

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

УТВЕРЖДАЮ:

Директор Института

материалов современной энергетики
и нанотехнологии ИМСЭН-ИФХ



Э.П. Магомедбеков

Протокол № 8

« 31 » августа 2018 г.

**ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

по направлению подготовки

28.04.03 Наноматериалы

(уровень магистратуры)

магистерская программа

Химическая технология наноматериалов

форма обучения:

очная

Квалификация (степень): Магистр

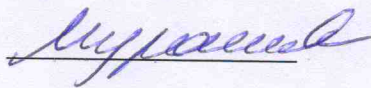
Москва, 2018

Разработчики основной образовательной программы (ООП) магистратуры:

Заведующий кафедрой НМНТ
член-корр. РАН д.х.н., проф. Е.В. Юртов

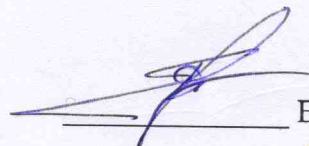


К.х.н., доцент Н.М. Мурашова

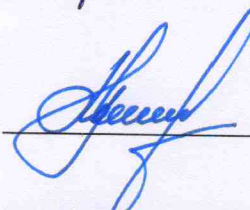


ООП магистратуры обсуждена и одобрена на заседании кафедры НМНТ, протокол № 1 от « 31 » августа 2018 г.

Заведующий кафедрой
член-корр. РАН д.х.н., проф.

 Е.В. Юртов

Согласовано:
Начальник учебного
управления

 Н.А. Макаров

Программа магистратуры по направлению подготовки **28.04.03 - Наноматериалы**, по программе **Химическая технология наноматериалов** рассмотрена и утверждена на заседании Ученого совета Института материалов современной энергетики и нанотехнологии ИМСЭН-ИФХ: протокол № 8 от « 31 » августа 2018 г.

Согласовано:

Первый заместитель генерального директора АО "Композит", доктор технических наук,

«31» августа 2018 г.


подпись

А.Н. Тимофеев

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Основная образовательная программа высшего образования – программа подготовки магистров (далее – магистерская программа, ООП магистратуры) реализуемая в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» по направлению подготовки высшего образования **28.04.03 Наноматериалы** по программе **Химическая технология наноматериалов** представляет собой систему документов, разработанную и утвержденную высшим учебным заведением самостоятельно с учетом требований рынка труда на основе федерального государственного образовательного стандарта по соответствующему направлению подготовки высшего образования (ФГОС ВО), а также с учетом рекомендованной примерной основной образовательной программы.

Магистерская программа регламентирует цели, ожидаемые результаты, содержание, условия и технологии реализации образовательного процесса, оценку качества подготовки выпускника по данному направлению подготовки и включает в себя: учебный план, рабочие программы учебных курсов, предметов, дисциплин (модулей) и другие материалы, обеспечивающие качество подготовки обучающихся, а также программы практик, календарный учебный график и методические материалы, обеспечивающие реализацию соответствующей образовательной технологии.

1.2. Нормативные документы для разработки магистерской программы «Химическая технология наноматериалов»

Нормативную правовую базу разработки данной магистерской программы составляют:

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказ Минобрнауки России от «30» марта 2015 г. № 308 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 28.04.03 Наноматериалы (уровень магистратуры)» (далее – ФГОС ВО по направлению подготовки 28.04.03 Наноматериалы (уровень магистратуры));
- Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 05.04.2017 № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры».

1.3. Общая характеристика магистерской программы

Целью программы магистратуры «Химическая технология наноматериалов» по направлению 28.04.03 Наноматериалы является создание для обучающихся условий для приобретения необходимого для осуществления профессиональной деятельности уровня знаний, умений, навыков, опыта деятельности и подготовки к защите выпускной квалификационной работы.

Получение образования по образовательной программе высшего образования – программе магистратуры допускается только в образовательной организации высшего образования и научной организации (далее – организация).

Обучение по образовательной программе высшего образования – программе магистратуры в образовательной организации осуществляется в **очной** форме обучения. Объем программы магистратуры составляет 120 зачетных единиц (далее – з.е.) вне зависимости от формы обучения, применяемых образовательных технологий, реализации программы магистратуры с использованием сетевой формы, реализации программы магистратуры по индивидуальному учебному плану, в том числе ускоренному обучению.

Срок получения образования по программе магистратуры: в очной форме обучения, включая каникулы, предоставляемые после прохождения государственной итоговой аттестации, вне зависимости от применяемых образовательных технологий составляет 2 года. Объем программы магистратуры в очной форме обучения, реализуемый за один учебный год, составляет 60 з.е.

При реализации программы магистратуры организация вправе применять электронное обучение и дистанционные образовательные технологии. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение и дистанционные образовательные технологии должны предусматривать возможность приема-передачи информации в доступных для них формах. Реализация программы магистратуры возможна с использованием сетевой формы.

Образовательная деятельность по программе магистратуры осуществляется на государственном языке Российской Федерации, если иное не определено локальным нормативным актом организации.

Структура программы магистратуры включает обязательную часть (базовую) и часть, формируемую участниками образовательных отношений (вариативную). Это обеспечивает возможность реализации программ магистратуры, имеющих различную направленность образования в рамках одного направления подготовки (далее – направленность программы).

Программа магистратуры состоит из следующих блоков:

Блок 1 «Дисциплины (модули)», который включает дисциплины (модули), относящиеся к базовой части программы и дисциплины (модули), относящиеся к ее вариативной части.

Блок 2 «Практики, в том числе научно-исследовательская работа (НИР)», который в полном объеме относится к вариативной части программы.

Блок 3 «Государственная итоговая аттестация», который в полном объеме относится к базовой части программы», в него входит защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты.

Завершается присвоением квалификации указанной в перечне специальностей и направлений подготовки высшего образования, утверждаемом Министерством образования и науки Российской Федерации.

Структура программы магистратуры

Структура программы магистратуры		Объем программы магистратуры в зачетных единицах
Блок 1	Дисциплины (модули)	60 - 63
	Базовая часть	12 - 15
	Вариативная часть	48
Блок 2	Практики, в том числе научно-исследовательская работа (НИР)	48 - 54
	Вариативная часть	48 - 54
Блок 3	Государственная итоговая аттестация	6 - 9
Объем программы магистратуры		120

Дисциплины (модули), относящиеся к базовой части программы магистратуры, являются обязательными для освоения обучающимся вне зависимости от направленности (профиля) программы, которую он осваивает. Набор дисциплин (модулей), относящихся к базовой части программы магистратуры, организация определяет самостоятельно в объеме, установленном ФГОС ВО по направлению подготовки 28.04.03 Наноматериалы (уровень магистратуры), с учетом соответствующих примерных основных образовательных программ.

Дисциплины (модули), относящиеся к вариативной части программы магистратуры, практики (в том числе НИР) определяют направленность (профиль) программы. Набор дисциплин (модулей) и практик (в том числе НИР), относящихся к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» и Блока 2 «Практики, в том числе научно-исследовательская работа (НИР)» программ академической или прикладной магистратуры, организация определяет самостоятельно в объеме, установленном ФГОС ВО по направлению подготовки 28.04.03 Наноматериалы (уровень магистратуры). После выбора обучающимся направленности (профиля) программы набор соответствующих дисциплин (модулей), практик (в том числе НИР) становится обязательным для освоения обучающимся.

В Блок 2 «Практики, в том числе научно-исследовательская работа (НИР)» входят учебная и производственная, в том числе преддипломная, практики.

Типы учебной практики:

- практика по получению первичных профессиональных умений и навыков.

Типы производственной практики:

- практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологическая практика);
- НИР.

Способы проведения учебной и производственной практик:

- стационарная;
- выездная.

Преддипломная практика проводится для выполнения выпускной квалификационной работы и является обязательной.

При разработке программ магистратуры организация выбирает типы практик в зависимости от видов деятельности, на которые ориентирована программа магистратуры. Организация вправе предусмотреть в программе магистратуры иные типы практик дополнительно к установленным ФГОС ВО по направлению подготовки 28.04.03 Наноматериалы (уровень магистратуры).

Учебная и (или) производственная практики могут проводиться в структурных подразделениях организации.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья выбор мест прохождения практик учитывает состояние здоровья и требования по доступности.

В Блок 3 «Государственная итоговая аттестация» входит защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты, а также подготовка и сдача государственного экзамена (если организация включила государственный экзамен в состав государственной итоговой аттестации).

Программы магистратуры, содержащие сведения, составляющие государственную тайну, разрабатываются и реализуются с соблюдением требований, предусмотренных законодательством Российской Федерации и нормативными правовыми актами в области защиты государственной тайны. Реализация части (частей) образовательной программы и государственной итоговой аттестации, содержащей научно-техническую информацию, подлежащую экспортному контролю, и в рамках которой (которых) до обучающихся доводятся сведения ограниченного доступа, и (или) в учебных целях используются секретные образцы вооружения, военной техники, их комплектующие изделия, не допускается с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

При разработке программы магистратуры обучающимся обеспечена возможность освоения дисциплин (модулей) по выбору, в том числе специализированные условия инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья, в объеме не менее 30 процентов вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Количество часов, отведенных на занятия лекционного типа, в целом по Блоку 1

«Дисциплины (модули)» составляет не более 30 процентов от общего количества часов аудиторных занятий, отведенных на реализацию этого Блока.

Профильная направленность магистерских программ определяется высшим учебным заведением, реализующим образовательную программу по соответствующему направлению подготовки.

1.4. Требования к поступающему

Лица, имеющие диплом бакалавра и желающие освоить данную магистерскую программу, зачисляются в магистратуру по результатам вступительных испытаний, программы которых разрабатываются вузом с целью установления у поступающего наличия соответствующих общекультурных и профессиональных компетенций.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ, ОСВОИВШИХ ПРОГРАММУ МАГИСТРАТУРЫ

2.1. Область профессиональной деятельности выпускника

Выпускник, освоивший программу магистратуры, в соответствии с видом (видами) профессиональной деятельности, на который (которые) ориентирована программа магистратуры, должен быть готов решать следующие профессиональные задачи:

научно-исследовательская деятельность:

проведение самостоятельных научно-исследовательских работ в области нанотехнологий, требующих широкой фундаментальной междисциплинарной подготовки и владения навыками современных экспериментальных методов;

выработка новых теоретических подходов и принципов дизайна наносистем и наноматериалов с заданными свойствами;

разработка новых высокоэффективных методов создания современных наносистем и наноматериалов;

исследование свойств наносистем и наноматериалов с помощью современных методов анализа;

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 аналитических обзоров, самостоятельная подготовка публикаций в отечественных и зарубежных изданиях;

развитие академической мобильности путем активного партнерского участия в работе зарубежных научно-исследовательских лабораторий во время научных стажировок, а также путем презентации стендовых и устных докладов на научных конференциях, активное участие в организации международного сотрудничества в рамках функционирования организаций, осуществляющих образовательную деятельность, а также организаций, осуществляющих научную и (или) научно-техническую деятельность;

производственно-технологическая деятельность:

самостоятельная эксплуатация современного аналитического и синтетического оборудования и приборов в соответствии с квалификацией;

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;

2.2. Объектами профессиональной деятельности выпускника

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу магистратуры, являются: наноматериалы, наносистемы и наноустройства для медицины, биологии, химической промышленности, фотоники, оптики, энергетики, робототехники, электроники, технологии их синтеза и методы их исследования. В соответствии с требованиями современных технологий объектами синтеза и исследования могут являться низкоразмерные структуры, в том числе биологически активные, тонкие пленки, нанокompозиты, нанокерамики, наноструктурированные материалы, в том числе полимерные и на основе биологических молекул, наноразмерные катализаторы, механохимические, электромеханические, электрохимические и биологические наноустройства.

2.3. Виды профессиональной деятельности выпускника

Виды профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники, освоившие программу магистратуры:

- научно-исследовательская;
- производственно-технологическая.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ МАГИСТРАТУРЫ

3.1 В результате освоения программы магистратуры у выпускника должны быть сформированы общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

3.2 Выпускник, освоивший программу магистратуры, должен обладать следующими **общекультурными компетенциями**:

- способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-2);
- готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3).

3.3. Выпускник, освоивший программу магистратуры, должен обладать следующими **общепрофессиональными компетенциями**:

способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, и изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОПК-1);

способностью к самостоятельному приобретению с помощью информационных технологий и использованию в практической деятельности новых знаний и умений, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОПК-2);

способностью понимать и глубоко осмысливать философские концепции естествознания, место естественных наук в выработке научного мировоззрения, оперировать категориями, законами, приемами и формами научного познания, теорией и методологией исследований (ОПК-3);

способностью представлять итоги выполненной работы в виде отчетов, докладов на симпозиумах, научных публикаций с использованием современных возможностей информатики и ораторского искусства (ОПК-4).

3.4. Выпускник, освоивший программу магистратуры, должен обладать **профессиональными компетенциями**, соответствующими виду (видам) профессиональной деятельности, на который (которые) ориентирована программа магистратуры:

научно-исследовательская деятельность:

способностью формулировать задачи, связанные с реализацией профессиональных функций (ПК-1);

способностью самостоятельно проводить научно-исследовательские работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов (ПК-2);

способностью к анализу и обобщению результатов научно-исследовательских работ, поиску и анализу научной и технической информации в области нанотехнологий и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых исследований, к самостоятельной подготовке публикаций в отечественных и зарубежных изданиях (ПК-3);

способностью к академической мобильности, активному партнерскому участию в работе зарубежных научно-исследовательских лабораторий во время научных стажировок, а также путем презентации стендовых и устных докладов на научных конференциях (ПК-4);

способностью представлять исторические этапы развития нанотехнологий, важнейшие открытия отечественных ученых, наиболее актуальные проблемы, связанные с созданием и применением наносистем и наноматериалов в Российской Федерации и в мире (ПК-5);

производственно-технологическая деятельность:

способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы) (ПК-6);

способностью к составлению методических документов (в том числе лабораторного журнала) при проведении научно-исследовательских и лабораторных работ (ПК-7);

способностью участвовать в оптимизации существующих методик создания и применения наносистем и наноматериалов для успешной конкуренции на рынке идей и технологий (ПК-8);

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММ МАГИСТРАТУРЫ

4.1 Общая характеристика образовательной деятельности

Образовательная деятельность по программе магистратуры предусматривает:

- проведение учебных занятий по дисциплинам (модулям) в форме лекций, семинарских занятий, консультаций, лабораторных работ, иных форм обучения, предусмотренных учебным планом;
- проведение практик;
- проведение научных исследований в соответствии с направленностью программы магистратуры;
- проведение контроля качества освоения программы магистратуры посредством текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся, государственной итоговой аттестации обучающихся.

4.2. Учебный план подготовки магистров

Учебный план подготовки магистров разработан в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки **28.04.03 Наноматериалы**, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «30» марта 2015 г. № 308.

В учебном плане отображена логическая последовательность освоения циклов и разделов ООП (дисциплин, практик), обеспечивающих формирование компетенций. Указана общая трудоемкость дисциплин, модулей, практик в зачетных единицах, а также их общая и аудиторная трудоемкость в часах.

Учебный план подготовки магистра по направлению **28.04.03 Наноматериалы**,

магистерская программа «Химическая технология наноматериалов» прилагается.

4.3. Календарный учебный график

Последовательность реализации программы магистратуры по годам и семестрам (включая теоретическое обучение, практики, научные исследования, промежуточные и государственную итоговую аттестации, каникулы) приводится в календарном учебном графике (приложение – календарный учебный график).

4.4. Аннотации рабочих программ дисциплин

4.4.1. Дисциплины обязательной части (базовая часть)

Аннотация рабочей программы дисциплины «Философские проблемы науки и техники» (Б1.Б.1)

1. Целью дисциплины «Философские проблемы науки и техники» является понимание актуальных философских и методологических проблем науки и техники.

Основные задачи дисциплины:

- сформулировать представление о динамике и структуре современного состояния технического и химико-технологического знания;
- освоить закономерности и тенденции становления междисциплинарного единства химических, технических, химико-технологических, естественнонаучных и гуманитарных наук;
- овладеть основными логико-методологическими принципами и основами философско-методологического анализа технического и химико-технологического знания;
- иметь представление о системе научных методов высоких технологий, химического измерения и инновационных подходов для выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) в технике и химической технологии.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:

Обладать следующими общекультурными (ОК) и общепрофессиональными (ОПК) компетенциями:

- способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-2);
- способностью понимать и глубоко осмысливать философские концепции естествознания, место естественных наук в выработке научного мировоззрения, оперировать категориями, законами, приемами и формами научного познания, теорией и методологией исследований (ОПК-3);

знать:

основные научные школы, направления, парадигмы, концепции в философии техники и химической технологии;

философско-методологические основы научно-технических и инженерно-технологических проблем;

- развитие техники и химических технологий в соответствии с становлением доиндустриального, индустриального, постиндустриального периодов развития мира;

уметь:

- применять в НИОКР категории философии техники и химических технологий;
- анализировать приоритетные направления техники и химических технологий;
- логически понимать и использовать достижение научно-технического прогресса и глобальных проблем цивилизации, практически использовать принципы, нормы и правила

экологической, научно-технической, компьютерной этики;

- критически анализировать роль технического и химико-технологического знания при решении экологических проблем безопасности техники и химических технологий;

владеть:

- основными понятиями философии техники и химической технологии;
- навыками анализа философских проблем техники, научно-технического знания и инженерной деятельности;
- способами критического анализа техники и ее инновационных методов научного исследования, поиска оптимальных решений НИОКР в технике и химической технологии;
- приемами публичных выступлений в полемике, дискуссии по философским проблемам техники и технического знания.

3. Краткое содержание дисциплины

Модуль 1. Место техники и технических наук в культуре цивилизации

Философия техники, ее предмет и проблемное поле. Философия техники в современном обществе, ее функции.

Предмет философии техники: техника как объект и как деятельность. Философия техники: предмет и проблемное поле. Три аспекта техники: инженерный, антропологический и социальный. Техника как специфическая форма культуры. Исторические социокультурные предпосылки выделения технической проблематики и формирования философии техники: формирование механистической картины мира, научно-техническая революция, научно-технический прогресс и стремительное развитие технологий после II Мировой Войны.

Модуль 2. Техника и наука в их взаимоотношении

Техника и наука как способы самореализации сущностных сил и возможностей человека. Наука и техника. Соотношение науки и техники: линейная и эволюционная модели. Три стадии развития взаимоотношений науки и техники. Институциональная и когнитивная дифференциация сфер науки и техники и формирование технической ориентации в науке (XVII – XVIII вв.). Начало сциентификации техники и интенсивное развитие техники в период промышленной революции (конец XVIII – первая половина XIX в.). Систематический взаимообмен и взаимовлияние науки и техники (вторая половина XIX – XX в.). Становление и развитие технических наук классического, неклассического и постнеклассического типов

Возникновение инженерии как профессии основные исторические этапы развития инженерной деятельности. Технические науки и методология научно-технической деятельности.

Модуль 3. Основные методологические подходы к пониманию сущности техники.

Основные философские концепции техники. Антропологический подход: техника как органопроекция (Э. Капп, А. Гелен). Экзистенциалистский анализ техники (М. Хайдеггер, К. Ясперс, Х. Ортега-и-Гассет). Анализ технических наук и проектирования (П. Энгельмейер, Ф. Дессауэр). Исследование социальных функций и влияний техники; теория технократии и техногенной цивилизации (Ж. Эллюль, Л. Мэмфорд, Франкфуртская школа). Х. Сколимовски: философия техники как философия человека. Философия техники и идеи индивидуации Ж. Симондона. Взаимоотношения философско-культурологического и инженерно-технократического направлений в философии техники.

Основные проблемы современной философии техники. Социология и методология проектирования и инженерной деятельности. Соотношение дескриптивных и нормативных теорий в науке о конструировании. Кибернетика и моделирование технических систем Этика и ответственность инженера-техника: распределение и мера ответственности за техногенный экологический ущерб. Психосоциальное воздействие техники и этика управления.

Высокие технологии, химическое измерение и инновационные подходы для

выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) в химии и химической технологии.

