

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д. И. Менделеева»



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе

С.Н. Филатов

» 05 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Синтез наночастиц в жидких средах»

Направление подготовки 28.04.03 Наноматериалы

Магистерская программа «Химическая технология наноматериалов»

Квалификация «магистр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО

На заседании Методической комиссии

Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

« 25 » мая 2021 г.

Председатель

Н.А. Макаров

Москва 2021

Программа составлена проф. кафедры наноматериалов и нанотехнологии, проф., д.х.н.
Королёвой М.Ю.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры наноматериалов и
нанотехнологии «28» апреля 2021 г., протокол №11.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **28.04.03 «Наноматериалы»**, рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина **«Синтез наночастиц в жидких средах»** относится к блоку обязательных дисциплин части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области синтеза материалов различной природы, в том числе в области физикохимии наноматериалов.

Цель дисциплины - приобретение обучающимися знаний и компетенций в области синтеза наночастиц и наноматериалов жидкофазными методами.

Задачи дисциплины - формирование у обучающихся системных глубоких знаний в области химических, физических и биологических методов синтеза наночастиц и наноматериалов, понимания общих закономерностей получения таких материалов; выработка на этой основе системного подхода к постановке, выполнению научных исследований в указанной области, способности анализировать и критически оценивать получаемые результаты, предлагать пути решения поставленных задач и находить среди них оптимальный.

Дисциплина **«Синтез наночастиц в жидких средах»** преподается во 2 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **профессиональных компетенций и индикаторов их достижения:**

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
<p>– проведение самостоятельных научно-исследовательских работ в области нанотехнологий, требующих широкой фундаментальной междисциплинарной подготовки и владения навыками современных экспериментальных методов;</p> <p>– выработка новых теоретических подходов и принципов дизайна наносистем и наноматериалов с заданными свойствами;</p> <p>– разработка новых высокоэффективных методов создания современных наносистем и наноматериалов;</p> <p>– способность к составлению методических документов при проведении научно-</p>	<p>– основные типы наноматериалов: различной размерности (0, 1, 2, 3-мерные, фрактальные кластеры), природы (неорганические, органические, смешанные); агрегатного состояния (жидкие, твердые, смешанного типа (гели, суспензии и пр.));</p> <p>– все виды исследовательского, контрольного, аналитического и испытательного оборудования для изучения структуры и свойств наноматериалов;</p> <p>– компьютерное программное обеспечение для</p>	<p>ПК-2 Способен осуществлять разработку и корректировку технологических процессов получения наноструктурированных материалов</p>	<p>ПК-2.1 Знает методы получения наноструктурированных материалов</p> <p>ПК-2.2 Умеет проводить эксперимент по заданным методикам, обрабатывать и анализировать их результаты</p> <p>ПК-2.3 Владеет навыками формирования методик получения новых наноструктурированных материалов</p>	<p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.</p> <p>Профессиональный стандарт «26.006 Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «8» сентября 2015 г. № 604н</p> <p>С Организация аналитического контроля этапов разработки наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами (уровень квалификации – 7)</p> <p>Д Управление методами и средствами проведения исследований и разработок наноструктурированных</p>

<p>исследовательских и лабораторных работ; участие в экспериментальной и технико-проектной оптимизации существующих наукоемких методик создания наносистем и наноматериалов для успешной конкуренции на рынке идей и технологий.</p>	<p>обработки экспериментальных данных по исследованию наноматериалов и наносистем; – отчеты по научной работе, научные публикации в российских и зарубежных изданиях; – аналитические обзоры в области производства и исследования наноматериалов.</p>			<p>композиционных материалов (уровень квалификации – 7) Профессиональный стандарт «40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «4» марта 2014 г. № 121н. В Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем (уровень квалификации – 7)</p>
<p>– анализ и обобщение результатов научно-исследовательских работ, поиск и анализ научной и технической информации в области нанотехнологий и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых фундаментальных исследований и технологических разработок, – составление</p>	<p>– основные типы наноматериалов: различной размерности (0, 1, 2, 3-мерные, фрактальные кластеры), природы (неорганические, органические, смешанные) агрегатного состояния (жидкие, твердые, смешанного типа (гели, суспензии и пр.)); – компьютерное</p>	<p>ПК-3 Способен самостоятельно проводить научно-исследовательские работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов</p>	<p>ПК-3.3 Владеет навыками решения научных и технических задач в области работ по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов</p>	<p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Профессиональный стандарт «26.006 Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства</p>

