночастиц?
21. Почему при получении функциональных материалов важно, чтобы они состояли из наночастиц с узким распределением по размерам? Какие существуют методы разделения наночастиц по размерам?
22. Каковы основные признаки консервативной и диссипативной самоорганизации?
23. Образование массивов из наночастиц. Какие условия необходимы для формирования таких массивов?
24. Из каких строительных блоков состоит структура цеолитов? Каким образом можно менять состав цеолитов, не изменяя при этом их структуры?
25. Чем определяется размерность наноструктур, синтезируемых в матрицах цеолитов?
26. Каким образом можно получать мезопористые материалы с заданной структурой и размером пор? Как можно управлять структурными параметрами таких материалов?
27. В чём состоят преимущества и недостатки использования соединений переменного состава (алюмосиликатов, СДГ) при их использовании в качестве нанореакторов для получения наночастиц?
28. Для каких применений важна монодисперсность и параметр анизотропии

- наночастиц; в каких случаях эти параметры не имеют принципиального значения?
29. Какие потенциальные области применения функциональных наноматериалов Вы знаете?
  30. При каких условиях в системе происходит процесс самоорганизации? Приведите пример самоорганизации в технологических процессах.
  31. Что такое синергетика?
  32. Почему возникла проблема невоспроизводимости в нанотехнологии?
  33. Какова роль поверхностных атомов в наноразмерных эффектах? Величины наноразмерных эффектов?
  34. Что такое супрамолекулярная химия?
  35. Что такое аэрогель и ксерогель?
  36. Что такое композит и нанокompозит? Три класса композиционных материалов и два класса нанокompозитов.
  37. Что такое алмазоподобный углерод и алмазоподобный нанокompозит?