4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3,0	108
Аудиторные занятия:	1,0	36
Лекции	0,5	18
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18
Самостоятельная работа (СР):	1,5	54
Вид контроля: зачет	0,5	экзамен (18)

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3,0	81
Аудиторные занятия:	1,0	27
Лекции	0,5	13,5
Практические занятия (ПЗ)	0,5	13,5
Самостоятельная работа (СР):	1,5	40,5
Вид контроля: зачет	0,5	экзамен (13,5)

Аннотация рабочей программы дисциплины

«История и перспективы развития науки о наноматериалах и нанотехнологии» (Б1.Б.2)

1. Цель дисциплины – приобретение знаний, умений, владений и формирование компетенций в области теории и практики использования нанотехнологий и создания наноматериалов, свойств наноматериалов, их перспективных областей применения и направлений дальнейшего развития.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:

Обладать следующими общекультурными (ОК), общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);

способностью понимать и глубоко осмысливать философские концепции естествознания, место естественных наук в выработке научного мировоззрения, оперировать категориями, законами, приемами и формами научного познания, теорией и методологией исследований (ОПК-3);

способностью представлять исторические этапы развития нанотехнологий, важнейшие открытия отечественных ученых, наиболее актуальные проблемы, связанные с созданием и применением наносистем и наноматериалов в Российской Федерации и в мире (ПК-5);

знать:

– современные научные достижения и перспективные направления работ в области создания и применения наноматериалов;

– современные представления о механизмах и процессах формирования структуры и свойств наноматериалов и фундаментальных основах нанотехнологии;

уметь:

– проводить анализ научно-технической информации, в области разработки и использования нанотехнологии и наноматериалов;

владеть:

– навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронными ресурсами, затрагивающими фундаментальные и практические аспекты применения нанотехнологии и создания наноматериалов;

– способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, выявлению проблем и формулированию подходов для решения исследовательских и практических задач в области нанотехнологии и наноматериалов.

3. Краткое содержание дисциплины:

1. Введение. Зарождение науки о наноматериалах и нанотехнологии

Современное состояние, проблемы и перспективы развития нанотехнологии и наноматериалов. История развития науки о наноматериалах и нанотехнологии. Вклад отечественных ученых. Особые физические и химические свойства нанообъектов и наноструктурированных систем. Зависимость свойств от размера структурных элементов материала (частиц, кластеров, зерен) и проявление размерного эффекта. Природные объекты как наноматериалы. Задачи и возможности нанотехнологии на современном этапе. Анализ научно-технической информации и инноватика в области наноматериалов и нанотехнологии. Нобелевские премии в области технологии нанноматериалов и нанотехнологии.

2. История развития методов визуализации и анализа наноматериалов

Развитие и фундаментальные основы основных методов визуализации и анализа наноматериалов. Создание и совершенствование методов и аппаратуры зондовой микроскопии. Развитие и перспективы просвечивающей и сканирующей электронной микроскопии. Методы исследования наноматериалов (спектроскопия комбинационного рассеяния, методы корреляционной оптической и рентгеновской спектроскопии, дифракционные методы исследования и др.).

3. История развития методов получения наноматериалов

Основные методы получения наноматериалов. Получение нанопорошков. Метод Глейтера. Вклад советских ученых в совершенствование методов получения наноматериалов. Эволюция методов химической технологии получения керамических и композиционных материалов с высокими эксплуатационными характеристиками. Технологии 3D-печати (3D-Printing),

4. Углеродные наноматериалы.

История создания и развитие углеродных наноматериалов. Фуллерены, углеродные нанотрубки, графен, наноалмазы и др. Нобелевские премии за углеродные наноматериалы. Модификация углеродных наноматериалов.

5. Керамические и композиционные наноматериалы.

Примеры композиционных материалов в древности. Классификация композиционных материалов. Основные типы структур композиционных материалов. Характеристика наполнителей. Физические и химические свойства неорганических и органических композиционных материалов. Перспективные композиционные наноматериалы. Металлокерамика.

6. Пористые наноматериалы и мембраны.

Древние нанопористые материалы. Номенклатура пор Международного союза по чистой и прикладной химии (1972 г.). Определение пористости различных видов пор. Пористые материалы различной природы. Нанопористый углерод. Молекулярные сита. Мезопористые мезоструктурированные материалы (МММ). Наноккомпозиты на основе молекулярных сит. Мембраны и мембранные процессы. Полимерные, металлические, керамические, композитные мембраны. Трековые фильтры. Наиболее перспективные области применения мембран.

7. Наноматериалы в электронике. Сенсоры.

Прогресс в микро- и нанoeлектронике. Полупроводниковые наноструктуры: квантовые ямы, нити и точки. Получение и применение квантовых точек. Квантовый лазер. Квантовый компьютер. Электрохимические сенсоры на основе наноструктурированных материалов. Принципы структурной организации материала сенсора.

8. Магнитные наноматериалы.

Современные и перспективные магнитные наноматериалы. Особенности строения и свойств наноструктурных магнитных материалов. Магнитные наноматериалы для хранения информации. Высококоэрцитивные материалы. Магнитные наноматериалы для выделения и очистки веществ. История разработки, современное состояние и перспективы применения магнитных жидкостей.

9. Наномашины и наноустройства.

Ассемблеры и молекулярные машины. Компьютерные модели. Зондовый микроскоп как манипулятор атомами. Нанолитография. Конвертирование внешних воздействий (энергию химической реакции, световую, электрическую, тепловую энергию) в механическую энергию движения. Два типа молекулярных моторов: трансляционный и ротор. Нобелевская премия за проектирование и синтез молекулярных машин. Синтез наноавтомобиля в Райс-университете. Nanocar Race – международные соревнования наноавтомобилей.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4,0	144
Аудиторные занятия:	1,0	36
Лекции (Лек)	0,5	18
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18
Самостоятельная работа (СР):	3,0	108
Вид контроля: зачет / экзамен		Зачет с оценкой

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4,0	108
Аудиторные занятия:	1,0	27
Лекции (Лек)	0,5	13,5
Практические занятия (ПЗ)	0,5	13,5
Самостоятельная работа (СР):	3,0	81
Вид контроля: зачет		Зачет с оценкой

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Деловой иностранный язык» (Б1.Б.3)

1. Цель дисциплины: приобретение обучающимися общей, коммуникативной и профессиональной компетенций, уровень которых на отдельных этапах языковой подготовки позволяет использовать иностранный язык как в профессиональной деятельности в сфере делового общения, так и для целей самообразования.

2. В результате изучения дисциплины студент должен:

Обладать следующими общекультурными (ОК), общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого

потенциала (ОК-3);

способностью к анализу и обобщению результатов научно-исследовательских работ, поиску и анализу научной и технической информации в области нанотехнологий и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых исследований, к самостоятельной подготовке публикаций в отечественных и зарубежных изданиях (ПК-3);

способностью к академической мобильности, активному партнерскому участию в работе зарубежных научно-исследовательских лабораторий во время научных стажировок, а также путем презентации стендовых и устных докладов на научных конференциях (ПК-4);

знать:

- основные способы сочетаемости лексических единиц и основные словообразовательные модели;

- русские эквиваленты основных слов и выражений профессиональной речи;

- основные приемы и методы реферирования и аннотирования литературы по специальности;

- пассивную и активную лексику, в том числе общенаучную и специальную терминологию, необходимую для работы над типовыми текстами;

- приемы работы с оригинальной литературой по специальности.

уметь:

- работать с оригинальной литературой по специальности

- работать со словарем;

- вести деловую переписку на изучаемом языке;

- вести речевую деятельность применительно к сфере бытовой и профессиональной коммуникации;

владеть:

- иностранным языком на уровне профессионального общения, навыками и умениями речевой деятельности применительно к сфере бытовой и профессиональной коммуникации, основами публичной речи;

- формами деловой переписки, навыками подготовки текстовых документов в управленческой деятельности;

- основной иноязычной терминологией специальности;

- основами реферирования и аннотирования литературы по специальности.

3. Краткое содержание дисциплины:

Введение. Предмет и роль иностранного языка в деловом общении. Задачи и место курса в подготовке магистра техники и технологии.

1. Грамматические трудности изучаемого языка: Личные, притяжательные и прочие местоимения.

Спряжение глагола-связки. Образование и употребление форм пассивного залога.

Порядок слов в предложении.

2. Чтение тематических текстов: «Введение в химию», «Д.И. Менделеев», «РХТУ им. Д.И. Менделеева». Понятие о видах чтения. Активизация лексики прочитанных текстов.

3. Практика устной речи по темам: «Говорим о себе», «В городе», «Район, где я живу».

Лексические особенности монологической речи. Речевой этикет делового общения (знакомство, представление, установление и поддержание контакта, запрос и сообщение информации, побуждение к действию, выражение просьбы, согласия).

Фонетические характеристики изучаемого языка. Особенности диалогической речи по пройденным темам.

4. Грамматические трудности изучаемого языка:

Инфинитив. Образование и употребление инфинитивных оборотов.

Видовременные формы глаголов.

5. Изучающее чтение текстов по темам: «Структура вещества», «Неорганическая и органическая химия, соединения углерода». Лексические особенности деловой документации. Терминология бизнес литературы на изучаемом языке.

6. Практика устной речи по теме «Студенческая жизнь».

Стилистические и лексические особенности языка делового общения. Активный и пассивный тематический словарный запас.

7. Грамматические трудности изучаемого языка:

Причастия. Различные варианты перевода причастий на русский язык. Причастные обороты и приемы их перевода на русский язык.

Сослагательное наклонение. Типы условных предложений. Варианты перевода предложений в сослагательном наклонении и условных предложений.

8. Изучающее чтение текстов по тематике: «Химическая лаборатория»; «Измерения в химии». Организация работы со специальными словарями. Понятие о реферировании текстов по специальности.

9. Практика устной речи по темам: «Страна изучаемого языка», «Проведение деловой встречи», «Заключение контракта».

Устный обмен информацией: Устные контакты в ситуациях делового общения.

10. Изучающее чтение специальных текстов. Приемы работы со словарем. Составление рефератов и аннотаций.

11. Ознакомительное чтение по тематике: «В банке. Финансы»; «Деловые письма»; «Устройство на работу».

Формы делового письма. Понятие деловой корреспонденции. Приемы работы с Интернетом и электронной почтой.

12. Разговорная практика делового общения по темам: «Химические технологии», «Проблемы экологии».

Сообщение информации по теме (монологическое высказывание) в рамках общенаучной и общетехнической тематики.

4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4,0	144
Аудиторные занятия:	1,25	45
Лекции (Лек)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1,25	45
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	2,25	81
Вид контроля: зачет / экзамен	0,5	Экзамен (18)

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4,0	108
Аудиторные занятия:	1,25	33,75
Лекции (Лек)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1,25	33,75
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	2,25	60,75
Вид контроля: зачет / экзамен	0,5	Экзамен (13,5)

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Физические и химические свойства наноматериалов и наносистем» (Б1.Б.4)

1. Цель дисциплины - приобретение знаний, умений, владений и формирование компетенций в области физических и химических свойств наноматериалов, на которых основано применение наноматериалов и дальнейшее развитие химической технологии наноматериалов.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:

Обладать следующими общекультурными (ОК), общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);

способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, и изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОПК-1);

способностью представлять итоги выполненной работы в виде отчетов, докладов на симпозиумах, научных публикаций с использованием современных возможностей информатики и ораторского искусства (ОПК-4).

способностью самостоятельно проводить научно-исследовательские работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов (ПК-2);

способностью участвовать в оптимизации существующих методик создания и применения наносистем и наноматериалов для успешной конкуренции на рынке идей и технологий (ПК-8).

знать:

современные научные достижения и перспективные направления работ в области физических и химических свойств наноматериалов;

современные представления о физико-химических механизмах и процессах, протекающих при использовании наноматериалов;

физико-химические способы управления свойствами наноматериалов, модификации наноматериалов;

прогнозирование развития функциональных наноматериалов на основе их физических и химических свойств.

уметь:

– проводить анализ научно-технической информации, в области физических и химических свойств наноматериалов;

– определять эффективные физико-химические методы создания новых функциональных наноматериалов с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;

– применять теоретические знания физико-химических свойств современных и перспективных наноматериалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.

владеть:

навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронными ресурсами, затрагивающими фундаментальные и практические аспекты создания современных наноматериалов;

способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, выявлению проблем и формулированию подходов для решения исследовательских и практических задач в области нанотехнологии и наноматериалов.

методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам физико-химических свойств и химической технологии наноматериалов;

навыками нахождения и использования справочных литературных данных и компьютерных баз данных по составу, структуре и физико-химическим свойствам основных типов функциональных и конструкционных наноматериалов.

3. Краткое содержание дисциплины:

Модуль 1. Физические свойства наноматериалов и наноструктур.

1.1. Введение. Механические свойства наноматериалов

Механические свойства наноматериалов. Прочность, пластичность, сверхпластичность и другие параметры, определяющие механические свойства наноматериалов. Анизотропия механических свойств. Влияние морфологии, структуры наночастиц на механические свойства. Влияние наноструктур на механические свойства нанокомпозитов. Влияние ориентации анизотропных наночастиц на механические свойства нанокомпозитов.

1.2. Диффузия по межфазным границам. Зернограничная диффузия.

Особенности диффузионных процессов на межфазных границах. Модели зернограничной диффузии. Зернограничная диффузия в тонких пленках. Влияние структуры границ зерен на диффузию. Диффузия и дефекты структуры. Особенности зернограничной диффузии в нанокристаллических материалах. Экспериментальные методы для определения параметров зернограничной диффузии.

1.3 Особенности механизма диффузии веществ в нанопористых материалах.

Особенности переноса веществ через мембраны, имеющие наноразмерные поры. Нанофильтрация. Механизм нанофильтрации. Капиллярно-фильтрационный и диффузионный факторы переноса. Роль электростатического взаимодействия ионов разделяемого раствора с материалом мембраны. Разделение солей с моновалентными катионами и анионами, разделение органических веществ с молекулярной массой более 200 D, разделение солей, с ионами, имеющими различную валентность. Современные типы нанофильтрационных мембран.

1.4. Особенности магнитных свойств наноматериалов

Влияние размера частиц на магнитные свойства. Основные параметры, зависящие от размерного фактора. Изменение коэрцитивной силы с уменьшением размера магнитной частицы. Переход в суперпарамагнитное состояние. Особенности гистерезисных свойств мелких частиц. Магнитные свойства наночастиц оксидов железа различного размера и структуры. Особенности фундаментальных свойств магнетиков в тонкоплёночном состоянии. Роль поверхности и размерного фактора в формировании магнитной анизотропии. Магнитные жидкости. Поведение во внешнем магнитном поле.

Модуль 2. Химические свойства наноматериалов и наноструктур

2.1. Адсорбция на наноматериалах.

Размерный эффект межфазного натяжения: зависимость межфазного натяжения от размера наночастиц. Определение поверхностного натяжения наночастиц. Влияние величины поверхностной энергии на процесс адсорбции наночастицами. Адсорбционная ёмкость наночастиц. Скорость адсорбции на наночастицах.

2.2. Особенности кинетики процессов в гетерофазных системах с наноструктурами.

Диффузионно-кинетические модели кинетики процессов в системах с наноструктурами. Кинетические особенности протекания химических процессов на поверхности наночастиц. Использование нанокатализаторов. Способы стабилизации наночастиц. Причины низкой устойчивости веществ в нанокристаллическом состоянии. Стабилизация формы и размеров нанокристаллитов.

2.3. Высокая реакционная способность наночастиц.

Влияние размера частиц на особенности их химических свойств и реакционную способность. Размерные эффекты. Причины возникновения размерных эффектов.

2.4. Особенности химии нанокластеров.

Молекулярные лигандные кластеры. Безлигандные металлические кластеры. Общие тенденции изменения свойств кластеров в зависимости от нуклеарности. Особые точки на зависимостях от нуклеарности, отвечающие так называемым магическим числам. Аномалии реакционной способности кластеров в газовой фазе, соответствующие этим числам. Связь реакционной способности смешанных кластеров с их электронным строением и геометрией.

2.5. Адгезия наночастиц на различных поверхностях.

Адгезионная прочность соединения «адгезив-субстрат». Факторы, влияющие на величину адгезионной прочности. Теории адгезии. Причины повышенной адгезии наночастиц. Влияние избытка поверхностной энергии на адгезионное взаимодействие наночастиц. Методы определения адгезии. Определение адгезии наночастиц путём моделирования. Адгезия пленок и наноструктурированных (нанокомпозитных) покрытий.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4,0	144
Аудиторные занятия:	1,5	54
Лекции (Лек)	0,5	18
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18
Лаборатория	0,5	18
Самостоятельная работа (СР):	1,5	54
Вид контроля: зачет / экзамен	1,0	Экзамен (36)

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4,0	108
Аудиторные занятия:	1,5	40,5
Лекции (Лек)	0,5	13,5
Практические занятия (ПЗ)	0,5	13,5
Лаборатория	0,5	13,5
Самостоятельная работа (СР):	1,5	40,5
Вид контроля: зачет / экзамен	1,0	Экзамен (27)

4.4.2 Дисциплины вариативной части (обязательные дисциплины)

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Дополнительные главы математики в наноматериалах» (Б1.В.ОД.1)

1. Цель дисциплины - знакомство с современными методами статистической обработки экспериментальных данных с использованием средств информационных технологий на основе углублённого изучения курса математической статистики.

Основными задачами дисциплины являются: получение представлений об актуальных проблемах использования статистических методов в химии и химической технологии, а также практическая реализация основных подходов к анализу данных с использованием вероятностно-статистических методов.

2. В результате изучения дисциплины студент должен:

Обладать следующими общекультурными (ОК), общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);

способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, и изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОПК-1);

способностью к анализу и обобщению результатов научно-исследовательских работ, поиску и анализу научной и технической информации в области нанотехнологий и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых исследований, к самостоятельной подготовке публикаций в отечественных и зарубежных изданиях (ПК-3);

знать:

основные приёмы и методы обработки статистической информации: расчёт выборочных характеристик случайных величин, использование статистических гипотез для переноса результатов выборочного обследования на генеральную совокупность;

методы регрессионного и корреляционного анализа;

основы дисперсионного анализа;

методы анализа многомерных данных;

базовую терминологию, относящуюся к теоретическому описанию основных перспективных направлений развития методов обработки экспериментальных данных;

уметь:

анализировать и критически оценивать современные научные достижения в области своих научных исследований;

использовать полученные знания для решения профессиональных и социальных задач.

владеть:

базовой терминологией, относящейся к статистической обработке экспериментальных данных;

практическими навыками обработки статистической информации с использованием информационных технологий;

методологией современных научных исследований, критической оценкой полученных результатов, творческим анализом возникающих новых проблем в области химии и химической технологии.

3. Краткое содержание дисциплины:

Введение.

Основные статистические методы анализа экспериментальных данных.

1. Основы математической статистики.

Задачи математической статистики. Выборки. Статистическое распределение выборки. Интервальная таблица, гистограмма частот. Типы измерительных шкал. Статистические оценки параметров распределения, их свойства. Точечные оценки. Интервальные оценки параметров распределения. Проверка статистических гипотез. Основные понятия. Схема проверки гипотезы.

Проверка гипотезы о виде распределения. χ^2 –критерий согласия Пирсона. Сравнение двух дисперсий нормальных распределений. Сравнение двух средних нормальных распределений.

2. Статистические методы анализа данных

Регрессионный и корреляционный анализ. Линейная регрессия, множественная линейная регрессия. Оценка уровней значимости коэффициентов регрессионного уравнения. Модели нелинейных регрессий. Вычисление коэффициента корреляции Пирсона по выборочным данным. Проверка гипотезы значимости коэффициента корреляции. Ранговые коэффициенты корреляции Спирмена и Кендалла. Дисперсионный анализ: понятие дисперсионного анализа, основные определения.

Однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ.

3. Статистическая обработка многомерных данных Назначение и классификация многомерных методов. Методы предсказания. Методы классификации.

Многомерный регрессионный анализ Множественная регрессия. Факторный анализ Основные понятия и предположения факторного анализа. Общий алгоритм. Основные этапы факторного анализа. Дискриминантный анализ Основные понятия и предположения дискриминантного анализа. Дискриминантный анализ как метод классификации объектов. Кластерный анализ. Общая характеристика методов кластерного анализа. Меры сходства. Иерархический кластерный анализ. Метод k-средних. Критерии качества классификации.

Компьютерный анализ статистических данных Характеристика и особенности построения пакетов Excel, MathCad, SPSS, Statistica.

Заключение.

4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2,0	72
Аудиторные занятия:	0,5	18
Лекции (Лек)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,25	9
Лаборатория	0,25	9
Самостоятельная работа (СР):	1,5	54
Вид контроля: зачет / экзамен	-	зачет

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2,0	54
Аудиторные занятия:	0,5	13,5
Лекции (Лек)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,25	6,75
Лаборатория	0,25	6,75
Самостоятельная работа (СР):	1,5	40,5
Вид контроля: зачет / экзамен	-	зачет

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Квантовая механика» (Б1.В.ОД.2)

1. Целью дисциплины является приобретение студентами знаний по основным разделам физики и умению применять их в других естественнонаучных дисциплинах.

Основными задачами дисциплины, решение которых обеспечивает достижение цели, являются: формирование представлений об основных физических законах природы и методах теоретических исследований различных физических явлений, а также дать представления о современных экспериментальных методах исследования.

2. В результате изучения дисциплины студент должен:

Обладать следующими общекультурными (ОК), общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);

готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3)

способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, и изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОПК-1).

