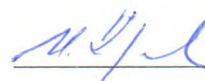


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

АПАТИТСКИЙ ФИЛИАЛ

УТВЕРЖДАЮ  
Директор АФ ФГБОУ ВО «МГТУ»  
к.г.-м.н., доцент И.В. Чикирёв



подпись

№ 28 июня 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

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

Апатиты

2019

**Лист согласования**

1 Разработчик:

доцент  
должность

Химии и СМ


  
подпись

Г.О. Калашникова  
И.О. Фамилия

2 Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и строительного материаловедения «28» июня 2019 г., протокол № 11.

Зам. заведующего кафедрой химии и строительного материаловедения

«28» июня 2019г.  
дата

  
подпись

А.И. Николаев  
И.О.Фамилия

### Лист изменений и дополнений

к рабочей программе по дисциплине «**Функциональные наноматериалы: синтез, свойства и применение**», входящей в состав ОПОП по направлению подготовки 04.03.01 Химия, направленности (профилю) Неорганическая химия и химия координационных соединений, 2019 года начала подготовки.

**Таблица 1.** Изменения и дополнения

<b>№ п/п</b>	<b>Дополнение или изменение, вносимое в рабочую программу в части</b>	<b>Содержание дополнения или изменения</b>	<b>Основание для внесения дополнения или изменения</b>	<b>Дата внесения дополнения или изменения</b>
1				
2				
3				

Дополнения и изменения внесены «\_\_\_» \_\_\_\_\_ Г

### Аннотация рабочей программы дисциплины

Коды циклов дисциплин, модулей, практик	Название циклов, разделов, дисциплин, модулей, практик	Краткое содержание (Цель, задачи, содержание разделов дисциплины, реализуемые компетенции, формы промежуточного контроля, формы отчетности)
1	2	3
ФТД	Факультативы	
ФТД.01	«Функциональные наноматериалы: синтез, свойства и применение»	<p><b>Цель дисциплины</b> – углубленная подготовка к деятельности бакалавров химии в области получения и применения природных и синтетических наноматериалов</p> <p><b>Задачи изложения и изучения дисциплины</b> – заложить основные принципы классификации наноматериалов, методы получения и их свойства; изучить основные положения, связывающие химическое строение и структуру наноматериалов с их основными свойствами</p> <p><b>В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:</b></p> <p><b>Знать:</b> основные типы функциональных наноматериалов, современную терминологию наноматериалов, требования к ним новых отраслей промышленности;</p> <p><b>Уметь:</b> анализировать имеющиеся данные о синтетических и природных наноразмерных и нанопористых материалах с известной структурой и на этой основе выявлять (предсказывать) у них свойства необходимые для потенциальных функциональных материалов;</p> <p><b>Владеть:</b> навыками работы с различными наноразмерными и нанопористыми функциональными материалами.</p> <p><b>Содержание разделов дисциплины.</b> Основные представления о наномире. Свойства наноразмерных частиц и размерные эффекты. Проблемы метрологии и контроля в наномире. Нульмерные объекты в нанотехнологии. Углеродные нанотрубки. Природные и синтетические микро- и нанопористым материалы с гетерокаркасными структурами. Исследование процессов получения прекурсоров. Технологические схемы гидротермального синтеза аналогов природных титаносиликатов. Методы изучения нанопористых титаносиликатов и области применения.</p> <p><b>Реализуемые компетенции:</b> ПК-2-т; ПК-3-т</p> <p><b>Формы отчетности</b> Семестр 6 – зачет, реферат</p>

## Пояснительная записка

1. **Рабочая программа** составлена 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 2.