<p>аналитических обзоров, самостоятельная подготовка публикаций в отечественных и зарубежных изданиях; – способность к составлению методических документов при проведении научно-исследовательских и лабораторных работ; участие в экспериментальной и технико-проектной оптимизации существующих наукоемких методик создания наносистем и наноматериалов для успешной конкуренции на рынке идей и технологий.</p>	<p>программное обеспечение для обработки экспериментальных данных по исследованию наноматериалов и наносистем; – отчеты по научной работе, научные публикации в российских и зарубежных изданиях; – аналитические обзоры в области производства и исследования наноматериалов.</p>			<p>труда и социальной защиты Российской Федерации от «8» сентября 2015 г. № 604н D Управление методами и средствами проведения исследований и разработок наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – 7) Профессиональный стандарт «40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «4» марта 2014 г. № 121н. D Осуществление научного руководства в соответствующей области знаний (уровень квалификации – 7)</p>
<p>– анализ и обобщение результатов научно-исследовательских работ, поиск и анализ научной и технической информации в области нанотехнологий и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых</p>	<p>– основные типы наноматериалов: различной размерности (0, 1, 2, 3-мерные, фрактальные кластеры), природы (неорганические, органические, смешанные); агрегатного состояния</p>	<p>ПК-4 Способен к анализу и обобщению результатов научно-исследовательских работ, поиску и анализу научной и технической информации в области нанотехнологии и</p>	<p>ПК-4.2 Умеет разрабатывать программы выполнения научных исследований, обрабатывать и анализировать их результаты</p>	<p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Профессиональный стандарт «26.006</p>

<p>фундаментальных исследований и технологических разработок;</p> <p>– составление аналитических обзоров, самостоятельная подготовка публикаций в отечественных и зарубежных изданиях;</p> <p>– способность к составлению методических документов при проведении научно-исследовательских и лабораторных работ;</p> <p>участие в экспериментальной и технико-проектной оптимизации существующих наукоемких методик создания наносистем и наноматериалов для успешной конкуренции на рынке идей и технологий.</p>	<p>(жидкие, твердые, смешанного типа (гели, суспензии и пр.);</p> <p>– отчеты по научной работе, научные публикации в российских и зарубежных изданиях;</p> <p>– аналитические обзоры в области производства и исследования наноматериалов.</p>	<p>смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых исследований, к самостоятельной подготовке публикаций в отечественных и зарубежных изданиях</p>		<p>Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «8» сентября 2015 г. № 604н</p> <p>С Организация аналитического контроля этапов разработки наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами (уровень квалификации – 7)</p> <p>Д Управление методами и средствами проведения исследований и разработок наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – 7)</p> <p>Профессиональный стандарт «40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «4» марта 2014 г. № 121н.</p> <p>Д Осуществление научного руководства в соответствующей области знаний (уровень квалификации – 7)</p> <p>Анализ опыта</p>
--	---	--	--	---

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- классификацию наночастиц и наноматериалов, основанную на мерности объектов, способах получения, свойствах среды проведения синтеза;
- теоретические основы процессов кристаллизации в жидких средах, основные факторы, влияющие на образование зародышей кристаллизации и скорость роста наночастиц;
- закономерности протекающих процессов при синтезе наночастиц и наноматериалов в жидких фазах и на границе раздела фаз;
- закономерности совокупности условий проведения синтеза и особенностей химических, физических и биологических процессов, приводящих к получению наночастиц и наноматериалов;
- алгоритмы прогнозирования дисперсности и структуры наночастиц и наноматериалов.

Уметь:

- формулировать требования к материалам и определять эффективные пути синтеза наночастиц и наноматериалов с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;
- находить и использовать литературные источники, базы данных и коммерческие программные продукты, и решать задачи по созданию наночастиц и наноматериалов различной природы, дисперсности и состава;
- применять теоретические знания о способах синтеза наночастиц и наноматериалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.