способностью самостоятельно проводить научно-исследовательские работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов (ПК-2);

знать:

- физические основы механики, физики колебаний и волн, электричества и магнетизма, электродинамики, статистической физики и термодинамики, квантовой физики;
- смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости;
- связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики;
- основные методы решения задач по описанию физических явлений;
- методы обработки результатов физического эксперимента.

уметь:

- применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач;
- проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы;
- анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики;
- определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений;
- представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий.

владеть:

- навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования;
- навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования;

3. Краткое содержание дисциплины

1. Введение.

Сущность квантовой концепции в исследовании законов природы.

2. Операторное представление квантовой механики.

Квантовомеханические постулаты. Собственные функции и собственные значения квантовомеханических операторов. Вырожденные собственные значения. Условия полноты собственных функций квантовомеханических операторов. Общее решение нестационарного уравнения Шредингера. Волновая функция и ее интерпретация. Теорема Эренфеста. Собственные функции и собственные значения операторов энергии и импульса и их свойства. Условия нормировки собственных функций оператора импульса в случаях ограниченного и неограниченного пространства. Представление (разложение) произвольной волновой функции по собственным функциям произвольного квантовомеханического оператора, обладающее свойством полноты и ортонормированности. Собственные функции и собственные значения оператора координаты. Дельта-функция Дирака и ее свойства. Фурье-образ дельта-функции Дирака. Коммутаторы и антикоммутаторы в квантовой механике и их связь с законами сохранения.

3. Матричное представление квантовой механики.

Матрицы и их свойства. Нулевая, единичная и постоянная матрицы. Шпур, детерминант и обратная матрица. Эрмитовы и унитарные матрицы, их свойства. Диагонализации матриц с помощью квантовомеханических преобразований. Представление волновых функций в виде унитарных матриц. Координатное представление матрицы энергии. Свойства интегральных эрмитовых операторов. Уравнения движения в операторной и матричной формах. Классические уравнения Лагранжа и Гамильтона, классические и квантовые скобки Пуассона. Квантование классической системы. Квантовая теория возмущений. Возмущения, не зависящие от времени. Секулярное уравнение. Возмущения, зависящие от времени и их представления

в матричной форме. Движение частицы в произвольном электромагнитном поле.

4. Момент импульсов и его представление в квантовой механике.

Определение момента импульса в операторном виде и его коммутаторы. Соотношения между матричными элементами компонент момента импульса. Собственные значения и собственные функции оператора момента и его компонент. Матричное представление момента импульса и его проекции.

5. Тожественные частицы и спин.

Симметричные и антисимметричные волновые функции и их линейные комбинации. Спиновые матрицы и собственные спиновые функции электрона. Принцип тождественности одинаковых частиц. Атом и периодическая система элементов Менделеева.

6. Спиноры в квантовой механике и их свойства.

Спиноры как линейные преобразования спиновых функций двух и трехэлектронных систем. Вычисление собственных значений операторов квадрата полного спина системы двух и трех электронов и его проекции.

7. Квантовомеханическое описание состояний атомов легких и тяжелых химических элементов.

Атом водорода. Собственные функции и собственные значения оператора Гамильтона для атома водорода и водородоподобных атомов. Метод самосогласованного поля и его применение к атому гелия. Приближения Хартри-Фока. Вариационный метод. Учет обменного взаимодействия электронов в приближении самосогласованного поля для атома гелия. Схема LS- связей для легких элементов. Схема JJ -связей для тяжелых элементов. Уравнение Томаса-Ферми. Волновые функции внешних электронов вблизи ядра.

8. Квантовые операции кубитов. Чистые, смешанные и запутанные состояния кубитовых систем.

Матрица плотности. Определение квантовомеханических кубитов. Определение чистых и смешанных квантовых состояний кубитов через волновые функции и матрицу плотности. Основные виды однокубитовых квантовых операций: фазовый вентиль, матрица преобразования Адамара, оператор-инвертор NOT. Состояние двухкубитовых систем. Квантовая когерентность векторов состояния. Интерферометр Маха-Зендера и его описание через однокубитовые квантовые операции. Двухкубитовые квантовые операции. Смешанные и запутанные состояния квантовых систем и их описание с помощью матрицы плотности двухкубитовых систем. Вектор состояния двухкубитовых систем и его разложение по базисным функциям кубитов (разложение Шмидта). Энтропия фон Ноймана и ее связь с матрицей плотности двухкубитовых систем. Числа Шмидта для фермионов и бозонов при определении типов состояний двухкубитовых систем.

9. Заключение.

Методы квантовой механики - основа исследования законов микромира.

4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3,0	108
Аудиторные занятия:	1,0	36
Лекции (Лек)	0,5	18
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	1,0	36
Вид контроля: зачет / экзамен	1,0	Экзамен (36)

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3,0	81
Аудиторные занятия:	1,0	27
Лекции (Лек)	0,5	13,5
Практические занятия (ПЗ)	0,5	13,5
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	1,0	27
Вид контроля: зачет / экзамен	1,0	Экзамен (27)

Аннотация рабочей программы дисциплины «Супрамолекулярная химия» (Б1.В.ОД.3)

1. Целью дисциплины является развитие у студентов навыков анализа молекулярно-организованных систем, умения построения ансамблей органических молекул, органо-неорганических комплексов и координационных полимерных структур, исследования процессов высокоспецифичного распознавания, реагирования, катализа. Обеспечить информацией по основным областям применения молекулярно-организованных систем. Научить планировать, организовывать и осуществлять подбор компонентов для получения супрамолекулярных систем с определенным набором функций.

2. В результате изучения дисциплины студент должен:

Обладать следующими общекультурными (ОК), общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, и изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОПК-1);

способностью участвовать в оптимизации существующих методик создания и применения наносистем и наноматериалов для успешной конкуренции на рынке идей и технологий (ПК-8);

знать:

- основные типы органических молекул – базовых элементов построения молекулярно-организованных систем;
- основные принципы построения органических, металлоорганических и биоорганических супрамолекулярных систем;
- методы анализа структуры и свойств супрамолекулярных систем;
- основные типы современных систем, используемых в биохимии;
- основы супрамолекулярного катализа;
- основные типы материалов на основе молекулярно-организованных систем;
- основные типы систем, используемых в органической фотонике и электронике;
- другие области применения молекулярно-организованных систем.

уметь:

- проводить анализ научно-технической литературы в области современных и перспективных видов молекулярно-организованных систем;
- формулировать требования к материалам и определять эффективные пути создания новых супрамолекулярных систем с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;
- проводить экспериментальные исследования состава, структуры и свойств молекулярно-организованных систем;
- применять теоретические знания по современным и перспективным видам супрамолекулярным системам 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 материаловедения на основе молекулярно-организованных систем;
- методологическими подходами, особенностями синтеза и выявления взаимосвязей состава, структуры, свойств и технологии супрамолекулярных систем, обеспечивающими обоснованное принятие решений при разработке новых материалов для различных областей применения;
- методами критического анализа и оценки современных научных достижений, разработки подходов к решению исследовательских и практических задач в области молекулярно-организованных систем;
- способностью и готовностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области химии организованных систем с учетом правил соблюдения авторских прав.

3. Краткое содержание дисциплины:

Основные принципы построения супрамолекулярных систем. Основные типы межмолекулярных взаимодействий. Принципы и законы построения функциональных ансамблей, содержащих различные компоненты – органические, неорганические, биологические. Основные методы физико-химического анализа супрамолекулярных систем.

Основные методы синтеза лигандов - базовых компонентов супрамолекулярных систем. Основные типы, конструктивные особенности и принцип работы основных типов супрамолекулярных систем. Методы идентификации и количественного определения основных типов систем. Области применения супрамолекулярных систем.

Процессы, моделирующие биохимические реакции, с участием супрамолекулярных подходов. Методы биохимического анализа, построенные с участием молекулярно-организованных систем. Основные принципы стратегии флуоресцентного биохимического анализа.

Основные законы преобразования света в супрамолекулярных системах. Системы с переносом заряда, электрона и энергии в промышленности.

Явление фотохромизма, его особенности в организованных ансамблях и практическое применение. Основные принципы построения, характеристики и функционирования молекулярных машин.

Основные подходы к получению гибридных наноструктурированных материалов. Основные характеристики наносистем, перспективы их применения.

4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2,0	72
Аудиторные занятия:	1,0	36
Лекции (Лек)	0,5	18
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	1,0	36
Вид контроля: экзамен	-	зачет

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2,0	54
Аудиторные занятия:	1,0	27

Лекции (Лек)	0,5	13,5
Практические занятия (ПЗ)	0,5	13,5
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	1,0	27
Вид контроля: экзамен	-	зачет

Аннотация рабочей программы дисциплины «Элементы кристаллографии» (Б1.В.ОД.4)

1. Цель дисциплины: приобретение знаний, умений и формирование компетенций в области теории и практики использования кристаллографии и смежных дисциплин, применения кристаллографических знаний для направленного проектирования наноматериалов.

Основными задачами дисциплины является: формирование представлений о строении идеальных и реальных кристаллов, ознакомление с ролью представлений симметрии в химии и материаловедении, изучение основ кристаллографического формализма, изучение способов описания строения идеальных и реальных кристаллических структур с позиций теории симметрии, ознакомление с основными положениями теории кристаллогенеза.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:

Обладать следующими общекультурными (ОК), общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

- способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования и изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОПК-1);

- способностью формулировать задачи, связанные с реализацией профессиональных функций (ПК-1);

- способностью к анализу и обобщению результатов научно-исследовательских работ, поиску и анализу научной и технической информации в области нанотехнологий и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых исследований, к самостоятельной подготовке публикаций в отечественных и зарубежных изданиях (ПК-3);

- способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы) (ПК-6).

знать:

современное состояние и перспективные направления работ в области кристаллографии;

методы представления симметрических операций и особенности взаимодействия элементов симметрии;

способы задания узлов, рядов и плоскостей кристаллической решётки;

типы пространственных решёток, способы построения графиков пространственных групп;

связь формы кристаллов с их структурой и способы управления формой кристаллов.

уметь:

представлять симметрические операции, строить графики пространственных и точечных групп симметрии;

задавать индексы узлов, рядов и плоскостей кристаллической решётки, осуществлять преобразования индексов;

проводить анализ результатов экспериментальных исследований структуры кристаллических материалов, в том числе наноматериалов;

формулировать требования к форме кристаллов и условиям их образования для достижения требуемых физических свойств материала;

проводить анализ научно-технической информации, затрагивающей проблему применения кристаллографических знаний к разработке новых и перспективных наноматериалов;

применять теоретические знания кристаллографии для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в области науки о наноматериалах и нанотехнологии.

владеть:

навыками использования кристаллографического формализма для описания реальной структуры кристаллов;

навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронными ресурсами, затрагивающими фундаментальные и практические аспекты применения кристаллографии и смежных дисциплин;

методологическими подходами и навыками выявления взаимосвязей структуры, свойств и технологии получения кристаллических материалов, в том числе наноматериалов;

навыками освоения и применения новых методов исследования внутреннего строения кристаллических материалов.

3. Краткое содержание дисциплины:

Основные понятия кристаллографии. Проецирование кристаллов. Предмет и задачи кристаллографии как науки, Субдисциплины кристаллографии и её связь с другими областями научного знания. История развития кристаллографии. Современное состояние, проблемы и перспективы развития кристаллографии и смежных дисциплин. Кристалл и его свойства. Значение и задачи кристаллографии в применении к наукам о наноматериалах и нанотехнологии. Виды проекций, используемые в кристаллографии, их построение. Преимущества и недостатки способов проецирования.

Симметрия кристаллов. Элементы и операции симметрии. Элементы симметрии первого рода. Элементы симметрии второго рода. Сложные оси симметрии. Обозначение элементов симметрии. Способы представления симметрических операций. Взаимодействие элементов симметрии; осевая теорема Эйлера.

Элементы теории групп и точечные группы симметрии. Групповые аксиомы, построение таблицы (квадрата) Кейли; групповые свойства. Вывод точечных групп симметрии. Обозначение точечных групп симметрии в символике Браве, Шёнфлиса и Германа-Могена. Координатные системы в кристаллографии. Категории и сингонии кристаллов. Установка кристаллов.

Методы кристаллографического индизирования. Индексы и символы узлов, рёбер и плоскостей (граней) кристаллов. Параметры Вейсса и символы Миллера. Четырёхиндексные оси гексагональной сингонии, индексы Браве; символы ребер гексагональных кристаллов. Единичная грань в кристаллах разных сингоний. Закон зон.

Простые формы кристаллов и комбинации простых форм. Простые формы в классах с единичным направлением. Простые формы в классах без единичных направлений. Основы гониометрии.

Основные элементы роста кристаллов. Причины и условия образования кристаллов. Механизмы роста кристаллов. Факторы, влияющие на облик кристаллов. Морфологические особенности реальных кристаллов: скульптура граней кристалла, формы роста кристаллов, сростки кристаллов, симметрия двойников. Краткие сведения о способах выращивания кристаллов и управления их внешним обликом в приложении к наноматериалам.

Симметрия кристаллической структуры. Пространственная решётка, ячейки Браве. Открытые элементы симметрии. Открытые элементы симметрии: винтовые оси, плоскости скользящего отражения. Взаимодействие закрытых и открытых элементов

симметрии. Пространственные группы симметрии; обозначение и вывод пространственных групп симметрии. Построение графиков пространственных групп.

Основы кристаллохимии. Координационные числа, координационные полиэдры, число формульных единиц. Типы химической связи в кристаллах. Плотнейшие шаровые упаковки в кристаллах. Изоструктурность, изотипия, гетеротипия. Основные категории кристаллохимии: морфотропия, полиморфизм, политипия, изоморфизм.

Физические свойства кристаллов и методы исследования внутреннего строения кристаллов. Скалярные, векторные и тензорные свойства. Связь оптических, электрических и магнитных свойств со структурой кристалла. Методы исследования структуры кристаллов. Дифракционные и спектроскопические методы в приложении к исследованию наноматериалов.

4. Объем учебной дисциплины.

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3,0	108
Аудиторные занятия:	1,0	36
Лекции (Лек)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1,0	36
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	2,0	72
Вид контроля: зачет / экзамен	-	Зачет с оценкой

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3,0	81
Аудиторные занятия:	1,0	27
Лекции (Лек)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1,0	27
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	2,0	54
Вид контроля: зачет / экзамен	-	Зачет с оценкой

Аннотация рабочей программы дисциплины «Процессы на поверхности раздела фаз» (Б1.В.ОД.5)

1. Цель дисциплины: формирование современных физико-химических представлений о приемах и методах, применяемых при изучении и использовании наноструктурированных систем и систем, содержащих нанообъекты, формирование у студентов комплексного представления о процессах, протекающих на границе раздела фаз в наносистемах.

Основными задачами дисциплины является: формирование представлений о роли типа наноструктур, природы и морфологии наноматериалов на кинетику и квазиравновесие процессов, протекающих на межфазной поверхности:

- приобретение знаний в области физической и коллоидной химии наносистем, необходимых для синтеза и использования наноматериалов и низкоразмерных структур;
- формирование научного подхода к изучению свойств наноматериалов и наноструктур.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:

Обладать следующими общекультурными (ОК), общепрофессиональными (ОПК)

и профессиональными (ПК) компетенциями:

- способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования и изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОПК-1);

- способностью к самостоятельному приобретению с помощью информационных технологий и использованию в практической деятельности новых знаний и умений, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОПК-2).

- способностью самостоятельно проводить научно-исследовательские работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов (ПК-2).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен

знать:

теоретические основы кинетики процессов, протекающих на поверхности наночастиц и в системах с наночастицами;

основные методы получения высокоустойчивых наносистем с высокой удельной межфазной поверхностью;

закономерности влияния свойств межфазной поверхности на кинетику и квазиравновесие процессов, протекающих в наносистемах.

уметь:

анализировать влияние процессов, протекающих на межфазной поверхности в наносистемах, на их устойчивость;

рассчитывать параметры, влияющие на устойчивость дисперсий наночастиц, и скорости процессов дестабилизации;

находить и использовать литературные источники, базы данных и коммерческие программные продукты, и решать задачи прогнозирования свойств нанообъектов с учетом параметров межфазной поверхности;

применяя теоретические знания, определять эффективные пути стабилизации наночастиц и наноматериалов.

владеть:

методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим аспектам процессов, протекающих на межфазной поверхности наночастиц и наноматериалов;

основными методами стабилизации наночастиц и наноматериалов различной природы, дисперсности и структуры;

основными приемами нахождения и использования справочных литературных и компьютерных баз данных по процессам, протекающим на межфазной поверхности наночастиц и наноматериалов.

3. Краткое содержание дисциплины:

Модуль 1. Термодинамика и кинетика процессов на поверхности наночастиц и в системах с наночастицами

1.1. Введение в термодинамику наносистем. Термодинамические характеристики поверхности. Поверхностная энергия, поверхностное натяжение. Структура поверхностного слоя.

1.2. Термодинамическая и кинетическая устойчивость наносистем. Способы стабилизации наночастиц.

1.3. Адсорбция в наносистемах

1.4. Образование и строение двойного электрического слоя на поверхности наночастиц. Электростатическая стабилизация наночастиц и нанообъектов

1.5. Агрегативная устойчивость наносистем. Классическая теория ДЛФО и современные представления об агрегативной устойчивости.

1.6. Кинетика агрегации наночастиц

1.7. Броуновское движение наночастиц

1.8. Седиментация в системах, содержащих нанобъекты. Седиментационная устойчивость наносистем.

Модуль 2. Оптические свойства наночастиц, реологические свойства наноматериалов, наноструктурированных систем

2.1. Оптические свойства различных наночастиц и наноматериалов

2.2. Реологические свойства наноматериалов, наноструктурированных систем и систем, содержащих наночастицы.

4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	5,0	180
Аудиторные занятия:	1,0	36
Лекции (Лек)	0,5	18
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	3,0	108
Вид контроля: зачет / экзамен	1	Экзамен (36)

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	5,0	135
Аудиторные занятия:	1,0	27
Лекции (Лек)	0,5	13,5
Практические занятия (ПЗ)	0,5	13,5
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	3,0	81
Вид контроля: зачет / экзамен	1	Экзамен (27)

Аннотация рабочей программы дисциплины «Методы анализа наноматериалов» (Б1.В.ОД.6)

1. Цель дисциплины: формирование у студентов представления о диагностике наноматериалов как о едином комплексе взаимосвязанных методов, взаимно дополняющих друг друга.

Основными задачами дисциплины являются: формирование представлений об информативных возможностях методов диагностики и анализа наноматериалов, основных метрологических характеристиках методов, физических границах применимости.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:

Обладать следующими общекультурными (ОК), общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

способностью формулировать задачи, связанные с реализацией профессиональных функций (ПК-1);

способностью самостоятельно проводить научно-исследовательские работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов (ПК-2);

способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы) (ПК-6);

способностью к составлению методических документов (в том числе лабораторного журнала) при проведении научно-исследовательских и лабораторных работ (ПК-7);

знать:

физические основы методов диагностики наночастиц и наноматериалов – методов просвечивающей и растровой электронной микроскопии, методов сканирующей зондовой микроскопии; физические основы методов локального анализа – электронно-зондового микроанализа, электронной оже-спектроскопии, рентгенофотоэлектронной спектроскопии, масс-спектрометрии вторичных ионов; физические основы интегральных методов, основанных на рассеянии света и рентгеновского излучения; основные метрологические характеристики методов диагностики и анализа наноматериалов.

уметь:

интерпретировать результаты исследований, полученные с использованием методов диагностики наночастиц и наноматериалов, выбирать метод диагностики, обусловленный свойствами объекта и измерительной задачей, оценивать погрешности результатов диагностики и анализа наноматериалов.

владеть:

представлением о диагностике, как развивающемся направлении исследований, навыками обработки результатов исследований наноматериалов, навыками критического анализа результатов диагностики.

3. Краткое содержание дисциплины:

1. Введение. Наночастицы и наноматериалы, как объекты диагностики и химического анализа. Требования к метрологическим характеристикам методов, обусловленные размером объектов.

2. Микроскопия. Общие понятия. Оптическая микроскопия. Явление дифракции и предельная разрешающая способность классического оптического микроскопа. Сканирующий зондовый оптический микроскоп ближнего поля. Информативные возможности и разрешающая способность.

3. Электронная оптика и оптика заряженных частиц. Вакуумные условия. Источники электронов. Виды электронной эмиссии: термоэлектронная эмиссия, эмиссия Шоттки и автоэлектронная (полевая) эмиссия. Характеристики источников электронов. Управление электронными и ионными пучками. Электронная линза.