**Таблица 2 – 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

			<p><b>Индикаторы сформированности компетенций:</b>  <b>ПК-2-г-1.</b> Выполняет стандартные операции на высокотехнологическом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства  <b>ПК-2-г-2.</b> Составляет протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме</p>
2.	<p><b>ПК-3-г -</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.  <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.  <b>Владеть:</b> Методами сбора информации, её обработки и анализа.  <b>Индикаторы сформированности компетенций в реализуемой части:</b>  <b>ПК-3-г-1.</b> Владеет навыками поиска необходимой информации в профессиональных базах данных (в т.ч., патентных)  <b>ПК-3-г-2.</b> Составляет обзор литературных источников по заданной теме, оформляет отчеты о выполненной работе по заданной форме</p>

#### 4. Структура учебной дисциплины (модуля)

**Таблица 3 – Распределение учебного времени дисциплины**

**Общая трудоемкость дисциплины составляет 1 зачетную единицу, 36 часов**

Виды учебной нагрузки, часов	Распределение трудоемкости дисциплины по формам обучения			
	Очная			Всего Часов
	Номер семестра обучения			
	5	6	7	
Лекции	-	10	-	10
Практические занятия	-	10	-	10
Лабораторные работы	-	-	-	-

Самостоятельная работа	-	16	-	16
Подготовка и сдача экзамена	-	-	-	
Всего часов по дисциплине	-	36	-	36

Формы промежуточного и текущего контроля

Экзамен	-	-	-	-
Зачет / зачет с оценкой	-	1/-	-	1/-
Курсовая работа (проект)	-	-	-	-
Количество РГЗ	-	-	-	-
Количество контрольных работ	-	-/-	-	-/-
Количество рефератов	-	1	-	1
Количество эссе	-	-	-	-

## 5. Содержание учебной дисциплины (модуля)

Таблица 4 – Содержание разделов дисциплины (модуля), виды работ

№ п/п	Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на виды учебной подготовки по формам обучения		
		Очная форма		
		Объем работы в часах		
		Лекции	Практ.	Самост.
1.	Введение. Основные представления о наномире и наноразмерном состоянии вещества. Тип строения и свойства вещества в наномире. Супрамолекулярные структуры. Структурные особенности вещества в наномире. Роль поверхностной фазы у нанодисперсных частиц.	2		2
2	Свойства наноразмерных частиц и размерные эффекты. Некоторые особенности наномира. Слабые и сверхслабые воздействия в наномире. Особенности строения объектов наномира. Проблемы метрологии и контроля в наномире.		-	2
3	Нульмерные объекты в нанотехнологии. Общие представления о ридберговских атомах, как нульмерных объектах. Квантовые точки. Дефекты кристаллической структуры как нульразмерные объекты. Суператомы. Пылевая плазма. Нульмерные объекты как база квантового компьютера.	1		2
4	Одномерные объекты нанотехнологии. Наноразмерные нити. Наноусы и вис커еры. Нановолокна. Фрактальные нити. Углеродные нанотрубки.	1		2

№ п/п	Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на виды учебной подготовки по формам обучения		
		Очная форма		
		Объем работы в часах		
		Лекции	Практ.	Самост.
5	Природные и синтетические микро- и нанопористые материалы с гетерокаркасными структурами. Области применения нанопористых материалов.	2	2	2
6	Исследование процессов получения прекурсоров из минеральных концентратов и синтеза на их основе нанопористых титаносиликатов.	2	2	2
7	Природные и синтетические слоистые двойные гидроксиды. Области применения СДГ. Методы синтеза СДГ.	1	2	2
8	Разработка метода гидротермального синтеза титаносиликатов. Разработка технологической схемы гидротермального синтеза аналогов природных титаносиликатов.		2	2
9	Изучение имеющихся и вновь собранных образцов природных нанопористых титаносиликатов методами электронной микроскопии, микрозондового и рентгенофазового анализов. Рентгеноструктурный анализ монокристаллов новых и перспективных для дальнейшего синтеза минералов.	1	2	2
	<b>ИТОГО: 36 часов</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>16</b>

**Таблица 5 - Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины (модуля), и видов занятий с учетом форм контроля**

Перечень компетенций	Виды занятий								Формы контроля
	Л	ЛР	ПЗ	КР/КП	Р	К/Р	Э	СРС	
ПК – 2-т	+	-	-		+	-		+	Проведение лекций в интерактивной форме – лекции-беседы (опрос в ходе лекции), подготовка реферата
ПК - 3-т	+		+			+		+	Проведение лекций в интерактивной форме – лекции-беседы (опрос в ходе лекции), выполнение практических заданий, зачет



Примечание: Л – лекции, ЛР – лабораторные работы, ПЗ – практические занятия, КР/КП – курсовая работа (проект), Р – реферат, К/Р – контрольная работа, Э – эссе, СРС – самостоятельная работа студентов.

