

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ФТД.01 Физическая химия наноструктурированных
систем

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

04.04.01 Химия

Направленность (профиль)

04.04.01.07 Физическая химия

Форма обучения

очная

Год набора

2021

Красноярск 2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили _____

канд.хим.наук, доцент, Шубин А.А.

должность, инициалы, фамилия

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Основной целью дисциплины "Физическая химия наноструктурированных систем" является ознакомление учащихся с новейшими достижениями и направлениями развития в современной междисциплинарной области практических знаний - нанотехнологиях. В результате освоения данной дисциплины должны быть сформированы представления о современных концепциях нанохимии и нанотехнологии. Кроме того, при освоении дисциплины учащиеся получают знания о физико-химических процессах формирования нанообъектов, а также их свойствах.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачи изучения дисциплины - формирование у обучающихся следующих общекультурных и профессиональных компетенций:

умение принимать нестандартные решения;

владение современными компьютерными технологиями, применяемыми при обработке результатов научных экспериментов и сборе, обработке, хранении и передаче информации при проведении самостоятельных научных исследований;

понимание принципов работы и умение работать на современной научной аппаратуре при проведении научных исследований;

наличие представлений о наиболее актуальных направлениях исследований в современной теоретической и экспериментальной химии (синтез и применение веществ в наноструктурных технологиях, исследования в экстремальных условиях, химия жизненных процессов, химия и экология и др.)

знание основных этапов и закономерностей развития химической науки, понимание объективной необходимости возникновения новых направлений, наличие представлений о системе фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, форм и методов научного познания, их роли в общеобразовательной профессиональной подготовке химиков;

умение анализировать научную литературу с целью выбора направления исследования по предлагаемой научным руководителем теме и самостоятельное составление плана исследований.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
ПК-2: Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии и / или смежных наук	
ПК-2.1: Проводит поиск специализированной информации в патентно-информационных базах	знать основы патентного поиска и его особенности уметь проводить патентный поиск, анализировать полученную информацию владеть навыками патентного поиска с учетом его

данных	особенностей, анализа полученной информации
ПК-2.2: Анализирует и обобщает результаты патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии)	<p>знать особенности патентного поиска по тематике выбранного научного исследования</p> <p>уметь проводить патентный поиск по тематике выбранного научного исследования с учетом его особенностей</p> <p>владеть основами проведения патентного поиска по тематике выбранного научного исследования с учетом его особенностей</p>
ПК-4: Способен выбирать обоснованные подходы к синтезу и анализу свойств полифункциональных материалов с заданными физико-химическими свойствами	
ПК-4.1: Применяет знания о химических свойствах веществ, при анализе соотношения «состав - физико-химические свойства»	<p>знать связь между физико-химическими свойствами соединения и его составом</p> <p>уметь выявлять особенности влияния состава химического соединения на его физико-химические свойства</p> <p>владеть способностью к выявлению взаимосвязи состава соединения и его физико-химических свойств</p>
ПК-4.2: Использует знания о закономерностях протекания химических процессов, состояния химического и фазового равновесия, закономерностях кинетики химических и каталитических реакций при разработке и анализе новых материалов	<p>знать закономерности протекания химических процессов, особенности состояния химического и фазового равновесия при синтезе новых материалов</p> <p>уметь выявлять закономерности протекания химических процессов, особенности состояния химического и фазового равновесия при синтезе новых материалов</p> <p>владеть умением выявлять закономерности протекания химических процессов, особенности состояния химического и фазового равновесия при синтезе новых материалов</p>
ПК-4.3: Вырабатывает стратегию поиска прототипов материалов, полифункционального назначения с учетом требований к их физико-химическим и эксплуатационным свойствам и возможных ограничений	<p>знать особенности стратегии поиска прототипа новых материалов на основе уже известных и с учетом требований к физико-химическим свойствам и области применения</p> <p>уметь вести поиски прототипа новых материалов на основе уже известных и с учетом требований к физико-химическим свойствам и области применения</p> <p>владеть основами поиска прототипов новых материалов на основе уже известных и с учетом требований к физико-химическим свойствам и области применения</p>