4. Растровая электронная микроскопия. Устройство растрового электронного микроскопа. Вторичная электронная эмиссия. Вторичные электроны и обратно рассеянные электроны. Детекторы электронов. Формирование изображений в эмиссионных режимах растрового электронного микроскопа. Контраст изображений. Информативные возможности эмиссионных режимов. Пространственное разрешение. Специальные режимы растрового электронного микроскопа. Метрологические характеристики растровой электронной микроскопии.

5. Просвечивающая электронная микроскопия. Схема просвечивающего электронного микроскопа. Типы контраста изображения в просвечивающем электронном микроскопе. Методы подготовки объектов для исследований в просвечивающем электронном микроскопе. Сравнение информативных возможностей и метрологических характеристик различных типов электронных микроскопов.

6. Методы, основанные на дифракции электронов (электроннография). Структурный анализ в электронной микроскопии.

7. Электронно-зондовый микроанализ. Возникновение характеристического и тормозного рентгеновских излучений. Правило Мозли. Качественный анализ с использованием рентгеновского излучения. Зависимость интенсивности характеристического рентгеновского излучения элемента от его содержания в образце. Матричные эффекты. Количественный электронно-зондовый анализ. Локальность определений. Расчетный метод построения градуировочной характеристики. Метрологические характеристики метода. Электронно-зондовый микроанализ в просвечивающей электронной микроскопии. Специальные методы электронно-зондового микроанализа.

8. Спектроскопия характеристических потерь энергии электронов. Диагностика нанопленок. Информативные возможности и метрологические характеристики.

9. Методы электронной спектроскопии. Оже-эффект и внешний фотоэффект. Вакуумные условия. Анализаторы энергии электронов. Оже-электронная спектроскопия и рентгенофотоэлектронная спектроскопия.

10. Взаимодействие ионных пучков с твердым телом. Вторичная ионная эмиссия. Масс-спектрометрия вторичных ионов. Устройство масс-спектрометра. Метрологические характеристики метода.

11. Интегральные методы определения размеров наночастиц. Седиментационный анализ. Методы рассеяния света: релеевское рассеяние, динамическое рассеяние. Предельные возможности методов рассеяния света и физические ограничения. Рассеяние рентгеновского излучения. Метод Шерера. Малоугловое рассеяние рентгеновского излучения.

4. Объем учебной дисциплины.

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4,0	144
Аудиторные занятия:	2,0	72
Лекции (Лек)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1,0	36
Лаборатория	1,0	36
Самостоятельная работа (СР):	2,0	72
Вид контроля: зачет / экзамен	-	Зачет с оценкой

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4,0	108
Аудиторные занятия:	2,0	54
Лекции (Лек)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1,0	27
Лаборатория	1,0	27
Самостоятельная работа (СР):	2,0	54
Вид контроля: зачет / экзамен	-	Зачет с оценкой

Аннотация рабочей программы дисциплины «Термический анализ наноматериалов» (Б1.В.ОД.7)

1. Цель дисциплины: формирование у студентов комплексного представления о возможностях термического анализа для исследования наноматериалов.

Основными задачами дисциплины является:

- формирование представлений о методах термического анализа наноматериалов, их теоретических основах и принципах работы.

- формирование системных знаний в области химических реакций и физико-химических превращений, происходящих под влиянием температуры.

- формирование понимания о возможностях и ограничения использования методов термического анализа в различных областях наноматериалов, выработка на этой основе системного подхода к постановке и выполнению научных исследований в указанной области, способности анализировать и критически оценивать получаемые результаты, предлагать пути решения поставленных задач.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе

магистратуры должен:

Обладать следующими общекультурными (ОК), общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

способностью формулировать задачи, связанные с реализацией профессиональных функций (ПК-1);

способностью самостоятельно проводить научно-исследовательские работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов (ПК-2);

способностью к анализу и обобщению результатов научно-исследовательских работ, поиску и анализу научной и технической информации в области нанотехнологий и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых исследований, к самостоятельной подготовке публикаций в отечественных и зарубежных изданиях (ПК-3);

способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы) (ПК-6).

знать:

классификацию методов термического анализа, физико-химические основы термического анализа материалов, устройство и принцип работы основных методов термического анализа, влияние условий проведения эксперимента на результаты термических методов анализа, возможности и области применения термических методов анализа для исследования наноматериалов.

уметь:

анализировать результаты, полученные с помощью различных методов термического анализа, корректно рассчитывать физико-химические (кинетические и термодинамические) параметры по данным термогравиметрии и дифференциально-сканирующей калориметрии, формулировать технические требования к объектам исследования.

владеть:

принципами проведения эксперимента и стандартными методиками анализа наноматериалов методом термогравиметрии и дифференциально-сканирующей калориметрии, методами термокинетического анализа, методами работы с научной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам термогравиметрического анализа наноматериалов.

3. Краткое содержание дисциплины:

Введение в методы термического анализа наноматериалов. История и этапы развития термических методов анализа. Метод Ле-Шателье. Основные виды термического анализа: ТГА, ДТА и ДСК. Принципиальное устройство дериватографа. Основные задачи классических методов термического анализа материалов. Физико-химические основы термических методов анализа. Динамический и изотермические режимы термических методов анализа. Области применения термических методов анализа наноматериалов.

Термогравиметрический анализ (ТГА). Основы метода термогравиметрического анализа. Принцип устройства прибора ТГА. Кривые ТГА. Воспроизводимость и точность метода ТГА. Влияние условия проведения эксперимента на результаты ТГА. Способы определения температурных интервалов разложения веществ, определение потерь массы. Источники ошибок и погрешностей в ТГА.

Дифференциально-термический анализ (ДТА). Основы метода дифференциально-термического анализа. Уравнение Кирхгофа. Принцип устройства прибора ДТА. Кривые ДТА. Преимущества и недостатки ДТА. Теплоперенос. Термопары: материалы и свойства. Понятие эталона вещества. Влияние скорости реакций и условия проведения эксперимента (размер тигля, формы держателя, пробы, скорости нагрева, влияние атмосферы в печи) на форму дифференциальной кривой. Источники ошибок и погрешностей в ДТА.

Дифференциально-сканирующая калориметрия (ДСК). Области применения ДСК). Способы определения температурных интервалов разложения веществ и фазовых переходов. Количественное определение тепловых эффектов. Исследование кинетики реакций термического разложения материалов. Источники ошибок и погрешностей в ДСК. Разница между ДТА и ДСК. Синхронный термический анализ материалов.

Дилатометрия. Характеристика метода. Определение изменений длины образцов при нагреве и охлаждении или при изотермической выдержке. Температурный контроль в дилатометре. Дроп-калориметрия. Способы определения теплоёмкости материалов.

Комплексные методы анализа наноматериалов. Анализ выделившихся газов. Совмещение приборов термического анализа с ИК-Фурье и масс-спектрометрами (МС). СТА-ИК-Фурье: принцип работы и области применения. СТА-МС: принцип работы и области применения.

Применение термических методов для анализа наноматериалов. Исследование плавления наночастиц металлов с помощью термических методов анализа. СТА композиционных материалов. Исследование количественных характеристик наноматериалов методами термического анализа. Влияние различных факторов (примеси, химические взаимодействия, атмосфера печи) на точность количественного и качественного анализа.

Современные тенденции и направления развития термических методов анализа веществ и материалов. Основные принципы термомагнитометрии. Термосонометрия. Высокотемпературный оптический ДТА и его аналоги. Метод лазерной вспышки: принципиальное устройство прибора, физико-химические основы, примеры применения. Метод греющих плит. Высокоточное измерение тепловых потоков.

4. Объем учебной дисциплины.

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4,0	144
Аудиторные занятия:	1,5	54
Лекции (Лек)	0,5	18
Практические занятия (ПЗ)	1,0	36
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	2,5	90
Вид контроля: зачет / экзамен	-	Зачет

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4,0	108
Аудиторные занятия:	1,5	40,5
Лекции (Лек)	0,5	13,5
Практические занятия (ПЗ)	1,0	27
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	2,5	67,5
Вид контроля: зачет / экзамен	-	Зачет

Аннотация рабочей программы дисциплины «Синтез наночастиц» (Б1.В.ОД.8)

1. Цель дисциплины состоит в приобретении обучающимися знаний и компетенций в области синтеза наночастиц и наноматериалов жидкофазными методами.

Основной задачей дисциплины является 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.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:

Обладать следующими общекультурными (ОК), общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, и изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОПК-1);

способностью к самостоятельному приобретению с помощью информационных технологий и использованию в практической деятельности новых знаний и умений, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОПК-2).

способностью самостоятельно проводить научно-исследовательские работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов (ПК-2);

способность участвовать в оптимизации существующих методик создания и применения наносистем и наноматериалов для успешной конкуренции на рынке идей и технологий (ПК-8).

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. Краткое содержание дисциплины

1. Основы процесса кристаллизации в жидких средах

- 1.1. Гомогенное и гетерогенное зародышеобразование
- 1.2. Основные теории роста кристаллов

2. Синтез наночастиц методами осаждения

- 2.1. Синтез наночастиц благородных металлов
- 2.2. Синтез полупроводниковых наночастиц
- 2.3. Синтез магнитных наночастиц
- 2.4. Синтез наночастиц со структурой ядро-оболочка, многослойных структур

3. Аппаратные методы синтеза наночастиц и наноматериалов

- 3.1. Золь-гель метод получения наночастиц, пористых материалов, аэрогелей
- 3.2. Синтез наночастиц и наноматериалов в сверхкритических жидкостях
- 3.3. Синтез наночастиц при воздействии излучений: микроволнового, ультразвукового, УФ, рентгеновского, радиоактивного
- 3.4. Синтез наночастиц в пламени и криохимические методы синтеза
- 3.5. Электрохимические методы получения наноматериалов
- 3.6. Матричный синтез наночастиц и наноматериалов
- 3.7. Биологические методы синтеза наночастиц и наноматериалов
- 3.8. Получение наноматериалов при самоорганизации наночастиц, биомиметические наноматериалы

4. Объем учебной дисциплины.

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3,0	108
Аудиторные занятия:	1,5	54
Лекции (Лек)	0,5	18
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18
Лаборатория	0,5	18
Самостоятельная работа (СР):	1,5	54
Вид контроля: зачет / экзамен	-	Зачет с оценкой

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3,0	81
Аудиторные занятия:	1,5	40,5
Лекции (Лек)	0,5	13,5
Практические занятия (ПЗ)	0,5	13,5
Лаборатория	0,5	13,5
Самостоятельная работа (СР):	1,5	40,5
Вид контроля: зачет / экзамен	-	Зачет с оценкой

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Компьютерные и информационные технологии в nanoиндустрии» (Б1.В.ОД.9)

1. Цель дисциплины - формирование компетенций в области теории и практики использования компьютерных и информационных технологий для разработки и исследования новых наноматериалов, приобретение знаний и умений в области анализа и

представления литературной и экспериментальной научно-технической информации.

Основной задачей дисциплины является формирование у обучающихся навыков работы с современными компьютерными и информационными средствами для улучшения и облегчения процесса разработки новых материалов и процессов, представлений о важности статистического анализа получаемых экспериментальных результатов и способов повышения их точности и воспроизводимости.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:

Обладать следующими общекультурными (ОК), общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

- способностью к самостоятельному приобретению с помощью информационных технологий и использованию в практической деятельности новых знаний и умений, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОПК-2);

- способностью представлять итоги выполненной работы в виде отчетов, докладов на симпозиумах, научных публикаций с использованием современных возможностей информатики и ораторского искусства (ОПК-4).

- способностью самостоятельно проводить научно-исследовательские работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов (ПК-2);

- способностью к анализу и обобщению результатов научно-исследовательских работ, поиску и анализу научной и технической информации в области нанотехнологий и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых исследований, к самостоятельной подготовке публикаций в отечественных и зарубежных изданиях (ПК-3).

знать:

современное состояние и перспективные применения компьютерных и информационных технологий в наноиндустрии;

основные системы организации и хранения научно-технической информации;

способы планирования эксперимента;

статистические инструменты планирования эксперимента и обработки экспериментальных данных;

способы и инструменты обработки и представления экспериментальных данных;

подходы к моделированию наносистем.

уметь:

осуществлять поиск и анализ научной-технической информации в доступных источниках;

производить отбор экспериментальных факторов и построение планов эксперимента в области создания и исследования наноматериалов;

проводить анализ результатов экспериментальных исследований;

представлять результаты экспериментальных исследований;

выявлять значимость факторов эксперимента;

производить критический анализ опубликованных данных;

проводить моделирование процессов движения и агрегации;

применять полученные знания для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в области науки о наноматериалах и нанотехнологии.

владеть:

навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронными ресурсами, затрагивающими фундаментальные и практические аспекты разработки и применения наноматериалов;

навыками использования компьютерных программ для планирования и анализа эксперимента;

методологическими подходами и навыками представления экспериментальных данных, в том числе, результатов многофакторных экспериментов;
навыками освоения и применения новых компьютерных и информационных инструментов при разработке и исследовании наноматериалов.

3. Краткое содержание дисциплины:

Наноиндустрия и компьютерные технологии. Актуальные возможности и перспективы использования компьютерных и информационных технологий в наноиндустрии. Исторический обзор применения компьютерных и информационных технологий в области химической технологии, материаловедения и разработки наноматериалов.

Рандомизация и планирование эксперимента. Регрессионный анализ. Множественная регрессия. Основы обработки экспериментальных данных. Дисперсионный анализ. Основные идеи, построение сложных планов, ковариационный анализ. Анализ контрастов и множественные сравнения. Многомерный дисперсионный и ковариационный анализ, предположения и следствия их нарушения.

Планирование многофакторных экспериментов. Дробно-факторные план с различным числом уровней, смешанные планы, центральные композиционные планы. Построение экспериментальных планов и анализ результатов эксперимента, методы робастного планирования Тагучи, планы для смесей и других поверхностей с ограничениями, построение D- и A-оптимальных планов. Анализ повторяемости и воспроизводимости. Оценка эффективности экспериментальных планов, способы повышения эффективности плана, эволюционное планирование. Программные средства для статистического анализа и планирования эксперимента.

Обработка экспериментальных данных. Основные задачи обработки информации в практике научных исследований в области наноматериалов. Обработка экспериментальных данных на примере типичных исследований в области разработки наноматериалов. Практическое применение фильтрации и технического анализа для обработки экспериментальных данных. Использование программных продуктов для планирования эксперимента, анализа и представления экспериментальных данных.

Возможности программных продуктов и их применение в технологии наноматериалов. Системы компьютерной алгебры, табличные редакторы, языки программирования на примере MSExcel, Matlab, Maxima, Mathcad, C, C++, Fortran, Scilab, Octave, R, Python. Основы использования Python для анализа научных данных. Научная экосистема языка Python: пакеты Numpy, Scipy, Matplotlib. Статистическая обработка с использованием Ri Python. Обработка и анализ изображений – применение пакетов Numpy и Scipy, модуль Scikit-image. Использование библиотеки Matplotlib для визуализации данных и построения высококачественных диаграмм.

Поиск и анализ научно-технической информации. Источники научно-технической информации. Системы организации и хранения научно-технической информации. Методы поиска. Критерии эффективности (полнота, точность) поиска и способы их повышения. Анализ и представление выявленной научно-технической информации.

Моделирование и визуализация наносистем. Моделирование процессов движения и агрегации наночастиц. Методы молекулярной динамики. Броуновская динамика и динамика Ланжевена, методы Монте-Карло. Комбинированные и усовершенствованные методы моделирования динамики частиц. Моделирование взаимодействий частиц: расчёт столкновений между частицами, моделирование движения агрегатов с учётом связей между частицами, парное и множественное взаимодействие частиц. Программные продукты для визуализации и представления результатов моделирования наносистем.

4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4,0	144
Аудиторные занятия:	2,0	72
Лекции (Лек)	0,33	12
Практические занятия (ПЗ)	1,0	36
Лаборатория	0,67	24
Самостоятельная работа (СР):	2,0	72
Вид контроля: зачет / экзамен	-	Зачет с оценкой

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4,0	108
Аудиторные занятия:	2,0	54
Лекции (Лек)	0,33	9
Практические занятия (ПЗ)	1,0	27
Лаборатория	0,67	18
Самостоятельная работа (СР):	2,0	54
Вид контроля: зачет / экзамен	-	Зачет с оценкой

Аннотация рабочей программы дисциплины «Биологическое действие наноматериалов» (Б1.В.ОД.10)

1. Цель дисциплины: формирование у студентов понятия о различных аспектах биологического действия наночастиц и наноматериалов, механизмах их действия на живые системы и способности к оценке риска при работе с наноматериалами.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:

Обладать следующими общекультурными (ОК), общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

- способностью к анализу и обобщению результатов научно-исследовательских работ, поиску и анализу научной и технической информации в области нанотехнологий и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых исследований, к самостоятельной подготовке публикаций в отечественных и зарубежных изданиях (ПК-3);

- способностью представлять исторические этапы развития нанотехнологий, важнейшие открытия отечественных ученых, наиболее актуальные проблемы, связанные с созданием и применением наносистем и наноматериалов в Российской Федерации и в мире (ПК-5);

- способностью участвовать в оптимизации существующих методик создания и применения наносистем и наноматериалов для успешной конкуренции на рынке идей и технологий (ПК-8);

знать:

основные понятия токсикологии и нанотоксикологии; особенности и механизмы действия наночастиц на живые системы;

уметь:

правильно оценивать риск при работе с различными наночастицами и наноматериалами, выбирать средства защиты;

анализировать научную информацию о биологическом действии наноматериалов;

применять теоретические знания по биологическому действию наночастиц и

наноматериалов для решения исследовательских и прикладных задач;

владеть:

информацией о токсичности различных видов наночастиц и наноматериалов;

информацией о возможностях применения наночастиц и наноматериалов в медицине;

методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами, связанными с биологическим действием наноматериалов.

3. Краткое содержание дисциплины.

1. Основные понятия токсикологии. Определение токсикологии, разделы токсикологии. Нанотоксикология. Понятие о вредном веществе. Токсичность и опасность вещества. Понятие дозы. Кривые «доза-эффект». Виды токсических доз и концентраций. Порог вредного действия. Толерантность. Понятие гомеостаза. Классификация отравлений. Острое и хроническое воздействие. Отдаленные последствия.

2. Действие токсичных веществ на организм. Основные пути поступления токсичных веществ в организм. Классификация токсичных веществ по действию на организм, по избирательной токсичности. Эффекты при повторном введении. Комбинированная токсичность. Молекулярные механизмы действия токсичных веществ. Периоды отравления. Общие принципы лечения отравлений. Наноматериалы для детоксикации организма.

3. Токсичность наночастиц и наноматериалов. Понятие и задачи нанотоксикологии. История нанотоксикологии. Примеры острого и хронического действия высокодисперсной пыли. Обзор Гюнтера Обердорстера «Нанотоксикология: новая дисциплина, возникающая из изучения частиц сверхмалого размера». Распределение частиц при ингаляции. Влияние размера и формы наночастиц – примеры. Особенности действия частиц в наноразмерном состоянии. Органы-мишени для наночастиц. Примеры токсического действия наночастиц металлов, углеродных наночастиц, полимерных наночастиц. Оценка риска при воздействии наноматериалов. Ограничения на использование наноматериалов. Методы оценки безопасности наноматериалов. Средства защиты при работе с наноматериалами.

4. Наночастицы и продукция свободных радикалов. Образование активных форм кислорода в клетке. Перекисное окисление липидов. Естественная защита клетки от АФК. Окислительный стресс. Наночастицы и окислительный стресс. Примеры НЧ металлов и оксидов, вызывающих окислительный стресс. Антиоксидантные свойства фуллеренов.

5. Наночастицы и иммунная система. Основные компоненты иммунной системы. Воспалительная реакция. Примеры воспалительных реакций под действием наночастиц металлов и оксидов. Взаимодействие наночастиц с клетками и органами иммунной системы – поглощение макрофагами, накопление в селезенке. Наночастицы как адъюванты (усилители иммунного ответа при вакцинации). Пример - адъюванты на основе наночастиц гидроксипатита.

6. Наноматериалы для направленного транспорта лекарственных веществ в организме. Общие требования к выбору наночастиц и наноматериалов для медицинского применения. Неорганические наночастицы как носители для направленного транспорта лекарственных веществ. Липосомы. Примеры липосомных препаратов, разрешенных для клинического применения. Полимерные наночастицы: полимерные мицеллы, пористые полимерные частицы, полимерные микрокапсулы, конъюгаты полимера и ЛВ, дендримеры. Другие виды наночастиц и наноматериалов.

7. Разнообразие биологического действия наноматериалов. Токсическое, воспалительное, антибактериальное и терапевтическое действие на примере наночастиц серебра и материалов, их содержащих. Токсическое действие и возможности медицинского применения наночастиц других металлов, оксидов металлов и неметаллов, углеродных наночастиц и наночастиц полимеров.