**Таблица 6 - Перечень лабораторных работ**

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Количество часов	Наименование темы по табл. 4
Не предусмотрены			

**Таблица 7 - Перечень практических работ**

№ п/п	Наименование практических работ	Количество часов	Наименование темы по табл. 4
ПР1	Природные и синтетические микро- и нанопористым материалы с гетерокаркасными структурами.	2	5
ПР2	Получения прекурсоров из минеральных концентратов и синтеза на их основе нанопористых титаносиликатов.	2	6
ПР3	Природные и синтетические слоистые двойные гидроксиды. Методы синтеза СДГ.	2	7
ПР4	Метод гидротермального синтеза титаносиликатов. Технологическая схема гидротермального синтеза аналогов природных титаносиликатов.	2	8
ПР5	Изучение состава и строения образцов природных и синтетических нанопористых титаносиликатов	2	9
Итого		10	

## 6. Перечень примерных тем 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.

#### **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся приводится в Методических указаниях к самостоятельной работе по дисциплине «**Функциональные наноматериалы: синтез, свойства и применение**».

#### **8. Фонд оценочных средств (ФОС)**

ФОС входит в состав образовательной программы в качестве самостоятельного документа.

#### **9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

##### ***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:***

1. Елисеев А.А., Функциональные наноматериалы/ Под ред. Ю.Д. Третьякова. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 456 с.  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922111201.html?SSr=010134171b106b0b2512518>

2. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии: монография. Изд.: Физмалит, 2009.  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922105828.html?SSr=160133f0dd1319b61d0a518>
3. Мишина Е.Д., Шерстюк Н.Э., Евдокимов А.А. и др. Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологии. – М.: Лаборатория знаний. 2017.  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001014737.html>

**10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (Договор № 530-10/18 от 01.11.2018 г. ООО «Современные цифровые технологии», с 16.11.2018 г. по 15.11.2019 г.),  
 ЭБС «Издательства Лань» (Договор № 19/85 от 12 сентября 2018 г. ООО «ЭБС Лань», с 02.10.2018 г. по 01.10.2019 г., Договор № 19/159 от 28 мая 2019 г. ООО «Издательство Лань», с 02.10.2019 г. по 01.10.2020 г.),  
 ЭБС «Консультант студента» (Договор № 100 СЛ/03-2018 от 20 марта 2018 г. ООО «Политехресурс», с 21.04.2018 г. по 20.04.2019 г., Договор № 19/37 от 11.03.2019 г. ООО «Политехресурс», с 21.04.2019 г. по 20.04.2020 г.),  
 ЭБС «IPR books» (Лицензионный договор № 3768 18 от 15.03.2018 г. ООО «Ай Пи Эр Медиа», с 20.04.2018 г. до 20.04.2019 г., Лицензионный договор № 4979/ 19 от 01.04.2019 г. ООО «Ай Пи Эр Медиа», с 20.04.2019 г. до 20.04.2020 г.),  
 ЭБС «Троицкий мост» (Договор № 19/38 от 11 марта 2019 г. ООО «Издательско-торговая компания дом «Троицкий мост», с 01.04.2019 г. по 31.03.2020 г.),  
 Национальная электронная библиотека (НЭБ) (Договор № 101/НЭБ/2370 от 09.08.2017 г., с 09.08.2017 г. по 08.08.2022 г.),  
 Электронная база данных «EBSCO» (Сублицензионный договор № 45.49/19.85 от 09.01.2019 г. ООО ЦНИ НЭИКОН, с 01.01.2019 г. по 31.12.2019 г.).