Владеть:

- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам синтеза наночастиц и наноматериалов;
- основными методами синтеза наночастиц и наноматериалов различной природы, дисперсности и структуры;
- основными приемами нахождения и использования справочных литературных и компьютерных баз данных по синтезу наночастиц и наноматериалов жидкофазными методами;
- способностью и готовностью к разработке новых методов синтеза наночастиц и наноматериалов и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,41	51	38
в том числе в форме практической подготовки	0,47	17	13
Лекции	0,47	17	13
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17	13
Лабораторные работы (ЛР)	0,47	17	13
в том числе в форме практической подготовки	0,47	17	13
Самостоятельная работа	2,59	93	70
Контактная самостоятельная работа	2,59	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		92,6	69,7
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы	Раздел дисциплины	Академ. часов						
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	Сам. работа
1	Основы процесса кристаллизации в жидких средах	10	-	1	-	-	1	8
1.1	Гомогенное и гетерогенное зародышеобразование	5	-	0,5	-	-	0,5	4
1.2	Основные теории роста кристаллов	5	-	0,5	-	-	0,5	4
2	Синтез наночастиц методами осаждения	52	11	6	11	11	6	29
2.1	Синтез наночастиц благородных металлов	20	6	2	6	6	2	10
2.2	Синтез полупроводниковых наночастиц	15	5	1	5	5	1	8
2.3	Синтез магнитных наночастиц	7	-	1	-	-	1	5
2.4	Синтез наночастиц со структурой ядро-оболочка, многослойных структур	10	-	2	-	-	2	6
3	Аппаратные методы синтеза наночастиц и наноматериалов	82	6	10	6	6	10	56
3.1	Золь-гель метод получения наночастиц, пористых материалов, аэрогелей	12	-	2	-	-	2	8
3.2	Синтез наночастиц и наноматериалов в сверхкритических жидкостях	12	-	2	-	-	2	8
3.3	Синтез наночастиц при воздействии излучений: микроволнового, ультразвукового, УФ, рентгеновского, радиоактивного	8	-	1	-	-	1	6
3.4	Синтез наночастиц в пламени и криохимические методы синтеза	8	-	1	-	-	1	6
3.5	Электрохимические методы получения наноматериалов	8	-	1	-	-	1	6
3.6	Матричный синтез наночастиц и наноматериалов	18	6	1	6	6	1	10
3.7	Биологические методы синтеза наночастиц и наноматериалов	8	-	1	-	-	1	6
3.8	Получение наноматериалов при самоорганизации	8	-	1	-	-	1	6

	наночастиц. Биомиметические наноматериалы.							
	Всего часов	144	17	17	17	17	17	93

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основы процесса кристаллизации в жидких средах

1.1. Введение. Варианты классификации методов получения наночастиц и наноматериалов. Физические, химические, биологические и комбинированные методы. Особенности получения нуль- одно-, дву- и трехмерных наноматериалов.

1.2. Стадии процесса кристаллизации - образование центров нуклеации, рост наночастиц. Гомогенное и гетерогенное зародышеобразование. Критический зародыш.

1.3. Основные теории роста кристаллов. Влияние различных параметров системы на скорость зародышеобразования и кинетику роста нанокристаллов. Способы замедления роста для синтеза наночастиц контролируемого размера.

1.5. Роль процессов Оствальдова созревания и агрегации нанокристаллов в процессах синтеза наночастиц в жидких средах. Стабилизация наночастиц в растворах - электростатическая, адсорбционная, хемосорбционная, стерическая.

1.5. Кристаллизация при пересыщении и переохлаждении. Способы кристаллизации.

Раздел 2. Синтез наночастиц методами осаждения

2.1. Основные химические реакции, приводящие к синтезу наночастиц в жидких средах и их контролируемому выделению из растворов.

2.2. Получение наночастиц золота - метод Туркевича и метод Браста. Синтез наночастиц серебра, платины, палладия и других благородных металлов. Получение наночастиц несферической формы. Синтез наностержней металлов - роль зародышей кристаллизации и добавок ПАВ. Механизм роста наностержней металлов в жидких средах. Особенности синтеза наночастиц металлов в форме кубов, призм, двадцати-гранников и др.

2.3. Синтез магнитных наночастиц в полярных и неполярных средах. Стабилизация наночастиц и получение магнитных жидкостей.

2.4. Основные способы синтеза полупроводниковых наночастиц - контролируемого осаждения, построения кластеров, молекулярных прекурсоров. Основные факторы, влияющие на размер синтезируемых наночастиц полупроводников. Кинетический контроль роста наночастиц полупроводников. Синтез анизотропных наночастиц полупроводников - наностержней, разветвленных структур.

2.5. Применение методов осаждения для синтеза наночастиц, состоящих из сплава металлов, со структурой ядро-оболочка, многослойных структур. Синтез наночастиц оксида кремния и нанокompозитов - многослойных структур, состоящих из металлов, магнитных материалов или полупроводников и оксида кремния.