4. Объем учебной дисциплины.

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3,0	108
Аудиторные занятия:	1,0	36
Лекции (Лек)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1,0	36
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	2,0	72
Вид контроля: зачет / экзамен	-	Зачет с оценкой

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3,0	81
Аудиторные занятия:	1,0	27
Лекции (Лек)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1,0	27
Лаборатория	-	-
Самостоятельная работа (СР):	2,0	54
Вид контроля: зачет / экзамен	-	Зачет с оценкой

4.4.3 Дисциплины вариативной части (дисциплины по выбору)

Аннотация рабочей программы дисциплины «Углеродные наноматериалы» (Б1.В.ДВ.1.1)

1. Цель дисциплины - приобретение знаний, умений, владений и формирование компетенций в области углеродных наноматериалов и ознакомление с их структурой, свойствами, возможностями применения.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:

Обладать следующими общекультурными (ОК), общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

способностью самостоятельно проводить научно-исследовательские работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов (ПК-2);

способностью к анализу и обобщению результатов научно-исследовательских работ, поиску и анализу научной и технической информации в области нанотехнологий и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых исследований, к самостоятельной подготовке публикаций в отечественных и зарубежных изданиях (ПК-3);

способностью участвовать в оптимизации существующих методик создания и применения наносистем и наноматериалов для успешной конкуренции на рынке идей и технологий (ПК-8);

знать:

модификации углерода, структуру и свойства углеродных наноматериалов, возможности их использования;

уметь:

использовать различные источники информации для получения сведений о новейших исследованиях в области углеродных наноматериалов;

критически анализировать научные публикации;

владеть:

навыками подготовки аналитических обзоров современной научной литературы в области углеродных наноматериалов в устной и письменной форме;

3. Краткое содержание дисциплины

1. Введение. Классификация углеродных наноструктур

Аллотропные модификации углерода Основные понятия квантовой химии. Гибридизация атомных орбиталей и многообразие аллотропных модификаций и химических соединений углерода. Алмаз и алканы. Графит, графен, арены, алкены, карбин, алкины. Смешанные и промежуточные аллотропные модификации углерода.

2. Углеродные нанотрубки

История открытия УНТ. Понятие одностенных и многостенных углеродных нанотрубок. Информация об их строении и методах получения. Структурные свойства. Хиральность нанотрубок. Электронные свойства нанотрубок. Электронные свойства графитовой плоскости. Механические свойства. Упругие свойства углеродных нанотрубок. Электромеханические свойства углеродных нанотрубок. Понятие хиральности. Обсуждение взаимосвязи хиральности и физических свойств углеродных нанотрубок. Применение углеродных нанотрубок. Токсичность нанотрубок.

3. Фуллерен

История открытия фуллеренов. Кластеры углерода. Установка и методики Ричарда Смолли. Открытия Бакминстера Фуллера. Понятие о фуллеренах. Теорема Эйлера и структура молекул фуллеренов и углеродных нанокластеров, фуллереноподобные структуры в живой природе. Углеродные кластеры фуллероидного типа. Синтез, модифицирование, использование фуллеренов.

4. Графен

Понятия графита, графена, оксида графена, строение и особые свойства графена. Химическое модифицирование графена. «Графеновая» электроника. Многослойный эпитаксиальный графен (MEG). Структура, электрические свойства, механические свойства, возможности применения в электронике

5. Наноалмаз.

Понятия наноалмаза, строение и особые свойства наноалмаза. Технология получения детонационных наноалмазов. Очистка наноалмазов от примесей. Методы контроля степени чистоты детонационных наноалмазов (ДНА). Получение наноалмазных суспензий. Структура ДНА. Практическое использование ДНА.

6. Композиты, содержащие углеродные материалы

Материалы и композиты на основе углеродных нанотрубок. Полимеры и композитные материалы на основе других углеродных наноструктур.

7. Неуглеродные нанотрубки.

Понятие неуглеродных нанотрубок. Функциональные свойства и практическое использование различных неуглеродных нанотрубок.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	5,0	180
Аудиторные занятия:	1,5	54
Лекции (Лек)	0,5	18
Практические занятия (ПЗ)	1,0	36
Самостоятельная работа (СР):	2,5	90
Вид контроля: зачет / экзамен		Экзамен (36)

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	5,0	135
Аудиторные занятия:	1,5	40,5
Лекции (Лек)	0,5	13,5
Практические занятия (ПЗ)	1,0	27
Самостоятельная работа (СР):	2,5	67,5
Вид контроля: зачет / экзамен		Экзамен (27)

Аннотация рабочей программы дисциплины «Полимерные нанокompозиты» (Б1.В.ДВ.1.2)

1. Цель дисциплины - приобретение знаний, умений и формирование компетенций в области полимерных нанокompозитов и ознакомление с их структурой, свойствами, возможностями применения.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:

Обладать следующими общекультурными (ОК), общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

способностью самостоятельно проводить научно-исследовательские работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов (ПК-2);

способностью к анализу и обобщению результатов научно-исследовательских работ, поиску и анализу научной и технической информации в области нанотехнологий и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых исследований, к самостоятельной подготовке публикаций в отечественных и зарубежных изданиях (ПК-3);

способностью участвовать в оптимизации существующих методик создания и применения наносистем и наноматериалов для успешной конкуренции на рынке идей и технологий (ПК-8);

знать:

основные виды матриц и наполнителей для создания полимерных нанокompозитов; основные свойства различных полимерных матриц и полимерных композиционных материалов;

уметь:

основные методы переработки полимерных нанокompозитов

уметь:

выбрать полимерный нанокompозиционный материал для заданной области применения

выбрать нужный тип матрицы и наполнителя для создания полимерного наноматериала с заданными свойствами

владеть:

информацией о существующих и перспективных областях применения полимерных нанокompозитов;

навыками подготовки докладов на основе анализа современной научной литературы в области полимерных нанокompозитов;

3. Краткое содержание дисциплины

1. Введение. Роль полимерных нанокompозитов в современном мире. Классификация полимеров. Механические свойства полимеров. Растворы полимеров. Вязкотекучее состояние полимеров. Упругие свойства полимеров. Стеклообразное состояние высокомолекулярных соединений. Кристаллизация полимеров.

2. Получение полимерных нанокompозитов. Виды нанонаполнителей для

полимеров. Наноккомпозиты на основе термопластов. Наноккомпозиты на основе реактопластов. Методы введения нанонаполнителей в полимерную матрицу. Наноккомпозиционные наполнители для полимерных матриц.

3. Основные свойства полимерных композиционных материалов. Возрастание прочностных и деформационных свойств, ударных характеристик, барьерных свойств (газо- и водопроницаемости), снижение горючести и т.д. Влияние нанонаполнителей на реологические свойства, теплостойкость и термостойкость полимеров.

4. Основные методы переработки полимерных наноккомпозитов. Процессы формования изделий из нанонаполненных термопластичных полимерных материалов (экструзия, литье под давлением, специальные методы). процессов формования изделий из нанонаполненных термореактивных полимерных материалов (прессование, литье под давлением, профильное формование).

5. Полимерсиликатные наноккомпозиты. Структура и свойства монтмориллонита. Понятия интеркаляции и эксфолиации монтмориллонита. Структура полимерсиликатных наноккомпозитов. Дисперсионнонаполненные, волокнистые и слоистые полимерсиликатные наноккомпозиты. Технология получения полимерсиликатных наноккомпозитов.

6. Существующие и перспективные области применения полимерных наноккомпозитов.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	5,0	180
Аудиторные занятия:	1,5	54
Лекции (Лек)	0,5	18
Практические занятия (ПЗ)	1,0	36
Самостоятельная работа (СР):	2,5	90
Вид контроля: зачет / экзамен		Экзамен (36)

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	5,0	135
Аудиторные занятия:	1,5	40,5
Лекции (Лек)	0,5	13,5
Практические занятия (ПЗ)	1,0	27
Самостоятельная работа (СР):	2,5	67,5
Вид контроля: зачет / экзамен		Экзамен (27)

Аннотация рабочей программы дисциплины «Флуоресцентные методы детектирования» (Б1.В.ДВ.2.1)

1. **Цель дисциплины** состоит в приобретении обучающимися знаний и компетенций в области изучения и использовании флуоресцентных наноматериалов.

Основной задачей дисциплины является формирование у обучающихся системных глубоких знаний в области физических и химических процессов и технологии исследования флуоресцентных наноматериалов, способности анализировать и критически оценивать получаемые результаты, предлагать пути решения поставленных задач и находить среди них оптимальный.

2. **В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:**

Обладать следующими общекультурными (ОК), общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

- способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, и изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОПК-1);

- способностью участвовать в оптимизации существующих методик создания и применения наносистем и наноматериалов для успешной конкуренции на рынке идей и технологий (ПК-8);

знать:

основные понятия люминесценции, определения, историю;

определение и основы нанофотоники;

метод получения увеличенного изображения с использованием люминесценции возбуждённых атомов и молекул образца.

уметь:

- формулировать требования к материалам и определять эффективные пути создания новых флуоресцентных наноматериалов для конкретных областей применения;

- находить и использовать литературные источники, базы данных и коммерческие программные продукты;

- применять теоретические знания по современным и перспективным видам флуоресцентных 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 флуоресцентных наносоединений;

методами нахождения и использования справочных литературных данных и компьютерных баз данных по составу, структуре и свойствам основных типов флуоресцентных материалов;

способностью и готовностью к разработке новых методов получения и исследования флуоресцентных наноструктур с учетом правил соблюдения авторских прав.

3. Краткое содержание дисциплины

Модуль 1. Основные понятия люминесценции. Определение, история, теоретические основы

Люминесценция, фосфоресценция, флуоресценция. Классификация. Соотношение спектров поглощения и флуоресценции. Схематическое изображение процессов испускания и поглощения света. Диаграмма Яблонского. Квантовый выход флуоресценции. Флуоресцентные соединения. Применение.

Модуль 2. Нанофотоника.

Понятия «фотоника» и «нанофотоника». Взаимодействие света и вещества. Дифракционный предел. Свет и наночастицы. Люминесценция на уровне наноструктур. Активация и тушение люминесценции кремниевых наночастиц. Фотонные кристаллы. Основы теории фотонных кристаллов. Моделирование оптических эффектов в фотонных кристаллах. Способы получения реальных фотонных кристаллов. Идея и принципы создания метаматериалов.

Модуль 3. Субволновая микроскопия.

Конфокальный флуоресцентный микроскоп. История развития КЛСМ. Принцип работы. Пространственное разрешение в конфокальной микроскопии. Применение.

Флуоресцентная микроскопия полного внутреннего отражения. Флуоресцентная наноскопия. Флуоресценция в биологических исследованиях. Детекция флуоресценции. Характеристики флуоресцентной эмиссии. Смежные явления, важные для биологических применений. Преимущества флуоресцентных методов исследования. Флюорофоры. Флуоресцентные зонды и метки. Методы флуоресцентной окраски клеток.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	5,0	180
Аудиторные занятия:	1,5	54
Лекции (Лек)	0,5	18
Практические занятия (ПЗ)	1,0	36
Самостоятельная работа (СР):	3,5	126
Вид контроля: зачет / экзамен		Зачет с оценкой

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	5,0	135
Аудиторные занятия:	1,5	40,5
Лекции (Лек)	0,5	13,5
Практические занятия (ПЗ)	1,0	27
Самостоятельная работа (СР):	3,5	94,5
Вид контроля: зачет / экзамен		Зачет с оценкой

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Методы исследования механических свойств наноматериалов» (Б1.В.ДВ.2.2)

1. Цель дисциплины - приобретение знаний, умений и формирование компетенций в области методов исследования механических свойств наноматериалов.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:

Обладать следующими общекультурными (ОК), общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

- способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, и изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОПК-1);

- способностью участвовать в оптимизации существующих методик создания и применения наносистем и наноматериалов для успешной конкуренции на рынке идей и технологий (ПК-8);

знать:

методы исследования структуры и механических свойств твердых наноматериалов

методы исследования структуры и механических свойств жидких сред, в том числе вязкоупругих

основные типы приборов, применяемых для анализа механических свойств наноматериалов

уметь:

правильно выбрать нужный тип прибора и методику анализа механических свойств конкретного наноматериала

владеть:

информацией об особенностях исследования механических свойств полимерных нанокомпозитов, гелей и неньютоновских жидкостей.

методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами, связанными с исследованием механических свойств наноматериалов.

3. Краткое содержание дисциплины

Модуль 1. Методы исследования механических свойств твердых наноматериалов

1.1. Приборы и методы для исследования структуры и механических свойств твердых наноматериалов. Методы исследования структуры на наноразмерном уровне. Методы изучения механических характеристик нанокомпозитов. Нанотрибологические исследования. Компьютерное моделирование механических свойств нанокомпозитов.

1.2. Механические свойства полимерных нанокомпозитов. Деформационно-прочностные свойства полимерных тел. Анализ диаграммы растяжения. Модели вязко-упругого поведения полимерных тел. Механический, динамический механический и термомеханический анализ полимеров. Разрушение полимерных тел. Механические свойства нанокомпозитов.

1.3. Исследование пленок и покрытий на основе нанокомпозитов. Механические свойства пленок и покрытий на основе нанокомпозитов. Многофункциональные наноструктурированные пленки и покрытия. Наноструктурированные трибологические покрытия. Механические свойства и стабильность наноматериалов при воздействии температуры.

Модуль 2. Методы исследования механических свойств жидких сред

2.1. Основы реологии. Основные понятия вискозиметрии: деформация, напряжение, скорость сдвига, упругость, пластичность, вязкость. Классификация материалов по структурно-механическим свойствам. Математические модели, описывающие кривые течения.

2.2. Типы реометров. Ротационные реометры. СС- и СР-реометры. Уравнения для расчета скорости сдвига, напряжения сдвига и вязкости. Измерительные системы «цилиндр-цилиндр» и «конус-пластина». Испытания в режиме вынужденных колебаний. Примеры наиболее распространенных приборов.

2.3. Особенности течения вязкоупругих и структурированных сред. Кривые течения неньютоновских жидкостей. Математическое описание неньютоновских жидкостей. Вязкоупругое поведение гелей. Измерение тиксотропии. Измерение предела текучести.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	5,0	180
Аудиторные занятия:	1,5	54
Лекции (Лек)	0,5	18
Практические занятия (ПЗ)	1,0	36
Самостоятельная работа (СР):	3,5	126
Вид контроля: зачет / экзамен		Зачет с оценкой

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	5,0	135
Аудиторные занятия:	1,5	40,5
Лекции (Лек)	0,5	13,5
Практические занятия (ПЗ)	1,0	27
Самостоятельная работа (СР):	3,5	94,5
Вид контроля: зачет / экзамен		Зачет с оценкой

Аннотация рабочей программы дисциплины

Б1.В.ДВ.3.1 Методы лазерной дифракции в анализе наноматериалов

1. Цель дисциплины - приобретение знаний, умений, владений и формирование компетенций в области методов лазерной дифракции для анализа наноматериалов.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:

Обладать следующими общекультурными (ОК), общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

- способностью самостоятельно проводить научно-исследовательские работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов (ПК-2).

- способностью к анализу и обобщению результатов научно-исследовательских работ, поиску и анализу научной и технической информации в области нанотехнологий и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых исследований, к самостоятельной подготовке публикаций в отечественных и зарубежных изданиях (ПК-3);

- способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы) (ПК-6);

знать:

теоретические основы статического и динамического рассеивания света

устройство и принцип работы лазерных анализаторов размера частиц

возможности и области применения методов динамического светорассеяния для исследования наноматериалов

уметь:

анализировать изображения и данные, полученные методом динамического рассеяния света;

формулировать технические требования к объектам исследования;

владеть:

навыками обработки и интерпретации данных, полученных методом динамического рассеяния света;

методами работы с научной литературой и электронно-библиотечными ресурсами, связанными с применением лазерной дифракции для анализа наноматериалов

3. Краткое содержание дисциплины

1. Введение. Диагностика и методы исследования наноматериалов и наноструктур

Методы определения размера частиц. Ситовый метод. Седиментационный метод. Кондуктометрический метод. Метод микроскопии, разновидности микроскопов. Техническое оснащение, общая конструкция электронных микроскопов и характеристики информации, получаемой с использованием различно оснащенных микроскопов. Разрешающая способность микроскопов. Подготовка образцов для исследования на микроскопах. Определение диаметра несферических частиц. Принципиальные возможности электронных микроскопов в случае их применения для анализа материалов.

2. Теоретические основы светорассеяния

История светорассеяния. Оптический диапазон электромагнитных волн. Физические основы процессов рассеяния и поглощения света. Условия и виды рэлеевского рассеяния. Рассеяние малыми частицами поляризованного и неполяризованного света. Рассеяние на флуктуациях и частицах. Явления, наблюдающиеся при распространении света в дисперсных системах. Упругое и неупругое рассеяние.

3. Теория молекулярного рассеяния света

Явления Мандельштама-Бриллюэна и Рамана. Лазерная спектроскопия комбинационного рассеяния. Вынужденное комбинационное рассеяние. Модель Лоренца. Теория Рэлея молекулярного рассеяния. Основные следствия теории Рэлея. Молекулярное рассеяние на флуктуациях анизотропии в газе. Молекулярная рефракция.

4. Поглощение и рассеяние света сферической частицей (теория Ми)

Спектральные характеристики рассеяния света на сферических частицах. Влияние структуры и формы рассеивающих частиц на оптические характеристики дисперсной системы. Особенности индикатрис рассеяния на сферических частицах в зависимости от размера и оптических постоянных. Векторная диаграмма Ми. Теория Фраунгофера. Многократное рассеивание. Статическое рассеивание света.

5. Динамическое рассеивание света

Основные идеи динамического рассеивания света. Параметры определения методом динамического светорассеяния Гидродинамический диаметр. Электрокинетический потенциал. Электрокинетические явления. Теория ДЭС. Молекулярная масса. Сравнение методов статического и динамического рассеяния света.

6 Составные элементы анализаторов размера частиц

Лазеры, принцип работы лазера. Виды лазеров. Активная среда лазеров. Накачка, механизм «накачки» лазеров. Оптический резонатор. Характеристики качества излучения лазеров. Детекторы фотонов. Фотоэмиссионные устройства. Прибор корреляции. Система счета фотонов.

7. Принципиальные схемы установок лазерных анализаторов.

Принципиальные схемы установок лазерных анализаторов компании Fritsch, Malvern, Horiba и прочее. Приборы, особенности моделей лазерных анализаторов, дополнительные модули. Применение метода лазерной дифракции для исследования наноматериалов.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	5,0	180
Аудиторные занятия:	1,5	54
Лекции (Лек)	0,5	18
Практические занятия (ПЗ)	1,0	36
Самостоятельная работа (СР):	2,5	90
Вид контроля: зачет / экзамен		Экзамен (36)

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	5,0	135
Аудиторные занятия:	1,5	40,5
Лекции (Лек)	0,5	13,5
Практические занятия (ПЗ)	1,0	27
Самостоятельная работа (СР):	2,5	67,5
Вид контроля: зачет / экзамен		Экзамен (27)

Аннотация рабочей программы дисциплины

Б1.В.ДВ.3.2 Зондовая микроскопия

1. Цель дисциплины – формирование у обучающихся знаний о сканирующей зондовой микроскопии, ее теоретических основ, принципов работы и возможности использования для актуальных задач нанотехнологии и наноматериалов.

Основными задачами дисциплины являются:

- приобретении обучающимися знаний об устройстве и принципе работы сканирующего зондового микроскопа;
- формирование у обучающихся системных знаний в области методов сканирующей зондовой микроскопии;

- формирование у обучающихся понимания о возможностях и ограничениях использования методов сканирующего зондового микроскопа в различных областях наноматериалов, выработка на этой основе системного подхода к постановке и выполнению научных исследований в указанной области, способности анализировать и критически оценивать получаемые результаты, предлагать пути решения поставленных задач.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:

Обладать следующими общекультурными (ОК), общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

- способностью самостоятельно проводить научно-исследовательские работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов (ПК-2).

- способностью к анализу и обобщению результатов научно-исследовательских работ, поиску и анализу научной и технической информации в области нанотехнологий и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых исследований, к самостоятельной подготовке публикаций в отечественных и зарубежных изданиях (ПК-3);

- способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы) (ПК-6).

знать:

классификацию методов сканирующей зондовой микроскопии;

устройство и принцип работы и физические основы сканирующих зондовых микроскопов;

принципы реализации атомарного разрешения в сканирующих зондовых микроскопах;

общие представления о разрешающей способности различных видов;

возможности и области применения методов СЗМ для исследования наноматериалов.