ПК-4.4: Разрабатывает и внедряет новые методики контроля, измерения и испытания, а также разработки и выбора материалов	<p>знать существующие методики контроля, измерения и испытания, а также разработки новых материалов</p> <p>уметь разрабатывать методики контроля, измерения и испытания новых материалов на основе существующих</p> <p>владеть навыками разработки методик контроля, измерения и испытания новых материалов на основе существующих</p>
ПК-4.5: Выполняет операции контроля, измерения свойств (инженерных, технологических, эксплуатационных) и испытания материалов на современном оборудовании	<p>знать существующие методы контроля, измерения свойств и испытания материалов на современном оборудовании</p> <p>уметь применять существующие методы контроля и измерения свойств для испытания материалов на современном оборудовании</p> <p>владеть навыками применения существующих методов контроля и измерения свойств для испытания материалов на современном оборудовании</p>
ПК-4.6: Анализирует и оценивает эффективность методов разработки и выбора материалов с учетом их свойств	<p>знать методы разработки новых материалов с учетом заданных свойств</p> <p>уметь оценивать эффективность методов разработки новых материалов с учетом заданных свойств</p> <p>владеть умением оценивать эффективность методов разработки новых материалов с учетом заданных свойств</p>
ПК-4.7: Выбирает на основании знаний о физико-химических свойствах материалов способы термической или химико-термической обработки	<p>знать существующие способы термической и химико-термической обработки материалов</p> <p>уметь выбрать соответствующий способ термической и химико-термической обработки материала исходя из его свойств</p> <p>владеть умением выбрать соответствующий способ термической и химико-термической обработки материала исходя из его свойств</p>
ПК-5: Способен к поиску и анализу научной информации по актуальным проблемам химии, анализу и обобщению отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования	
ПК-5.1: Проводит поиск научной информации в специализированных базах данных	<p>знать существующие источники информации и возможные способы поиска данных в них</p> <p>уметь осуществлять поиск информации с привлечением разных способов поиска</p> <p>владеть основами поиска информации, используя разные возможные источники</p>

ПК-5.2: Анализирует современные тенденции и перспективы развития производств в области материаловедения и технологии материалов.	<p>знать современные тенденции и перспективы развития производства новых материалов</p> <p>уметь выбрать технологию получения новых материалов, основываясь на анализе современных тенденций развития производства</p> <p>владеть навыками анализа современных тенденций развития производства для выбора технологии получения новых материалов</p>
ПК-5.3: Анализирует и обобщает отечественный и зарубежный опыт по тематике проводимого исследования	<p>знать тенденции развития науки и производства в исследуемой тематике в отечественном и зарубежном опыте</p> <p>уметь проанализировать и обобщить отечественный и зарубежный опыт в исследуемой тематике</p> <p>владеть навыками анализа и обобщения отечественного и зарубежного опыта в исследуемой тематике</p>
ПК-5.4: Составляет аналитические обзоры, научные отчеты, обобщает и публикует результаты исследований	<p>знать правила и основы составления научных отчетов, обзоров, публикаций</p> <p>уметь составить по принятым правилам и стандартам научный отчет, обзор, публикацию</p> <p>владеть навыками составления научных отчетов, обзоров, публикаций</p>

1.4 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. час)	е
		1
Контактная работа с преподавателем:	1,5 (54)	
занятия лекционного типа	0,5 (18)	
практические занятия	1 (36)	
Самостоятельная работа обучающихся:	0,5 (18)	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
1. Общие физико-химические характеристики наноструктур									
	1. Базовые термины и понятия. Основные классы наноразмерных систем. Место наноразмерных объектов в окружающем нас мире. Нанообъекты. Критерии определения наноматериалов: критический размер и функциональные свойства. Квантовые наноструктуры различной размерности: 0D-, 1D-, 2D-структуры. Квантовые точки. Основные типы наноразмерных систем. Углеродные наноструктуры (фуллерены и нанотрубки). Неуглеродные наноструктуры. Нанокompозиты и наножидкости. Степень интеграции и перспективы нанотехнологий.	2							