Раздел 3. Аппаратные методы синтеза наночастиц и наноматериалов

3.1. Золь-гель метод

Основные стадии процесса. Особенности гидролиза и поликонденсации в щелочной и кислой среде. Гелеобразование и синерезис. Удаление растворителя - образование ксерогелей и аэрогелей. Влияние состава реакционной среды и условий протекания процесса на морфологию синтезируемого наноматериала. Получение золь-гель методом наноматериалов на основе оксидов кремния и титана. Синтез золь-гель методом нанокompозитов типа "неорганика-неорганика" и "органика-неорганика".

3.2. Синтез наночастиц в сверхкритических жидкостях

Классификация методов синтеза наночастиц и наноматериалов в сверхкритических жидкостях. Роль сверхкритической жидкости при синтезе - растворитель, соразтворитель, анти-растворитель, растворенное вещество, реакционная среда. Схемы основных методов. Использование сверхкритической воды и диоксида углерода для получения наночастиц. Варианты гидро- и сольвотермального синтеза - получение наночастиц при протекании физических и химических процессов. Основные параметры, влияющие на морфологию

синтезируемых наноматериалов. Периодический и непрерывный способы организации гидро- и сольвотермального синтеза. Виды автоклавов, используемых для синтеза наночастиц.

Гидро- и сольвотермальный синтез наночастиц металлов, оксидов металлов, полупроводников.

Гидротермальный синтез наночастиц цеолитов и цеолитов с нанопористой структурой.

3.3. Синтез наночастиц при физическом воздействии на реакционную среду

Особенности синтеза наночастиц при микроволновом нагреве. Гидротермальный синтез с микроволновым нагревом.

Синтез наночастиц при воздействии ультрафиолетового, рентгеновского и радиоактивного излучения.

Механизм синтеза наночастиц при действии различных видов излучения.

Ультразвуковое воздействие. Синтез наночастиц с аморфной и нанокристаллической структурой.

3.4. Образование наночастиц при распылении растворов в пламени (мокрое сжигание)

Выпаривание и пиролиз аэрозоля. Влияние состава исходного раствора и технологических параметров процесса на размер и морфологию синтезируемых наночастиц. Способы распыления жидкости. Агломерация наночастиц и получение нанопористых материалов.

3.5. Криохимический метод синтеза наночастиц

Основные стадии процесса. Способы замораживания и удаления растворителя. Используемые хладоагенты.

3.6. Электрохимический метод получения наноматериалов

Катодные и анодные процессы, приводящие к синтезу наноматериалов. Получение наноструктурированных покрытий. Электроосаждение наночастиц. Формирование композитных покрытий, состоящих из металла и осажденных наночастиц. Образование нанопористых материалов. Синтез нановолокон в пористых материалах.

3.7. Матричный (темплатный) синтез наночастиц и наноматериалов

Синтез наночастиц в сферических и несферических мицеллах, микроэмульсиях. Основные факторы, влияющие на размер и форму, синтезируемых наночастиц. Синтез наночастиц в микроэмульсиях в сверхкритическом оксиде углерода.

Использование гексагональных и кубических жидкокристаллических фазах в качестве матрицы для синтеза наноматериалов.

Получение мезопористых силикатов.

Синтез нанокомпозитов наночастица-дендример. Особенности строения дендримеров и способов формирования нанокомпозитов в зависимости от уровня генерации дендримера.

3.8. Биологические методы синтеза наночастиц

Внутриклеточный синтез наночастиц. Магнетобактерии, магнетосомы. Синтез наночастиц с использованием ферритина. Внеклеточный синтез наночастиц, формирование пористых иерархических структур.