уметь:

анализировать изображения и данные, полученные различными методами СЗМ;

корректно определять морфологию нанообъектов и наноматериалов;

использовать стандартные методики СЗМ для анализа наноматериалов;

формулировать технические требования к объектам исследования.

владеть:

навыками обработки изображений, полученных различными методами СЗМ;

принципами проведения эксперимента на современных приборах сканирующей зондовой микроскопии;

методами работы с научной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам сканирующей зондовой микроскопии.

3. Краткое содержание дисциплины:

Модуль 1. Основы сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ)

Раздел 1.1 Современные методы визуализации наноматериалов.

Современные методы визуализации и исследования нанообъектов и наноматериалов. Понятия разрешающей способности и дифракционного предела. Атомарное разрешение в современных методах исследования. Сравнение основных микроскопических методов (оптические, электронные, зондовые). Преимущества, недостатки и области применения сканирующей электронной микроскопии, просвечивающей электронной микроскопии и сканирующей электронной микроскопии.

Раздел 1.2. Введение в СЗМ.

История СЗМ. Устройство и принцип работы сканирующих зондовых микроскопов. Основные элементы СЗМ. Сканеры. Система обратной связи. Зондовые датчики. Принцип формирования изображения в СЗМ. Защита от внешних воздействий.

Классификация методов СЗМ. Сравнение разрешающей способности различных видов СЗМ.

Раздел 1.3. Сканирующая туннельная микроскопия (СТМ).

Физические основы СТМ. Электронные структуры твердого тела и его поверхности. Туннельный эффект. Технические основы СТМ. Конструкции сканирующих туннельных микроскопов. Режимы работы СТМ. Метод постоянной тока. Метод постоянной высоты. Метод отображение работы выхода. Реализация атомарного разрешения в сканирующем туннельном микроскопе. Ограничения СТМ. Реализация атомарного разрешения в сканирующем туннельном микроскопе. Подготовка поверхности твердых тел для СТМ исследований.

Раздел 1.4. Атомно-силовая микроскопия (АСМ).

Силовое взаимодействие зондового датчика и образца. Потенциал Леннарда-Джонса. АСМ зонды: виды, способы изготовления, основные параметры. Конструкция АСМ. Способы регистрации отклонения кантилевера. Режимы работы АСМ. Контактная атомно-силовая микроскопия- метод постоянной высоты, метод постоянной силы, контактный метод рассогласования. Недостатки контактной АСМ. Полуконтактная атомно-силовая микроскопия. Преимущества и недостатки полуконтактной АСМ. Кривые зависимости силы от расстояния. Латеральное взаимодействие зонда и образца. Микроскопия латеральных сил. Разрешающая способность АСМ. Бесконтактная АСМ. Возможности бесконтактной АСМ. Использование органических молекул в качестве зондов для СЗМ. Нанотрубки – датчики СЗМ.

Раздел 1.4. Сканирующая ближнепольная оптическая микроскопия (СБОМ).

Теоретические основы СБОМ. Эффективное преодоление оптического дифракционного предела. Зонды СБОМ: типы, изготовление. Конструкции ближнепольных оптических микроскопов. Контроль расстояния между зондом и поверхностью. Реализация системы обратной связи. Разрешающая способность СБОМ. Режимы работы и виды СБОМ. Конфигурация СБОМ с модулем ИК-Фурье.

Модуль 2 .Возможности СЗМ.

Раздел 2.1. Другие виды СЗМ.

Микроскопия сил трения. Метод модуляции силы. Многопроходные методики работы СЗМ. Электросиловая микроскопия. Сканирующая емкостная микроскопия. Метод зонда Кельвина. Магнитная силовая микроскопия (МСМ). Принцип работы СЗМ в режиме МСМ. Квазистатические методики МСМ. Колебательные методики МСМ. Зондовые датчики для МСМ. Литография в СЗМ. СТМ, АСМ литография. Анодно-окислительная литография.

2.2. Возможности СЗМ.

Преимущества и недостатки СЗМ. Стандарты СЗМ. Искажение изображения сканером. Искажения, связанные с зондовым датчиком. Искажения, связанные режимом работы СЗМ. Калибровка СЗМ. Принципы корректировки изображений СЗМ. Возможности атомно-силовой микроскопии в определении формы и размеров наночастиц металлов и их соединений. Методики восстановления реальной геометрии объектов исследования АСМ. Возможность проведения неразрушающих исследований с помощью АСМ.

Модуль 3. Применение СЗМ

Раздел 3.1. Применение СЗМ для исследования основных классов наноматериалов.

Атомарное разрешение, достигнутое с помощью СТМ. Применение МСМ. Применения ближнепольной оптики. Исследование водородных связей. Определение размеров и формы наночастиц. Исследования морфологии и локальных свойств полимерных материалов. Исследования магнитных наночастиц и структур методом МСМ. Вычисление адгезионных сил методом АСМ. Возможности и перспективы АСМ в исследовании синтетических химических волокон. Исследование надмолекулярной

структуры полимеров и композитов. Использование СЗМ для исследования морфологии и процессов роста.

Раздел 3.2. Исследование биологических объектов с помощью СЗМ.

Использование СЗМ в различных средах. Возможности СЗМ для исследования объектов в жидких средах. Принципы приготовления биологических объектов для исследования с помощью СЗМ. Возможности в исследовании белковых молекул с помощью СЗМ. Изучение ДНК. Исследования вирусов и бактерий. Исследование адгезионных взаимодействий.

Раздел 3.3. Современные приборы и методы СЗМ.

Основные производители сканирующих зондовых микроскопов. Формат данных в СЗМ. Варианты визуализации СЗМ изображений. Количественный анализ СЗМ изображений. Статистический анализ изображений, полученных с помощью СЗМ.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	5,0	180
Аудиторные занятия:	1,5	54
Лекции (Лек)	0,5	18
Практические занятия (ПЗ)	1,0	36
Самостоятельная работа (СР):	2,5	90
Вид контроля: зачет / экзамен		Экзамен (36)

Вид учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	5,0	135
Аудиторные занятия:	1,5	40,5
Лекции (Лек)	0,5	13,5
Практические занятия (ПЗ)	1,0	27
Самостоятельная работа (СР):	2,5	67,5
Вид контроля: зачет / экзамен		Экзамен (27)

4.5. Практики

Аннотация рабочей программы учебной практики - практики по получению первичных профессиональных умений и навыков (Б2.У.1)

1. Цель практики по получению первичных профессиональных умений и навыков – получение обучающимся первичных профессиональных умений и навыков путем самостоятельного творческого выполнения задач, поставленных программой практики.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:

Обладать следующими общекультурными (ОК), общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-2);

готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3)

способностью к самостоятельному приобретению с помощью информационных

технологий и использованию в практической деятельности новых знаний и умений, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОПК-2);

способностью к анализу и обобщению результатов научно-исследовательских работ, поиску и анализу научной и технической информации в области нанотехнологий и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых исследований, к самостоятельной подготовке публикаций в отечественных и зарубежных изданиях (ПК-3);

знать:

- порядок организации, планирования, проведения и обеспечения научно-исследовательских работ с использованием современных технологий;

- порядок организации, планирования, проведения и обеспечения образовательной деятельности по профилю изучаемой программы магистратуры.

уметь:

- осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю пройденной практики, в том числе с применением Internet-технологий;

- использовать современные приборы и методики по профилю программы магистратуры, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты;

- выполнять педагогические функции, проводить практические и лабораторные занятия со студенческой аудиторией по выбранному направлению подготовки.

владеть:

- способностью и готовностью к исследовательской деятельности по профилю изучаемой программы магистратуры;

- методологическими подходами к организации научно-исследовательской и образовательной деятельности;

- способностью на практике использовать умения и навыки в организации научно-исследовательских и проектных работ;

- навыками выступлений перед учебной аудиторией.

3. Краткое содержание учебной практики - практики по получению первичных профессиональных умений и навыков

Учебная практика включает этапы ознакомления с методологическими основами и практического освоения приемов организации, планирования, проведения и обеспечения научно-исследовательской и образовательной деятельности, ознакомления с деятельностью образовательных, научно-исследовательских и проектных организаций по профилю изучаемой программы магистратуры.

Конкретное содержание учебной практики определяется индивидуальным заданием обучающегося с учётом интересов и возможностей кафедры или организации, где она проводится. Индивидуальное задание разрабатывается по профилю изучаемой программы магистратуры с учётом темы выпускной квалификационной работы.

4. Объем практики

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6,0	216
Аудиторные занятия:	1,0	36
Индивидуальная работа с преподавателем	1,0	36
Самостоятельная работа (СР):	5,0	180
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе практики	5,0	180
Вид итогового контроля: зачет / экзамен		Зачет с

		оценкой
Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6,0	162
Аудиторные занятия:	1,0	27
Индивидуальная работа с преподавателем	1,0	27
Самостоятельная работа (СР):	5,0	135
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе практики	5,0	135
Вид итогового контроля: зачет / экзамен		Зачет с оценкой

Аннотация рабочей программы технологической практики - практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (Б2.П.1)

1. Цель практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности – получение профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности путем самостоятельного творческого выполнения задач, поставленных программой практики.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:

Обладать следующими общекультурными (ОК), общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-2);

готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3).

способностью к самостоятельному приобретению с помощью информационных технологий и использованию в практической деятельности новых знаний и умений, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОПК-2);

способностью формулировать задачи, связанные с реализацией профессиональных функций (ПК-1);

способностью самостоятельно проводить научно-исследовательские работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов (ПК-2);

способностью к анализу и обобщению результатов научно-исследовательских работ, поиску и анализу научной и технической информации в области нанотехнологий и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых исследований, к самостоятельной подготовке публикаций в отечественных и зарубежных изданиях (ПК-3);

способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы) (ПК-6);

способностью к составлению методических документов (в том числе лабораторного журнала) при проведении научно-исследовательских и лабораторных работ (ПК-7);

способностью участвовать в оптимизации существующих методик создания и применения наносистем и наноматериалов для успешной конкуренции на рынке идей и технологий (ПК-8);

знать:

– подходы к организации самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы;

– принципы организации проведения экспериментов и испытаний;

– принципы и способы защиты объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности.

уметь:

– выполнять поиск, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, осуществлять выбор методик и средств решения задач, поставленных программой практики;

– выполнять обработку и анализ результатов экспериментов и испытаний;

– анализировать возникающие в научно-исследовательской деятельности затруднения и способствовать их разрешению.

владеть:

– приемами разработки планов и программ проведения научных исследований, технических разработок, заданий для исполнителей.

3. Краткое содержание практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности

Закрепление теоретических знаний, полученных обучающимися при изучении программы магистратуры.

Получение обучающимися практических навыков по организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом исполнителей.

Развитие у обучающихся навыков научно-исследовательской деятельности.

4. Объем практики

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6,0	216
Аудиторные занятия:	-	-
Самостоятельная работа (СР):	6,0	216
Индивидуальное задание	1,0	36
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе практики	5,0	180
Вид итогового контроля: зачет / экзамен		Зачет с оценкой

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6,0	162
Аудиторные занятия:	-	-
Самостоятельная работа (СР):	6,0	162
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе практики	6,0	162
Вид итогового контроля: зачет / экзамен		Зачет с оценкой

Аннотация рабочей программы преддипломной практики (Б2.П.1)

1. Цель преддипломной практики – выполнение выпускной квалификационной работы.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:

Обладать следующими общекультурными (ОК), общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-2);

готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);

способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, и изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОПК-1);

способностью к самостоятельному приобретению с помощью информационных технологий и использованию в практической деятельности новых знаний и умений, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОПК-2);

способностью понимать и глубоко осмысливать философские концепции естествознания, место естественных наук в выработке научного мировоззрения, оперировать категориями, законами, приемами и формами научного познания, теорией и методологией исследований (ОПК-3);

способностью представлять итоги выполненной работы в виде отчетов, докладов на симпозиумах, научных публикаций с использованием современных возможностей информатики и ораторского искусства (ОПК-4).

способностью формулировать задачи, связанные с реализацией профессиональных функций (ПК-1);

способностью самостоятельно проводить научно-исследовательские работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов (ПК-2);

способностью к анализу и обобщению результатов научно-исследовательских работ, поиску и анализу научной и технической информации в области нанотехнологий и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых исследований, к самостоятельной подготовке публикаций в отечественных и зарубежных изданиях (ПК-3);

способностью к академической мобильности, активному партнерскому участию в работе зарубежных научно-исследовательских лабораторий во время научных стажировок, а также путем презентации стендовых и устных докладов на научных конференциях (ПК-4);

способностью представлять исторические этапы развития нанотехнологий, важнейшие открытия отечественных ученых, наиболее актуальные проблемы, связанные с созданием и применением наносистем и наноматериалов в Российской Федерации и в мире (ПК-5);

способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы) (ПК-6);

способностью к составлению методических документов (в том числе лабораторного журнала) при проведении научно-исследовательских и лабораторных работ (ПК-7);

способностью участвовать в оптимизации существующих методик создания и применения наносистем и наноматериалов для успешной конкуренции на рынке идей и технологий (ПК-8);

знать:

- физико-химические закономерности технологии по профилю выпускной квалификационной работы;

- экономические показатели технологии;

- комплекс мероприятий по технике безопасности, охране окружающей среды, охране труда;

уметь:

- осуществлять контроль самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы;

- выполнять подготовку научно-технической документации для проведения научных исследований и технических разработок;

- выполнять расчеты, связанные как с разработкой заданий для отдельных

исполнителей, так и с составлением планов и программ проведения научных исследований и технических разработок в целом;

владеть:

- системой планирования и организации научно-исследовательских и проектных работ в рамках изучаемой программы магистратуры;
- основными должностными функциями руководящего персонала (руководителя научной группы, проекта, программы) в рамках изучаемой программы магистратуры.

3. Краткое содержание преддипломной практики

Приобретение знаний и навыков по организации и управлению отдельными этапами и программами проведения научных исследований и технических разработок.

Подготовка исходных данных для выполнения выпускной квалификационной работы.

4. Объем практики

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6,0	216
Аудиторные занятия:	-	-
Самостоятельная работа (СР):	6,0	216
Индивидуальное задание	1,0	36
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе практики	5,0	180
Вид итогового контроля: зачет / экзамен		Зачет с оценкой

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6,0	162
Аудиторные занятия:	-	-
Самостоятельная работа (СР):	6,0	162
Индивидуальное задание	1,0	27
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе практики	5,0	135
Вид итогового контроля: зачет / экзамен		Зачет с оценкой

4.6 Научно-исследовательская работа в семестре (Б.2.Н.1)

Целью научно-исследовательской работы является формирование следующих общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);

готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-2);

готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);

способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, и изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОПК-1);

способность к самостоятельному приобретению с помощью информационных технологий и использованию в практической деятельности новых знаний и умений, в том числе

в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОПК-2);

способность понимать и глубоко осмысливать философские концепции естествознания, место естественных наук в выработке научного мировоззрения, оперировать категориями, законами, приемами и формами научного познания, теорией и методологией исследований (ОПК-3);

способность представлять итоги выполненной работы в виде отчетов, докладов на симпозиумах, научных публикаций с использованием современных возможностей информатики и ораторского искусства (ОПК-4).

способность формулировать задачи, связанные с реализацией профессиональных функций (ПК-1);

способность самостоятельно проводить научно-исследовательские работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов (ПК-2);

способность к анализу и обобщению результатов научно-исследовательских работ, поиску и анализу научной и технической информации в области нанотехнологий и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых исследований, к самостоятельной подготовке публикаций в отечественных и зарубежных изданиях (ПК-3);

способность к академической мобильности, активному партнерскому участию в работе зарубежных научно-исследовательских лабораторий во время научных стажировок, а также путем презентации стендовых и устных докладов на научных конференциях (ПК-4);

способность представлять исторические этапы развития нанотехнологий, важнейшие открытия отечественных ученых, наиболее актуальные проблемы, связанные с созданием и применением наносистем и наноматериалов в Российской Федерации и в мире (ПК-5);

способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы) (ПК-6);

способность к составлению методических документов (в том числе лабораторного журнала) при проведении научно-исследовательских и лабораторных работ (ПК-7);

способность участвовать в оптимизации существующих методик создания и применения наносистем и наноматериалов для успешной конкуренции на рынке идей и технологий (ПК-8).

В процессе выполнения изучения дисциплины обучающийся должен подготовить и представить к защите научно-исследовательскую работу (НИР), выполненную на современном уровне развития науки и техники и соответствующую выбранному направлению подготовки и программе обучения.

В представленной к защите НИР должны получить развитие знания и навыки, полученные обучающимся при освоении программы магистратуры, в том числе при изучении специальных дисциплин. Представленная к защите НИР должна содержать обзор литературы, описание материалов и методов, полученные результаты и их обсуждение, и выводы из работы.

Объем научно-исследовательской работы

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	33,0	1188
Аудиторные занятия:	16,0	576
Контактная работа с преподавателем	16,0	576
Самостоятельная работа (СР):	16,0	576
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	16,0	576
Вид контроля: зачет / экзамен	1,0	Экзамен (36)
В том числе по семестрам:		
1 семестр		

Общая трудоемкость в семестре	9,0	324
Аудиторные занятия:	4,5	162
Контактная работа с преподавателем	4,5	162
Самостоятельная работа (СР):	4,5	162
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	4,5	162
Вид контроля: зачет / экзамен		Зачет с оценкой
2 семестр		
Общая трудоемкость в семестре	3,0	108
Аудиторные занятия:	1,5	54
Контактная работа с преподавателем	1,5	54
Самостоятельная работа (СР):	1,5	54
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	1,5	54
Вид контроля: зачет / экзамен		Зачет с оценкой
3 семестр		
Общая трудоемкость в семестре	9,0	324
Аудиторные занятия:	4,5	162
Контактная работа с преподавателем	4,5	162
Самостоятельная работа (СР):	4,5	162
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	4,5	162
Вид контроля: зачет / экзамен		Зачет с оценкой
4 семестр		
Общая трудоемкость в семестре	12,0	432
Аудиторные занятия:	5,5	198
Контактная работа с преподавателем	5,5	198
Самостоятельная работа (СР):	5,5	198
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	5,5	198
Вид контроля: зачет / экзамен	1,0	Экзамен (36)

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	33,0	891
Аудиторные занятия:	16,0	432
Контактная работа с преподавателем	16,0	432
Самостоятельная работа (СР):	16,0	432
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	16,0	432
Вид контроля: зачет / экзамен	1,0	Экзамен (27)
В том числе по семестрам:		
1 семестр		
Общая трудоемкость в семестре	9,0	243
Аудиторные занятия:	4,5	121,5

Контактная работа с преподавателем	4,5	121,5
Самостоятельная работа (СР):	4,5	121,5
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	4,5	121,5
Вид контроля: зачет / экзамен		Зачет с оценкой
2 семестр		
Общая трудоемкость в семестре	3,0	81
Аудиторные занятия:	1,5	40,5
Контактная работа с преподавателем	1,5	40,5
Самостоятельная работа (СР):	1,5	40,5
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	1,5	40,5
Вид контроля: зачет / экзамен		Зачет с оценкой
3 семестр		
Общая трудоемкость в семестре	9,0	243
Аудиторные занятия:	4,5	121,5
Контактная работа с преподавателем	4,5	121,5
Самостоятельная работа (СР):	4,5	121,5
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	4,5	121,5
Вид контроля: зачет / экзамен		Зачет с оценкой
4 семестр		
Общая трудоемкость в семестре	12,0	324
Аудиторные занятия:	5,5	148,5
Контактная работа с преподавателем	5,5	148,5
Самостоятельная работа (СР):	5,5	148,5
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	5,5	148,5
Вид контроля: зачет / экзамен	1,0	Экзамен (27)

4.7. Государственная итоговая аттестация. Защита выпускной квалификационной работы

1. Цель государственной итоговой аттестации – выявление уровня теоретической и практической подготовленности выпускника вуза к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 28.04.03 Наноматериалы, направленность подготовки (магистерская программа) «Химическая технология наноматериалов».

2. В результате государственной итоговой аттестации обучающийся по программе магистратуры должен:

Обладать следующими общекультурными (ОК), общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);

готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-2);

готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);

способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, и изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОПК-1);

способностью к самостоятельному приобретению с помощью информационных технологий и использованию в практической деятельности новых знаний и умений, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОПК-2);

способностью понимать и глубоко осмысливать философские концепции естествознания, место естественных наук в выработке научного мировоззрения, оперировать категориями, законами, приемами и формами научного познания, теорией и методологией исследований (ОПК-3);

способностью представлять итоги выполненной работы в виде отчетов, докладов на симпозиумах, научных публикаций с использованием современных возможностей информатики и ораторского искусства (ОПК-4).