2. Физическая химия наносистем - основные понятия и представления. Параметры для описания физико-химии наносистем. Базовые модели нанообъектов. Энергетическое состояние поверхности. Термодинамика поверхности. Термодинамические функции поверхности. Поверхностная энергия и поверхностное натяжение. Процессы на поверхности и приповерхностных слоях; адсорбция и десорбция; реконструкция и релаксация поверхностей.	2							
3. Общая дискуссия по впечатлениям от научных статей, предложенных для самостоятельного чтения. По теме строение, свойства, классификация наноструктур.			6					
4. Методы получения наноструктурированных материалов: физические методы, химические методы. Понятие об образовании зародышей. Механизмы гомогенного и гетерогенного зародышеобразования.	2							
5. Формирование кластеров и наночастиц. Формирование сложных наноструктур. Понятие о самоорганизации. Самоорганизация наноразмерных упорядоченных структур. Роль температурного фактора. Типы упорядоченных структур и их параметры.	2							
6. Основы физической химии наносистем; уравнения и характеристики условий термодинамической стабильности межфазных границ в наносистемах; особенности поверхностных процессов в наноструктурах: размерные эффекты и фазовые переходы. Устойчивость нанообъектов.	3							
7. Слушание и обсуждение докладов учащихся, по заранее предложенным темам, в рамках тематики "методы получения наноразмерных частиц".			6					

8. Общие физико-химические характеристики наноструктур								12	
2. Квантово-химическое описание наноструктур									
1. Физико-математические модели нанообъектов. Виды химической связи, действующей в наносистемах: ионная связь, ковалентная связь, металлическая связь, водородная связь, Ван-дер-ваальсовы взаимодействия. Валентность. Кристаллическая решетка, диполь-дипольное взаимодействие. Магнитные характеристики наночастиц, ферритин.	3								
2. Нанофотоника. Определение термина "нанофотоника". Три раздела нанофотоники. Локализация света в пространстве. Классификация типов локализации света на нанометровом масштабе. Затухающие волны. Поверхностные плазмоны. Поверхностный плазмонный резонанс. Ближнее поле. Сканирующий оптический микроскоп ближнего поля. Классификация оптических наноматериалов. Квантовая локализация электронов. Оптические свойства нанометровых квантовых структур. Металлические наночастицы. Плазмоника. Понятие фотонного кристалла, примеры природных фотонных кристаллов. Классификация фотонных кристаллов.	4								
3. Ознакомление с работой пакетов программ, позволяющими на основе квантово-химических расчетов моделировать физико-химические, а также спектральные свойства наночастиц.			6						
4. Защита расчетно-графических задач			12						
5. Защита эссе			6						
6. Квантово-химическое описание наноструктур								6	

7. Оценка «зачтено» ставится студенту при условии выполнения индивидуального задания и написания итоговой зачетной работы (на оценку не ниже «удовлетворительно»).								
Всего	18		36				18	

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Сергеев Г. Б. Нанохимия: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 020100 (510500) - Химия и по специальности 020101 (011000) - Химия(Москва: Книжный дом "Университет").
2. Суздаев И. П. Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов: научное издание(Москва: URSS).
3. Андриевский Р. А. Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы: монография(Москва: БИНОМ, Лаборатория знаний).
4. Фахльман Б. Д., Третьяков Ю. Д., Гудилин Е. А. Химия новых материалов и нанотехнологий: перевод с английского(Долгопрудный: Интеллект).
5. Ормонт Б. Ф., Глазов В. М. Введение в физическую химию и кристаллохимию полупроводников: учебное пособие для высших технических учебных заведений(Москва: Высшая школа).
6. Сойфер В. А. Дифракционная оптика и нанофотоника(Москва: ФИЗМАТЛИТ).
7. Брандон Д., Каплан У. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля: учебное пособие.; рекомендовано Институтом химической физики РАН(М.: Техносфера).

4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):

1. 1.Пакет квантово-химических программ Gamess.
2. 2.Пакет квантово-химических программ Abinit.
3. 3.Пакет квантово-химических программ Nwchem.
4. 4.Пакет программ визуализации и конструирования молекулярных структур (Chemcraft, Vesta, Avogadro, Facio).

4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. 1.База данных кристаллических структур [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.crystallography.net/result.php>
2. 2.База данных структуры и свойств химических соединений [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.webelements.com>

5 Фонд оценочных средств

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Компьютерный класс с доступом машин в сеть Интернет.

Лекционная аудитория с возможностью проецирования на мультимедийный экран презентации лекции и примеров работы с интерактивными базами данных.