3.9. Получение наноматериалов при самоорганизации наночастиц

Самоорганизация под действием капиллярных, гравитационной и центробежной сил, действию электрического и магнитного поля. Матричная самоорганизация. Формирование плоских и объемных структур. Формирование сверхрешеток, упорядоченных ансамблей бинарных наночастиц. Биомиметические наноматериалы.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Компетенции	Разделы		
	1	2	3
Знать:			
Классификацию наночастиц и наноматериалов, основанную на мерности объектов, способах получения, свойствах среды проведения синтеза	+		
Теоретические основы процессов кристаллизации в жидких средах, основные факторы, влияющие на образование зародышей кристаллизации и скорость роста наночастиц	+		
Закономерности протекающих процессов при синтезе наночастиц и наноматериалов в жидких фазах и на границе раздела фаз	+	+	+
Закономерности совокупности условий проведения синтеза и особенностей химических, физических и биологических процессов, приводящих к получению наночастиц и наноматериалов	+	+	+
Алгоритмы прогнозирования дисперсности и структуры наночастиц и наноматериалов	+	+	+
Уметь:			
Формулировать требования к материалам и определять эффективные пути синтеза наночастиц и наноматериалов с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения		+	+
Находить и использовать литературные источники, базы данных и коммерческие программные продукты, и решать задачи по созданию наночастиц и наноматериалов различной природы, дисперсности и состава	+	+	+
Применять теоретические знания о способах синтеза наночастиц и наноматериалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях	+	+	+
Владеть:			
Методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам синтеза наночастиц и наноматериалов	+	+	+
Основными методами синтеза наночастиц и наноматериалов различной природы, дисперсности и структуры		+	+
Основными приемами нахождения и использования справочных литературных и компьютерных баз данных по синтезу наночастиц и наноматериалов жидкофазными методами	+	+	+
Способностью и готовностью к разработке новых методов синтеза наночастиц и наноматериалов и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:			

Компетенции		Разделы		
		1	2	3
Профессиональные компетенции (ПК) и индикаторы их достижения:				
ПК-2 Способен осуществлять разработку и корректировку технологических процессов получения наноструктурированных материалов	ПК-2.1 Знает методы получения наноструктурированных материалов	+	+	+
	ПК-2.2 Умеет проводить эксперимент по заданным методикам, обрабатывать и анализировать их результаты	+	+	+
	ПК-2.3 Владеет навыками формирования методик получения новых наноструктурированных материалов	+	+	+
ПК-3 Способен самостоятельно проводить научно-исследовательские работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов	ПК-3.3 Владеет навыками решения научных и технических задач в области работ по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов	+	+	+
ПК-4 Способен к анализу и обобщению результатов научно-исследовательских работ, поиску и анализу научной и технической информации в области нанотехнологии и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых исследований, к самостоятельной подготовке публикаций в отечественных и зарубежных изданиях	ПК-4.2 Умеет разрабатывать программы выполнения научных исследований, обрабатывать и анализировать их результаты			

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	Раздел 1	Расчет размеров и скорости образования критического зародыша; анализ влияния параметров системы на скорость зародышеобразования и кинетику роста нанокристаллов	1
2	Раздел 2	Выбор и обоснование способа синтеза наночастиц благородных металлов	2
3	Раздел 2	Выбор и обоснование способа синтеза	2

		полупроводниковых наночастиц	
4	Раздел 2	Выбор и обоснование способа синтеза магнитных наночастиц	2
5	Раздел 3	Анализ влияния различных параметров на синтез наночастиц и наноматериалов золь-гель методом	2
6	Раздел 3	Анализ влияния различных параметров на морфологию и дисперсность наночастиц и наноматериалов, синтезируемых в сверхкритических условиях	2
7	Раздел 3	Анализ влияния различных параметров на синтез наночастиц криохимическим методом, выбор оптимального способа удаления растворителя	2
8	Раздел 3	Анализ влияния различных параметров на синтез наночастиц электрохимическими методами	2
9	Раздел 3	Анализ влияния различных параметров на матричный наночастиц и наноматериалов, определение параметров и структуры темплата	2

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные работы охватывают 2 раздела дисциплины. В практикум входит 3 работы, примерно по 5-6 ч на каждую работу. В зависимости от трудоемкости включенных в практикум работ их число может быть уменьшено. Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине *«Синтез наночастиц в жидких средах»*, а также способствует приобретению навыков применения теоретических знаний в практической работе

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 15 баллов (максимально по 5 баллов за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	Раздел 2	Получение наночастиц золота методом Туркевича	6
2	Раздел 2	Синтез наночастиц сульфида кадмия в водной среде и их стабилизация неионогенными ПАВ	5
3	Раздел 3	Синтез квантовых точек сульфида кадмия в обратной микроэмульсии	5

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины *«Синтез наночастиц в жидких средах»* предусмотрена самостоятельная работа студента магистратуры в объеме 93 ч во 2 семестре. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- оформление отчетов по проделанным лабораторным работам;
- подготовку к контрольным работам по материалу лекционного курса;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Web of Science и Scopus;
- посещение отраслевых выставок, семинаров и конференций;

- участие в научных семинарах, проводимых на кафедре наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева;
- подготовку к сдаче зачета с оценкой по курсу.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Первая контрольная работа представляет собой набор тестовых вопросов по первым двум разделам. Вторая контрольная работа содержит вопросы по третьему разделу дисциплины.