способностью формулировать задачи, связанные с реализацией профессиональных функций (ПК-1);

способностью самостоятельно проводить научно-исследовательские работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов (ПК-2);

способностью к анализу и обобщению результатов научно-исследовательских работ, поиску и анализу научной и технической информации в области нанотехнологий и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых исследований, к самостоятельной подготовке публикаций в отечественных и зарубежных изданиях (ПК-3);

способностью к академической мобильности, активному партнерскому участию в работе зарубежных научно-исследовательских лабораторий во время научных стажировок, а также путем презентации стендовых и устных докладов на научных конференциях (ПК-4);

способностью представлять исторические этапы развития нанотехнологий, важнейшие открытия отечественных ученых, наиболее актуальные проблемы, связанные с созданием и применением наносистем и наноматериалов в Российской Федерации и в мире (ПК-5);

способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы) (ПК-6);

способностью к составлению методических документов (в том числе лабораторного журнала) при проведении научно-исследовательских и лабораторных работ (ПК-7);

способностью участвовать в оптимизации существующих методик создания и применения наносистем и наноматериалов для успешной конкуренции на рынке идей и технологий (ПК-8);

Знать:

- принципы и порядок постановки и формулирования задач научных исследований на основе результатов поиска, обработки и анализа научно-технической информации;
- правила и порядок подготовки научно-технических отчетов, аналитических обзоров и справок, требования к представлению результатов проведенного исследования в виде научного отчета, статьи или доклада;
- приемы защиты интеллектуальной собственности.

Уметь:

- разрабатывать новые направления научных исследований на основе полученных результатов;
- создавать модели исследуемых процессов, позволяющие прогнозировать свойства веществ, материалов и изделий;
- разрабатывать программы и выполнять научные исследования, обработку и анализ их

результатов, формулировать выводы и рекомендации;

– работать на современных приборах, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать результаты;

Владеть:

– методологией и методикой проведения научных исследований; навыками самостоятельной научной и исследовательской работы;

– навыками работы в коллективе, планирования и организации коллективных научных исследований;

– способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки в организации научно-исследовательских и технологических работ.

3. Краткое содержание ГИА

Государственная итоговая аттестация обучающихся по программе магистратуры проводится в форме защиты выпускной квалификационной работы (ВКР) – магистерской диссертации. Государственная итоговая аттестация в форме защиты ВКР проходит в 4 семестре на базе знаний, полученных студентами при изучении дисциплин направления 28.04.03 Наноматериалы.

Государственная итоговая аттестация обучающихся по программе магистратуры – защита выпускной квалификационной работы проводится государственной экзаменационной комиссией.

Контроль знаний обучающихся, полученных при освоении ООП, осуществляется путем проведения защиты ВКР и присвоения квалификации «магистр».

4. Объем государственной итоговой аттестации

Программа относится к базовой части учебного плана, к блоку 3 «Государственная итоговая аттестация» и рассчитана на сосредоточенное прохождение в 4 семестре (2 курс) обучения в объеме 216 ч (6 ЗЕТ). Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в избранной области направления 28.04.03 Наноматериалы, магистерская программа «Химическая технология наноматериалов».

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6,0	216
Контактная работа:	-	-
Самостоятельная работа (СР):	6,0	216
Выполнение, написание и оформление ВКР	6,0	216
Вид итогового контроля: защита ВКР		защита ВКР

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6,0	162
Контактная работа:	-	-
Самостоятельная работа (СР):	6,0	162
Выполнение, написание и оформление ВКР	6,0	162
Вид итогового контроля: защита ВКР		защита ВКР

4.8 Факультативы

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Техника научного перевода» (ФТД.1)

1. Цель дисциплины – приобретение обучающимися общей, коммуникативной и профессиональной компетенций, уровень которых на отдельных этапах языковой подготовки позволяет выполнять различные виды профессионально ориентированного перевода в производственной и научной деятельности.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:

Обладать следующими общекультурными (ОК), общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);

способностью к анализу и обобщению результатов научно-исследовательских работ, поиску и анализу научной и технической информации в области нанотехнологий и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых исследований, к самостоятельной подготовке публикаций в отечественных и зарубежных изданиях (ПК-3);

способностью к академической мобильности, активному партнерскому участию в работе зарубежных научно-исследовательских лабораторий во время научных стажировок, а также путем презентации стендовых и устных докладов на научных конференциях (ПК-4);

знать:

- основные способы достижения эквивалентности в переводе;
- основные приемы перевода;

языковую норму и основные функции языка как системы;

- достаточное для выполнения перевода количество лексических единиц, фразеологизмов, в том числе социальных терминов и лингвострановедческих реалий;

уметь:

- применять основные приемы перевода;
- осуществлять письменный перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм;
- оформлять текст перевода в компьютерном текстовом редакторе;
- осуществлять перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм текста перевода и темпоральных характеристик исходного текста;

владеть:

- методикой предпереводческого анализа текста, способствующей точному восприятию исходного высказывания;
- методикой подготовки к выполнению перевода, включая поиск информации в справочной, специальной литературе и компьютерных сетях;
- основами системы сокращенной переводческой записи при выполнении перевода;
- основной иноязычной терминологией специальности,
- основами реферирования и аннотирования литературы по специальности.

3. Краткое содержание дисциплины

Введение. Предмет и роль перевода в современном обществе. Различные виды перевода. Задачи и место курса в подготовке магистра.

Модуль 1:

1.1. Сравнение порядка слов в английском и русском предложениях. Перевод простого повествовательного предложения настоящего, будущего и прошедшего времени.

Особенности перевода вопросительных и отрицательных предложений в различных временах.

1.2 Перевод предложений во временах Indefinite, Continuous. Чтение и перевод по теме «Химия».

Модуль 2.

2.1. Перевод предложений во времена групп Perfect, Perfect

Continuous (утвердительные, вопросительные и отрицательные формы). Особенности употребления вспомогательных глаголов.

2.2 Перевод страдательного залога. Трудные случаи перевода страдательного залога.

Чтение и перевод текстов по теме «Наука и научные методы». Активизация лексики прочитанных текстов.

2.3. Перевод придаточных предложений.

Придаточные подлежащие.

Придаточные сказуемые.

Придаточные определительные.

Придаточные обстоятельственные, придаточные дополнительные.

2.4. Типы условных предложений, правила и особенности их перевода.

Практика перевода на примерах текстов о Химии, Д.И. Менделееве, науке и технологии.

2.5. Перевод предложений с учетом правила согласования времен. Прямая и косвенная речь.

2.6. Различные варианты перевода существительного в предложении.

2.7. Модальные глаголы и особенности их перевода.

Развитие навыков перевода по теме «Наука завтрашнего дня».

2.8. Специальная терминология по теме «Лаборатория».

2.9. Сокращения. Особенности их перевода. Развитие навыков перевода на примере текстов по теме «Лаборатория, измерения в химии».

Модуль 3.

3.1. Неличные формы глагола.

Инфинитив (неопределенная форма глагола). Роль инфинитива в предложении и варианты перевода на русский язык. Причастия и герундий.

3.2. Инфинитивные обороты.

Оборот дополнение с инфинитивом. Варианты перевода на русский язык. Терминология по теме «Современные технологии».

3.3. Оборот подлежащее с инфинитивом. Различные варианты перевода.

Терминология по теме «Химическая технология».

3.4. Перевод причастных оборотов.

Абсолютный причастный оборот и варианты перевода.

Развитие навыков перевода по теме «Химическая технология».

4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2,0	72
Аудиторные занятия:	1,0	36
Лекции (Лек)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1,0	36
Самостоятельная работа (СР):	1,0	36
Вид контроля: зачет / экзамен		Зачет

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2,0	54
Аудиторные занятия:	1,0	27
Лекции (Лек)	-	-

Практические занятия (ПЗ)	1,0	27
Самостоятельная работа (СР):	1,0	27
Вид контроля: зачет / экзамен		Зачет

**Аннотация учебной программы дисциплины
«Социология и психология профессиональной деятельности»
(ФТД.2)**

1. Цель дисциплины – формирование социально ответственной личности, способной осуществлять критический анализ проблемных ситуаций, вырабатывать конструктивную стратегию действий, организовывать и руководить работой коллектива, в том числе в процессе межкультурного взаимодействия, рефлексировать свое поведение, выстраивать и реализовывать стратегию профессионального развития.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:

Обладать следующими общекультурными (ОК), общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-2);

готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);

способность формулировать задачи, связанные с реализацией профессиональных функций (ПК-1);

знать:

- сущность проблем организации и самоорганизации личности, ее поведения в коллективе в условиях профессиональной деятельности;

- методы самоорганизации и развития личности, выработки целеполагания и мотивационных установок, развития коммуникативных способностей и профессионального поведения в группе;

- конфликтологические аспекты управления в организации;

- методики изучения социально-психологических явлений в сфере управления и самоуправления личности, группы, организации.

уметь:

- планировать и решать задачи личностного и профессионального развития не только своего, но и членов коллектива;

- анализировать проблемные ситуации на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, использовать методы диагностики коллектива и самодиагностики, самопознания, саморегуляции и самовоспитания;

- устанавливать с коллегами отношения, характеризующиеся конструктивным уровнем общения;

- вырабатывать командную стратегию для достижения поставленной цели в решении профессиональных задач.

владеть:

- социально-психологическими технологиями самоорганизации и развития личности, выстраивания и реализации траектории саморазвития;

- теоретическими и практическими навыками предупреждения и разрешения внутриличностных, групповых и межкультурных конфликтов;

- способами мотивации членов коллектива к личностному и профессиональному развитию;

- способностями к конструктивному общению в команде, рефлексии своего поведения и лидерскими качествами.

3. Краткое содержание дисциплины

Модуль 1. Общество и личность: новые условия и факторы профессионального развития личности.

1.1. Современное общество в условиях глобализации и информатизации. Типы современных обществ: общество риска, общество знания, информационное общество. Социальные и психологические последствия информатизации общества. Футурошок. Культурошок. Аномия. Адаптационные копинг-стратегии. Личность в современном обществе. Рефлексирующий индивид. Человек как субъект деятельности. Самодиагностика и самоанализ профессионального развития.

1.2. Общее понятие о личности. Личность и ее структура. Самосознание: самопознание, самоотношение, саморегуляция. Основные подходы к изучению личности. Развитие личности. Социальная и психологическая структура личности. Ценностные ориентации и предпочтения личности. Личность в системе непрерывного образования. Самообразование как основа непрерывного образования. Толерантное восприятие социальных, этнических, конфессиональных и культурных различий.

1.3. Социальные и психологические технологии самоорганизации и саморазвития личности. Темперамент и характер в структуре личности. Проявление темперамента в деятельности. Структура и типология характера. Формирование характера. Построение взаимодействия с людьми с учетом их индивидуальных различий. Стратегии развития и саморазвития личности. Личные приоритеты. Целеполагание. Ценности как основа целеполагания. Цели и ключевые области жизни. Life Managment и жизненные цели. Smart - цели и надцели. Цель и призванные обеспечить ее достижения задачи и шаги. Копинг-стратегии. Искусство управлять собой.

1.4. Когнитивные процессы личности. Общая характеристика когнитивных (познавательных) процессов личности. Ощущение и восприятие: виды, свойства, особенности развития. Внимание и память: виды, свойства, функции. Развитие и воспитание внимания. Возрастные и индивидуальные особенности памяти. Приемы рационального заучивания. Мышление и его формирование. Типология мышления: формы, виды, операции, индивидуальные особенности. Мышление и речь. Способы активизации мышления. Воображение: виды, функции, развитие. Воображение и творчество. Приемы эффективного чтения. Тренировка памяти и внимания.

1.5. Функциональные состояния человека в труде. Стресс и его профилактика. Общее понятие об эмоциях и чувствах: функции, классификация, особенности развития. Способы управления своим эмоциональным состоянием. Общее представление о воле. Психологическая структура волевого акта. Развитие и воспитание силы воли. Функциональные состояния человека в труде. Регуляторы функциональных состояний. Классификация функциональных состояний. Психологический стресс как функциональное состояние. Психология стресса. Профилактика стресса и формирование стрессоустойчивости. Методы управления функциональными состояниями.

1.6. Психология профессиональной деятельности. Человек и профессия. Структура профессиональной деятельности. Психологические направления исследования человека в структуре профессиональной деятельности. Профессиографирование как метод изучения профессиональной деятельности. Виды профессиографирования. Задачи психологии профессиональной деятельности. Психологические признаки и регуляторы труда. Профессионально важные качества.

Модуль 2. Человек как участник трудового процесса

2.1. Основные этапы развития субъекта труда. Человек как субъект труда: структура основных компонентов. Этапы развития субъекта труда (периодизация Е.А. Климова). Кризисы профессионального становления (Е.Ф. Зеер). Внутриличностный конфликт и способы его разрешения.

2.2. Трудовая мотивация и удовлетворенность трудом. Потребности и мотивы личности. Классификация потребностей и виды мотивации. Иерархия потребностей (пирамида А. Маслоу). Трудовая мотивация. Мотивы трудового поведения

(В.Г. Подмарков). Основные теории трудовой мотивации и удовлетворенности трудом (Д. Макклеланд, Ф. Герцберг, В. Врум и др.). Мотивация поведения человека в организации. Сущность мотивации как функции управления в организации. Природа мотивации. Функции мотивов поведения человека. Мотивация и управление. Психологические теории мотивации в организации. Социально-экономические теории мотивации. Исследования мотивации. Методики определения мотивации к успеху.

2.3. Целеполагание и планирование в профессиональной деятельности. Психологическая система трудовой деятельности. Мотивационный процесс как основа целеполагания. Этапы достижения цели. Структура мотивационного процесса. Критерии эффективности целеполагания. Классификация целей. Разработка программы реализации цели. Стратегическое планирование.

2.4. Профессиональная коммуникация. Психология общения. Составные элементы процесса общения. Функции и виды общения. Типы общения. Характеристики личности, способствующие успешности общения. Обмен информацией и коммуникативные барьеры. Авторитарная и диалогическая коммуникация. Общение как взаимодействие (интеракция). Межличностное восприятие и построение имиджа. Профессиональное общение. Культура делового общения.

2.5. Психология конфликта. Конфликт как особая форма взаимодействия. Структура, динамика, функции конфликтов. Основные стадии развития конфликтов. Классификация конфликтов. Основные этапы поиска выходов из конфликтной ситуации. Профессиональные конфликты. Источники конфликтов. Конфликтогенные личности. Условия конструктивного разрешения конфликтов. Управление конфликтными ситуациями в коллективе. Социальные технологии предупреждения и разрешения конфликтов в команде и организации.

2.6. Трудовой коллектив. Психология совместного труда. Группа. Коллективы. Организации. Понятие группы. Виды групп: условные и реальные, большие и малые, первичные и вторичные, формальные и неформальные, референтные группы. Профессиональные коллективы. Динамика формирования коллектива. Диагностика социальных групп. Групповая сплоченность. Групповая динамика. Деятельность команд в организации. Социометрия. Психология совместной трудовой деятельности. Признаки группового субъекта труда. Классификация организаций. Способ организации совместной деятельности. Психология группы. Социально-психологические особенности малой организованной группы. Социально-психологический климат группы.

2.7. Психология управления. Управление как социальный феномен. Субъект и объект управления. Управленческие отношения как предмет науки управления. Этапы ее развития. Управленческая деятельность. Основные управленческие культуры: характерные черты и особенности. Основные функции управленческой деятельности. Социально-психологическое обеспечение управления коллективом. Человеческие ресурсы организации и управленческие проблемы их эффективного использования. Проблема человека в системе управления. Личность и организация.

4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2,0	72
Аудиторные занятия:	1,0	36
Лекции (Лек)	0,5	18
Практические занятия	0,5	18
Самостоятельная работа (СР):	1,0	36
Вид контроля: зачет / экзамен		Зачет

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2,0	54
Аудиторные занятия:	1,0	27
Лекции (Лек)	0,5	13,5
Практические занятия	0,5	13,5
Самостоятельная работа (СР):	1,0	27
Вид контроля: зачет / экзамен		Зачет

5. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ МАГИСТРАТУРЫ

5.1. Требования к кадровому обеспечению

Кадровое обеспечение программы магистратуры соответствует требованиям ФГОС ВО:

- реализация программы магистратуры обеспечивается руководящими и научно-педагогическими работниками университета, а также лицами, привлекаемыми к реализации программы магистратуры на условиях гражданско-правового договора, квалификация которых соответствует квалификационным характеристикам, установленным в Едином квалификационном справочнике должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел «Квалификационные характеристики должностей руководителей и специалистов высшего профессионального и дополнительного профессионального образования», утвержденном приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 11.01.2011 № 1н (зарегистрирован Министерством Юстиции Российской Федерации 23.03.2011, № 20237) и профессиональными стандартами (при наличии);
- доля штатных научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) составляет более 60 процентов от общего количества научно-педагогических работников университета (академическая магистратура);
- доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок), имеющих ученую степень и (или) ученое звание, в общем числе научно-педагогических работников, реализующих программу магистратуры составляет более 80 процентов (академическая магистратура);
- доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) из числа руководителей и работников организаций, деятельность которых связана с направленностью (профилем) реализуемой программы магистратуры (имеющих стаж работы в данной профессиональной области не менее 3 лет) в общем числе работников, реализующих программу магистратуры, составляет более 10 процентов (академическая магистратура);
- среднегодовое число публикаций научно-педагогических работников организации за период реализации программы магистратуры в расчете на 100 научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) составляет не менее 2 в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science или Scopus, или не менее 20 в журналах, индексируемых в Российском индексе научного цитирования;
- общее руководство научным содержанием программы магистратуры определенной направленности (профиля) осуществляется штатным научно-педагогическим работником организации, имеющим ученую степень, осуществляющим самостоятельные научно-исследовательские проекты и участвующим в осуществлении таких проектов по направлению (профилю) подготовки, имеющим ежегодные публикации по результатам указанной научно-исследовательской деятельности в ведущих отечественных и (или) зарубежных рецензируемых научных журналах и изданиях, а также осуществляющим ежегодную апробацию результатов указанной научно-исследовательской деятельности на национальных и международных конференциях.

5.2. Материально-техническое обеспечение

Материально-техническая база университета соответствует действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работы обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Перечень материально-технического обеспечения включает: специальные помещения, которые представляют собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (оборудованные видеопроекторными оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном, и имеющие выход в Интернет), а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие программам дисциплин (модулей), рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

Материально-техническое обеспечение ООП магистратуры по направлению подготовки 28.04.03 Наноматериалы, направленность подготовки (магистерская программа) «Химическая технология наноматериалов», включает:

5.2.1 Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Список оборудования для удовлетворительного обеспечения образовательного процесса включает три учебно-научные и две научные лаборатории кафедры Наноматериалов и нанотехнологии, имеющих основное оборудование (весы аналитические, сушильные шкафы, вакуум-сушильные шкафы, колбонагреватели, печи муфельные, центрифуги, мешалки, ультразвуковые гомогенизаторы, pH-метры, кондуктометры, лабораторную посуду стеклянную и фарфоровую) и специализированное оборудование для получения наноматериалов и для проведения физико-химических и структурных исследований наноматериалов, в том числе планетарную микромельницу Pulverisette-7 PremiumLine (Fritsch, Германия), ротационный испаритель Labtex Ир- 1 Лт, криостат Loip, спектрофотометр в УФ и видимой области Cary 50, синхронный термический анализатор Sta 449 F5 Jupiter (Netzsch), анализатор размера и дзета-потенциала частиц ZetasizerZs-Nano (Malvern), анализатор стабильности дисперсных систем MultiScan (DataPhysics), вискозиметр (реометр) HaakeViscotesterIq.

При проведении исследований обучающиеся имеют возможность использовать все приборы Центра коллективного использования РХТУ им. Д.И. Менделеева.

5.2.2 Учебно-наглядные пособия:

Комплекты презентаций к лекционным курсам; образцы различных наноматериалов.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами, проекторы, экраны; аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя; цифровой фотоаппарат; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

5.2.4 Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплинам; методические рекомендации к практическим занятиям; раздаточный материал к лекционным курсам; электронные учебные издания по дисциплинам вариативной части, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; буклеты и каталоги оборудования, справочные материалы в печатном и электронном виде.

5.3 Учебно-методическое обеспечение

Для реализации основной образовательной программы подготовки по программе магистратуры по направлению 28.04.03 Наноматериалы, направленность подготовки (магистерская программа) «Химическая технология наноматериалов» используются фонды учебной, учебно-методической, научной, периодической научно-технической литературы Информационно-библиотечного центра (ИБЦ) РХТУ им. Д. И. Менделеева и кафедр, участвующих в реализации программы.

Информационно-библиотечный центр РХТУ им. Д. И. Менделеева обеспечивает информационную поддержку реализации программы, содействует подготовке высококвалифицированных специалистов, совершенствованию учебного процесса, научно-исследовательской работы, способствует развитию профессиональной культуры будущего специалиста.