**11. Перечень информационных технологий и лицензионного программного обеспечения, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

1. Операционная система Microsoft Windows Vista Business Russian Academic OPEN, лицензия № 44335756 от 29.07.2008 (договор №32/379 от 14.07.08 г.)
2. Офисный пакет Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN, лицензия № 45676388 от 08.07.2009 (договор 32/224 от 14.0.2009 г.)
3. Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader Corporate 9.0 (сетевая версия), 2009 год (договор ЛЦ-080000510 от 28 апреля 2009 г.). Операционная система Microsoft Windows Vista Business Russian Academic OPEN, лицензия № 44335756 от 29.07.2008

**12. Таблица 8 - Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

№ п./п.	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	№ 109 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типов (семинаров, практических занятий, коллоквиумов, практикумов), групповых и	Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации обучающимся: - учебные столы – 11 шт.; - учебно-наглядные пособия – 4 шт.; - доска аудиторная – 1 шт.; - оверхед;

	индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации. г. Апатиты, Академгородок, д. 50 А	- проекционный экран – 1 шт.; - ноутбук <i>Lenovo B50-30</i> – 1 шт.; - <i>мультимедийный</i> DLP-проектор – 1 шт. Посадочных мест - 18
2	<b>№ 210</b> Специальное помещение для самостоятельной работы г. Апатиты, Академгородок, д. 50 А	Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации, мультимедийным оборудованием: DLP-проектор, ПЭВМ Intel Pentium G4400 3.3 GHz с ЖК-монитором 19", объединенными в локальную вычислительную сеть с доступом к интернету, электронно-библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета и предназначено для самостоятельной работы обучающихся - персональные компьютеры – 12 шт.; - компьютерные столы – 12 шт.; Персональные компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета со специализированным программным обеспечением: 1. Операционная система Windows Professional 8.1 Russian Upgrade OLP NL AcademicEdition, лицензия № 64570101 от 26.12.2014 (договор S4093290 от 20.12.2014 г.). 2. Офисный пакет Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN, лицензия № 42024925 от 04.11.2007 (договор 32/224 от 14.07.2009 г.). 3. Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader Corporate 9.0 (сетевая версия), (договор ЛЦ-080000510 от 28 апреля 2009 г.). 4. Statsoft STATISTICA Advanced 10 for Windows Ru (лицензия от 28.09.2012). 5. MathCAD Education (лицензия № 2689694 от 13.09.2012). 6. CorelDRAW Graphics Suite X5, лицензия № 4087619 от 20.12.2011 (договор № MAV-030/11 от 30.11.2011). 7. Autodesk Autocad Revit Series 8.1 (акт передачи-приемки ПО с МГТУ). 8. Adobe Photoshop Extended CS5 12.0, лицензия № 8085097 (договор 134136735 от 15.11.2010). Посадочных мест – 24
3	Центр наноматериаловедения КНЦ РАН	Установки по синтезу функциональных материалов.

**Таблица 9 – Технологическая карта дисциплины (промежуточная аттестация – зачет)**

№ п/п	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения (недели сдачи)
		min	max	
<b>Текущий контроль</b>				
1	2	3	4	5
1.	Написание реферата	15	20	1-9 недели
2.	Выступление с докладом, презентацией	20	30	9-15 недели

3.	Выполнение комплексного домашнего задания	10	20	1-15 недели
4.	Посещение занятий	10	20	Свыше 75% посещенных занятий – 20, от 75 до 50% - 10, менее 50% - 0
5.	Отработка пропущенного времени	5	10	
	<b>Итого за работу в семестре:</b>	<b>60</b>	<b>100</b>	
<b>Промежуточная аттестация – зачет</b>				
	<b>Итоговые баллы по дисциплине</b>	<b>60</b>	<b>100</b>	Зачетная неделя