Максимальная оценка за контрольную работу № 1 - 20 баллов,
за контрольную работу № 2 - 25 баллов.

Контрольная работа № 1. Разделы 1 и 2

В контрольной работе содержится 20 вопросов-тестов с 4 вариантами ответов.

За каждый правильный ответ обучающийся получает 1 балл, неправильный ответ - 0 баллов.

Максимальная оценка - 20 баллов.

1. Пока зародыш не достиг критического размера, как изменяется ΔG с его ростом?
2. Как дефекты упаковки и примеси при анизотропной кристаллизации влияют на величину потенциального барьера образования центров кристаллизации?
3. Как изменяется скорость образования центров кристаллизации при увеличении температуры?
4. Что используется в методе Туркевича в качестве прекурсора золота?
5. Что используется в качестве восстановителя в метода Бресте для синтеза наночастиц золота?
6. Какое соединение используется в качестве молекулярного прекурсора Cd при синтезе полупроводниковых наночастиц по методу молекулярных прекурсоров?
7. Необходимо ли присутствие ПАВ при синтезе полупроводниковых наночастиц по методу молекулярных прекурсоров?
8. При каких концентрациях образуются анизотропные формы при синтезе полупроводниковых наночастиц по методу молекулярных прекурсоров?
9. В какой среде образуются более мелкие магнитные наночастицы?
10. Надо ли проводить функционализацию поверхности частиц SiO_2 , чтобы получить оболочку из золота?

Контрольная работа № 2. Раздел 3

В контрольной работе содержится 25 вопросов-тестов с 4 вариантами ответов. За каждый правильный ответ обучающийся получает 1 балл, неправильный ответ - 0 баллов.

Максимальная оценка - 25 баллов.

1. В какой сверхкритической среде наиболее часто синтезируют наночастицы?
2. Какая должна быть температура при синтезе наночастиц пиролизом "солевого аэрозоля"?
3. С какой целью при криохимическом синтезе наночастиц проводят криоэкстрагирование?
4. С какой целью при криохимическом синтезе наночастиц проводят криоосаждение?
5. Как называется материал, образующийся при экстракции растворителя в сверхкритических условиях при синтезе золь-гель методом?
6. Основной недостаток синтеза наночастиц при микроволновом нагреве?
7. С какой целью при синтезе металлических наночастиц при воздействии γ -излучения в реакционную среду добавляют короткоцепочечные спирты?
8. Можно ли методом электроосаждения получать композитное покрытие, содержащее наночастицы?
9. Получают ли мезопористые силикаты при матричном синтезе в структуре, образованной ПАВ?
10. Можно ли получить упорядоченные ансамбли из бинарных смесей наночастиц?

8.2. Оценка лабораторных работ

Сдача лабораторной работы заключается в устном объяснении полученных результатов, их взаимосвязи с размерами синтезированных наночастиц. Максимальная оценка за каждую лабораторную работу - 3 балла.

Затем проводится тест-контроль знаний, полученных при выполнении лабораторных работ. В каждом тесте содержится 6 вопросов. За каждый правильный ответ обучающийся получает 1 балл, неправильный ответ - 0 баллов.

Это является контрольной точкой № 3. Максимальная оценка - 15 баллов.

1. Как называется метод, по которому проводился синтез наночастиц золота проделанной лабораторной работе?
2. Что использовалось в качестве стабилизатора образующихся наночастиц сульфида кадмия?
3. В какой структуре, образованной молекулами ПАВ, можно проводить синтез сферических наночастиц металлов.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (Зачет с оценкой)

В билетах содержится два вопроса из приведенного ниже списка вопросов. За развернутый ответ на каждый вопрос обучающийся получает до 20 баллов.

Максимальная оценка - 40 баллов.

1. Способы получения наночастиц благородных металлов.
2. Способы получения полупроводниковых наночастиц.