Структура и состав библиотечного фонда соответствует требованиям Примерного положения о формировании фондов библиотеки высшего учебного заведения, утвержденного приказом Минобрнауки России от 27.04.2000 г. № 1246. ИБЦ университета обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для реализации и качественного освоения магистрами образовательного процесса по всем дисциплинам основной образовательной программы подготовки магистров по направлению 28.04.03 Наноматериалы, направленность подготовки (магистерская программа) «Химическая технология наноматериалов».

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2017 г. составляет 1 690 895 экз.

Фонд учебной и учебно-методической литературы укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 50 экземпляров каждого из изданий основной литературы, перечисленной в рабочих программах дисциплин (модулей), практик, и не менее 25 экземпляров дополнительной литературы на 100 обучающихся.

Фонд дополнительной литературы включает помимо учебной литературы официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания.

Информационно-библиотечный центр обеспечивает самостоятельную работу магистров в читальных залах, предоставляя широкий выбор литературы по актуальным направлениям, а также 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, 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.

Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

№ п/п	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
-------	--------------------	---	---

1.	ЭБС «Лань»	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань», договор от 26.09.2018 № 29.01-3-2.0-827/2018 Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Сумма договора – 45000 руб. до 25.09.2019 Количество ключей – доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера	Электронно-библиотечная система издательства «Лань» – ресурс, включающий в себя как электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний. ЭБС «ЛАНЬ» предоставляет пользователям мобильное приложение для iOS и Android, в которых интегрированы бесплатные сервисы для незрячих студентов и синтезатор речи
2.	Электронно-библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д. И. Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП
3.	Научно-электронная библиотека eLIBRARY.RU	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА» от 24.04.2018 г. № SU-16-03/2018-1/29.01-P-2.0-486/2018 Сумма договора – 833935 руб. 40 коп. Ссылка на сайт ЭБС – http://elibrary.ru Количество ключей – доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера до 31.12.2018	Крупнейшая в России электронная библиотека научных публикаций, обладающая богатыми возможностями поиска и анализа научной информации. Библиотека интегрирована с Российским индексом научного цитирования (РИНЦ) – созданным по заказу Минобрнауки РФ бесплатным общедоступным инструментом измерения публикационной активности ученых и организаций

4.	Электронная библиотека диссертаций (ЭБД)	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – РГБ, договор от 03.10.2018 № 29.01-Р-2.0-826/2018 Ссылка на сайт ЭБС – http://diss.rsl.ru/ Сумма договора – 299130 руб. до 14.07.2019 Количество ключей – 10 лицензий + локальный доступ и распечатка в ИБЦ	В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: «Экономические науки», «Юридические науки», «Педагогические науки» и «Психологические науки»; с 2004 года – по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года – по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации
5.	ЭБС IPR Books	Принадлежность – сторонняя Информационное письмо о предоставлении бесплатного полнотекстового доступа в период с 03.09.2018 по 31.12.2018 Ссылка на сайт ЭБС – http://www.iprbookshop.ru/ Количество ключей – доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера	В ЭБС IPRbooks представлены учебники и учебные пособия, монографии, производственно-практические, справочные издания, а также деловая литература для практикующих специалистов. В ЭБС включены издания за последние 10 лет (по гуманитарным, социальным и экономическим наукам – за последние 5 лет), перечень их постоянно растет. Контент ЭБС IPRbooks ежемесячно пополняется новыми электронными изданиями, периодикой (в т.ч. журналами, входящими в перечень ВАК)
6.	БД ВИНТИ РАН	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ВИНТИ РАН, договор от 02.02.2018 № 5Д/2018 Ссылка на сайт – http://bd.viniti.ru/ Количество ключей – доступ для пользователей по IP-адресам РХТУ неограничен до 31.01.2019	Федеральная база отечественных и зарубежных публикаций по естественным, точным и техническим наукам, генерируется с 1981 г., обновляется ежемесячно, пополнение составляет около 1 млн. документов в год

7.	Электронные ресурсы издательства Springer	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ГПНТБ, сублицензионный договор от 25.12.2017 № Springer/130 Ссылка на сайт – http://link.springer.com/ Количество ключей – доступ для пользователей по IP-адресам РХТУ неограничен до 31.12.2018	Полнотекстовая коллекция книг издательства Springer
8.	Электронные ресурсы издательства SpringerNature	Принадлежность – сторонняя Договор – РФФИ, безвозмездно (как грантодержатели) Письмо РФФИ от 21.09.2017 № 785 Ссылка на сайт ЭБС – http://link.springer.com/ Количество ключей – доступ для пользователей по IP-адресам РХТУ неограничен до 31.12.2018	Полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Springer по различным отраслям знаний. Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database) Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH
9.	Электронные ресурсы компании Elsevier Science Direct Freedom Collection	Принадлежность – сторонняя Информационное письмо от 29.01.2018 № Исх-103 Ссылка на сайт ЭБС – https://www.elsevier.com/__data/promis_misc/sd-content/journals/freedomcoll.htm Количество ключей – доступ для пользователей по IP-адресам РХТУ неограничен до 31.12.2018	Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии

10.	Scopus	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ГПНТБ, сублицензионный договор от 09.01.2018 № Scopus//940 Ссылка на сайт – http://www.scopus.com Количество ключей – доступ для пользователей по IP-адресам РХТУ неограничен до 31.12.2018	Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER
11.	Ресурсы международной компании Clarivate Analytics	Принадлежность сторонняя Реквизиты договора – ГПНТБ, сублицензионный договор от 02.04.2018 № WoS/940 Ссылка на сайт – http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=R11j2TUYmdd7bUatOIJ&preferencesSaved= Количество ключей – доступ для пользователей по IP-адресам РХТУ неограничен до 31.12.2018	Открыт доступ к ресурсам: Web of Science – реферативная и наукометрическая база данных MEDLINE – реферативная база данных по медицине
12.	Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России»	Принадлежность – сторонняя. Реквизиты договора – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ», контракт от 18.04.2018 № 13-187А/2018 Ссылка на сайт ЭБС – http://reforma.kodeks.ru/reforma/ Сумма договора – 432240 руб. до 31.12.2018 Количество ключей – 5 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ	Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД

13.	Справочно-правовая система «Консультант+»	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – договор 09.07.2018 № 45-70ЭА/2018 Ссылка на сайт – http://www.consultant.ru/ Сумма договора – 512000 руб. Количество ключей – доступ для пользователей по IP-адресам РХТУ до 01.09.2019	«Консультант+» – справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации
-----	---	---	--

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов

[Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996](#)

[Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005](#)

[Архив издательства Института физики \(Великобритания\). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999](#)

[Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010](#)

[Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995](#)

[Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998](#)

[Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997](#)

[Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive \(CJDA\)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011](#)

[Архив журналов Королевского химического общества\(RSC\). 1841-2007](#)

[Архив коллекции журналов Американского геофизического союза \(AGU\), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996](#)

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

1. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>

Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.

2. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>

В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.

3. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>

База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.

4. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>

Крупнейшим бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.

5. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>

Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. по настоящее время.

6. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>

Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в т.ч. полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.

7. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС)
http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru

Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:

- Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
- Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
- Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
- Полные тексты российских патентных документов из посл. офиц. бюллетеня.

5.4 Контроль качества освоения программы магистратуры. Фонды оценочных средств

Контроль качества освоения программы магистратуры включает в себя текущий контроль успеваемости, промежуточную и итоговую (государственную итоговую) аттестацию обучающихся.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплин и прохождения практик, промежуточная аттестация обучающихся – оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплинам, прохождения практик, выполнения научных исследований.

Фонды оценочных средств включают: контрольные вопросы и типовые задания для практических занятий, контрольных работ, зачетов и экзаменов, примерную тематику рефератов, курсовых работ; иные формы контроля, позволяющие оценить степень сформированности компетенций обучающихся. Оценочные средства представлены в рабочих программах дисциплин.

Государственная итоговая аттестация обучающегося является обязательной и осуществляется после освоения программы магистратуры в полном объеме. Государственная итоговая аттестация включает подготовку и защиту магистерской диссертации.

6. Рабочие программы дисциплин

Рабочие программы дисциплин:

1. Философские проблемы науки и техники
2. История и перспективы развития науки о наноматериалах и нанотехнологии
3. Деловой иностранный язык
4. Физические и химические свойства наноматериалов и наносистем
5. Дополнительные главы математики в наноматериалах
6. Квантовая механика
7. Супрамолекулярная химия
8. Элементы кристаллографии
9. Процессы на поверхности раздела фаз
10. Методы анализа наноматериалов
11. Термический анализ наноматериалов
12. Синтез наночастиц
13. Компьютерные и информационные технологии в nanoиндустрии
14. Биологическое действие наноматериалов
15. Углеродные наноматериалы
16. Полимерные нанокомпозиты
17. Флуоресцентные методы детектирования

18. Методы исследования механических свойств наноматериалов
19. Методы лазерной дифракции в анализе наноматериалов
20. Зондовая микроскопия
21. Учебная практика. Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков
22. Технологическая практика. Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
23. Преддипломная практика
24. Научно-исследовательская работа в семестре
25. Государственная итоговая аттестация. Защита выпускной квалификационной работы.
26. Техника научного перевода
27. Социология и психология профессиональной деятельности

входящих в ООП по направлению подготовки 28.04.03 Наноматериалы, направленность подготовки (магистерская программа) «Химическая технология наноматериалов», выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.

7. Оценочные материалы

Оценочные материалы по дисциплинам:

1. Философские проблемы науки и техники
2. История и перспективы развития науки о наноматериалах и нанотехнологии
3. Деловой иностранный язык
4. Физические и химические свойства наноматериалов и наносистем
5. Дополнительные главы математики в наноматериалах
6. Квантовая механика
7. Супрамолекулярная химия
8. Элементы кристаллографии
9. Процессы на поверхности раздела фаз
10. Методы анализа наноматериалов
11. Термический анализ наноматериалов
12. Синтез наночастиц
13. Компьютерные и информационные технологии в nanoиндустрии
14. Биологическое действие наноматериалов
15. Углеродные наноматериалы
16. Полимерные нанокомпозиты
17. Флуоресцентные методы детектирования
18. Методы исследования механических свойств наноматериалов
19. Методы лазерной дифракции в анализе наноматериалов
20. Зондовая микроскопия
21. Учебная практика. Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков
22. Технологическая практика. Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
23. Преддипломная практика
24. Научно-исследовательская работа в семестре
25. Государственная итоговая аттестация. Защита выпускной квалификационной работы.
26. Техника научного перевода
27. Социология и психология профессиональной деятельности

входящих в ООП по направлению подготовки 28.04.03 Наноматериалы, направленность подготовки (магистерская программа) «Химическая технология наноматериалов», выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.

8. Методические материалы по дисциплинам

Методические материалы по дисциплинам:

1. Философские проблемы науки и техники
2. История и перспективы развития науки о наноматериалах и нанотехнологии
3. Деловой иностранный язык
4. Физические и химические свойства наноматериалов и наносистем
5. Дополнительные главы математики в наноматериалах
6. Квантовая механика
7. Супрамолекулярная химия
8. Элементы кристаллографии
9. Процессы на поверхности раздела фаз
10. Методы анализа наноматериалов
11. Термический анализ наноматериалов
12. Синтез наночастиц
13. Компьютерные и информационные технологии в наноиндустрии
14. Биологическое действие наноматериалов
15. Углеродные наноматериалы
16. Полимерные нанокомпозиты
17. Флуоресцентные методы детектирования
18. Методы исследования механических свойств наноматериалов
19. Методы лазерной дифракции в анализе наноматериалов
20. Зондовая микроскопия
21. Учебная практика. Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков
22. Технологическая практика. Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
23. Преддипломная практика
24. Научно-исследовательская работа в семестре
25. Государственная итоговая аттестация. Защита выпускной квалификационной работы.
26. Техника научного перевода
27. Социология и психология профессиональной деятельности

входящих в ООП по направлению подготовки 28.04.03 Наноматериалы, направленность подготовки (магистерская программа) «Химическая технология наноматериалов», выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.

Матрица компетенций по направлению подготовки магистров 28.04.03 Наноматериалы, направленность подготовки (магистерская программа) «Химическая технология наноматериалов»

		Наименование дисциплины	Компетенции	Общекультурные			Общепрофессиональные				Профессиональные							
				ОК-1	ОК-2	ОК-3	ОПК-1	ОПК-2	ОПК-3	ОПК-4	ПК-1	ПК-2	ПК-3	ПК-4	ПК-5	ПК-6	ПК-7	ПК-8
Базовая часть	Философские проблемы науки и техники			+	+				+									
	История и перспективы развития науки о наноматериалах и нанотехнологии					+			+				+					
	Деловой иностранный язык					+						+	+					
	Физические и химические свойства наноматериалов и наносистем			+			+			+		+					+	
Вариативная часть	Обязательные дисциплины	Дополнительные главы математики в наноматериалах			+			+					+					
		Квантовая механика			+		+	+					+					
		Супрамолекулярная химия						+									+	
		Элементы кристаллографии						+				+		+		+		
		Процессы на поверхности раздела фаз						+	+				+					
		Методы анализа наноматериалов										+	+			+	+	
		Термический анализ наноматериалов										+	+	+		+		
		Синтез наночастиц						+	+				+					+
		Компьютерные и информационные технологии в nanoиндустрии							+		+		+	+				
		Биологическое действие наноматериалов												+		+		+
	Дисциплины по выбору	Углеродные наноматериалы											+	+				+
		Полимерные нанокомпозиты											+	+				+
		Флуоресцентные методы детектирования						+										+
		Методы исследования механических свойств наноматериалов						+										+
		Методы лазерной дифракции в анализе наноматериалов											+	+		+		
		Зондовая микроскопия											+	+		+		
Практики	Учебная практика. Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков				+	+		+					+					
	Технологическая практика. Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности				+	+		+			+	+	+		+	+	+	
	Преддипломная практика			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	Научно-исследовательская работа в семестре			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
ГИА	Государственная итоговая аттестация. Защита выпускной квалификационной работы			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Факультативы	Техника научного перевода					+							+	+				
	Социология и психология профессиональной деятельности				+	+					+							

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

План одобрен Ученым советом вуза
Протокол № 1 от 31.08.2018

РАБОЧИЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН

по программе магистратуры



УТВЕРЖДАЮ

Пр. ректора

Мажуга А.Г.

20__ г.

28.04.03

Направление 28.04.03. Наноматериалы Магистерская программа "Химическая технология наноматериалов"

Кафедра: Наноматериалов и нанотехнологии

Факультет: ИМСЭН

Квалификация: магистр
Программа подготовки: академическая магистратура
Форма обучения: Очная
Срок обучения: 2г

+	Виды профессиональной деятельности
☒	научно-исследовательская
☒	производственно-технологическая

Год начала подготовки (по учебному плану) 2018
Учебный год 2018-2019
Образовательный стандарт № 308 от 30.03.2015

СОГЛАСОВАНО

Проректор по УР

/Филатов С.Н./

Начальник УУ

/Макаров Н.А./

Декан

/Магомедбеков Э.П./

Зав. кафедрой

/Юртов Е.В./

Руководитель магистерской программой

/Юртов Е.В./

[illegible]

Сводные данные

		Курс 1			Курс 2			Итого
		сем. 1	сем. 2	Всего	сем. 1	сем. 2	Всего	
З	Теоретическое обучение и распределенные практики	17 1/6	17	34 1/6	17 1/6	7	24 1/6	58 2/6
М								
Э	Экзаменационные сессии	2 3/6	3	5 3/6	2 3/6	1	3 3/6	9
П	Производственная практика					8	8	8
Д	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты					4	4	4
К	Каникулы	2	8	10	2	8	10	20
*	Нерабочие праздничные дни (не включая воскресенье)	1 2/6 (8 дн)	1 (6 дн)	2 2/6 (14 дн)	1 2/6 (8 дн)	1 (6 дн)	2 2/6 (14 дн)	4 4/6 (28 дн)
Продолжительность обучения (не включая нерабочие праздничные дни и каникулы)		более 39 нед.			более 39 нед.			
Итого		23	29	52	23	29	52	104
Студентов								
Групп								

						Форма контроля		з.е.				Итого акад. часов						Курс 1					
																		Сем. 1			Сем. 2		

Сек. 3						Сек. 4						Закрепленная кафедра		Компетенции
з.е.	Лек	Лаб	Пр	СР	Конт роль	з.е.	Лек	Лаб	Пр	СР	Конт роль	Код	Наименование	
												17	Философия	ОК-1; ОК-2; ОПК-3
												28	Наноматериалов и нанотехнологии	ОК-3; ОПК-3; ПК-5
												9	Иностранные языки	ОК-3; ПК-3; ПК-4
												28	Наноматериалов и нанотехнологии	ОК-1; ОПК-1; ОПК-4; ПК-2; ПК-8
												8	Высшая математика	ОК-1; ОПК-1; ПК-3
												2	Физики	ОК-1; ОК-3; ОПК-1; ПК-2
2	18		18	36								36	Технология тонкого органического синтеза и черной металлургии	ОПК-1; ПК-8
												28	Наноматериалов и нанотехнологии	ОПК-1; ПК-1; ПК-3; ПК-6
												28	Наноматериалов и нанотехнологии	ОПК-1; ОПК-2; ПК-2
												28	Наноматериалов и нанотехнологии	ПК-1; ПК-2; ПК-6; ПК-7
												28	Наноматериалов и нанотехнологии	ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-6
												28	Наноматериалов и нанотехнологии	ОПК-1; ОПК-2; ПК-2; ПК-8
4	12	24	36	72								28	Наноматериалов и нанотехнологии	ОПК-2; ОПК-4; ПК-2; ПК-3
												28	Наноматериалов и нанотехнологии	ПК-3; ПК-5; ПК-8
5	18		36	90	36									ПК-2; ПК-3; ПК-8
5	18		36	90	36							28	Наноматериалов и нанотехнологии	ПК-2; ПК-3; ПК-8
5	18		36	90	36							28	Наноматериалов и нанотехнологии	ПК-2; ПК-3; ПК-8
5	18		36	126										ОПК-1; ПК-8
5	18		36	126								28	Наноматериалов и нанотехнологии	ОПК-1; ПК-8
5	18		36	126								28	Наноматериалов и нанотехнологии	ОПК-1; ПК-8
5	18		36	90	36									ПК-2; ПК-3; ПК-6
5	18		36	90	36							28	Наноматериалов и нанотехнологии	ПК-2; ПК-3; ПК-6
5	18		36	90	36							28	Наноматериалов и нанотехнологии	ПК-2; ПК-3; ПК-6
21	84	24	162	414	72									
21	84	24	162	414	72									
														ОК-2; ОК-3; ОПК-2; ПК-3
9			162	162		12			198	198	36			ОК-1; ОК-2; ОК-3; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-8
						6				216				ОК-2; ОК-3; ОПК-2; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-6; ПК-7; ПК-8
						6				216				ОК-1; ОК-2; ОК-3; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-8
9			162	162		24			198	630	36			
9			162	162		24			198	630	36			

План Учебный план магистратуры '280403_00-18-12-2374-ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ.rlx', код направления 28.04.03, год начала подготовки 2018

Формы контроля															Итого акад. часов										Курс 1									
Считать в плане	Индекс	Наименование	Экзам-ен		Зачет с оц.	Эксперт-ное	Факт	Число в з.е.	Эксперт-ное	По плану	Контакт-часы	СР	Конт-роль	Интер-часы	Сем. 1					Сем. 2														
			Зачет	Зачет											з.е.	Лек	Лаб	Пр	СР	Конт-роль	з.е.	Лек	Лаб	Пр	СР	Конт-роль								
+	23.5.01	Государственная итоговая аттестация. Защита выпускной квалификационной работы.				6	6	36	216	216		216		.																				
						6	6		216	216		216																						
						6	6		216	216		216																						
ФТД.Факультативы																																		
Вариативная часть																																		
+	ФТД.5.01	Техника научного перевода		3		2	2	36	72	72	36	36		.																				
+	ФТД.5.02	Социология и психология профессиональной деятельности		1		2	2	36	72	72	36	36		.	2	18			18	36														
						4	4		144	144	72	72			2	18			18	36														
						4	4		144	144	72	72			2	18			18	36														

План Учебный план магистратуры "280403_00-19-12-2374-ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ.rlx", код направления 28.04.03, год начала подготовки 2018

Курс 2															Закрепленная кафедра		-	
Сем. 3						Сем. 4						Код	Наименование	Компетенции				
з.е.	Лек	Лаб	Пр	СР	Конт роль	з.е.	Лек	Лаб	Пр	СР	Конт роль							
						6				216				ОК-1; ОК-2; ОК-3; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-8				
						6				216								
						6				216								
2			36	36								9	Иностранный язык	ОК-3; ПК-3; ПК-4				
												58	Социология	ОК-2; ОК-3; ПК-1				
2			36	36														
2			36	36														