3. Способы получения магнитных наночастиц, виды и способы получения магнитных жидкостей.
4. Синтез наночастиц, состоящих из сплава, и наночастиц со структурой ядро-оболочка. Многослойные наночастицы.
5. Золь-гель метод синтеза наночастиц и наноматериалов.
6. Разновидности гидро- и сольвотермального способов синтеза наночастиц и наноматериалов. Роль критической жидкости.
7. Получение наночастиц и наноматериалов при действии ультрафиолетового и радиоактивного излучения.
8. Синтез наночастиц при ультразвуковом воздействии и микроволновом нагреве.
9. Синтез наночастиц при пиролизе аэрозоля. Пиролиз "солевого аэрозоля".
10. Криохимический метод синтеза наночастиц.
11. Электрохимический метод получения наноматериалов, катодные и анодные процессы.
12. Синтез наночастиц в обратных мицеллах и микроэмульсии.
13. Биологические методы синтеза наночастиц и наноматериалов.
14. Способы самоорганизации наночастиц. Сверхрешетки.

8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой

Зачет с оценкой по дисциплине «Синтез наночастиц в жидких средах» проводится во 2 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1, 2 и 3 учебной программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам. Ответы на вопросы зачета с оценкой оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 20 баллов, второй – 20 баллов.

Пример билета для зачета с оценкой:

<p>«Утверждаю» Руководитель магистерской программы</p> <p>_____ 20__ г.</p>	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева
	Кафедра наноматериалов и нанотехнологии
	28.04.03 «Наноматериалы» Магистерская программа – «Химическая технология наноматериалов»
	Синтез наночастиц в жидких средах
<p>Билет № 1</p> <p>Формируемые компетенции: ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-4.1, ПК-4.2</p> <p>1. Способы получения наночастиц благородных металлов.</p> <p>2. Криохимический метод синтеза наночастиц.</p>	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Юртов Е.В., Королева М.Ю. Процессы получения наночастиц и наноматериалов. М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2010, 152 с.
2. Юртов Е.В. Наноматериалы и наноструктуры. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2010, Т. 1, 124 с., Т. 2, 148 с.

Б. Дополнительная литература

1. Шабанова Н. А., Саркисов П.Д. Золь-гель технологии. Нанодисперсный кремнезем. М: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012, 328 с.
2. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологий: учебное пособие, 2-е изд., М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010, 431 с.
3. Генералов М.Б. Основные процессы криохимической нанотехнологии. Теория и методы расчета: учебное пособие, СПб.: Профессия, 2010, 348 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), ISSN 0486-2325
2. Журнал «Российские нанотехнологии», ISSN 1992-7223
3. Журнал «Наноиндустрия», ISSN 1993-8578
4. Журнал «Коллоидный журнал», ISSN 0023-2912
5. Ресурсы ELSEVIER: <https://www.sciencedirect.com>
6. Ресурсы ACS: <http://pubs.acs.org/>
7. Ресурсы Springer: <http://www.springer.com/gp/products/journals>
8. Ресурсы RCS: <http://pubs.rsc.org/en/journals?key=title&value=all>
9. Ресурсы Wiley: <http://onlinelibrary.wiley.com/>
10. Сайт кафедры наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И.Менделеева <http://nano.muctr.ru/>
11. Сайт Роснано <http://www.rusnano.com>
12. Сайт о нанотехнологиях в России <http://www.nanonewsnet.ru>

9.3 Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации данного курса подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций и семинаров – 14, (общее число слайдов – более 700; число демонстрационных фильмов – 2);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов - более 60);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – более 40).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1 716 243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Синтез наночастиц в жидких средах» проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

Лаборатория кафедры, оснащенная лабораторной мебелью, вытяжными шкафами, химической посудой, реактивами, необходимым общелабораторным оборудованием (весы аналитические, сушильные шкафы, колбонагреватели, термостаты, печи муфельные, центрифуги, магнитные мешалки, ультразвуковые гомогенизаторы, рН-метры, кондуктометры) и специализированным оборудованием для разработки, синтеза и исследования свойств наноматериалов и наноструктурированных систем, в том числе спектрофотометр в УФ и видимой области, анализатор размера и дзета-потенциала наночастиц, анализатор стабильности дисперсных систем. Кафедра наноматериалов и нанотехнологии этим оборудованием оснащена.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Иллюстрации к разделам курса; распечатки слайдов презентаций.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами наночастиц и наноматериалов.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
---------------	---	------------------------------------	----------------------------	---

1.	Calculate Linux Desktop	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
2.	LibreOffice	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
3.	ABBYY FineReader	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
4.	7-Zip	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
5.	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
6.	VLC Media Player	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
7.	Discord	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
8.	Autodesk AutoCAD	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
9.	IntelliJ IDEA	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
10.	FreeCAD	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
11.	SMath Studio	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
12.	Corel Academic Site Standard	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	Лицензия для активации на рабочих станциях, покрывает все рабочие места в университете	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
13.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	500 лицензий	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
14.	GIMP	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
15.	OBS (Open Broadcaster Software) Studio	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Основы процесса	Знает: • классификацию наночастиц и	Оценка за контрольную работу

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
кристаллизации в жидких средах	<p>наноматериалов, основанную на мерности объектов, способах получения, свойствах среды проведения синтеза;</p> <ul style="list-style-type: none"> • теоретические основы процессов кристаллизации в жидких средах, основные факторы, влияющие на образование зародышей кристаллизации и скорость роста наночастиц; • закономерности протекающих процессов при синтезе наночастиц и наноматериалов в жидких фазах и на границе раздела фаз; • закономерности совокупности условий проведения синтеза и особенностей химических, физических и биологических процессов, приводящих к получению наночастиц и наноматериалов; • алгоритмы прогнозирования дисперсности и структуры наночастиц и наноматериалов. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • находить и использовать литературные источники, базы данных и коммерческие программные продукты, и решать задачи по созданию наночастиц и наноматериалов различной природы, дисперсности и состава; • применять теоретические знания о способах синтеза наночастиц и наноматериалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам синтеза наночастиц и наноматериалов; • основными приемами нахождения и использования справочных литературных и компьютерных баз данных по синтезу наночастиц и наноматериалов жидкофазными методами; • способностью и готовностью к разработке новых методов синтеза наночастиц и наноматериалов и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности. 	<p>№ 1.</p> <p>Оценка на зачете с оценкой.</p>

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p>Раздел 2. Синтез наночастиц методами осаждения</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • закономерности протекающих процессов при синтезе наночастиц и наноматериалов в жидких фазах и на границе раздела фаз; • закономерности совокупности условий проведения синтеза и особенностей химических, физических и биологических процессов, приводящих к получению наночастиц и наноматериалов; • алгоритмы прогнозирования дисперсности и структуры наночастиц и наноматериалов. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • формулировать требования к материалам и определять эффективные пути синтеза наночастиц и наноматериалов с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения; • находить и использовать литературные источники, базы данных и коммерческие программные продукты, и решать задачи по созданию наночастиц и наноматериалов различной природы, дисперсности и состава; • применять теоретические знания о способах синтеза наночастиц и наноматериалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам синтеза наночастиц и наноматериалов; • основными методами синтеза наночастиц и наноматериалов различной природы, дисперсности и структуры; • основными приемами нахождения и использования справочных литературных и компьютерных баз данных по синтезу наночастиц и наноматериалов жидкофазными методами; • способностью и готовностью к разработке новых методов синтеза наночастиц и наноматериалов и их применению в самостоятельной научно- 	<p>Оценка за контрольную работу № 1.</p> <p>Оценка за контрольную точку № 3.</p> <p>Оценка на зачете с оценкой.</p>

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	исследовательской деятельности.	
<p>Раздел 3. Аппаратные методы синтеза наночастиц и наноматериалов</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • закономерности протекающих процессов при синтезе наночастиц и наноматериалов в жидких фазах и на границе раздела фаз; • закономерности совокупности условий проведения синтеза и особенностей химических, физических и биологических процессов, приводящих к получению наночастиц и наноматериалов; • алгоритмы прогнозирования дисперсности и структуры наночастиц и наноматериалов. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • формулировать требования к материалам и определять эффективные пути синтеза наночастиц и наноматериалов с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения; • находить и использовать литературные источники, базы данных и коммерческие программные продукты, и решать задачи по созданию наночастиц и наноматериалов различной природы, дисперсности и состава; • применять теоретические знания о способах синтеза наночастиц и наноматериалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам синтеза наночастиц и наноматериалов; • основными методами синтеза наночастиц и наноматериалов различной природы, дисперсности и структуры; • основными приемами нахождения и использования справочных литературных и компьютерных баз данных по синтезу наночастиц и наноматериалов жидкофазными методами; • способностью и готовностью к разработке новых методов синтеза наночастиц и 	<p>Оценка за контрольную работу № 2.</p> <p>Оценка за контрольную точку № 3.</p> <p>Оценка на зачете с оценкой.</p>

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	наноматериалов и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности.	

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Синтез наночастиц в жидких средах»
основной образовательной программы
28.04.03 «Нanomатериалы»

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Химическая технология наноматериалов»

наименование ООП

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.